

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL**

**EVALUACION DE INSECTICIDAS BOTANICOS, BIOLOGICOS Y
SINTETICOS SOBRE *Trichogramma pretiosum*, *Diadegma insulare*,
Chrysoperla carnea E *Hippodamia convergens*.**

Tesis presentada como requisito para optar al título
de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura

por

María Alejandra Molina Cox

Honduras, 22 de octubre de 1999

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este documento para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

María Alejandra Molina Cox

Zamorano, Honduras
22 de octubre de 1999

**EVALUACION DE INSECTICIDAS BOTANICOS, BIOLOGICOS Y
SINTETICOS SOBRE *Trichogramma pretiosum*, *Diadegma insulare*,
Chrysoperla carnea E *Hippodamia convergens*.**

Por:

María Alejandra Molina Cox

Aprobada:

Mario Bustamante, M.Sc.
Asesor Principal

Allan Hruska, Ph.D
Jefe de Departamento

Ronald D. Cave, Ph.D
Asesor

Antonio Flores, Ph.D
Decano Academico

Luis Cañas, M.Sc.
Asesor

Keith Andrews, Ph.D
Director

María Mercedes Doyle, Ph.D
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios.
A mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre, a mi madre, a mi hermana y a Johann por su apoyo incondicional durante este año.

A todos mis buenos amigos y a mis compañeros del Departamento de Protección Vegetal por su amistad y apoyo.

De manera especial a mis asesores Don Mario Bustamante, Dr. Ronald Cave y Dr. Luis Cañas.

RESUMEN

MOLINA, ALEJANDRA. 1999. Evaluación de insecticidas botánicos, biológicos y sintéticos sobre *Trichogramma pretiosum*, *Diadegma insulare*, *Chrysoperla carnea* e *Hippodamia convergens*.

La agricultura moderna ha depositado una confianza excesiva en los insecticidas sintéticos para el control de plagas. A pesar de que estos tóxicos están dirigidos al control de insectos fitófagos tienen efectos de largo alcance sobre los enemigos naturales presentes o introducidos al agroecosistema. Los enemigos naturales usados en el control de plagas son altamente efectivos, proveen un control continuo y no son dañinos al ambiente. El manejo integrado de plagas busca combinar tácticas de control como el control químico y el control biológico. El objetivo general del presente estudio fue determinar las bases para un programa de manejo integrado de plagas usando control químico y control biológico. Se realizó un ensayo de laboratorio para *T. pretiosum*, *D. insulare*, *C. carnea* e *H. convergens* y un ensayo de invernadero *H. convergens*. Se evaluaron diez insecticidas que fueron metamidofos, metomil, cipermetrina, abamectina, *Bacillus thuringiensis*, VPN, ajo, chile, nim y jabón, en combinación con cinco tiempos de liberación: 0A (liberar y aplicar), 0B (aplicar y liberar), 24 h, 48 h y 72 h después de la aplicación. Se empleó un diseño de bloques completos al azar. La variable evaluada fue mortalidad de los enemigos naturales por los insecticidas, los tiempos de liberación y la interacción de ambos. Los insecticidas metamidofos, metomil, cipermetrina y abamectina causaron altas mortalidades sobre las cuatro especies, mientras que *Bacillus thuringiensis*, VPN, ajo, chile, nim y jabón presentaron mortalidades bajas pudiendo ser empleados en programas de manejo integrado de plagas en combinación con liberaciones a las 48 ó 72 h después de su aplicación.

Palabras claves: Depredadores, parasitoides, control químico, control biológico, interacción.

NOTA DE PRENSA

¿AFECTAN LOS INSECTICIDAS A LOS ENEMIGOS NATURALES?

Prácticamente en todos los cultivos donde regularmente se usan insecticidas, se desarrolla un desequilibrio de las poblaciones de insectos presentes en el agroecosistema, resultando nuevas plagas y ataques más severos de plagas existentes.

Esto se da principalmente por la eliminación de los enemigos naturales que son los principales reguladores de las poblaciones de insectos plaga. Los insecticidas generalmente interrumpen las relaciones alimenticias de éstas especies benéficas, ocasionando incrementos poblacionales de las plagas a niveles que en algunas situaciones, rebasan los niveles poblacionales previos al implemento del control.

Los insecticidas también pueden tener efectos subletales sobre los enemigos naturales afectando su fertilidad, fecundidad, desarrollo, supervivencia, capacidad de búsqueda de hospederos y presas y la movilidad en general.

La agricultura moderna ha depositado una confianza excesiva en los insecticidas sintéticos para el control de plagas. Muchos de estos compuestos son biocidas de amplio espectro que tienen serios efectos en otros organismos. Aún los insecticidas bioracionales desarrollados, los cuales se basan en productos naturales y que son más específicos, pueden tener efectos de largo alcance, por eso es importante considerar el uso de insecticidas con selectividad fisiológica o ecológica.

En el presente estudio Se evaluó la mortalidad de diez insecticidas botánicos, biológicos y sintéticos, en laboratorio e invernadero, sobre dos avispas: *Trichogramma pretiosum*, el enemigo natural más usado en el control de plagas lepidópteras (gusanos); y *Diadegma insulare* el parasitoide más común de *Plutella xylostella*, una plaga importante de repollo en América Central. Y sobre dos especies de depredadores *Chrysoperla carnea* (crisopa) e *Hippodamia convergens* (mariquita), depredador generalista que se alimenta de áfidos, ácaros, insectos pequeños y huevos.

Entre los plaguicidas evaluados habían tres insecticidas sintéticos: metamidofos (MTD 600), metomil (Lannate) y cipermetrina (Ripcord); un insecticida biológico sintético: abamectina (Vertimec); dos insecticidas biológicos: *Bacillus thuringiensis* (Dipel) y Virus de la Polihedrosis Nuclear (VPN); tres insecticidas botánicos: ajo (Garlic Barrier), chile (extracto fresco) y nim (aceite); y un insecticida orgánico mineral: jabón (Nutrisoap).

Se evaluó la mortalidad causada por cada insecticidas en cinco los tiempos de liberación: 1) liberar y aplicar, 2) aplicar y liberar, 3) liberar a las 24 h después de la aplicación 4) liberar a las 48 h después de la aplicación 5) liberar a las 72 h después de la aplicación.

Se concluyó que: 1) los insecticidas biológicos y botánicos son más seguros para ser usados en programas de manejo integrado de plagas que los sintéticos, ya que causan mortalidades significativamente más bajas; 2) Es posible utilizar los insecticidas *B.t.*, VPN, ajo, chile y nim en combinación con liberaciones de *T. pretiosum*, *D. insulare*, *C. carnea* y *H. Convergans*, pues mostraron ser no dañinos para estos organismos; 3) El jabón causó bajas mortalidades sobre *T. pretiosum*, *D. insulare* e *H. Convergans*, sin embargo se observó que causa altas mortalidades sobre *C. carnea*. 4) Las liberaciones de *T. pretiosum* e *H. convergens* 48 - 72 h después de la aplicación de los insecticidas causan las mortalidades más bajas.

INDICE DE CONTENIDO

Portada.....	i
Derechos de autor.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Nota de prensa.....	vii - viii
Indice de contenido.....	ix - x
Indice de cuadros.....	xi
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 HIPOTESIS.....	3
1.1.1 Sobre la mortalidad.....	3
1.1.2 Sobre el tiempo de exposición.....	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 INTEGRACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO Y EL CONTROL QUÍMICO.....	4
2.2. PARASITOIDES.....	6
2.2.1 <i>Trichogramma pretiosum</i>	6
2.2.2 <i>Diadegma insulare</i>	6
2.3 DEPREDADORES.....	7
2.3.1 <i>Chrysoperla carnea</i>	7
2.3.2 <i>Hippodamia convergens</i>	7
2.4 INSECTICIDAS.....	8
2.4.1 Insecticidas Sintéticos.....	8
2.4.1.1 Metamidofos.....	8
2.4.1.2 Metomil.....	8
2.4.1.3 Cipermetrina.....	8
2.4.2 Insecticidas Biológicos Sintéticos.....	9
2.4.2.1 Abamectina.....	9
2.4.3 Insecticidas Biológicos.....	9
2.4.3.1 <i>Bacillus thuringiensis</i>	9
2.4.3.2 VPN (Virus de la Polihedrosis Nuclear).....	9
2.4.4 Insecticidas Botánicos.....	10
2.4.4.1 Ajo (<i>Allium sativum</i>).....	10
2.4.4.2 Chile (<i>Capsicum frutescens</i>).....	10
2.4.4.3 Nim (<i>Azadirachta indica</i>).....	10
2.4.5 Insecticidas Orgánicos Minerales.....	11
2.4.5.1 Jabón.....	11

2.5 SELECTIVIDAD DE INSECTICIDAS.....	11
2.5.1 Selectividad fisiológica.....	11
2.5.2 Selectividad ecológica.....	11
3. MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1 LOCALIZACION.....	12
3.2 METODOLOGIA.....	12
3.2.1 Ensayos de Laboratorio.....	12
3.2.2 Ensayos de invernadero.....	12
3.2.3 Escala de evaluación.....	13
3.3 TIEMPOS DE LIBERACION.....	13
3.4 INSECTICIDAS.....	14
3.5 ENSAYOS CON PARASITOIDES.....	14
3.5.1 Ensayo de laboratorio con <i>T. pretiosum</i>	14
3.5.2 Ensayo de laboratorio con <i>Diadegma insulare</i>	16
3.6 DEPREDADORES.....	17
3.6.1 Ensayo de laboratorio con <i>C. carnea</i>	17
3.6.2 Ensayo de laboratorio con <i>Hippodamia convergens</i>	18
3.6.3 Ensayo de invernadero con <i>H. convergens</i>	19
3.7 ANALISIS ESTADISTICO.....	20
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
4.1 <i>Trichogramma pretiosum</i>	21
4.2 <i>Diadegma insulare</i>	23
4.3 <i>Chrysoperla carnea</i>	24
4.4 <i>Hippodamia convergens</i>	25
4.4.1 Laboratorio.....	25
4.4.2 Invernadero.....	27
5. CONCLUSIONES.....	29
6. RECOMENDACIONES.....	30
7. LITERATURA CITADA.....	31

