

ZAMORANO

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

METODOLOGIA DE CRIA SEMIARTESANAL DE
Chrysoperla externa (Hagen) (NEUROPTERA:
CHRYSOPIDAE) Y SU LIBERACION EN REPOLLO PARA
EL CONTROL DE *Plutella xylostella* (L.)

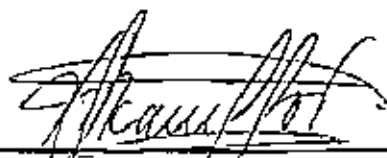
Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura

por

MARIO ANASTASIO CARRILLO VILCHEZ

ZAMORANO-HONDURAS
Diciembre-1997

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



MARIO ANASTASIO CARRILLO VILCHEZ

ZAMORANO-HONDURAS
Diciembre-1997

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen María, por ser la fuerza que permitió alcanzar este objetivo en mi vida.

A mis padres José Anastasio y Mélida María, mis hermanas Mélida Luisa y María de Lourdes, que a lo largo de estos años supieron brindarme el apoyo, cariño y especialmente amistad que tanto necesité.

A mis abuelos, en especial a Mario Vilchez, por darme los primeros conocimientos en agricultura y ser una pauta para seguir adelante en esta carrera.

A todos los que luchan por un mundo mejor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y al Proyecto MIP Zamorano/COSUDE, por haber financiado mis estudios del Programa de Ingeniero Agrónomo.

Al M. Sc. Orlando Cáceres por su apoyo en las actividades realizadas en Nicaragua y su aporte técnico para la realización de la tesis.

Al Dr. Ronald Cave, por el interés brindado a lo largo de la tesis, su valiosa cooperación y asesoría en los momentos más oportunos.

A la Dra. Sarah Gladstone por su gran ayuda y valiosa asesoría en la realización de la tesis y por su gran amistad y paciencia en los momentos que más lo necesité.

A mis amigos Jorge Danilo y Fanilda, por ser como son y haber compartido momentos inolvidables a lo largo de la carrera.

A mis compañeros y amigos Jofiel, Angel, Simón, D. Chávez, Diego, J. Gallo, Roxana, R. Haches, C. Velásquez, Martín, C. Narváez, L. Flores, Flavia, Ixchel, L. Munguía, A. Terán, y aquellas otras personas que supieron brindarme su amistad durante este período de estudios.

A todo el personal del Departamento de Protección Vegetal en especial, Nora, Lourdes, Wendy, Doña María, C. Galo, C. Nolasco, M. Tórreres, R. Turcios, M. Ramírez, J. López, Werner, Octavio, J. Durón, J. Araque, Jacobo, Milton, Adalberto, Nolvía, Jeovany, Darlan, Arling, J. Merlo, Sonia, María Luisa, Englantina, Argelia, Glenda, Diana, Olga, Rosa, Chico, Marta, Juan Ordoñez, Yamileth.

Al personal del proyecto MIP Zamorano/COSUDE en especial a Rudi Centeno Larios, Socorro, Franklin, Maritza, Felipe, Fernando, Jorge, Nazario.

A la UNICAM en especial a Augusto y Yamileth, por su apoyo en las actividades de campo.

Al productor Francisco Reyes y su familia por su cooperación, responsabilidad en el trabajo y la amistad que me brindaron en el tiempo que trabajamos juntos.

Al Dr. Marco Esnaola Lewis por su gran amistad, paciencia, respeto, comprensión y apoyo a lo largo de este último año. A María Isabel por sus atenciones.

A una persona muy especial, Cecilia Esnaola, por su amor incondicional, confianza, comprensión, paciencia, consejos y apoyo en todo el transcurso de este período, ya que sin su presencia y ayuda hubiera sido más difícil la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la AID/Nicaragua por financiar mis estudios del Programa Agrónomo del período de 1993 a 1995.

Al Proyecto MIP Zamorano/COSUDE, por haber financiado parte de mis estudios del Programa de Ingeniero Agrónomo.

Al esfuerzo de mis padres por darme la ayuda económica necesaria para concluir con mis estudios del Programa de Ingeniero Agrónomo.

RESUMEN

Se estudió una metodología de cría semiartesanal que sirviera para el diseño de insectarios rurales que proveyeran enemigos naturales para su liberación en el campo como una táctica ambientalmente sostenible en el control de plagas. También se estudió el impacto de las liberaciones del depredador en el cultivo del repollo especialmente para el control de *Plutella xylostella* L. Una cría del depredador *Chrysoperla externa* (Hagen) se estableció entre el período de abril de 1996 a abril de 1997 en el Centro para el Control Biológico en Centroamérica situado en Zamorano, Honduras. Durante la cría se evaluaron aspectos biológicos del insecto como ciclo de vida y consumo en su etapa larval utilizando como presa los huevos y larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith), así como el tipo de jaula, sustrato para oviposición y eficiencia de producción. También se realizó un análisis de costos e inversiones que un productor o cooperativa de productores debería de realizar al montar un insectario. *C. externa* consumió en el laboratorio un promedio de 510 larvas de primer estadio de *S. frugiperda* en un período de 17.1 días. Las jaulas de malla metálica y el papel bond fueron la mejor combinación para el confinamiento de los adultos al establecer la cría. La mezcla de levadura, leche y miel resultó en mayores producciones de huevos. La mayor eficiencia en producción se presentó cuando se criaron las larvas de *C. externa* en vasos plásticos y se alimentaron con larvas de *S. frugiperda*. La cría de *C. externa* a nivel artesanal resultó viable para una cooperativa de productores pero difícil para una sola familia rural, debido a los costos e inversiones que se incurren en su establecimiento. Las liberaciones de *C. externa* se realizaron entre el período de julio de 1997 a agosto de 1997 en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* vr. capitata L.) para el control de *P. xylostella* en la comunidad de Almaciguera, Estelí, Nicaragua. Se comparó el efecto de *C. externa* con otros dos tratamientos: *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bt) y agua con azúcar para la atracción de depredadores. Además del control sobre *P. xylostella* se evaluó el efecto sobre áfidos, *Spodoptera* spp. y depredadores. Los muestreos se realizaron a los 20, 25, 30, 40, 50 y 60 días después del transplante. El control de *P. xylostella* por parte de *C. externa* y agua con azúcar no fue significativamente diferente ($p > 0.05$). Sin embargo, Bt sí presentó una diferencia significativa de control ($p < 0.05$) a través de los 40 días de ensayo. La calidad del repollo fue significativamente mayor en las parcelas de Bt, seguido por el agua con azúcar y *C. externa* en orden de daño.

CONTENIDO

	pag
Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. IMPORTANCIA DE LOS ENEMIGOS NATURALES EN EL CONTROL DE PLAGAS.....	3
2.2. AUMENTO, CONSERVACION Y REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCION MASIVA DE ENEMIGOS NATURALES.....	4
2.3. BIOLOGIA DE CHRYSOPIDAE.....	5
2.3.1. Morfología.....	5
2.3.2. Especie de Chrysopidae.....	5
2.3.3. Características biológicas.....	6
2.3.4. Parasitoides y depredadores.....	6
2.3.5 Cría de <i>Chrysoperla</i>	6
2.3.5.1. Manejo del insecto.....	6
2.3.5.2. Factores que influyen en la producción de <i>Chrysoperla</i>	7
2.3.6. Liberación de Chrysopidae en el campo.....	8
III. CRIA SEMIARTESANAL DE <i>Chrysoperla externa</i>	11
3.1 INTRODUCCION.....	11
3.2 OBJETIVOS.....	11
3.2.1. Objetivo general.....	11
3.2.2. Objetivos específicos.....	12
3.3. MATERIALES Y METODOS.....	12
3.3.1. Jaulas y sustratos para la oviposición.....	12
3.3.2. Dieta para adultos de <i>C. externa</i>	13
3.3.3. Porcentaje de eclosión de huevos de <i>C. externa</i>	13
3.3.4. Consumo y duración por estadio de larvas <i>C. externa</i>	14
3.3.5. Cría de larvas de <i>C. externa</i>	14
3.3.5.1. Producción en bolsas y alimentación con huevos de <i>S. frugiperda</i>	15
3.3.5.2. Producción en bolsas y alimentación con larvas de <i>S. frugiperda</i>	15