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Mortalidad promedio de enemigos naturales bajo diferentes grupos de insecticidas.....	5
Cuadro 2. Porcentaje de parasitismo de adultos de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Riley), liberados después de las aplicaciones de insecticidas.....	6
Cuadro 3. Evaluación y clasificación de insecticidas según su mortalidad en enemigos naturales.....	13
Cuadro 4. Tiempos de liberación de los enemigos naturales y metodología empleada.....	13
Cuadro 5. Datos Técnicos de los Insecticidas Evaluados.....	15
Cuadro 6. Mortalidad (% \pm error estandar) de <i>Trichogramma pretiosum</i> por diez insecticidas según tiempos de liberación en laboratorio.....	22
Cuadro 7. Mortalidad promedio de <i>Trichogramma pretiosum</i> por insecticidas en laboratorio.....	22
Cuadro 8. Mortalidad (% \pm error estandar) de <i>Diadegma insulare</i> por cinco insecticidas según tiempos de liberación en laboratorio.....	23
Cuadro 9. Mortalidad de <i>Diadegma insulare</i> por cinco insecticidas.....	24
Cuadro 10. Mortalidad de <i>Chrysoperla carnea</i> por diez insecticidas según los tiempos de exposición.....	25
Cuadro 11. Mortalidad (% \pm error estandar) de <i>Hippodamia convergens</i> por diez insecticidas según tiempos de liberación.....	26
Cuadro 12. Mortalidad de <i>Hippodamia convergens</i> por diez insecticidas en laboratorio.....	27
Cuadro 13. Mortalidad de <i>Hippodamia convergens</i> por cinco insecticidas en invernadero.....	28

1. INTRODUCCION

Uno de los factores más importantes en la protección de cultivos es la acción de los organismos entomófagos dentro de los agroecosistemas. Si no existiera esta acción, los insectos fitófagos podrían incrementar sus poblaciones hasta el máximo de sus potenciales biológicos; siendo reguladas solamente por las condiciones climatológicas, la competencia inter e intraespecífica y la cantidad y calidad de alimento. En este caso sería imposible cultivar sin tener serios problemas de plagas. Esto se observa claramente en lugares donde la eliminación de enemigos naturales, por aplicaciones de insecticidas, resultó en graves aumentos de las poblaciones de plagas. Practicamente en todos los cultivos donde regularmente se usan insecticidas, se desarrolla un desequilibrio de ciertas plagas, resultando nuevas plagas y ataques más severos de plagas existentes (Andrews y Quezada, 1989).

El uso de enemigos naturales nativos o exóticos puede proveer beneficios que el uso de químicos no proporciona. Estos beneficios incluyen alta efectividad y un control continuo de las plagas. Además, tiene la ventaja de no ser dañino al ser humano ni al ambiente y de no permitir el desarrollo de resistencia de las plagas (Johnson y Wilson, 1995).

Muchas especies de entomófagos se han adaptado a sus hospederos o presas y se han convertido en eficientes explotadores de las poblaciones de herbívoros. Aún en ecosistemas altamente simplificados, proveen control biológico parcial o total.

Los insecticidas generalmente interrumpen las relaciones tróficas de éstas especies benéficas, ocasionando incrementos poblacionales de las plagas a niveles que en algunas situaciones, rebasan los niveles poblacionales previos al implemento del control. Debido a similitudes fisiológicas básicas entre las plagas y los insectos benéficos, los plaguicidas pueden incurrir en severa mortalidad en ambos grupos de organismos. Esto se da principalmente con insecticidas que afectan al sistema nervioso, que comprenden la mayoría de productos actualmente utilizados (Croft, 1989).

Los insectos varían en sus capacidades metabólicas; los procesos oxidativos son más importantes en herbívoros, mientras mecanismos hidrolíticos son más importantes en carnívoros. Los insecticidas que son metabolizados hidrolíticamente son más seguros para depredadores y parasitoides y, por lo tanto, más apropiados para uso en programas de manejo integrado de plagas (Cave, 1995).

Los insecticidas también influyen en la biología de los enemigos naturales de una manera más sutil. Estas especies pueden experimentar efectos subletales en su desarrollo y comportamiento. La fertilidad, fecundidad, desarrollo y supervivencia pueden ser alteradas, al igual que la capacidad de búsqueda de hospederos y presas y la movilidad en general (Croft, 1989).

La agricultura moderna ha depositado una confianza excesiva en los insecticidas sintéticos para el control de plagas. La industria ha desarrollado cientos de químicos para controlar un amplio rango de plagas que incluyen insectos, ácaros, nemátodos, malezas, bacterias, virus y hongos. A pesar de que estos tóxicos están dirigidos al control de plagas en cultivos, muchos de ellos son biocidas de amplio espectro que tienen serios efectos en otros organismos. Aún los insecticidas bioracionales desarrollados, los cuales se basan en productos naturales y que son más específicos, pueden tener efectos de largo alcance (Croft, 1989).

La mortalidad directa o subletal de los insecticidas sobre los enemigos naturales puede ser causada por contacto directo, contacto con residuos o a través de la cadena alimenticia. Sin embargo, el efecto de los insecticidas sobre los enemigos naturales ha sido menos estudiado que el efecto que estos tienen sobre las plagas, ya que estas son el principal objetivo del control (Croft, 1989).

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar la base para un programa de manejo de plagas insectiles usando control químico y control biológico.

Objetivos específicos:

Comparar diez insecticidas botánicos, biológicos y sintéticos, en términos de mortalidad sobre *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Diadegma insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) e *Hippodamia convergens* Guérin - Meneville (Coleoptera: Coccinellidae).

Evaluar la tasa de supervivencia de dichas especies en liberaciones a las 0, 24, 48 y/o 72 horas después de la aplicación.

1.1 HIPOTESIS

1.1.1 Sobre la mortalidad

Hipótesis Nula:

No existen diferencias significativas en las tasas de mortalidad causadas por los insecticidas evaluados sobre *T. pretiosum*, *D. insulare*, *C. carnea* e *H. convergens*.

Hipótesis Alterna:

Existen diferencias significativas en las tasas de mortalidad entre los insecticidas evaluados sobre *T. pretiosum*, *D. insulare*, *C. carnea* e *H. convergens*.

1.1.2 Sobre el tiempo de exposición

Hipótesis Nula:

El aumento en el tiempo de liberación luego de la aplicación del insecticida no influye sobre la tasa de mortalidad causada a *T. pretiosum*, *D. insulare*, *C. carnea* e *H. convergens*.

Hipótesis Alterna:

El aumento en el tiempo de liberación luego de la aplicación del insecticida tiene una influencia significativa sobre la tasa de mortalidad causada a *T. pretiosum*, *D. insulare*, *C. carnea* e *H. convergens*.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 INTEGRACIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO Y EL CONTROL QUÍMICO

El concepto de manejo integrado de plagas fue desarrollado esencialmente como una respuesta a la incompatibilidad del uso de plaguicidas y el control biológico. Desde el principio su énfasis estuvo en integrar estas dos tácticas de control. El concepto moderno se basa en el entendimiento de las interrelaciones de los plaguicidas y los enemigos naturales, para la búsqueda de insecticidas más selectivos y la inclusión de otras tácticas para el control de plagas (Croft, 1989).

Aún cuando se aprovecha un control biológico exitoso para las plagas principales, el control químico es a veces necesario para controlar una o más plagas remanentes. Estos insecticidas utilizados pueden reducir la efectividad y densidad poblacional de los enemigos naturales y pueden llegar a causar incrementos en la población de las plagas, por eso es importante considerar el uso de insecticidas con selectividad fisiológica o ecológica (Johnson y Wilson, 1995).

En un estudio realizado por Cordero y Cave (1990), en el que se evaluó el efecto de insecticidas sintéticos (carbamatos, piretroides y organofosforados) e insecticidas biológicos (*Bacillus thuringiensis*) sobre el parasitismo de *Plutella xylostella* por *D. insulare*, se encontró que el uso de insecticidas sintéticos redujo el parasitismo en 21% mientras que el uso de *B. thuringiensis* lo redujo solo en 8% con respecto al tratamiento sin insecticidas.

La utilización del larvicida biológico *B. thuringiensis* combinado con liberaciones masivas del parasitoide *T. pretiosum* produjo un buen control de lepidópteros en tomate sin incrementar las poblaciones del minador de la hoja, *Liriomyza sativae*; siendo diferentes los resultados de los tratamientos con metomil, en los que al destruir los parasitoides se produjo un incremento en la población de dicho minador (Johnson y Wilson, 1995).

Estudios de susceptibilidad presentados por Croft (1989) mostraron la mortalidad causada por distintos grupos de plaguicidas a algunas especies de enemigos naturales, encontrando que los insecticidas microbiológicos tienen un efecto promedio sobre los enemigos naturales de 10% o menos (Cuadro 1; Croft, 1989).

Cuadro 1. Mortalidad promedio de enemigos naturales bajo diferentes grupos de insecticidas.

GRUPO QUIMICO	ESPECIE		
	<i>Trichogramma cacoeciae</i>	<i>Chrysoperla carnea</i>	<i>Hippodamia convergens</i>
Botánicos/ Inorgánicos	3.6	2.6	2.0
Clorados/Derivados DDT	4.0	3.1	3.3
Organofosforados	4.3	3.6	4.0
Carbamatos	4.0	3.3	4.4
Piretroides	4.3	3.4	4.4
Reguladores de crecimiento	-	3.0	3.6

(Tomado de Croft 1989)

*Escala de evaluación del 1 - 5, siendo 1 = cero mortalidad; 2 = < 10%; 3 = 10 - 30%; 4 = 31 - 90%; 5 = > 90%

Hassan *et al.* (1988), encontraron que el insecticida piretroide Ambush C (cipermetrina) probado sobre *Chrysoperla* sp. tuvo un efecto de mortalidad en laboratorio entre 50 y 79% y en invernadero entre 80 y 99%.