3.3.5.3. Producción en vasos plásticos y alimentación con larvas de <i>S. frugiperda</i>	15
3.3.6. Producción de <i>S. frugiperda</i>	16
3.3.6.1. Producción en bolsas y alimentación con hojas de maíz.....	16
3.3.6.2. Producción en vasos plásticos y alimentación con dieta semiartificial.....	16
3.3.7. Análisis de costos e inversiones para la cría de <i>C. externa</i>	17
3.4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
3.4.1. Jaulas y sustratos para la oviposición	17
3.4.2. Dieta para adultos de <i>C. externa</i>	18
3.4.3. Porcentaje de eclosión de huevos de <i>C. externa</i>	19
3.4.4. Consumo y duración por estadio de larvas de <i>C. externa</i>	19
3.4.5. Cría de <i>C. externa</i>	21
3.4.5.1. Producción en bolsas y alimentación con huevos de <i>S. frugiperda</i>	21
3.4.5.2. Producción en bolsas y alimentación con larvas de <i>S. frugiperda</i>	22
3.4.5.3. Producción en vasos plásticos y alimentación con larvas de <i>S. frugiperda</i>	22
3.4.6. Producción de <i>S. frugiperda</i>	23
3.4.6.1. Producción en bolsas y alimentación con hojas de maíz.....	23
3.4.6.2. Producción en vasos plásticos y alimentación con dieta semiartificial.....	23
3.4.7. Análisis de costos e inversiones para la cría de <i>C. externa</i>	24
3.5. CONCLUSIONES.....	28
3.6. RECOMENDACIONES.....	28
IV. LIBERACION DE <i>Chrysoperla externa</i> EN EL CULTIVO DE REPOLLO ...	30
4.1. INTRODUCCION.....	30
4.2. MATERIALES Y METODOS	31
4.2.1. Localización.....	31
4.2.2. Establecimiento de las parcelas.....	31
4.2.3. Diseño experimental.....	31
4.2.4. Muestreos.....	33
4.2.5. Evaluación de la calidad del repollo.....	33
4.2.6. Prácticas agronómicas.....	33
4.2.7. Análisis estadístico.....	33
4.3. RESULTADOS.....	34
4.3.1. Efecto de los tratamientos sobre <i>P. xylostella</i>	34
4.3.2. Efecto de los tratamientos sobre las colonias de áfidos.....	36
4.3.3. Efecto de los tratamientos sobre <i>Spodoptera</i> spp.....	38
4.3.4. Efecto de los tratamientos sobre arañas.....	39
4.3.5. Efecto de los tratamientos sobre hormigas y el complejo de depredadores.....	41
4.3.6. Evaluación de la calidad del repollo.....	43
4.4. DISCUSION.....	43
4.5. CONCLUSIONES.....	44
4.6. RECOMENDACIONES.....	45
V. LITERATURA CITADA.....	46
VI. ANEXOS.....	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro	pag
1 Oviposición por hembras de <i>Chrysoperla externa</i> en las diferentes jaulas y sustratos.....	18
2 Promedios de consumo de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y número de días por estadio de <i>C. chrysoperla externa</i>	20
3 Datos biológicos de <i>Chrysoperla externa</i>	20
4 Inversiones para una cría adaptada al pequeño productor.....	25
5 Costos de mano de obra, materiales e insumos en un período de un mes.....	25
6 Costos de alimentación para 10 jaulas de <i>Chrysoperla externa</i> en un mes.....	25
7 Costos de alimentación para tres jaulas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en un mes.....	26
8 Costos totales mensuales para el mantenimiento de un insectario.....	26
9 Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre <i>Plutella xylostella</i> ...	34
10 Promedios de cambio poblacional de artrópodos entre fechas de muestreo durante los 40 días de ensayo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	35
11 Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre el número de colonias áfidos a través de los 40 días de ensayo.....	36
12 Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre <i>Spodoptera</i> spp.....	38
13 Promedios de larvas de <i>Spodoptera</i> spp./planta en tres tratamientos durante cinco muestreos después de la primera aplicación, en La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	38
14 Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre arañas.....	39
15 Promedios de arañas por planta en los tres tratamientos durante cinco muestreos después de la primera aplicación, en La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura		pag
1	Diagrama de dispersión de los datos en el sistema de producción de <i>Chrysoperla externa</i> en bolsas y suministro de masas de huevos de <i>Spodoptera frugiperda</i> como alimento.....	21
2	Diagrama de dispersión de los datos en el sistema de producción de <i>Chrysoperla externa</i> en bolsas y suministro de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> como alimento.....	22
3	Diagrama de dispersión de los datos en el sistema de producción de <i>Chrysoperla externa</i> en vasos y suministro de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> como alimento.....	23
4	Efecto de los tratamientos sobre <i>Plutella xylostella</i> , durante los 40 días del ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	36
5	Efecto de los tratamientos sobre colonias de áfidos, durante los 40 días del ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	37
6	Efecto de los tratamientos sobre <i>Spodoptera</i> spp., durante los 40 días del ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	39
7	Efecto de los tratamientos sobre arañas, durante los 40 días del ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	41
8	Efecto de los tratamientos sobre hormigas, durante los 40 días del ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	42
9	Efecto de los tratamientos sobre el complejo depredador, durante los 40 días del ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	42
10	Efecto de tres métodos de control de <i>Plutella xylostella</i> sobre la calidad del repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.....	43

INDICE DE ANEXOS

Anexo	pag
1 Formato para la recopilación de datos de consumo de <i>C. externa</i>	51
2 Formato para la recopilación de datos de la producción de <i>C. externa</i> en bolsas y alimentación tanto con larvas como con huevos de <i>S. frugiperda</i>	52
3 Formato para la recopilación de datos de la producción de <i>C. externa</i> en vasos plásticos y alimentación con larvas de <i>S. frugiperda</i>	53
4 Formato para la recopilación de datos de la producción de <i>S. frugiperda</i> en bolsas y alimentación con hojas de maíz.....	54
5 Formato para la recopilación de datos de la cría de <i>S. frugiperda</i> en vasos y alimentación con dieta semiartificial.....	55
6 Consumo promedio de presas por algunas larvas de crisópidos durante su desarrollo completo con ausencia de diapausa.....	56
7 Recomendaciones de varias casas comerciales sobre dosis de aplicación de <i>C. externa</i> y organismos que controla.....	57
8 Formato para la recopilación de datos en los muestreos tanto de plagas como de enemigos naturales en las parcelas de repollo.....	58

I. INTRODUCCION

Actualmente en la mayoría de los países de América Latina, se presenta una excesiva dependencia de plaguicidas. A consecuencia de esto, los costos de fitoprotección suben tan dramáticamente que el agricultor siente que su bienestar económico está en peligro y a esto es lo que llamamos fase de crisis. Estos problemas socioeconómicos llegan a ser tan severos que se hace imposible continuar la producción del cultivo con las técnicas actuales. Al llegar a este punto, si no se desarrollan o implementan programas de prácticas alternativas, los agricultores tienen que abandonar el cultivo afectado llegando a una fase de desastre en el proceso de fitoprotección (Andrews y Quezada, 1989).

El aumento de enemigos naturales, que incluye la crianza y liberación tanto de parasitoides como depredadores, ejerce un efecto similar al control químico pero sin afectar negativamente el ambiente, por lo que es actualmente una de las mejores alternativas en el control de plagas para los agricultores. Esta táctica de control biológico provee mayores beneficios sobre químicos sintéticos, tales como evitar contaminación del ambiente y de los cultivos, así como la conservación de los enemigos naturales ya existentes en el campo, que de acuerdo con los principios del manejo integrado de plagas, es la medida prioritaria a establecer en el campo. Por estas características anteriores es que actualmente se está tomando en cuenta y está recibiendo apoyo del sector privado.

Con el fin de mantener el control de plagas de forma sostenible, se debe de identificar los organismos benéficos presentes en la zona, tratar de conservarlos y además considerar su aumento mediante la cría masiva si resulta factible económicamente. El uso de enemigos naturales nativos en la crianza masiva asegura que las especies están adaptadas al lugar, puesto que fueron extraídas del mismo, con lo que se minimiza el riesgo de fracaso al momento de establecerlos en la zona (Keith Andrews¹, 1996 comunicación personal).

Para dar lugar a la cría y liberación de insectos benéficos nativos, se han realizado insectarios rurales en Perú y en otros países latinoamericanos, los cuales han dado como resultado una disminución en la incidencia de plagas en el campo y por ende una reducción de costos de producción (Orlando Cáceres², 1996 comunicación personal).

Recientemente se realizó un estudio en Zamorano, el cual consistía en un diagnóstico de campo, pruebas experimentales y estudio de prefactibilidad para la cría masiva de Chrysopidae (Neuroptera) en Honduras (Gavilánez, 1994). De 19 especies de Chrysopidae (comúnmente llamadas "crisopas") reportadas en la tesis, se determinó que

¹ Director de Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.

² Coordinador Proyecto MIP Zamorano/Cosude, Esteli Nicaragua.

Chrysoperla externa (Hagen) es la especie más común, particularmente en los agroecosistemas. Se demostró que crías de *C. externa* son rentables, por obtenerse una tasa interna de retorno de 225.47% y una relación beneficio:costo de 3.84. Con estos datos, vemos que implementar una cría de este insecto depredador podría ser una excelente alternativa para tratar de solucionar los problemas del ataque de plagas en los cultivos.

Actualmente en Centroamérica se conoce muy poco de la realización de insectarios rurales así como de la liberación de enemigos naturales nativos en el control biológico de plagas, y si bien se ha hecho, ha estado limitado porque su proceso de producción no se ha trasladado a un nivel comercial.

Dados los problemas que se tienen en la actualidad en el control de plagas y las posibles ventajas que ofrece el control biológico como alternativa de control, es que ahora se realiza este trabajo investigativo como fase piloto, el cual busca una respuesta a estos problemas, al tratar de generar una alternativa sostenible en el control de plagas, para que sea utilizada por pequeños y grandes productores.

La realización de este trabajo se dividió en dos fases: 1) la evaluación de la factibilidad de la producción artesanal de *C. externa* en un insectario rural y 2) el efecto de la liberación del depredador en parcelas de repollo de pequeños productores.

En la primera fase, se analizaron datos biológicos de *C. externa*, condiciones físicas para la cría y los costos e inversiones que se deberían de incurrir para su establecimiento. En la segunda fase se trabajó directamente con el productor, liberando larvas de *C. externa* en el cultivo de repollo, para analizar su efecto sobre las plagas claves de este cultivo y compararlas con el manejo tradicional del pequeño productor.

El trabajo se realizó bajo la supervisión del Departamento de Protección Vegetal y el Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica como muestra del interés para dar alternativas sostenibles y factibles al control de plagas a nivel de productores de escasos recursos.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA DE LOS ENEMIGOS NATURALES EN EL CONTROL DE PLAGAS

La acción de los organismos entomófagos que se presenta en forma natural dentro de los agroecosistemas es uno de los factores más importantes en la protección de los cultivos. Los enemigos naturales son tan importantes en el control de plagas, que la gran mayoría de fitófagos, o sea el 98-99%, tienen enemigos naturales eficientes y solo 1-2% son conocidos como plaga (DeBach, 1977). Para darse cuenta de esto, es conveniente considerar lo que pasaría si no existiera esta acción. Los insectos fitófagos podría aumentar sus poblaciones hasta el máximo de sus potenciales bióticos, haciéndose imposible cultivar sin tener problemas enormes con todas las plagas posibles. La importancia de los enemigos naturales está bien ilustrada por experimentos donde la eliminación de éstos, por aplicaciones de insecticidas, resultó en graves aumentos de las poblaciones de plagas (DeBach, 1977).

Dentro de los enemigos naturales encontramos una gran diversidad de organismos depredadores, parasitoides, patógenos y organismos vertebrados los cuales son necesarios para el control de plagas. Los depredadores adquieren mayor importancia cuando afectan plagas que tienen pocos parasitoides como es el caso de ácaros, insectos acuáticos y trips. Los depredadores generalistas, como es el caso de la familia Chrysopidae, consumen un amplio ámbito de especies de presas, concentrando sus esfuerzos de depredación en aquellas que en un momento determinado son más abundantes, lo cual tiene como ventaja que en épocas adversas éstas puedan sobrevivir más fácilmente en cualquier ecosistema (Banegas y Cave, 1995).

En el caso específico de Chrysopidae, actualmente existe considerable interés por su gran potencial como agentes del control biológico de un sinnúmero de plagas de cultivos anuales y perennes (New, 1975; Ridgway y Murphy, 1984). Esta familia es una de las más grandes en número de especies y de mayor importancia económica del orden Neuroptera. Las larvas de crisopas se alimentan de áfidos, cóccidos, huevos y primeros estadios larvales de lepidópteros y otros artrópodos dañinos, por lo cual muchas especies han recibido especial atención como agentes del control biológico, como es el caso de *Chrysoperla carnea* Stephens, 1836 y unas pocas especies del género *Chrysopa* Leach, 1815 (Díaz-Aranda y Monserrat, 1995).

2.2. AUMENTO, CONSERVACION Y REQUERIMIENTOS PARA LA PRODUCCION MASIVA DE ENEMIGOS NATURALES

Cuando ocurre cualquier dificultad en la acostumbrada buena actuación de los enemigos naturales, se tiene que recurrir a cualquier tipo de manipulación, bien sea de los insectos benéficos en sí o del cultivo donde se les libera. Los variados métodos de manipulación están destinados a aumentar la efectividad de los enemigos naturales y así ejercer un mejor control de plagas en el campo. Estos métodos de manipulación incluyen lo que son las crías masivas y liberaciones periódicas (inoculativas e inundativas). En el caso de conservación, se puede reducir la mortalidad directa de los enemigos naturales en el campo (disminución del uso de plaguicidas), suministrar alimentos suplementarios naturales (plantas o insectos) o artificiales (agua azucarada, levadura o miel) y hacer modificaciones en el ambiente para que estos insectos puedan establecerse adecuadamente y ejercer su función correspondiente (Quezada, 1989).

El aumento y conservación de crisopas actualmente está teniendo mucha importancia por ser un depredador con un potencial muy grande para el control de plagas. Se han aplicado un sinnúmero de metodologías para la cría de estos, tal como la cría de *C. carnea* con *Sitotroga cerealella* Olivier (Ridgway *et al.*, 1970) y cría de *C. externa* con *S. cerealella* (Gavilánez, 1994). Otro método de cría de crisopas es la utilización de dietas artificiales compuestas por diferentes aminoácidos, azúcares, ácidos orgánicos, ácidos grasos, colesterol, sales minerales y vitaminas. La dieta artificial hace que las hembras de *C. carnea* produzcan más de 1000 huevos en poco más de dos meses (Hasegawa *et al.*, 1989). Muchos adelantos en la cría de crisópidos han sido realizados con *C. carnea* por su amplio rango de alimentación en la etapa larval y porque los adultos no son carnívoros. Sin embargo, su consumo de presas es poco debido a su tamaño pequeño y al no consumo de presas en su larga etapa adulta (Nijima y Matsuka, 1990).

El primer acto de un programa de producción masiva de enemigos naturales es la identificación tanto de la plaga como de los enemigos naturales mismos. Con esto se puede obtener información de trabajos anteriores, así como podemos evitarnos impedir o atrasar la práctica exitosa del control biológico de una plaga de mucha importancia económica (Hanson, 1995). Existen casos de que una identificación rápida y precisa tanto de la plaga como del enemigo natural, nos ayuda a resolver problemas a mediano y corto plazo (Schuster y Clark, 1989).

La calidad de los insectos producidos es más importante que la cantidad que se produce. Por lo tanto, debemos tomar en cuenta aspectos importantes como por ejemplo, revisar regularmente la biología y su preferencia sobre la plaga que se desca controlar, reparar periódicamente las unidades de cría y jaulas para evitar el escape de individuos vigorosos o la entrada de agentes contaminantes a la cría. Las condiciones de higiene son muy importantes y deben de recibir atención constante, así como el control de las condiciones de laboratorio para evitar cambios anormales en los individuos (Cordero y Cave, 1995).

Tanto las características anteriores como la realización de una metodología eficiente de liberación e investigaciones previas así como futuras, son muy importantes puesto que si no se realizan de la manera adecuada, el enemigo natural en el campo será ineficiente en el control de plagas (Finney y Fisher, 1964).

2.3. BIOLOGIA DE CHRYSOPIDAE

2.3.1. Morfología

Los adultos de Chrysopidae son de tamaño mediano (1.5-2.5 cm), con antenas filiformes y ojos grandes dorados o cobrizos. No hay ocelos. Generalmente son verdes y las alas mesotorácicas poseen dos venas paralelas que no se unen distalmente. Los huevos son blancos o verdosos y colocados en los substratos en el extremo distal de un filamento. Las larvas son grisáceas y tienen mandíbulas grandes; a veces se les puede encontrar con basura (restos de presas) en el dorso (Andrews y Caballero, 1989; Metcalf y Flint, 1965; Arnett, 1985; Moreton, 1969; Frost, 1942; Canard *et al.*, 1984; DeBach, 1974, DeBach, 1977).

Generalmente las larvas de Chrysopidae se diferencian de los demás neurópteros porque poseen una empodia en forma de trompeta entre las uñas tarsales y tubérculos setigos (verrugas), usualmente están presentes en los márgenes laterales de la mayoría de los segmentos torácicos y abdominales (Domínguez, 1986).

Cuando las larvas terminan su desarrollo forman un capullo sedoso llamado cocón, en el que pasan el estado de pupa. En el transcurso del tiempo emergen como adultos (Moreton, 1969; Metcalf y Flint, 1965; Canard *et al.*, 1984; DeBach, 1974; DeBach, 1977; Borror *et al.*, 1971).

2.3.2. Especies de Chrysopidae

Las larvas de crisopas depredan los áfidos con tal voracidad que se les llega a llamar leones de áfidos. Ellos, por ser depredadores generalistas, atacan una gran variedad de insectos de cuerpo suave y son encontrados en muchos cultivos agrícolas, por lo que pueden ser utilizados como una táctica alternativa en el control de plagas.

El género *Chrysoperla* contiene muchas especies que son agentes del control biológico. Gaviláñez (1994) realizó recolecciones de especímenes en Honduras y encontró una especie de Chrysopidae del género *Nodita*, que antes no se había observado en el país. De las recolecciones, se pudo constatar que existen 19 especies de Chrysopidae en Honduras incluidas en seis géneros, entre los cuales las especies más comunes son *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta*.

2.3.3. Características biológicas

En promedio, para especies de Chrysopidae, la hembra de crisopa deposita entre 100-200 huevos en el campo y más de 300 huevos en laboratorio en aproximadamente tres semanas de vida. El huevo eclosiona entre 4-7 días (Anónimo, 1990; Canard y Principi, 1984). Ribeiro y De Carvalho (1991) observaron que todos los huevos producidos por hembras vírgenes fueron infértiles, demostrando que no hay ocurrencia de partenogénesis. La larva se desarrolla entre 17-23 días. El adulto emerge haciendo un hoyo en el extremo del capullo (cocón) entre 5-7 días (Anónimo, 1990; Canard y Principi, 1984).

2.3.4. Parasitoides y depredadores

Es muy importante tener en cuenta que las crisopas poseen enemigos naturales que al ser introducidos por equivocación a las crías, podrían afectarlas considerablemente. Estos enemigos naturales, principalmente los parasitoides de larvas y pupas, son los que más daño ocasionan en muchas partes del mundo. Dentro de los parasitoides más importantes se encuentran algunos himenópteros ovívoros de las familias Trichogrammatidae y Scelionidae. En las etapas de larva y pupa se encuentran especies de las familias Heloridae, Eulophidae, Encyrtidae, Eupelmidae, Pteromalidae, Ceraphronidae e Ichneumonidae. En la etapa de adulto la familia importante es Braconidae, específicamente *Chrysopophthorus chrysopimuginis* Goidanich (Alrouchdi *et al.*, 1984).

Dentro de los depredadores se encuentra un sinnúmero de organismos artrópodos y vertebrados insectívoros. Los adultos pueden ser alimento de odonatas, moscas, murciélagos, pájaros y arañas. Los cocones pueden ser devorados por algunos coleópteros, lepidópteros y neurópteros. Las larvas pueden ser depredadas por hemípteros, dípteros y neurópteros. Finalmente los huevos pueden ser atacados por ácaros (Alrouchdi *et al.*, 1984).

2.3.5. Cría de *Chrysoperla*

2.3.5.1. Manejo del insecto. La producción masiva de especies de *Chrysoperla* con sistemas de producción de bajo costo podría ser efectivo para el control biológico de una variedad de plagas en diferentes cultivos. La mayoría de estas producciones masivas requieren considerable labor y están basadas en el uso de huevos de lepidópteros como recurso alimenticio para las larvas (Nordlund y Morrison, 1992).

El componente más costoso en la producción de crisopas es la cría de las larvas. Por lo tanto, es necesario conocer la cantidad óptima de huevos del hospedero (cualquiera que este sea) que se dará como alimento a la larva. La alimentación de larvas se realiza dándoles las cantidades adecuadas de huevos o primeros estadios del hospedero, para maximizar la fecundidad de las hembras al llegar al estado de adulto y no incurrir en costos innecesarios. El desarrollo de las larvas puede ser logrado suministrando huevos

de *S. cerealella* (Gavilánez, 1994), el cual tiene un impacto significativo en el peso de las pupas (Barclay, 1990). Las larvas también pueden ser alimentadas con huevos de *Phrhorimaea operculella* Zeller (Finney, 1950).

Las pupas son removidas usando alfileres para minimizar el daño por manejo y luego se colocan en frascos entomológicos. Al emerger los adultos se sexan y se ponen en las respectivas unidades de cría (Gavilánez, 1994). Pueden ser removidas también con pinzas suaves y luego trasladadas a vasos plásticos hasta que emergen como adultos (Barclay, 1990).

Los adultos de *C. externa* generalmente son puestos en cilindros de malla metálica (jaulas) de 15 cm de alto y 10 cm de diámetro, tapando los extremos con pedazos de tela malla sujetas con hule. El confinamiento de hembras con machos en las mismas jaulas favorece la fertilización del huevo y actúa como un estímulo para la oviposición. El apareamiento no afecta significativamente los periodos de oviposición y post-oviposición.