En un estudio de laboratorio Bustamante y Sabillón (1998) encontraron que la aplicación de metamidofos, cipermetrina y *B. thuringiensis*, a las dosis más bajas recomendadas en la etiqueta, causa una mortalidad sobre los adultos de *D. insulare* de 96%, 89% y 19%, respectivamente. Adicionalmente, encontraron que metamidofos, metomil y *B. thuringiensis* causan mortalidades de 93%, 83% y 17%, respectivamente, sobre larvas de primer estadio de *C. carnea*; la mortalidad causada sobre larvas de segundo estadio por metamidofos fue de 70% y por cipermetrina de 63%.

Amaya (1990) realizó un estudio de campo en plantas de algodón cubiertas con una maya, para determinar la acción tóxica de cipermetrina y metomil sobre la actividad parasítica de *T. pretiosum*. Este investigador encontró que inmediatamente después de la aplicación la actividad parasítica fue drásticamente deprimida. Los adultos liberados murieron en su totalidad durante los 60 min siguientes. Sin embargo, a partir de las 24 h se encontró un parasitismo mayor a 50% en todos los tratamientos (Cuadro 2). Este autor concluyó que este parasitoide puede ser liberado 48 h después de la aplicación de metomil.

Cuadro 2. Porcentaje de parasitismo de adultos de *Trichogramma pretiosum* (Riley), liberados después de las aplicaciones de insecticidas.

TRATAMIENTO	PARASITISMO (%)					
	0 h	15 h	24 h	48 h	72 h	96 h
Cipermetrina 25 E	0,0	10,3	64,0	65,3	69,6	75,6
Metomil 25 E	0,0	8,6	80,0	77,3	93,3	91,9
Testigo	85,0	81,6	91,0	80,0	82,3	84,3

(Modificado de Amaya, 1990)

2.2. PARASITOIDES

Los parasitoides son organismos que en su estado inmaduro viven dentro o sobre el cuerpo de otro organismo, se alimentan de un solo hospedero y lo matan; el estado adulto vive libre no siendo parasítico (Cave, 1995).

2.2.1 *Trichogramma pretiosum*

Trichogramma pretiosum Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) es el agente biológico más usado en el control de plagas lepidópteras (Gomero y Lizárraga, 1995). El ciclo biológico de *Trichogramma* parece ser afectado considerablemente por la temperatura, humedad relativa, fotoperiodo y la condición del huesped; pero en general, la duración promedio desde la oviposición hasta la emergencia del adulto es de 8 días, permaneciendo en huevo 24 h, en el primer estadio larval 21 h, en el segundo estadio larval 27 h, en prepupa 24 h y pupa 48 h. La hembra adulta oviposita entre 20 y 30 huevos durante su vida, pero puede llegar a ovipositar hasta 200 (Amaya, 1990).

2.2.2 *Diadegma insulare*

Diadegma insulare Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae) es el parasitoide más común de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) en América Central. Es un endoparasitoide larval solitario obligado que ataca larvas preferiblemente de segundo y tercer estadio. La larva parasitoide surge de la prepupa hospedera que ha formado su capullo. La larva parasitoide termina devorando su hospedero externamente y luego forma su propio capullo, en el cual empupa, dentro del capullo de su hospedero. Los adultos se alimentan de néctar y requieren agua libre para sobrevivir (Cave, 1995). Su ciclo de vida es de 16 días en promedio (Cordero y Cave, 1990).

2.3 DEPREDADORES

El depredador es un organismo carnívoro que en su estado inmaduro y/o adulto activamente busca y captura varias presas que consume parcial o totalmente. Su tamaño es a menudo mayor que el de la presa. Causa una muerte rápida sin dejar rastro de su acción (Cave, 1995).

El depredador generalista es aquel que consume un amplio rango de especies de presas, concentrando sus fuerzas en aquellas que en un momento determinado son más abundantes. Una desventaja de los depredadores es que son capaces de consumir cualquier tipo de presa (perjudicial o benéfica); aunque esto les permite sobrevivir más fácilmente en cualquier ecosistema.

El depredador especialista es aquel que consume una especie de presa o grupo de especies estrechamente relacionadas taxonómicamente. Han coevolucionado con su presa, pues se han adaptado al ciclo de vida y hábitos de la presa. No podrían sobrevivir en ecosistemas que no contengan la presa apropiada (Cave, 1995).

2.3.1 *Chrysoperla carnea*

Chrysoperla carnea Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), es uno de los depredadores generalistas más importantes en los programas de control biológico de plagas. Su ciclo de vida es muy similar en todas las especies de la familia. Poseen la característica de colocar los huevos sobre un pedúnculo; estos tardan en eclosionar 9.5 días en promedio con un rango entre 7 - 15. Las larvas recién eclosionadas de *C. carnea* aparentemente no contiene reservas de comida y deben descender del pedúnculo y comenzar la búsqueda de presas inmediatamente. Las larvas pasan por 3 estadios en 12 a 28 días, dependiendo de la humedad y temperatura. Los estadios de prepupa y pupa duran en promedio 19.2 días en un rango de 11 a 21. El apareo ocurre apenas el adulto emerge. Las hembras adultas generalmente depositan sus huevos en grupos de 3 a 4. Durante su periodo de vida son capaces de ovipositar entre 500 y 700 huevos. Los adultos de *C. carnea* se alimentan de miel, polen y nectar. Las larvas se alimentan de áfidos, ciertos ácaros y los huevos de trips, palomillas y grillos succionando rápidamente los contenidos líquidos de los individuos (Coppel y Mertins, 1977).

2.3.2 *Hippodamia convergens*

Hippodamia convergens Guerin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) es un depredador generalista que se alimenta de áfidos, ácaros, insectos pequeños y huevos. Las hembras adultas pueden ovipositar entre 200 y 1,000 huevos en un periodo de 1 a 3 meses. Los huevos son colocados en grupos sobre hojas o tallos en lugares protegidos y cerca de una fuente de alimento como las colonias de áfidos. Pasan por cuatro estadios larvales en un periodo de 20 a 30 días. Las larvas pueden viajar hasta 12 m en busca de presas. El

último estadio larval es relativamente inactivo antes de empupar. Empupan por aproximadamente 12 días dependiendo de la temperatura.

Los adultos emergen e inmediatamente se aparean y buscan alimento. Viven desde unos pocos meses a hasta más de un año. Los adultos pueden consumir 100 áfidos diarios y las larvas de 200 a 300 durante su crecimiento (Hoffmann y Frodsham, 1993).

2.4 INSECTICIDAS

2.4.1 Insecticidas Sintéticos

2.4.1.1 Metamidofos

Es un insecticida acaricida organofosforado sistémico altamente tóxico, con acción estomacal y de contacto. Es un inhibidor de acetilcolinesterasa. Se utiliza para el control de insectos chupadores y masticadores en ornamentales, hortalizas, frutales y cultivos industriales. Se ha reportado como tóxico para las abejas melíferas. Es rápidamente degradado en el suelo, agua y aire. En el suelo sufre dimetilación y deaminación a la forma de CO₂ (Tomlin, 1998).

2.4.1.2 Metomil

Es un insecticida acaricida carbamato sistémico altamente tóxico, con acción estomacal y de contacto. Es un inhibidor de acetilcolinesterasa. Se utiliza para el control de un amplio rango de plagas particularmente de las órdenes Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, Diptera y Coleoptera en ornamentales, hortalizas, frutales y cultivos industriales. Es tóxico para las abejas melíferas por contacto, pero no es peligroso cuando el producto se ha secado. Su descomposición se acelera en altas temperaturas, en presencia de luz solar o cuando es expuesto al aire. La vida media del insecticida en las plantas es de 3 a 5 días, ya que es rápidamente degradado a CO₂ y acetonitrilo e incorporado a los compuestos naturales de las plantas. En el suelo también se descompone rápidamente (Tomlin, 1998).

2.4.1.3 Cipermetrina

Es un insecticida piretroide, moderadamente tóxico, con acción estomacal y de contacto. También presenta acción anti-alimentaria. Tiene largo poder residual en las plantas tratadas por ser relativamente estable a la luz en condiciones de campo. Se utiliza para el control de un amplio rango de insectos, especialmente de la orden Lepidoptera, pero también Coleoptera, Diptera y Hemiptera en ornamentales, hortalizas, frutales y cultivos industriales. Ensayos de laboratorio mostraron que es altamente tóxico para las abejas melíferas. Sin embargo, en condiciones de campo y a las dosis recomendadas en la etiqueta, no presentó peligro para las abejas. La degradación biológica del producto es rápida, en consecuencia los niveles de cipermetrina y de sus productos de degradación en

el suelo y en aguas superficiales son bajos. En el suelo se hidroliza mediante el rompimiento del enlace ester en aproximadamente 16 semanas. Su vida promedio en el agua es de 5 días. (Tomlin, 1998).

2.4.2 Insecticidas Biológicos Sintéticos

2.4.2.1 Abamectina

Es un insecticida acaricida aislado de la fermentación de *Streptomyces avermitilis*. Posee acción estomacal y de contacto. Tiene actividad sistémica limitada en la planta y movimiento translaminar. Controla estados móviles de ácaros, minadores, chupadores y gorgojos en ornamentales, hortalizas, frutales y cultivos industriales. Es altamente tóxico para abejas melíferas. Se descompone por la luz U.V. en compuestos no identificados. En el suelo se adhiere fuertemente a las partículas del mismo, pero es rápidamente degradado por los microorganismos presentes (Tomlin, 1998).