Con respecto al periodo de oviposición, las hembras vírgenes presentan una duración significativamente mayor en el número de días de oviposición en relación a las hembras apareadas y este no afecta significativamente en la longevidad de las hembras. En los adultos de *C. externa* no se observa auto-ooftagia (Ribeiro y De Carvalho, 1991), y son alimentados con miel, algún tipo de proteína disponible y agua. La dieta que se suministra por lo general se unta en reglas plásticas y se mete a la jaula. El interior de la malla esta recubierto con papel blanco para que las crisopas pongan sus huevos (Gavilánez, 1994). Los adultos también se pueden alimentar con una pasta semisólida compuesta de Wheat[®] (levadura de *Kluyveromyces fragilis* Jorgenson y su respectivo sustrato, Merrick's Inc., Middleton, WI), miel y un poco de agua (Barclay, 1990). La oviposición de las hembras de *C. carnea* bajó de su tasa normal cuando fueron alimentadas solamente con miel (Finney, 1950). La alimentación de los adultos con proteína hidrolizada y levadura causó tasas de oviposición tan altas como los que se obtuvieron con mielecilla de *Planococcus citri* Risso (Hagen, 1950).

Los huevos de crisopas deben de ser tratados con el mayor de los cuidados para evitar daños. Para la recolección de huevos se puede usar una solución diluida de hipoclorito de sodio para separarlos del sustrato y remover los filamentos (Finney, 1950). Se pueden revisar a través de un lente de mano de 10X o con la ayuda de un estereoscopio para descartar los que presenten daño; luego se ponen en frascos entomológicos y se espera hasta que eclosionen (Barclay, 1990; Gavilánez, 1994).

2.3.5.2. Factores que influyen en la producción de *Chrysoperla*. Los costos de producción y la demanda de enemigos naturales para el control biológico de plagas son factores claves para saber qué cantidad se debe de producir en el insectario. Esta producción de enemigos naturales debe de ser suficiente para poder liberar huevos y larvas en el campo, así como para mantenimiento y reproducción del organismo en el laboratorio (Tulisaio, 1984).

En general, conociendo ya la demanda de nuestro producto y teniendo la capacidad económica para satisfacerla, los niveles de producción en un insectario dependen de la cantidad de individuos fértiles que se posea. Una hembra de crisopa deposita más de 300 huevos en el laboratorio, en aproximadamente tres semanas de vida (Anónimo, 1990; Canard y Principi, 1984).

Muchas veces, la demanda de *Chrysoperla* no puede ser satisfecha, puesto que los costos de producción en que se incurren son elevados para nuestro medio (Nordlund y Morrison, 1992; Tulisalo, 1984). Sin embargo, con un creciente interés en este insecto, estos costos podrían ser subsanados haciendo cada vez más eficientes algunos aspectos de la cría y mejorando las técnicas de alimentación tanto para larvas como para adultos (Nordlund y Morrison, 1992; Nordland y Greenberg, 1994).

Según Gaviláncz (1994), la demanda actual de *Chrysoperla* en los países centroamericanos es poca, debido a que la gran mayoría de los productores no tienen conocimientos sobre los beneficios existentes al utilizar enemigos naturales. En el análisis de demanda realizado, solamente se consideraron los cultivos de alta rentabilidad, en los cuales los productores estarían dispuestos a utilizar *Chrysoperla* para controlar sus plagas al menos en el 2% de sus plantaciones. La posibilidad de abastecer el campo rural se dejó por fuera, por su inestabilidad económica y la inseguridad que traería a la planificación de la producción. Para la instalación de un insectario industrial, se necesita de una fuerte inversión, pues es necesario obtener el terreno, equipo de laboratorio, equipo de oficina y capital de trabajo. Luego de esta inversión es necesario incurrir en costos de producción, administración, venta del producto, depreciación de los activos, pago de intereses por préstamos realizados, inflación y devaluación, impuestos sobre la renta e imprevistos. En caso de que la demanda de *Chrysoperla* fuera constante y ésta estuviera satisfecha por la producción anteriormente establecida; según el análisis realizado este sería un proyecto sumamente rentable por poseer una tasa interna de retorno del 225.47% y una relación beneficio costo de 3.84.

Generalmente la planificación de la producción debe de hacerse de tal manera que coincida con el momento indicado en que se necesite. Por eso es que muchas casas comerciales establecen precios menores en el producto para los clientes que hagan sus pedidos con anticipación, para así estar seguros realmente de la venta de su producción (Cordero y Cave, 1995).

2.3.6 Liberación de Chrysopidae en el campo

Generalmente la selección de los lugares para liberar insectos benéficos depende de los factores ambientales y la adaptabilidad para los requerimientos específicos tal como hayan sido revelados por los estudios biológicos de las especies, así como para facilitar la dispersión natural. Otro aspecto muy importante por lo que se hace difícil la liberación, es por la naturaleza temporal de las plantaciones sobre las cuales los enemigos naturales deben de ser liberados así como los tratamientos sin control de los plaguicidas en ese

lugar. Frecuentemente el requerimiento más importante para determinar un lugar de liberación es la seguridad por parte del propietario de que no se harán aplicaciones de productos químicos tóxicos (DeBach, 1964).

La época en que se realizan las liberaciones de estos enemigos naturales deberá de coincidir con los primeros estadios disponibles de la plaga que sean susceptibles al ataque y la presencia de un clima favorable. Las horas del día más favorables para la liberación dependerán del estadio del insecto que se libera. En el caso de ser adultos de crisopas, se recomiendan las liberaciones en el día, puesto que la luz brillante facilita la dispersión del insecto, mientras que en el crepúsculo la restringe. Las liberaciones de larvas y huevos se pueden realizar tanto en la mañana como en la tarde (DeBach, 1964). En el caso de *C. externa* las liberaciones de huevos se han realizado por la mañana (Barclay, 1990).

Hasta el momento los estudios con crisopas no han sido muchos, pero se conoce que se han realizado liberaciones de todos los estadios de crecimiento de los insectos de esta familia (huevo, 1º, 2º y 3º estadios y adultos) tanto en el campo como en invernaderos (Canard et al., 1984; Barclay, 1990).

La liberación de los tres estadios larvales de *C. carnea* en campos de algodón resultó en un control altamente satisfactorio de plagas lepidópteras (Ridgway y Jones, 1969; Ridgway et al., 1977). Sin embargo, el control de plagas mediante liberaciones de huevos en el campo fueron menos satisfactorias (Jones y Ridgway, 1976; Barclay, 1990). Esto puede ser por el tiempo que puedan pasar en el campo los huevos, expuestos tanto a parasitoides como a depredadores. Se puede reducir mortalidad manteniendo a los huevos en el insectario por más tiempo y luego liberarlos, así reduciendo esta exposición a enemigos naturales en el campo (Barclay, 1990). El retraso de una semana de control de plagas desde que salga del huevo hasta alcanzar el 2º y 3º estadio (Bondarenko y Moiseev, 1972; Ushchikov, 1976) y el porcentaje de canibalismo que pueda haber al momento de la eclosión de los huevos (Bondarenko y Moiseev, 1972; Kafrazov y Kharizanov, 1976) pueden ser otras causas por lo cual el control de plagas mediante las liberaciones de huevos resultan menos satisfactorias que cuando hay liberaciones de larvas. Sin embargo, las liberaciones de huevos pueden ser utilizados dependiendo de la facilidad que queramos en cuanto a manipulación del insecto, o por no tener los recursos económicos suficientes para la cría de larvas (Adashkevich y Kuzina, 1971).

ENSAYOS Y ESTABLECIMIENTO DE LA CRÍA DE *Chrysoperla*
externa A NIVEL SEMIARTESANAL

III. CRIA SEMIARTESANAL DE *Chrysoperla externa*

3.1. INTRODUCCION

En muchos países del mundo el principal crisópido de importancia económica para el control de plagas de cuerpo suave es *Chrysoperla carnea* Stephens. Por esta importancia es que se han desarrollado varias metodologías y procedimientos para su cría, incluyendo estudios de requerimientos nutricionales, los cuales en insectarios industrializados resulta muy provechoso para economizar insumos utilizados en su alimentación.

Chrysoperla externa es la especie más común de crisópidos a nivel centroamericano, pero a pesar de los estudios que se han realizado, no hay suficientes datos de requerimientos nutricionales para su alimentación ya que en general se utilizan dietas destinadas a otras especies de la misma familia. Por lo tanto, se necesita una metodología de cría que esté adecuada al pequeño productor en la cual los costos de producción de este depredador sean los mínimos y que se cuenten con insumos eficientes para su alimentación y confinamiento. Estos insumos son determinantes para su producción masiva a nivel semiartesanal puesto que los costos de producción que se incurren en la cría industrializada son altos para nuestro medio (Nordlund y Morrison, 1992).

En 1994 en el Zamorano, se realizaron experimentos sobre niveles de alimentación para larvas de *C. externa* utilizando huevos de *S. cerealella*. Se evaluó la mejor dieta para los adultos, y se hizo un estudio de prefactibilidad para la cría de este insecto depredador. El estudio de prefactibilidad dejó por fuera la posibilidad de abastecer a la zona rural por la inestabilidad económica y la inseguridad que este representa para la mayoría de las empresas grandes (Gaviláncz, 1994). Es por esto que se intentó realizar una cría de este depredador a nivel semiartesanal, para que esté disponible como táctica de control de plagas y esté al alcance de los pequeños productores.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo general

Establecer una cría semiartesanal de *C. externa* cuya metodología esté al alcance del pequeño productor y que de una respuesta positiva en la producción del depredador a nivel rural.

3.2.2. Objetivos específicos

1. Encontrar la mejor dieta y las cantidades óptimas a suministrar tanto en los estadíos de larva como de adulto.
2. Recoger datos biológicos del insecto a nivel de laboratorio.
3. Desarrollar las condiciones físicas adecuadas para el establecimiento de la cría a nivel semiartesanal.
4. Realizar un análisis económico de la cría de *C. externa* a nivel semiartesanal.

3.3. MATERIALES Y METODOS

La cría de *C. externa* se realizó en el Centro para el Control Biológico en Centro América (CCBCA), situado en Zamorano, Honduras; comenzando en Junio de 1996 y terminando en Abril de 1997. Los experimentos se llevaron a cabo en un cuarto bajo condiciones de humedad y temperatura no controladas. La temperatura promedio aproximada fue de 27°C y una humedad relativa de 70% para todo el tiempo de duración de los ensayos. Las labores de higiene se realizaron utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 1% para desinfectar mesas, estantes y utensilios de manipulación de las larvas. En todos los sistemas de producción, la manipulación de los huevos se realizó cortando el papel de oviposición en pedazos que tuvieran de 10-15 huevos, para no tener que incurrir en separar cada huevo con soluciones químicas lo que hubiese traído mayor laboriosidad y costos al ensayo.

3.3.1. Jaulas y sustratos para la oviposición

Se probaron tres tipos de jaulas y seis sustratos para oviposición. Se observó la oviposición de los adultos tanto en 1) jaulas de malla metálica de 23cm de diámetro y 31cm de alto con tapaderas de cartón; 2) en botes de plástico transparente de 1.5cm de diámetro y 12.5cm de alto con la parte central de la tapadera cubierta con tela organza para permitir la afección y 3) en cajas entomológicas contruidas de madera y vidrio; con medidas de 70 x 35 x 35 cm y con ventanas cubiertas de tela (cajas de mangas). Los sustratos que se probaron para oviposición dentro de cada jaula fueron papel toalla, papel higiénico, papel encerado, papel blanco, cinta adhesiva blanca y hojas de maíz. El papel encerado, papel bond, papel higiénico y papel toalla se pusieron pegados en las tapaderas y en tiras que colgaran dentro de la jaula. La cinta adhesiva blanca se puso en las tapaderas y en las paredes de la jaula y las hojas de maíz se pusieron en tiras colgando dentro de la jaula. La cantidad de papel que se utilizó fue el necesario para que cubrieran las tapaderas; las tiras colgantes se dejaron con un ancho de entre 4-5 centímetros. El reemplazo de los sustratos de oviposición se realizó una vez observados los huevos sobre ellos o cuando se encontraba sucio debido a las excreciones de los adultos.

El experimento se inició con la recolección de adultos de *C. externa* en cultivos de arroz en Zamorano, departamento de Francisco Morazán. Los adultos se recolectaron manualmente sin ayuda de red para minimizar el daño. Luego fueron trasladados a botes de plástico transparente y llevados al laboratorio, donde se procedió a separarlos en números iguales en diferentes jaulas, asumiendo un 50% de hembras y 50% de machos en cada jaula.

En la primera recolección se obtuvieron 60 adultos los cuales se colocaron 30 en cada jaula de plástico. El mismo procedimiento se realizó con los 60 adultos que se obtuvieron en la segunda recolección, los cuales se pusieron en dos jaulas de malla metálica con 30 adultos en cada una y luego con una tercera recolección de 30 adultos se analizó el efecto de las cajas de mangas. Todos los adultos fueron alimentados con una mezcla de miel, levadura y leche en una relación 2:1:1 y siempre se les suministró agua por medio de algodones humedecidos dentro de vasos de 1 onza. Se contabilizaron los huevos en cada tipo de jaula y en cada sustratos para oviposición.

La cantidad de huevos depositados se observó empezando dos días después de la recolección, puesto que el estrés que ocasiona la manipulación de los adultos hace que las hembras ovipositen más de lo normal, viéndose este efecto minutos después del confinamiento. Los huevos depositados en los primeros dos días del confinamiento fueron extraídos para no incurrir en errores a la hora de determinar la cantidad de huevos dentro de cada jaula. La oviposición de las hembras se clasificó entre nula, muy poca (1-50), poca (50-150) y mucha (>150) en un lapso de dos meses. No se realizó un análisis preciso debido a que no hubo sexado de los adultos de *C. externa*, ya que es muy difícil y poco práctico. Debido a esto no se pudo estar seguro de que en cada tratamiento estaba presente el mismo número de hembras.

3.3.2. Dieta para adultos de *C. externa*

El ensayo consistió en probar tres diferentes dietas por separado a 30 adultos en la misma jaula de malla metálica. Se suministró 1) miel pura tanto en platos petri como untado en el papel; 2) miel en solución con agua, en una relación 1:5 y 3) una dieta constituida por miel, proteína de soya y levadura, en una relación 2:1:1 y de consistencia pastosa. En un ensayo posterior se probó sustituir la proteína de soya por leche en polvo, ya que esta es una fuente de proteína que está más disponible en el mercado y tiene menor precio que la proteína de soya. Además de la dieta, se suministró agua por medio de algodones humedecidos dentro de vasos de 1 onza. Se observó la presencia (poca muy poca y mucha) o ausencia de huevos sobre el papel bond como sustrato para la oviposición.

3.3.3. Porcentaje de eclosión de huevos de *C. externa*

Se utilizó un total de 260 huevos procedentes de la cría establecida en los experimentos anteriores, los cuales se colocaron por separado dentro de frascos de 1 onza. Cada huevo

fue separado con la ayuda de una tijera, cortando el sustrato (papel bond), sin dañar el filamento del huevo. Posteriormente se procedió a contar el número de larvas que habían eclosionado y se sacó el porcentaje de eclosión total.

3.3.4. Consumo y duración por estadio de larvas de *C. externa*

Se utilizaron 18 larvas de *C. externa* de un día de edad, las cuales se depositaron por separado en frascos de 1 onza. A estas larvas se le suministraron como alimento larvas de primer estadio de *S. frugiperda* para poder obtener el consumo diario. El número de larvas de *S. frugiperda* suministradas a cada larva de *C. externa* estuvo sujeta a la capacidad de consumo de cada larva de *C. externa* en particular; en todos los frascos siempre hubo un excedente de larvas de *S. frugiperda* que contar.

Se contó el número de larvas de *S. frugiperda* que se suministraba como alimento a cada larva y se tomó la hora exacta en la que se realizó. A las 24 horas, se contaron solamente los residuos (generalmente cabezas) de las larvas de *S. frugiperda* que habían sido depredadas y éste se tomó como el consumo diario por crisopa. El consumo fue determinado de esta manera debido a que al solo contar las larvas vivas de *S. frugiperda* que estaban en el vaso y sacar por diferencia con respecto a lo que se suministró, se pudo incurrir en errores frecuentes como el escape de larvas y posible canibalismo existente y así aumentar erróneamente el consumo real por larva de crisopa por día. La toma de datos se realizó de manera diferente para cada larva y estuvo sujeta al número de días que se tardó en pasar a la etapa de pupa. El paso de un estadio a otro se determinó por la disminución repentina del consumo a través de la etapa larval. El ensayo y suministro de larvas de *S. frugiperda* terminó cuando todas las larvas empuparon.

También se determinó los días a eclosión, la duración promedio en días de cada estadio larval y promedio de días totales en larva. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias LSD (diferencia mínima significativa) al 5% para determinar si hubieron diferencias de consumo entre estadios, así como el número de días por estadio larval.

3.3.5. Cría de larvas de *C. externa*

Se recolectaron 140 adultos de *C. externa* en el área de San Nicolás, terreno perteneciente al Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, específicamente en áreas con gran cantidad de zacate Johnson (*Sorghum halepense* L.). Se colocaron los adultos en tres jaulas de malla metálica con papel bond como sustrato para la oviposición. Se analizaron tres sistemas de producción de larvas:

1. bolsas plásticas de 5 lbs; alimentación con huevos de *S. frugiperda*
2. bolsas plásticas de 5 lbs; alimentación con larvas de *S. frugiperda*
3. vasos plásticos transparentes de 7.8 cm diámetro de la boca, 4.8cm diámetro de la base y 11.5cm de altura; alimentación con larvas de *S. frugiperda*

3.3.5.1. Producción en bolsas y alimentación con huevos de *S. frugiperda*. Se utilizaron 1723 huevos de *C. externa* repartidos en 51 bolsas transparentes de 5 lbs, resultando en un promedio de 34 huevos/bolsa, y un rango de 20 - 47 huevos por bolsa. Todas las bolsas tenían aproximadamente un metro de papel higiénico para aumentar el área de superficie disponible en el movimiento de las crisopas y disminuir el canibalismo. Posteriormente se procedió a llenarlas con aire, soplándolas hasta que alcanzaran una consistencia dura y finalmente se amarraron con hilo cáñamo. El propósito de esta técnica fue de proveer humedad dentro de la bolsa. Una vez que los huevos de crisopas habían eclosionado, se procedió a alimentarlos con cantidades de huevos de *S. frugiperda* que oscilaban entre 1-2 masas¹ subdivididos de tal manera que se distribuyeran de mejor manera en el interior de la bolsa.

El agua fue suministrada por medio de algodones humedecidos no saturados para prevenir el goteo y así eliminar posible crecimiento de hongos en la bolsa. Se registró la cantidad de pupas viables de *C. externa* que se obtuvieron por bolsa. El porcentaje de pupas viables se calculó comparando la cantidad de pupas al final de la cría con el número inicial de huevos de *C. externa* introducidos a la unidad de cría. Posteriormente se analizó mediante una regresión el efecto del suministro de huevos de *S. frugiperda* sobre el porcentaje de pupas viables. También se analizaron los contaminantes dentro de las bolsas con la ayuda de un microscopio y estos se identificaron hasta el nivel de género.

3.3.5.2. Producción en bolsas y alimentación con larvas de *S. frugiperda*. Se utilizaron 390 huevos de *C. externa* repartidos en 18 bolsas, con un promedio de 22 huevos/bolsa y en un rango de 15-30 huevos por bolsa. Antes de que los huevos de crisopa hubieran eclosionado se suministraron cantidades de huevos de *S. frugiperda* a punto de eclosionar, que oscilaban entre 3-5 masas, y en los días siguientes se continuó dando larvas de primer estadio de *S. frugiperda* según se necesitara. El suministro de alimento se realizó de esta manera para que cuando la larva de *C. externa* eclosionara, tuviera alimento disponible en forma de larva. Se registró la cantidad de pupas viables de *C. externa* que se obtuvieron por bolsa y se analizó mediante una regresión entre el suministro de larvas y el porcentaje de pupas viables.