2.4.3 Insecticidas Biológicos

2.4.3.1 *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis es una bacteria abastionada, aeróbica, gram positivo y que forma esporas. Pertenece a la familia Bacillaceae. Es un insecticida con acción estomacal. Al esporular se forman esporas, cristales de proteína y delta endotoxinas. Luego de la ingestión, los cristales de endotoxinas son solubilizados, las células epiteliales del intestino son dañadas y los insectos se dejan de alimentar y eventualmente mueren de hambre. La muerte ocurre en 1 - 4 días. La actividad en el campo de este producto es aproximadamente de 7 días. Se utiliza para el control de larvas de lepidópteros y coleópteros en cultivos hortícolas y forestales. No es tóxico para las abejas melíferas (Tomlin, 1998).

2.4.3.2 VPN (Virus de la Polihedrosis Nuclear)

El VPN es un virus que pertenece a la familia Baculoviridae. Actúa por ingestión sobre insectos de la orden Lepidoptera, siendo más efectivo en larvas de estadios tempranos. Los cuerpos de inclusión se disuelven en el intestino medio de los insectos y se replican. La progenie del virus infecta todos los tipos de células. Después de la muerte del hospedero el integumento se rompe y millones de cuerpos de inclusión son liberados. Los Baculovirus solo se han reportado en invertebrados, no infectan vertebrados ni plantas; no tienen efectos adversos sobre la fauna silvestre ni los enemigos naturales (Tomlin, 1998). Infecta a más de 31 especies de lepidópteros de 10 familias. Se utiliza en el control de plagas de importancia económica como *Helicoverpa zea*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera exigua* y *P. xylostella* (Grewal et al., 1998).

2.4.4 Insecticidas Botánicos

2.4.4.1 Ajo (*Allium sativum*)

El ajo es una planta bianual de tipo herbáceo adaptada a climas tropicales, subtropicales y templados. Es utilizada como alimento para humanos, para la fabricación de medicinas y como insecticida. Sus ingredientes activos incluyen alcaloides, saponinas y taninos; estos compuestos pueden mantenerse viables por 1 - 3 días en condiciones de almacenamiento. Para mantener la eficacia de su principio activo, se puede emplear una dilución de 1:10 como máximo. La preparación del insecticida se puede realizar en extracción acuosa, pulverización de tejidos (bulbo), prensado para extracción del aceite y extracción química utilizando etanol como solvente. Se puede aplicar al cultivo en espolvoreo o en aspersión. Tiene propiedades insecticidas, fungicidas, nematocidas y bactericidas contra un amplio rango de plagas (Grainge y Ahmed, 1988). Los cuatro efectos principales reportados sobre las plagas insectiles de las ordenes Lepidoptera, Homoptera, Coleoptera y Orthoptera son: 1) efecto repelente; 2) efecto anti-alimentario; 3) efecto sobre excitante del sistema nervioso de los insectos por sustancias como los tiosulfatos; 4) efecto de enmascaramiento de las feromonas reduciendo el apareo. Se utiliza en ornamentales, hortalizas, frutales, legumbres y cereales. (Special Nutrients, Inc., 1999).

2.4.4.2 Chile (*Capsicum frutescens*)

El chile es una planta bianual de tipo herbáceo adaptada a climas tropicales y templados. Es utilizada como alimento para humanos, para la fabricación de medicinas y como insecticida. Su ingrediente activo lo constituyen los alcaloides que contiene. La preparación del insecticida se puede realizar secando los frutos, en extracción acuosa, en extracto crudo, en pulverización de tejidos (frutos, hojas y tallos) y extracción química utilizando eter de petróleo como solvente. Se puede aplicar al cultivo en espolvoreo o en aspersión. Tiene propiedades repelentes, insecticidas, fungicidas y antivirales contra un amplio rango de plagas (Grainge y Ahmed, 1988).

2.4.4.3 Nim (*Azadirachta indica*)

El nim es una planta perenne de tipo arbóreo adaptada a climas tropicales y subtropicales. Es utilizada como sustituto de alimento para animales, como madera para la fabricación de herramientas o como fuente de energía, para la fabricación de medicinas, como barrera rompevientos y como insecticida. Sus ingredientes activos incluyen compuestos triterpenoides como azadirachtina, melantriol y salannina; estos compuestos pueden mantenerse viables en el campo de 3 días a 2 meses o más. Para mantener la eficacia de su principio activo, se puede emplear una dilución de 1:100,000 como máximo. La preparación del insecticida se puede realizar secando la planta (hojas, semillas y frutos),

en pulverización de tejidos y extracción química utilizando eter o alcohol como solventes. Se puede aplicar al cultivo en aspersión o como mulch. Tiene propiedades antialimentarias, repelentes, inhibidoras del crecimiento, insecticidas, fungicidas, nematocidas, antibióticas y antivirales. Actúa por contacto y acción estomacal contra un amplio rango de plagas (Grainge y Ahmed, 1988).

2.4.5 Insecticidas Orgánicos Minerales

2.4.5.1 Jabón

Los jabones a base de sales de sodio o potasio mezclados con aceite de pescado o vegetal, entran en contacto con la cutícula de los insectos susceptibles, los ácidos grasos penetran en cuerpo del insecto y disuelven las membranas celulares, destruyendo su integridad. Las células derraman su contenido y mueren, causando la deshidratación y muerte del insecto (Olkowski *et al*, 1995). La formulación comercial de jabón Nutrisoap contiene jabón potásico líquido, cocoato potásico y extracto de aceite de coco. Este insecticida tiene acción rápida y de contacto contra plagas que presentan exoesqueleto blando ya que destruye la cutícula. Es muy eficaz en el control de plagas de las órdenes Thysanoptera, Homoptera, Siphonaptera y de la clase Arachnida (Special Nutrients, Inc., 1999).

2.5 SELECTIVIDAD DE INSECTICIDAS

2.5.1 Selectividad fisiológica

Se han identificado diversos mecanismos mediante los cuales los insecticidas pueden tener selectividad fisiológica a los enemigos naturales sobre sus hospederos o plagas. Estos incluyen penetración, sequestro, excreción, detoxificación e insensibilidad en el sitio de acción. Sin embargo, solo algunos de ellos han sido examinados en detalle para los enemigos naturales y sus hospederos y presas. Bull y Ridgway (1969) observaron que residuos de triclorfon eran absorbidos muy lentamente por larvas tolerantes de *C. carnea* en comparación con adultos de *Heliothis virescens* y *Lygus hesperus*. Por otro lado, adultos de *Hippodamia convergens* mostraron una rápida penetración de sulprofos en comparación con *Heliothis virescens* y *Anthonomus grandis* que son más tolerantes (Bull, 1980).

Hasta la fecha se han reportado 30 casos de resistencia a insecticidas en enemigos naturales, la mayoría de los cuales pertenecen a las familias Coccinellidae, Chrysopidae, Cecidomyiidae, Braconidae, Aphelinidae y Trichogrammatidae. Los casos de resistencia reportados en plagas son más de 600 (Croft, 1989).

2.5.2 Selectividad ecológica

La selectividad ecológica se da cuando un enemigo natural es expuesto a menor cantidad de insecticida en el medioambiente externo que su presa u hospedero. Los casos de

selectividad ecológica se pueden clasificar en separación por espacio y separación por tiempo. La separación espacial puede ocurrir en la planta, en el cultivo, en el agroecosistema o a nivel regional. La separación en el tiempo puede ocurrir en los ciclos diarios de actividad de los insectos o por generaciones simples o múltiples. Se pueden dar ambas separaciones al mismo tiempo. La separación en el tiempo ha sido utilizada con *T. pretiosum* al realizar liberaciones masivas algún tiempo después de las aplicaciones (Croft, 1989).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El ensayo se realizó en las instalaciones del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, durante los meses de Mayo a Agosto, donde la temperatura promedio mensual osciló entre 24.5 y 26.5 °C y la humedad relativa entre 65 y 75%. Se utilizó el laboratorio del Centro de Evaluación y Manejo de Plaguicidas (CEMPLA) para las pruebas de laboratorio y una casa malla para la siembra de frijol en maceteras y las pruebas de invernadero.

3.2 METODOLOGIA

Se siguió la metodología del grupo de trabajo “Pesticides and Beneficial Organisms” de la Organización Internacional de Control Biológico (IOBC-WPRS).

3.2.1 Ensayos de Laboratorio

Para la evaluación de la toxicidad inicial de los insecticidas en laboratorio se debe considerar lo siguiente: 1) exponer a los insectos a una lámina fresca o seca de insecticida; 2) aplicar las dosis de insecticida recomendadas; 3) aplicar el compuesto a platos petri, hojas, plantas o suelo (arena); 4) aplicar una capa uniforme de insecticida; 5) usar insectos provenientes de una cría de edad uniforme; 6) contar con ventilación adecuada; 7) usar testigos aplicados con agua (Croft, 1989).

3.2.2 Ensayos de invernadero

Para la evaluación de la toxicidad inicial de los insecticidas en invernadero se debe considerar lo siguiente: 1) exponer a los insectos a una lámina fresca o seca de insecticida; 2) aplicar las dosis de insecticida recomendadas; 3) aplicar en aspersión a plantas; 4) utilizar jaulas simulando las condiciones de campo (se puede utilizar una media sombra); 5) usar insectos provenientes de una cría de edad uniforme; 6) contar con ventilación adecuada; 7) usar testigos aplicados con agua (Croft, 1989).

3.2.2 Escala de evaluación

La IOBC sugiere la siguiente escala de evaluación y clasificación de plaguicidas:

Cuadro 3. Evaluación y clasificación de insecticidas según su mortalidad en enemigos naturales.

GRADO	MORTALIDAD %	NIVEL DE DAÑO
1	< 30	No dañino
2	30 a 79	Ligeramente dañino
3	80 a 99	Moderadamente dañino
4	> 99	Altamente dañino

(Tomado de IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms")

3.3 TIEMPOS DE LIBERACION

Se evaluaron cinco tiempos de liberación de los enemigos naturales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tiempos de liberación de los enemigos naturales y metodología empleada.