3.3.5.3. Producción en vasos plásticos y alimentación con larvas de *S. frugiperda*. Para este ensayo se pusieron a eclosionar los huevos de *C. externa* en una cámara de eclosión (recipiente de plástico blanco y suave, con tapadera con hueco y recubierta con tela organza para mejorar la aireación). El propósito de este sistema fue de minimizar el canibalismo entre larvas de *C. externa* ya que al haber menor cantidad de individuos en la unidad de cría hay menor contacto entre ellos. Una vez eclosionados los huevos, se procedió a transferir las larvas de primer estadio a los respectivos vasos plásticos con la ayuda de un pincel fino. Se utilizaron 250 larvas de *C. externa* distribuidas en 50 vasos conteniendo cada vaso cinco larvas. Se procedieron a alimentar las larvas de *C. externa* con larvas de primer estadio de *S. frugiperda*. Las larvas de crisopa se observaron

¹ Una masa equivale aproximadamente a 500 huevos en este estudio.

diariamente y se alimentaron cuando había poco alimento en la unidad de cría. Se suministraron entre 30-150 larvas de *S. frugiperda* cada 1 ó 2 días dependiendo de la cantidad de alimento que hubiera en la unidad de cría y el estadio de crecimiento del depredador. El agua fue proporcionada de igual manera que en los sistemas anteriores, pero los algodones fueron humedecidos con la ayuda de una pajilla de plástico para facilitar la operación. Se registró la cantidad de pupas viables de *C. externa* obtenidas al final de la cría y se realizó una correlación Pearson entre el suministro de larvas de *S. frugiperda* y el porcentaje de pupas al final de la cría.

3.3.6. Producción de *S. frugiperda*

Para la cría de enemigos naturales ya sea a nivel artesanal o industrial, un aspecto muy importante es la cría del hospedero el cual se le suministrará como alimento en su estadio larval. Para este experimento se utilizó *S. frugiperda* como hospedero para la cría de *C. externa*. Se calculó la eficiencia de producción (porcentaje de pupas) de *S. frugiperda* en dos sistemas de cría. Los estudios se realizaron desde octubre de 1996 hasta marzo de 1997.

3.3.6.1. Producción en bolsas y alimentación con hojas de maíz. Se utilizaron 200 larvas de primer estadio, las cuales se repartieron en cuatro bolsas plásticas transparentes de 5 lbs con un promedio de 50 larvas en cada una. La alimentación se realizó con hojas tiernas de maíz. Cada hoja de maíz después de ser cortada de la planta fue limpiada con agua y algodón para remover la suciedad existente y que se redujera la cantidad de contaminante que podría infestar la cría.

Las larvas de *S. frugiperda* se introdujeron sobre las hojas de maíz. Las bolsas una vez listas con el contenido, se llenaron de aire y se amarraron con hilo cáñamo. El cambio de las hojas de maíz se realizó cada tres días, cuando éstas ya presentaban una coloración amarillenta. Se registró la cantidad de pupas viables de *S. frugiperda* que se obtuvo al final de la cría y se analizó el porcentaje de eficiencia (número de pupas obtenidas comparado con el número inicial de larvas en la unidad de cría).

3.3.6.2 Producción en vasos plásticos y alimentación con dieta semiartificial. Se hizo una dieta artificial que pudiera ser accesible al pequeño productor, utilizando ingredientes que se pueden obtener en tiendas y farmacias de cualquier zona rural. Se utilizaron los siguientes ingredientes: levadura, leche, benlate, tetraciclina, formalina, harina de maíz precocida, soya y arroz. Se dejó por un lado las vitaminas, ácido sórbico, ácido ascórbico y el agar, por las razones económicas antes mencionadas y asumiendo que algunos como las vitaminas pudieran ser reemplazados por la soya, arroz y harina de maíz precocida. Otro propósito de usar la harina de maíz precocida fue de reemplazar el uso de agar. La cantidad de cada ingrediente que se agregó a la dieta se obtuvo de un catálogo de dietas artificiales establecidas para la cría de *S. frugiperda* que se realiza actualmente en el CCBCA. La cantidad de la harina de maíz precocida se determinó con pruebas preliminares hasta que se logró que la dieta quedara con una consistencia adecuada.

Se colocaron las larvas en los vasos plásticos transparentes utilizando tres densidades de larvas/vaso (5, 10, 15 larvas/vaso) como tratamientos para determinar la densidad que resulta en mayor porcentaje de pupas y se usaron 22, 22 y 12 replicas para cada tratamiento respectivamente. Al principio los vasos se invirtieron (con la tapadera hacia abajo) puesto que las larvas de primeros estadíos tienden a estar en las partes más altas. Se registró el número de pupas al final de la cría.

3.3.7. Análisis de costos e inversiones para la cría de *C. externa*.

El sistema escogido para este análisis fue el de la cría de *C. externa* en vasos plásticos y alimentación con larvas de *S. frugiperda*. Los costos de la cría del hospedero, se tomaron de acuerdo al sistema utilizado en el CCBCA (dieta artificial) ya que es un sistema eficiente y el más utilizado para la producción de este hospedero. Para analizar el costo del confinamiento de los adultos tanto del depredador como del hospedero, se utilizó las jaulas de malla metálica y la dieta para los adultos del depredador fue la mezcla de miel, levadura y leche. El análisis de inversión y costos para un mes se realizó para una pequeña cría de 10 jaulas del depredador y tres jaulas del hospedero.

Se denotó la cantidad de dinero que se necesita para llevar esta cría a nivel artesanal, sin tomar en cuenta instrumentos muy sofisticados que en realidad se necesitan (como es el caso de un extractor de humedad para la cría de *S. frugiperda*). Tampoco se tomó en cuenta el valor del alquiler del cuarto, ni servicios esenciales como el agua y la luz.

3.4. RESULTADOS Y DISCUSION

3.4.1. Jaulas y sustratos para la oviposición

En las jaulas de plástico, la oviposición fue poca en papel bond y nula en papel encerado (Cuadro 1). La cinta adhesiva blanca, papel higiénico, papel toalla y las hojas de maíz tuvieron muy pocos huevos. Esta baja oviposición pudo deberse a la poca aireación dentro de la jaula, puesto que solamente la parte de arriba de la jaula tenía entrada de aire.

En la caja de mangas, la oviposición fue poca, pero mayor que en las jaulas de plástico siempre y cuando se usó el papel bond como sustrato para la oviposición. Cuando se utilizó papel higiénico y papel toalla se observaron muy pocos huevos. Las hojas de maíz y cinta adhesiva blanca presentaron una oviposición nula al igual que el papel encerado (Cuadro 1). La cantidad de luz presente en esta jaula al probarse los diferentes sustratos de oviposición fue menor que en los otros dos tipos de jaula.

La jaula de malla metálica y el papel bond resultó ser mejor para la oviposición. En hojas de maíz hubo muy poca oviposición puesto que estas hojas se secaban. La oviposición en

el papel toalla y el papel higiénico fueron similares pero menores a las observadas en el papel bond, por lo que se podría considerar como el segundo mejor sustrato en el experimento. En el caso de la cinta adhesiva y el papel encerado, la oviposición fue nula (Cuadro 1), prefiriendo los adultos ovipositar en las paredes de la jaula. Tanto la cantidad de luz en el día como el flujo de aire dentro de la jaula pudieron ser las causas de la mayor oviposición, así como el tipo de sustrato adecuado.

Cuadro 1. Oviposición por hembras de *Chrysoperla externa* en las diferentes jaulas y sustratos.

		Nula	Muy poca	Poca	Mucho
Jaula plástica	Papel bond			x	
	Papel encerado	x			
	Papel higiénico		x		
	Papel toalla		x		
	Hojas de maíz		x		
	Cinta adhesiva		x		
Caja de mangas	Papel bond			x	
	Papel encerado	x			
	Papel higiénico		x		
	Papel toalla		x		
	Hojas de maíz	x			
	Cinta adhesiva	x			
Jaula de malla	Papel bond				x
	Papel encerado	x			
	Papel higiénico			x	
	Papel toalla			x	
	Hojas de maíz		x		
	Cinta adhesiva	x			

3.4.2. Dieta para adultos de *C. externa*

No se observaron huevos en el papel bond al alimentar los adultos con miel diluida con agua. Cuando se cambió el alimento a miel pura se observaron pocos huevos en la parte superior de la jaula. La mayor cantidad de huevos fueron puestos cuando los adultos fueron alimentados con la mezcla de miel pura, proteína de soya y levadura, viéndose su efecto tres días después de que se suministró. Cuando se usó leche como sustituto de la proteína de soya no se observó una disminución en las cantidades de huevos puestas en el papel bond, por lo que se procedió a utilizar la leche en polvo en el resto de los estudios.

El efecto de la mezcla pudo deberse al contenido vitamínico, proteico y mineral de la dieta, a diferencia de las otras dos dietas que solo constaban de miel, lo cual hacía menos disponible los requerimientos nutricionales de los insectos dentro de la jaula.

Las respuestas encontradas en este estudio son similares a las de Gavilánez (1994), Rousset (1984) y Finney (1948). Los datos muestran que la presencia de levadura y una fuente de proteína en la dieta aumentan considerablemente la oviposición en las hembras. En contraste, la dieta solamente a base de miel tiene resultados sumamente inferiores en comparación con la mezcla descrita anteriormente.

3.4.3 Porcentaje de eclosión de huevos de *C. externa*

El porcentaje de eclosión fue de 86%. Este dato es útil en el laboratorio pero puede llegar a ser menor al liberar los huevos, producidos en la cría, en el campo; ya que se expone a la depredación, parasitismo o bien al canibalismo existente entre las larvas de esta especie. Gavilánez (1994) presentó porcentajes de eclosión que oscilaron entre los 79-84%.

3.4.4 Consumo y duración por estadio de larvas de *C. externa*

El consumo del tercer estadio larval de *C. externa* fue significativamente mayor ($p < 0.05$) al de los dos primeros estadios y resultó ser aproximadamente 20 veces mayor que el primero y siete veces mayor que el segundo (Cuadro 2). El menor consumo fue de 12 para una larva de primer estadio y el mayor fue de 389 para una larva de tercer estadio.

La larva de tercer estadio tuvo un consumo de presas por día significativamente ($p < 0.05$) mayor que los dos primeros estadios, aproximadamente 13 veces más que el primer estadio y cuatro veces más que el segundo estadio (Cuadro 2). El menor consumo por día fue de tres larvas para una larva de primer estadio; el mayor fue de 110 larvas para una larva de tercer estadio.