TIEMPO	METODOLOGÍA
1. 0A	Liberar a los insectos e inmediatamente después, aplicar los insecticidas.
2. 0B	Aplicar los insecticidas e inmediatamente después liberar a los insectos.
3. 24 hr	Aplicar los insecticidas y liberar a los insectos 24 horas después de la aplicación.
4. 48 hr	Aplicar los insecticidas y liberar a los insectos 48 horas después de la aplicación.
5. 72 hr	Aplicar los insecticidas y liberar a los insectos 72 horas después de la aplicación.

3.4 INSECTICIDAS

Se evaluaron diez insecticidas (Cuadro 5): 3 sintéticos, 1 biológico sintético, 2 biológicos, 3 botánicos y 1 orgánico mineral. El testigo consistió en la aplicación de agua destilada sola. Todos los insecticidas fueron obtenidos de la bodega de sanidad vegetal de la EAP en formulación comercial, a excepción del VPN que fue obtenido del Laboratorio de Control Biológico y el extracto de chile que fue preparado artesanalmente, licuando 15 chiles jalapeños maduros frescos con 5% de su peso en agua, para obtener un concentrado de chile al 95%.

3.4 ENSAYOS CON PARASITOIDES

3.5.1 Ensayo de laboratorio con *T. pretiosum*

Para la obtención de las hojas de frijol, se sembró frijol de la variedad Tío Canela en 100 maceteros de 11.5 cms de diámetro y 11.0 cms de altura, los cuales se colocaron en una casa malla. Se fertilizaron con la fórmula NPK 20-20-20 a razón de 0.65 g/planta a la siembra y a las 2 semanas. Se les regó según las necesidades del cultivo.

Los parasitoides fueron obtenidos de la cría del Laboratorio de Control Biológico del Zamorano, en estado de adultos recién emergidos.

Para la obtención de los parasitoides, se colocaron cuatro pulgadas cuadradas de cartulina impregnadas con huevos de *Sitotroga cerealella* parasitados por *T. pretiosum* en cuatro frascos de vidrio tapados con una fina malla. Los frascos se prepararon con un día de diferencia entre cada uno, con el fin de que los parasitoides emergieran en el lapso de 4 días y así utilizar insectos de la misma edad en todas las pruebas. Se esperó 9 días para que emergieran los parasitoides.

Se diluyeron las dosis de los insecticidas en 200 ml de agua destilada, directamente en atomizadores manuales plásticos.

Para la realización del ensayo, se colocaron 220 platos petri aleatoriamente distribuidos, en 4 bloques de 55 platos, sobre una mesa de madera en el laboratorio. Se cosecharon 220 hojas de frijol de 3 semanas de edad, se lavaron con agua destilada por 10 seg y se colocaron en cada uno de los platos petri.

Se colocaron 30 parasitoides por plato petri y su alimento, que consistió en un papel absorbente con miel diluida, en los platos petri correspondientes al tiempo 0A, utilizando un pincel de cerdas suaves. Se aplicaron todos los platos petri con los insecticidas respectivos. Inmediatamente después, se colocaron 30 parasitoides y su alimento, en los platos petri correspondientes al tiempo 0B.

A las 24 h, se contó el número de insectos vivos, muertos y perdidos de los tratamientos 0A y 0B y se colocaron 30 parasitoides con su alimento en los platos petri correspondientes al tiempo 24 h.

Luego de transcurridas 24 h (48 h en total), se contó el número de insectos vivos, muertos y perdidos del tratamiento 24 h y se colocaron 30 parasitoides con su alimento, en los platos petri correspondientes al tiempo 48 h.

Luego de transcurridas 24 h (72 h en total), se contó el número de insectos vivos, muertos y perdidos del tratamiento 48 h y se colocaron 30 parasitoides con su alimento, en los platos petri correspondientes al tiempo 72 h.

Luego de transcurridas las últimas 24 h, se contó el número de insectos vivos, muertos y perdidos del tratamiento 72 h. Finalmente se desecharon las hojas y los insectos.

En este ensayo se evaluaron los insecticidas metamidofos, metomil, cipermetrina, abamectina, *B. thuringiensis*, VPN, ajo, chile, nim y jabón (Cuadro 5).

3.5.2 Ensayo de laboratorio con *Diadegma insulare*

Las pupas de *D. insulare* fueron obtenidas de la cría del Centro de Investigación de la Universidad de Florida en los Estados Unidos.

Para obtener los adultos, las pupas fueron puestas a eclosionar en una caja de madera con pantalla de vidrio. Se les colocó algodón con miel diluida como alimento para cuando emergieran los adultos.

Se diluyeron las dosis de los insecticidas en 200 ml de agua destilada, directamente en atomizadores manuales plásticos.

Para la realización del ensayo, se colocaron al azar 36 platos petri en 3 bloques de 12 platos sobre una mesa de madera en el laboratorio. Se aplicaron los insecticidas directamente sobre los platos petri con los atomizadores manuales. Para colocar los insectos correspondientes al tiempo 0B se esperó aproximadamente 20 minutos a que se seque el insecticida aplicado sobre el plato, de manera que estos fueran expuestos a una lámina seca de insecticida, ya que no se colocaron hojas.

Se colocaron 5 adultos recién emergidos en los platos petri correspondientes al tiempo 0B, con la ayuda de un pincel de cerdas suaves y se les colocó su alimento que consistió en un algodón con miel diluida.

A las 24 h, se tomaron los datos de mortalidad en cada uno de los platos petri y se colocaron los insectos correspondientes al tiempo 24 h con su alimento.

Luego de transcurridas otras 24 h (48 en total), se tomaron los datos de mortalidad en cada uno de los platos correspondientes al tiempo 48 h. Finalmente se desecharon los insectos.

En este ensayo se trabajó solo con los tiempos 0B y 24 h debido a la poca disponibilidad de pupas. En este ensayo se colocó a los insectos directamente sobre el plato petri exponiéndolos a una lámina seca de insecticida. No se colocaron hojas de frijol por la alta especificidad de este insecto a crucíferas. Tampoco se colocaron hojas de repollo debido a la dificultad de conseguir repollo sin residuos de químicos que pudieran distorcionar los resultados.

Se evaluaron solamente los insecticidas más utilizados en repollo para el control de *P. xylostella* como metamidofos, cipermetrina, *B. thuringiensis*, VPN y nim (Cuadro 5).

3.6 DEPREDADORES

3.6.1 Ensayo de laboratorio con *C. carnea*

Las larvas de *C. carnea* fueron obtenidas de la compañía ARBICO Inc. ubicada en Tucson, Arizona, Estados Unidos.

Para la obtención de las hojas de frijol, se sembró frijol de la variedad Tío Canela en 100 maceteros de 11.5 cms de diámetro y 11.0 cms de altura, los cuales se colocaron en una casa malla. Se fertilizaron con la fórmula NPK 20-20-20 a razón de 0.65 gr/planta a la siembra y a las 2 semanas. Se les regó según las necesidades del cultivo.

Se diluyeron las dosis de los insecticidas en 200 ml de agua destilada, directamente en atomizadores manuales plásticos.

Para la realización del ensayo, se colocaron 55 platos petri aleatoriamente distribuidos en 4 bloques de 11 platos, sobre una mesa de madera en el laboratorio. Se cosecharon 55 hojas de frijol de 3 semanas de edad, se lavaron con agua destilada por 10 seg y se colocaron en cada uno de los platos petri.

Se colocaron 10 larvas recién eclosionadas en cada plato petri, con la ayuda de un pincel de cerdas suaves. También se colocó el alimento que consistió en un grupo de áfidos obtenidos de una infestación sobre las plantas de frijol sembradas en la casa malla. Se aplicaron los insecticidas en todos los platos petri.

A las 24 h, se tomaron los datos de mortalidad en cada uno de los platos petri. Estos datos se volvieron a tomar las 48 y 72 h, sobre los mismos platos petri, para evaluar el efecto de los insecticidas a través del tiempo. Finalmente se desecharon las hojas y los insectos.

No se evaluaron los 5 tiempos de liberación debido a la falta de larvas. Se evaluaron los insecticidas metamidofos, metomil, cipermetrina, abamectina, *B. thuringiensis*, VPN, ajo, chile, nim y jabón (Cuadro 5).

3.6.2 Ensayo de laboratorio con *Hippodamia convergens*

Los adultos de *H. convergens* fueron obtenidos de ARBICO Inc. Para la obtención de las hojas de frijol, se sembró frijol de la variedad Tío Canela en 100 maceteros de 11.5 cms de diámetro y 11.0 cms de altura, los cuales se colocaron en una casa malla. Se fertilizaron con la fórmula NPK 20-20-20 a razón de 0.65 gr/planta a la siembra y a las 2 semanas. Se les regó según las necesidades del cultivo.

Se diluyeron las dosis de los insecticidas en 200 ml de agua destilada, directamente en atomizadores manuales plásticos.

Para la realización del ensayo, se colocaron 220 platos petri aleatoriamente distribuidos, en 4 bloques de 55 platos, sobre una mesa de madera en el laboratorio. Se cosecharon 220 hojas de frijol de 3 semanas de edad, se lavaron con agua destilada por 10 seg y se colocaron en cada uno de los platos petri.

Se colocaron 5 adultos por plato petri y su alimento, que consistió en una masa de huevos de *S. frugiperda*, obtenida del Laboratorio de Control Biológico de Zamorano, en los platos petri correspondientes al tiempo 0A. Se aplicaron todos los platos petri con los insecticidas. Inmediatamente después, se colocaron 5 adultos y su alimento, en cada plato petri correspondiente al tiempo 0B.

A las 24 h, se contó el número de insectos vivos y muertos de los tratamientos 0A y 0B y se colocaron 5 adultos con su alimento, en cada plato petri correspondiente al tiempo 24 h.

Luego de transcurridas otras 24 h (48 h en total), se contó el número de insectos vivos y muertos del tratamiento 24 h y se colocaron 5 adultos con su alimento, en cada plato petri correspondiente al tiempo 48 h.

Luego de transcurridas otras 24 h (72 h en total), se contó el número de insectos vivos y muertos del tratamiento 48 h y se colocaron 5 adultos con su alimento, en cada plato petri correspondiente al tiempo 72 h.

Luego de transcurridas las últimas 24 h, se contó el número de insectos vivos y muertos del tratamiento 72 h. Finalmente se desecharon las hojas y los insectos.

En este ensayo se evaluaron los insecticidas metamidofos, metomil, cipermetrina, abamectina, *B. thuringiensis*, VPN, ajo, chile, nim y jabón (Cuadro 5).

3.6.3 Ensayo de invernadero con *H. convergens*

Los adultos de *H. convergens* fueron obtenidos de ARBICO Inc. Para la obtención de las hojas de frijol, se sembró frijol de la variedad Tío Canela en 18 maceteros de 11.5 cms de diámetro y 11.0 cms de altura, los cuales se colocaron en una casa malla. Se fertilizaron con la fórmula NPK 20-20-20 a razón de 0.65 gr/planta a la siembra y a las 2 semanas. Se les regó según las necesidades del cultivo.

Se diluyeron las dosis de los insecticidas en 200 ml de agua destilada, directamente en atomizadores manuales plásticos.

Para la realización del ensayo, los maceteros se distribuyeron aleatoriamente en 3 bloques de 6 maceteros, sobre una mesa de la casa malla.

Se colocaron 5 adultos por macetero y su alimento, que consistió en 3 masas de huevos de *S. frugiperda*. Estos fueron cubiertos con una botella plástica de 2 litros, a la que se le abrieron 2 ventanas que se cubrieron con malla. Los insecticidas se aplicaron por la tapa de las botellas.

A las 24 h, se contó el número de insectos vivos y muertos en cada macetero. Finalmente se desecharon las plantas y los insectos.

En este ensayo solo se evaluó el tiempo 0A debido a la falta de insectos y se evaluaron los insecticidas que causaron mortalidad alta (metomil, metamidofos, cipermetrina), media (abamectina) y baja (VPN) en las pruebas de laboratorio (Cuadro 5).

3.7 ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS versión 6.12. Se midió la variable de mortalidad de los enemigos naturales.

Para todas las pruebas se tomo un nivel de significancia de 0.05. Los datos de mortalidad obtenidos fueron transformados a porcentajes para poder hacer las comparaciones.

Para el análisis de datos de los estudios de laboratorio de *T. pretiosum* e *H. convergens* se utilizó el modelo de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 5 (tiempos) x 11 (insecticidas), haciendo un total de 55 tratamientos. Se evaluaron los insecticidas, el tiempo de liberación y la interacción de los insecticidas con el tiempo de liberación. La separación de medias se realizó empleando la prueba de Tukey. También se realizaron pruebas de residuales para evaluar la normalidad de los datos y los valores extremos.

Los datos del ensayo de laboratorio de *H. convergens* fueron transformados con la prueba de logaritmo en base 10 para normalizar su distribución.

Para el análisis de datos del estudio de laboratorio de *D. insulare* se utilizó el modelo de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 2 (tiempos) x 6 (insecticidas), haciendo un total de 12 tratamientos. Se evaluaron los insecticidas, el tiempo de liberación y la interacción de los insecticidas con el tiempo de liberación. La separación de medias realizó empleando la prueba de Tukey. También se realizaron pruebas de residuales para evaluar la normalidad de los datos y los valores extremos.

Para el análisis de datos del estudio de laboratorio de *C. carnea* se utilizó el modelo de bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo. Se evaluaron los insecticidas, el tiempo de exposición y la interacción de los insecticidas con el tiempo de exposición. La separación de medias se realizó empleando la prueba de Tukey. También se realizaron pruebas de residuales para evaluar la normalidad de los datos y los valores extremos.

Para el análisis de datos del estudio de invernadero de *H. convergens* se utilizó el modelo de bloques completos al azar con un total de 6 tratamientos. Se evaluó la mortalidad causada por los insecticidas. La separación de medias realizó empleando la prueba de Tukey. También se realizaron pruebas de residuales para evaluar la normalidad de los datos y los valores extremos. Los datos del ensayo fueron transformados con la prueba de logaritmo en base 10 para normalizar su distribución.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 *Trichogramma pretiosum*

El análisis de la interacción entre los insecticidas y los tiempos de liberación no fue significativo (Cuadro 6), lo que indica que los mismos insecticidas causaban mayor mortalidad en todos los tiempos de liberación, por lo que se concentró el análisis en los efectos principales de los insecticidas ($F=22.06$; g.l.=10, 154; $P=0.0001$) y los tiempos de liberación ($F=4.77$; g.l.=4, 154; $P=0.0012$). Los resultados muestran una marcada diferencia de mortalidad entre los insecticidas sintéticos versus biológicos y botánicos. Los insecticidas que causaron las mayores mortalidades fueron metomil, metamidofos y abamectina. *B. thuringiensis*, VPN, ajo, chile, nim y jabón no fueron diferentes al testigo, causando baja mortalidad. Un caso interesante lo presentó la cipermetrina que a pesar de ser un insecticida sintético solo causó 33% de mortalidad, similar al testigo (Cuadro 7). Esto se pudo deber a que la cipermetrina es metabolizada hidrolíticamente, siendo este el principal mecanismo de detoxificación utilizado por los parasitoides (Cave ,1995) o a que los insectos encontraron refugio en las hojas de frijol.

Croft (1989) encontró que la mortalidad de *T. cacoeciae* causada por organofosforados, carbamatos y piretroides osciló entre 31 y 90% de mortalidad y la de los botánicos entre 10 y 30%. También encontró que la mortalidad promedio de los insecticidas microbiológicos sobre los enemigos naturales fue de 10% o menos. Estos resultados son bastante similares a los encontrados en este ensayo sobre *T. pretiosum*.

No se encontró significativa la interacción de los insecticidas con los tiempos de liberación, pero si se encontró diferencias entre la mortalidad promedio en cada tiempo de liberación (Cuadro 6). Se esperaba que los tiempos de liberación con mayor mortalidad sobre los parasitoides fueran el tiempo 0A, 0B y 24 h, por estar expuestos al insecticida recién aplicado en los dos primeros casos y al insecticida seco pero sin descomponerse, en el segundo caso. Sin embargo, la liberación antes de la aplicación (0A) presentó similar mortalidad que las liberaciones a las 48 y 72 h. Esto se pudo deber a que al momento de aplicar el insecticida, los parasitoides hayan podido refugiarse debajo de las hojas de frijol colocadas en los platos petri y así reducir el contacto con este.

Amaya (1990), encontró que metomil y cipermetrina causaron severos efectos sobre el parasitismo de *T. pretiosum* a las 0 y 15 h después de su aplicación, con cierto efecto a las 24 y 48 h. El recomienda liberaciones de este parasitoide 48 h después de la aplicación de metomil. A excepción de la baja mortalidad encontrada cuando se liberaron los parasitoides y luego se aplicó (0A), los resultados aquí son similares. La mayor mortalidad se presentó al liberar los parasitoides inmediatamente después de aplicar y al liberarlos 24 h después.

Cuadro 6. Mortalidad (% \pm error estandar) de *Trichogramma pretiosum* por diés insecticidas según tiempos de liberación en laboratorio.

INSECTICIDAS	TIEMPO DE LIBERACION				
	0A	0B	24 h	48 h	72 h
Cipermetrina	46 \pm 15.8	23 \pm 6.2	52 \pm 8.2	22 \pm 4.4	22 \pm 6.2
Metamidofos	55 \pm 22.3	63 \pm 7.2	88 \pm 7.7	88 \pm 10.4	53 \pm 15.5
Metomil	47 \pm 18.0	88 \pm 9.3	88 \pm 4.9	90 \pm 8.0	59 \pm 13.5
Abamectina	48 \pm 8.6	74 \pm 18.5	75 \pm 5.2	69 \pm 10.8	74 \pm 12.5
VPN	21 \pm 11.0	37 \pm 2.4	29 \pm 8.2	21 \pm 6.5	20 \pm 4.3
<i>B. thuringiensis</i>	23 \pm 8.3	28 \pm 7.8	28 \pm 3.5	23 \pm 6.5	28 \pm 10.8
Nim	24 \pm 2.8	22 \pm 7.3	45 \pm 10.8	18 \pm 6.9	29 \pm 7.5
Ajo	15 \pm 2.2	14 \pm 8.3	38 \pm 14.5	19 \pm 6.4	36 \pm 4.9
Chile	18 \pm 5.8	23 \pm 5.2	39 \pm 24.4	27 \pm 10.6	50 \pm 12.8
Jabón	44 \pm 9.0	39 \pm 28.9	36 \pm 5.8	10 \pm 4.9	23 \pm 3.6
Testigo	15 \pm 11.7	25 \pm 3.9	31 \pm 3.3	15 \pm 6.2	19 \pm 5.9
Promedio	32 \pm 3.9 a	40 \pm 4.6 b	49 \pm 4.3 b	37 \pm 4.9 a	38 \pm 3.7 a

* Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente distintas (alpha 0.05).

Cuadro 7. Mortalidad promedio de *Trichogramma pretiosum* por insecticidas en laboratorio.

INSECTICIDA	MORTALIDAD
	% (media \pm error estandar)
Metomil	74 \pm 6.2 a
Metamidofos	68 \pm 6.6 a
Abamectina	67 \pm 5.0 a
Cipermetrina	33 \pm 4.7 b
Chile	30 \pm 5.6 b
Jabón	30 \pm 5.3 b

Nim	28 ± 3.7 b
<i>B. thuringiensis</i>	26 ± 3.1 b
VPN	26 ± 3.2 b
Ajo	25 ± 4.2 b
Testigo	20 ± 3.2 b

* Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente distintas (alpha 0.05).