La larva de tercer estadio duró poco menos de ocho días, pero significativamente más ($p < 0.05$) que los dos primeros (Cuadro 2). Entre los dos primeros estadios no hubo una diferencia significativa ($p > 0.05$). Ambos duraron en promedio poco menos de cinco días.

Comparando los resultados con los datos de Canard y Principi (1984), el consumo de las larvas de crisopas de diferentes géneros y especies (Anexo 6) se va incrementando al cambiar de un estadio larval a otro. El mayor consumo de presas se presenta durante el tercer estadio, por ser más activo, voraz y hasta canibalista. *C. externa* no es mencionada, pero el comportamiento es similar en la mayoría de las especies de Chrysopidae.

Comparando el consumo de cada estadio (Cuadro 2) con el consumo total (Cuadro 3), el primer estadio consume un 4%, el segundo estadio 12% y el tercer estadio 84%, datos

muy similares a los presentados por Canard y Principi (1984) para *C. carnea* alimentada con *Panonychus citri* McGregor (Anexo 6). *Anisochrysa boninensis* Okamoto alimentada con huevos de *Heliothis armigera* Hubner presentó tasas de consumo de 7%, 13% y 80%.

El promedio de días por estadio (Cuadro 2) y el número de días en huevo y larva (Cuadro 3) son también similares a los presentados por Canard y Principi (1984) en un estudio de diferentes géneros y especies de Chrysopidae. Para comparación *C. carnea* presenta un promedio de duración de 4.8 días en la etapa de huevo así como 3.2, 2.8 y 6.9 días por orden de estadio larval.

Cuadro 2. Promedios de consumo de larvas de *Spodoptera frugiperda* y número de días por estadio de *Chrysoperla externa*.

	Estadio		
	1	2	3
Consumo/estadio	21.4 ± 8.7* a	60.5 ± 10.0 a	427.8 ± 141.0 b
mínimo	12	37	136
máximo	44	75	589
Consumo/día	4.5 ± 1.1 a	13.8 ± 3.4 a	59.9 ± 25.4 b
mínimo	3	8	10
máximo	8	20	110
Días/estadio	4.7 ± 1.3 a	4.5 ± 0.79 a	7.9 ± 3.0 b
mínimo	4	3	4
máximo	9	6	14

Medias con la misma letra en la fila no difieren significativamente según la prueba LSD ($\alpha=0.05$).

* Media ± desviación standard

Cuadro 3. Datos biológicos de *Chrysoperla externa*

Medida	Promedio	Máximo	Mínimo
No. de días en huevo	5.0 ± 1.0*	6.0	4.0
No. de días en estado larval	17.1 ± 3.6	27.0	12.0
Consumo de larvas de <i>S. frugiperda</i> durante la etapa larval	510.1 ± 142	678.0	220.0

* Media ± desviación standard

3.4.5. Cría de larvas de *C. externa*

3.4.5.1. Producción en bolsas y alimentación con huevos de *S. frugiperda*. La eficiencia de producción (número de pupas viables obtenidas en comparación con el número de larvas colocadas en la unidad de cría) fue de un 5.8%, una cifra muy baja.

El modelo de regresión de eficiencia debido a suministro de alimento que mejor se ajustó a los datos fue el lineal. No hubo una relación entre el suministro de masas de huevo y el porcentaje de pupas de *C. externa* obtenido al final de la cría ($p=0.36$). Este R^2 bajo pudo estar sujeto al canibalismo existente tanto de larva a huevo, larva a larva como de larva a pupa. La superficie de movimiento fue baja dentro de la bolsa, aunque se trató de aumentarla con papel higiénico. Otro aspecto que se debe de recalcar es que el suministro de huevos se realizó depositándolos dentro de la bolsa y luego éstos, por la forma de la bolsa, se movían hacia las puntas, lo que forzaba a las larvas a ir en busca del alimento y al estar todas juntas el nivel de canibalismo se incrementó. Nordlund y Morrison (1992) aseguran que la cría de altas densidades de larvas de *Chrysoperla* spp. es muy difícil por el alto grado de canibalismo existente. Otro aspecto negativo fue el crecimiento de hongos y la infestación de ácaros dentro de la unidad de cría. Una de las bolsas presentó un hongo del género *Rhizopus*, tres tuvieron presencia de ácaros y las 13 tuvieron presencia de *Aspergillus*. La presencia de *Aspergillus* pudo implicar la presencia de micotoxinas que pudieron haber afectado la cría. En el diagrama de dispersión (Figura 1) se puede observar la distribución de los datos.

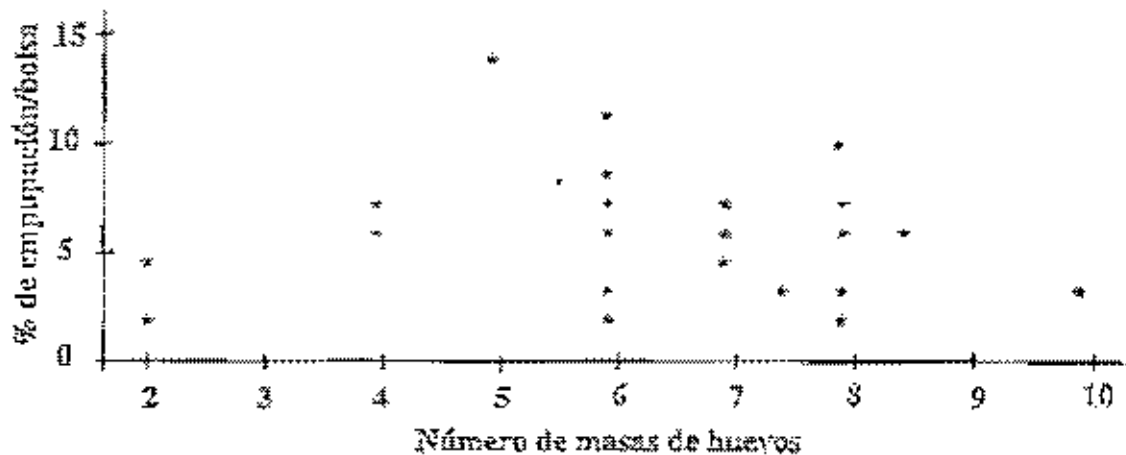


Figura 1. Diagrama de dispersión de los datos en el sistema de producción de *Chrysoperla externa* en bolsas y suministro de masas de huevos de *Spodoptera frugiperda* como alimento.

3.4.5.2. Producción en bolsas y alimentación con larvas de *S. frugiperda*. La eficiencia promedio de producción en este sistema (10.3%) fue mayor que la anterior pero aún fue baja. El modelo que mejor se ajustó en el análisis de regresión fue el de la interacción lineal y cuadrático, con un R^2 de 0.06. No hubo una relación significativa entre el suministro de larvas y el porcentaje de pupas. La dispersión de los datos pueden observarse en la Figura 2.

Las causas de esta baja eficiencia y del R^2 bajo se deben, al igual que en el sistema anterior, al grado de canibalismo dentro de la bolsa. El grado de canibalismo existente fue menor que en el sistema anterior, pero siempre alto. Otro aspecto importante de mencionar es que en un principio las larvas de *S. frugiperda* se movían hacia la parte superior de la bolsa, pero después de un tiempo todas se juntaban en las esquinas de ésta, lo que pudo incurrir en mayores probabilidades de canibalismo. El canibalismo existente fue principalmente el de larva a larva. En este sistema de cría también se presentaron los mismos contaminantes que en el sistema anterior.

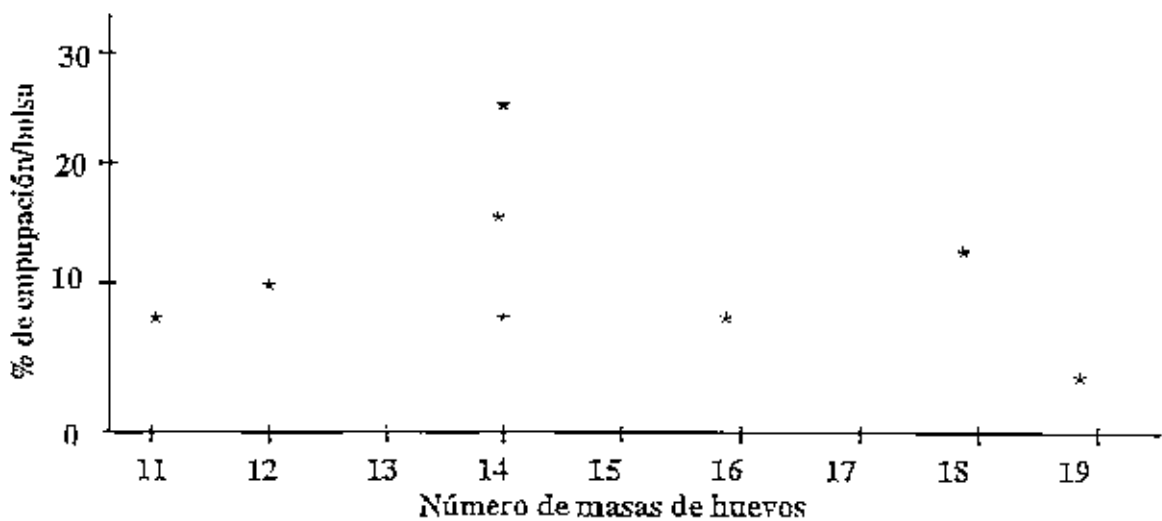


Figura 2. Diagrama de dispersión de los datos en el sistema de producción de *Chrysoperla externa* en bolsas y suministro de larvas de *Spodoptera frugiperda* como alimento.

3.4.5.3. Producción en vasos plásticos y alimentación con larvas de *S. frugiperda*. La eficiencia de producción en este sistema fue 35%, siendo la mayor de los tres sistemas de cría que se utilizaron a través del ensayo. El coeficiente de correlación Pearson fue de 0.37 y significativo ($p=0.02$), con lo que se puede decir que hubo una relación entre el suministro de larvas y el porcentaje de pupas en este sistema de producción. En el diagrama de dispersión (Figura 3) se puede observar la disposición de los datos.