4.2 *Diadegma insulare*

El análisis de la interacción entre los insecticidas y los tiempos de liberación no fue significativo (Cuadro 8). Los tiempos de liberación tampoco resultaron significativos, por lo que se concentró el análisis en los efectos principales de los insecticidas ($F=100.4$; $g.l.=5, 22$; $P=0.0001$). Hubo una marcada diferencia de mortalidad entre los insecticidas sintéticos versus biológicos y botánicos. Los insecticidas que causaron las mayores mortalidades fueron metamidofos y cipermetrina. *B. thuringiensis*, VPN y nim no fueron diferentes al testigo, causando baja mortalidad (Cuadro 9).

Cordero y Cave (1990), encontraron en el campo que insecticidas sintéticos de los grupos organofosforados y piretroides redujeron el parasitismo de *P. xylostella* por *D. insulare* en 21%, con respecto a tratamientos sin químicos; el uso de *B. thuringiensis* solo lo redujo en 8%. Aunque no se estudió el parasitismo, los resultados muestran que metamidofos y cipermetrina tienen efectos adversos sobre los adultos de este parasitoide.

En un estudio de laboratorio, Bustamante y Sabillón (1998), evaluaron la mortalidad causada por metamidofos (96%), cipermetrina (89%) y *B. thuringiensis* (19%), a las dosis más bajas recomendadas en la etiqueta, sobre los adultos de *D. insulare*. No recomiendan el uso de metamidofos y cipermetrina en programas de manejo integrado de plagas, en cambio presentan el uso del *B. thuringiensis* como una alternativa viable en este tipo de programas. Los resultados en el presente ensayo son muy similares, metamidofos y cipermetrina se clasificaron como insecticidas altamente dañinos, mientras que *B. thuringiensis*, VPN y nim resultaron no dañinos (Cuadro 3), lo que los convierte en una alternativa para combinación de tácticas de control químico y biológico.

Cuadro 8. Mortalidad (% \pm error estandar) de *Diadegma insulare* por cinco insecticidas según tiempos de liberación en laboratorio.

INSECTICIDAS	TIEMPO DE LIBERACION	
	0B	24 h
Cipermetrina	100 \pm 0.0	100 \pm 0.0
Metamidofos	100 \pm 0.0	100 \pm 0.0
VPN	13 \pm 6.7	0 \pm 0.0
<i>B. thuringiensis</i>	27 \pm 6.7	20 \pm 11.5
Nim	0 \pm 0.0	13 \pm 6.7
Testigo	13 \pm 13.3	13 \pm 6.7
Promedio	42 \pm 10.3	41 \pm 10.4

Cuadro 9. Mortalidad de *Diadegma insulare* por cinco insecticidas.

INSECTICIDA	MORTALIDAD
	% (media \pm error estandar)
Metamidofos	100 \pm 0.0 a
Cipermetrina	100 \pm 0.0 a
<i>B. thuringiensis</i>	23 \pm 6.1 b
Nim	7 \pm 4.2 b
VPN	7 \pm 4.2 b
Testigo	13 \pm 6.7b

* Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente distintas (alpha 0.05).

4.3 *Chrysoperla carnea*

El análisis de la interacción entre los insecticidas y los tiempos de exposición fue significativo (Cuadro 10; $F=3.37$; g.l.=20, 30; $P=0.0003$), así como el efecto de los insecticidas ($F=11.12, 7.41, 5.58$; g.l.=10, 30; $P=0.0001$). Al ver el cuadro 10 se observa que al principio hay diferencias marcadas de mortalidad (24 h) que pueden ser atribuidas a los insecticidas, pero al final se ve que todos los tratamientos causan gran mortalidad (72 h), inclusive el testigo (68%). Las causas de la alta mortalidad pueden ser: 1) las larvas de *C. carnea* presentaron canibalismo (Velasquéz, 1997); 2) el estrés causado por la manipulación necesaria para el ensayo; 3) el estrés de permanecer a densidades altas por varias horas y en una área tan reducida como lo son los platos petri.

Los insecticidas que causaron una alta mortalidad inicial fueron metamidofos, metomil, cipermetrina, abamectina y jabón. El ajo, nim, VPN, *B. thuringiensis* y chile no fueron significativamente distintos al testigo, a pesar de que su mortalidad aumentó considerablemente a las 48 y 72 h (Cuadro 10). La alta mortalidad causada por el jabón se pudo deber a su rápido efecto sobre insectos de cuerpo blando, como las larvas de *C. carnea* (Special Nutrients, Inc., 1999).

Croft (1989) encontró que la mortalidad promedio de *C. carnea* causada por insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides osciló entre 31 y 90%; la de los insecticidas botánicos y biológicos generalmente fue de 10% o menos. Hassan *et al.* (1988) encontraron que el piretroide Ambush C (cipermetrina) probado sobre *Chrysoperla* sp. tuvo un efecto de mortalidad en laboratorio entre 50 y 79% y en invernadero entre 80 y 99%. Los resultados de mortalidad encontrados por Velasquez (1997) sobre larvas de primer estadio de *C. carnea* fueron metamidofos (100%), cipermetrina (47%) y abamectina (20%). Bustamante y Sabillón (1998), encontraron mortalidades de metamidofos (93%), metomil (83%) y *B. thuringiensis* (17%). Estos datos de mortalidad son más bajos que los encontrados en este ensayo lo que confirma que existe mortalidad causada por factores ajenos a los insecticidas, como los expuestos anteriormente.

Cuadro 10. Mortalidad de *Chrysoperla carnea* por diez insecticidas según los tiempos de exposición.

INSECTICIDA	MORTALIDAD (% \pm error estandar) AL TIEMPO DE EXPOSICION		
	24 h	48 h	72 h
Metamidofos	100 \pm 0.0 a	100 \pm 0.0 a	100 \pm 0.0 a
Metomil	100 \pm 0.0 a	100 \pm 0.0 a	100 \pm 0.0 a
Cipermetrina	93 \pm 4.8 ab	100 \pm 0.0 a	100 \pm 0.0 a
Jabón	90 \pm 7.1 abc	93 \pm 4.8 ab	95 \pm 2.9 ab
Abamectina	88 \pm 9.5 abcd	93 \pm 4.8 ab	93 \pm 4.8 ab
Ajo	60 \pm 8.2 bcde	70 \pm 4.1 bc	78 \pm 6.3 abc
Nim	60 \pm 9.1 bcde	70 \pm 7.1 bc	75 \pm 2.9 bc
VPN	55 \pm 5.0 cde	80 \pm 0.0 abc	85 \pm 2.9 abc
<i>B. thuringiensis</i>	53 \pm 4.8 de	78 \pm 4.8 abc	80 \pm 4.1 abc
Chile	50 \pm 7.1 e	80 \pm 7.1 abc	83 \pm 4.8 abc
Testigo	30 \pm 10.8 e	63 \pm 10.3 c	68 \pm 11.1 c

* Las medias seguidas de la misma letra dentro de una columna no son significativamente distintas (alpha 0.05).

4.4 *Hippodamia convergens*

4.4.1 Laboratorio

El análisis de la interacción entre los insecticidas y los tiempos de liberación no fue significativo (Cuadro 11) lo que indica que los mismos insecticidas causaban mayor mortalidad en todos los tiempos de liberación, por lo que se concentró el análisis en los efectos principales de los insecticidas ($F=48.01$; g.l.=10, 161; $P=0.0001$) y los tiempos de liberación ($F=7.63$; g.l.=4, 161; $P=0.0001$). Hubo una marcada diferencia de mortalidad entre los insecticidas sintéticos versus biológicos y botánicos. Los insecticidas que causaron las mayores mortalidades fueron metomil, metamidofos y cipermetrina (Cuadro 12).

Jabón, nim, VPN, ajo, chile y *B. thuringiensis* no fueron diferentes al testigo, causando baja mortalidad. La abamectina, a pesar de ser un producto tóxico a la mayoría de los artrópodos en los que se ha probado, no presentó una alta mortalidad (52%), clasificándose como ligeramente tóxico para este depredador (Cuadro 12). Esto se pudo deber a su alta especificidad para ácaros, minadores y chupadores (Tomlin, 1998).

Croft (1989), encontró que la mortalidad promedio de *H. convergens* causada por organofosforados, carbamatos y piretroides osciló entre 31 y 90%; la de los insecticidas botánicos y biológicos fue de 10% o menos. Estos resultados son similares a los encontrados en este ensayo.

No se encontró significativa la interacción de los insecticidas con los tiempos de liberación, pero sí se encontró diferencias entre la mortalidad promedio en cada tiempo de liberación (Cuadro 11). Los tiempos de liberación que causaron mayor mortalidad a los depredadores, sin presentar diferencias significativas entre sí fueron el tiempo 0A, 0B y 24 h, por estar expuestos al insecticida recién aplicado en los dos primeros casos y al insecticida seco pero en su mayoría sin descomponerse, en el segundo caso. El tiempo 0A causó menor mortalidad que el tiempo 0B. Esto se pudo deber a que al momento de aplicar el insecticida, los depredadores hayan podido refugiarse debajo de las hojas de frijol colocadas en los platos petri y así reducir el contacto con este. Las liberaciones a las 48 h y 72 h presentaron las mortalidades más bajas, 39 y 32%, respectivamente (Cuadro 11). Esto indica que es mejor liberar *H. convergens* luego de 48 h de la aplicación de productos químicos que causen grandes mortalidades.

Cuadro 11. Mortalidad (% \pm error estandar) de *Hippodamia convergens* por diez insecticidas según tiempos de liberación.

INSECTICIDAS	TIEMPO DE LIBERACION				
	0A	0B	24 h	48 h	72 h
Cipermetrina	100 \pm 0.0				
Metamidofos	100 \pm 0.0				
Metomil	100 \pm 0.0				
Abamectina	100 \pm 0.0	75 \pm 25.0	40 \pm 24.5	30 \pm 12.9	15 \pm 9.6
VPN	35 \pm 9.6	40 \pm 8.2	40 \pm 24.5	0 \pm 0.0	5 \pm 5.0
<i>B. thuringiensis</i>	15 \pm 9.6	30 \pm 17.3	25 \pm 9.6	0 \pm 0.0	10 \pm 10.0
Nim	30 \pm 23.8	50 \pm 23.8	15 \pm 9.6	20 \pm 14.1	10 \pm 10.0
Ajo	25 \pm 12.6	50 \pm 17.3	30 \pm 19.1	10 \pm 10.0	0 \pm 0.0
Chile	20 \pm 14.1	20 \pm 11.5	30 \pm 17.3	15 \pm 15.0	0 \pm 0.0
Jabón	30 \pm 12.9	55 \pm 15.0	35 \pm 12.6	27 \pm 26.7	5 \pm 5.0
Testigo	0 \pm 0.0	5 \pm 5.0	15 \pm 9.6	25 \pm 25.0	5 \pm 5.0
Promedio	50 \pm 6.5	57 \pm 6.1	48 \pm 6.3	39 \pm 6.9	32 \pm 6.6

Cuadro 12. Mortalidad de *Hippodamia convergens* por diez insecticidas en laboratorio.

INSECTICIDA	MORTALIDAD %
Metomil	100 \pm 0.0 a
Metamidofos	100 \pm 0.0 a
Cipermetrina	100 \pm 0.0 a
Abamectina	52 \pm 9.9 b
Jabón	31 \pm 6.9 bc
Nim	25 \pm 7.7 bc
VPN	24 \pm 6.4 bc
Ajo	23 \pm 6.7 bc
Chile	17 \pm 5.7 c
<i>B. thuringiensis</i>	16 \pm 4.9 c
Testigo	10 \pm 5.3 c

* Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente distintas (alpha 0.05).

4.4.2 Invernadero

El efecto de los insecticidas sobre *H. convergens* en el invernadero resultó significativo ($F=325$; g.l.=5, 10; $P=0.0001$). Se observa una marcada diferencia de mortalidad entre los insecticidas sintéticos versus biológicos (Cuadro 13). Los insecticidas que causaron las mayores mortalidades fueron metomil, metamidofos y cipermetrina, al igual que en el ensayo de laboratorio. El VPN no causó mortalidad al igual que el testigo, mientras que en el ensayo de laboratorio causó 24% de mortalidad. En el caso de abamectina esta causó una mortalidad de 52% en laboratorio, incluyendo todos los tiempos de liberación, pero para el tiempo 0A la mortalidad fue de 100% (Cuadro 11); en invernadero la mortalidad de abamectina fue de 67%. Esto se pudo deber a que en la práctica la abamectina ha demostrado tener cierta selectividad debido a que es rápidamente absorbida por la planta y no persiste en la superficie de las hojas (Girling, 1992) o a que a que los depredadores contaban con más lugares de refugio (planta completa). Johnson y Wilson (1998), indican que los ensayos de laboratorio pueden sobreestimar la mortalidad de los enemigos naturales, por eso este tipo de investigación debe ser conducida tanto en laboratorio como en invernadero y campo.

Cuadro 13. Mortalidad de *Hippodamia convergens* por cinco insecticidas en invernadero.

INSECTICIDA	MORTALIDAD % (media \pm error estandar)
Metomil	100 \pm 0.0 a
Metamidofos	100 \pm 0.0 a
Cipermetrina	100 \pm 0.0 a
Abamectina	67 \pm 6.7 b
VPN	0 \pm 0.0 c
Testigo	0 \pm 0.0 c

* Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente distintas (α 0.05).

5. CONCLUSIONES

1. Los insecticidas biológicos y botánicos son más seguros para ser usados en programas de manejo integrado de plagas que los sintéticos.
2. Es posible utilizar *B.t.*, VPN, ajo, chile y nim en combinación con liberaciones de *T. pretiosum*, *D. insulare*, *C. carnea* y *H. Convergans*.
3. El jabón causó bajas mortalidades sobre *T. pretiosum*, *D. insulare* e *H. Convergans* y altas mortalidades sobre *C. carnea*.
4. Las liberaciones de *T. pretiosum* e *H. convergens* 48 - 72 h después de la aplicación del insecticida causan las mortalidades más bajas.

6. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios complementarios de mortalidad en invernadero y campo.
2. Si se desea combinar aplicaciones de insecticidas y liberaciones de enemigos naturales, se recomienda el uso de los insecticidas *B.t.*, VPN, ajo, chile, nim y jabón 48 ó 72 h después de su aplicación.
3. Si se desea realizar un programa de manejo integrado de plagas combinando el uso de insecticidas y enemigos naturales, no se recomienda el uso de los insecticidas metamidofos, metomil y cipermetrina.
4. Se recomienda realizar estudios sobre la selectividad y efectos subletales de la abamectina.

7. LITERATURA CITADA

- AMAYA, M. 1990. El *Trichogramma* sp.: Producción, uso y manejo en Colombia. Valle del Cauca, Colombia. p. 184.
- ANDREWS, K.; QUEZADA, J. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. El Zamorano. Honduras. p. 623.
- BULL, D. L. 1980. Fate and efficacy of sulphos against certain insects associated with cotton. J. Econ. Entomol. 73: 262 - 264.
- BULL, D. L.; RIDGWAY, R.L. 1969. Metabolism of trichlorfon in animals and plants. J. Agric. Food Chem. 17:837-841
- BUSTAMANTE, M; SABILLON, A. 1998. Susceptibility of natural enemies to commonly applied insecticides in Honduras. El Zamorano. Honduras. p. 16.
- CAVE, R. 1995. Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina. Zamorano Academic Press. El Zamorano. Honduras. p. 185.
- CAVE, R. 1995. Manual para el Reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América central. Zamorano Academic Press. El Zamorano. Honduras. p. 202.
- COPPEL, H.; MERTINS, J. 1977. Biological Insect Pest Suppression. Heidelberg, Alemania. p. 314.
- CORDERO, R. 1989. Parasitoides de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en Honduras. Tesis Ing. Agrónomo. El Zamorano. Honduras. p. 63.
- CORDERO, R; CAVE, R. 1990. Parasitismo de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: g Plutellidae) por *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) en Cultivo de Repollo *Brassica oleracea* var. *capitata* en Honduras. Manejo Integrado de Plagas (MIP CATIE).
- CROFT, B; 1989. Arthropod Biological Control Agents and Pesticides. Corvallis, Oregon, United States of America. p. 723.

- GIRLING, D; 1992. Biological control manual. Food and Agriculture Organization of the United States. Davis, California. United States.
- GOMERO, L; LIZARRAGA, A. 1995. Aportes del Control Biológico en la Agricultura Sostenible. Lima, Perú. p. 465.
- GRAINGE, M; AHMED, S; 1988. Handbook Plants with Pest-Control Properties. Wiley Press. United States. p. 470.
- GREWAL, P. S. 1998. Virulence of *Anagrapha falcifera* nuclear polyhedrosis virus to economically significant lepidoptera. J. Econ.Entomol. 91: 1302 - 1306.
- HASSAN, A. *et al.* 1988. Results of the Fourth Joint Pesticide Testing Programme Carried Out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". J. Appl. Ent. 105: 231 - 239.
- HOFFMANN, M; FRODSHAM, A. 1993. Natural enemies of vegetable insect pests. Cornell University. Ithaca, New York. p. 63.
- JOHNSON, M; WILSON, L. 1995. Integrated pest management: Contributions of biological control to Its implementations. Chapter 2. NECHOLS, J. Biological Control in the Western United States. University of California. California, United States. p. 7-41.
- OLKOWSKI, W; DAAR, S; OLKOWSKI, H; 1995. The Gardener's Guide to Common Sense Pest-Control. The Taunton Press. Newton, CT.
- SPECIAL NUTRIENTS, INC. 1999. Garlic Barrier, Nutrisoap. Folleto informativo. Miami, Florida, United States. p. 15.
- TOMLIN, C. 1998. The pesticide manual. The British Crop Protection Council. United Kingdom. p. 1607.
- VELASQUEZ, C. 1997. Efecto de insecticidas sintéticos y biológicos sobre dos insectos benéficos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) y *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. P. 92.

Cuadro 5. Datos Técnicos de los Insecticidas Evaluados.

Nombre Comercial	Nombre Científico/ Común	Familia/ Grupo Químico	Dosis de Ingrediente Activo por Ha	Dosis de Producto Comercial por Ha	Dosis de Producto Comercial en 200 ml
MTD 600 CS	Metamidofos	Fosforado	900	1.5 L	1.5 ml
Lannate 90 WP	Metomil	Carbamato	225	0.25 kg	0.25 gr
Ripcord 20 CE	Cipermetrina	Piretriode	200	1 L	1.0 ml
Vertimec 1.8 CE	Abamectina	Biológico Sintético	9	0.5 L	0.5 ml
Dipel 6.4 PM	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacillaceae	3.2	0.5 kg.	0.5 gr
VPN (3 x 10 ¹⁰ PIB/L)	Virus de la Polihedrosis Nuclear (<i>S. frugiperda</i>)	Baculoviridae	1.5x10 ¹² PIB	¹ 250 l.e.	50.0 ml
Garlic Barrier	<i>Allium sativum</i>	Liliaceae	1,000	1.0 L (5 ml/L)	1.0 ml
Extracto de Chile	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	760	² 50 chiles	1.0 ml
Extracto de Nim	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	4	1.0 L (5ml/L)	1.0 ml
Nutrisoap	Jabón	Orgánico Mineral	1,600	2 L (1 L/100 L)	2.0 ml

¹ l.e.= larvas equivalentes; 1 l.e.= 6x10⁹

² 50 chiles + 5% de su peso en agua = 800ml

*Para hacer las diluciones de los insecticidas en 200 ml de agua se asumió un gasto de agua de 200 L/ha.