En este tipo de cría se observó un grado bajo de canibalismo de larva a larva, pero al faltar alimento solamente por un día y principalmente cuando las larvas se encontraron en tercer estadio, se observó canibalismo de larva a pupa; lo cual pudo haber afectado la eficiencia en este sistema de cría del depredador.

Este sistema puede aumentar su eficiencia manteniendo un suministro de larvas constantemente y sacar las pupas recién formadas para evitar el canibalismo de larva a pupa y así obtener mayor cantidad de pupas viables por unidad de cría.

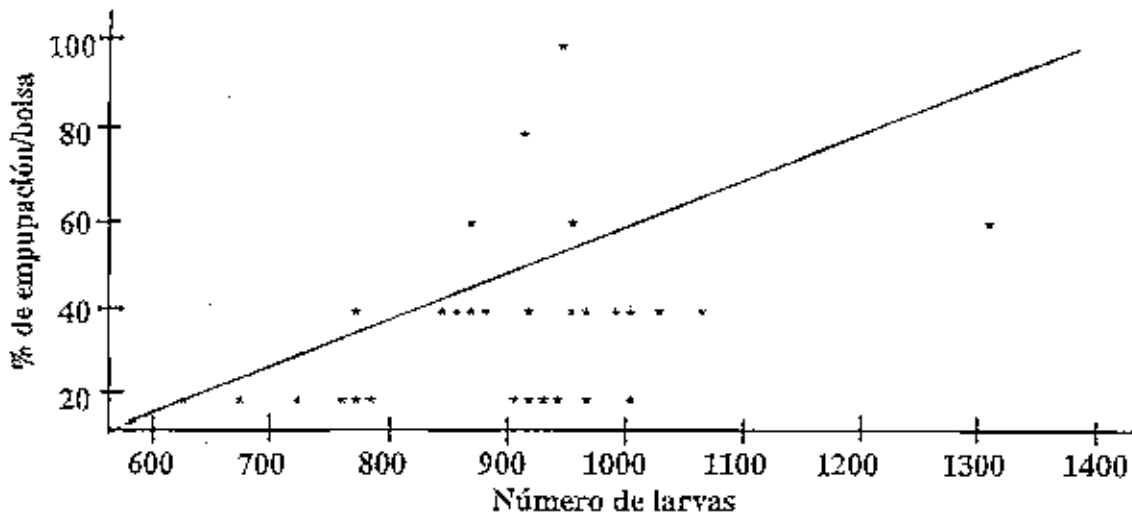


Figura 3. Diagrama de dispersión de los datos en el sistema de producción de *Chrysoperla externa* en vasos y suministro de larvas de *Spodoptera frugiperda* como alimento.

3.4.6. Producción de *S. frugiperda*

3.4.6.1. Producción en bolsas y alimentación con hojas de maíz. La eficiencia promedio de producción en este sistema fue 5.5%. La razón por esta baja eficiencia fue por la gran cantidad de hongos presentes en la cría debido a la alta humedad dentro de la bolsa. También se presentó un nivel alto de canibalismo dentro de las bolsas, aún cuando todavía quedaba alimento.

3.4.6.2 Producción en vasos plásticos y alimentación con dieta semiartificial. La eficiencia de este sistema fue de 1.6%. La dieta fue aceptada por las larvas en un principio, pero la cantidad de hongos presentes en la cría afectó de manera considerable en el consumo de la dieta. Independientemente de los contaminantes de la cría, la deficiencia de algunas vitaminas y los demás ingredientes faltantes en la dieta

mencionados en la sección de Materiales y Métodos, afectó el desarrollo de las larvas, puesto que al compararlos con larvas de la misma edad en la cría que se mantiene en el CCBCA, su tamaño fue considerablemente menor y el ciclo de vida fue más largo. Las siete pupas que se obtuvieron de este tipo de sistema fueron subdesarrolladas y débiles; ninguna emergió.

La presencia de hongos (*Penicillium*) en la cría no se pudo disminuir incrementando la cantidad de fungicida en la dieta. No se puede asegurar que la cantidad de estos hongos hayan afectado directamente el desarrollo de las larvas, pero sí lo afectó en forma indirecta pues obstaculizó el consumo en todo el período larval, ya que formó una capa gruesa por encima de la dieta.

3.4.7. Análisis de costos e inversiones para la cría de *C. externa*.

Para establecer una pequeña cría de 10 jaulas de *C. externa* con 50 adultos/jaula de malla metálica (25 hembras y 25 machos) y tres jaulas de *S. frugiperda* con 100 adultos/jaula de malla metálica (50 hembras y 50 machos), las inversiones mínimas que se deberían de realizar tienen un valor de US\$78.63 (Cuadro 4). Pueden ser menores si se opta por eliminar algunos instrumentos y equipos que se puedan improvisar con los recursos de la zona, como es el caso de las mesas y sillas.

El gasto mensual de material e insumos para la limpieza y el mantenimiento de la cría (incluyendo mano de obra) es de US\$60.46 (Cuadro 5). Se toma en cuenta solamente lo útil y necesario al momento de establecer la cría, dejando por fuera balsas para depositar basura, cintas adhesivas, marcadores y otros materiales, los cuales se consideran secundarios si lo que se quiere es reducir los costos de producción. Los costos mensuales de los insumos para la alimentación tanto de *C. externa* (Cuadro 6) como de *S. frugiperda* (Cuadro 7) son bajos, US\$1.60 y US\$19.88, respectivamente. Los costos mensuales totales son de US\$81.94 (Cuadro 8). Con las tres jaulas de *S. frugiperda*, calculando una producción diaria de 20 masas/jaula y de 300 huevos/masa, se pueden alimentar aproximadamente unas 500 larvas de *C. externa* en tres semanas, basado en los datos de consumo total (Cuadro 3). La cantidad de huevos producida por las tres jaulas es suficiente para mantener de igual manera la cría y estar renovando los adultos al tiempo recomendado.

Cuadro 4. Inversiones para una cría adaptada al pequeño productor.

Detalle	Unidad	Costo/unidad US\$	No. unidades	Costo total US\$
Matamoscas	matamoscas	0.16	1	0.16
Tela metálica*	pie	0.45	32.5	14.6
Vasos plásticos	vaso	0.026	1000	26.0
Escoba plástica	escoba	1.31	1	1.31
Pinceles	pincel	0.96	2	1.92
Pinza metálica	pinza	1.32	2	2.64
Sillas	silla	10.0	1	10.0
Mesas	mesa	20.0	1	20.0
Botella/lavar	botella plástica	1.0	2	12.0
Sub-Total				78.63

*36 pulgadas

Cuadro 5. Costos de mano de obra, materiales e insumos en un período de un mes.

Materiales e Insumos	Unidad	Costo/unidad US\$	Cantidad/mes	Costo/mes US\$
Papel encerado	Rollo	2.00	1.5	3.00
Papel bond	Resma/100	1.76	2	3.52
Alcohol 90%	Litro	3.58	3	10.74
Papel higiénico	Rollo	0.21	25	5.25
Cloro líquido	Galón	2.35	1	2.35
Algodón 16 oz	Rollo	2.80	2	5.60
Mano de obra	Persona	30	1	30
Sub-Total				60.46

Cuadro 6. Costos de alimentación para 10 jaulas de *Chrysoperla externa* en un mes.

Insumo	Unidad	Costo/unidad US\$	Cantidad/mes	Costo/mes US\$
Levadura	gramos	0.005	100	0.5
Leche en polvo	gramos	0.005	100	0.5
Miel	mililitros	0.003	200	0.60
Sub-Total				1.60

Cuadro 7. Costos de alimentación para tres jaulas de *Spodoptera frugiperda* en un mes.

Insumo	Unidad	Costo/unidad US\$	Cantidad/mes	Costo/mes US\$
Agar	gramos	0.029	137.6	3.99
Frijol soya	gramos	0.0008	430.0	0.34
Arroz	gramos	0.0006	344.0	0.21
Proteína de soya	gramos	0.008	344.0	2.75
Leche en polvo	gramos	0.005	240.8	1.20
Levadura	gramos	0.005	344.0	1.72
Acido ascórbico	gramos	0.08	30.96	0.25
Acido sórbico	gramos	0.038	15.48	0.59
Vitaminas	gramos	0.121	51.60	6.24
Tetraciclina	miligramos	0.00072	430.0	0.31
Formalina 40%	mililitros	0.003	30.96	0.09
Metilparabenceno	gramos	0.03	25.80	0.77
Benlate	gramos	0.032	5.160	0.17
Miel	mililitros	0.003	416.6	1.25
Sub-Total				19.88

Cuadro 8. Costos totales mensuales para el mantenimiento de un insectario.

Detalle	Costos por mes
Mano de obra, materiales e insumos	60.46
Alimentación de <i>C. externa</i>	1.60
Alimentación de <i>S. frugiperda</i>	19.88
TOTAL	81.94

De las 10 jaulas de *C. externa*, nueve se mantienen para realizar las liberaciones en el campo y vender excedentes y una para el mantenimiento de la cría. Tomando en cuenta que una hembra de crisopa puede depositar 300 huevos en tres o cuatro semanas de vida, la producción mensual sería de 7,500 huevos/jaula como mínimo. Según las recomendaciones de varias casas comerciales, se debe de liberar alrededor de 75,000 huevos por hectárea divididos en tres aplicaciones de 25,000 huevos cada una (Anexo 7). La frecuencia de liberación se realiza de acuerdo al número de días que se encuentra en la etapa larval.

Con la producción mensual de las nueve jaulas (67,500 huevos), y asumiendo que el agricultor tiene solamente una hectárea donde liberar, se puede hacer la liberación de los 25,000 huevos por mes y queda un excedente de huevos de 42,500 huevos.

La comercialización del excedente a un precio común de US\$2/1,000 huevos (Gavilánez, 1994), darían un ingreso bruto de US\$127.50, con lo cual se podría pagar los costos de producción mensual y salir de la pequeña inversión al segundo mes. El precio de huevos de crisopa no ha variado mucho desde hace cinco años, pero este es muy caro puesto que para una liberación se tendrían que invertir US\$75.00 y dado que se necesitan tres liberaciones como mínimo para el control de plagas en una hectárea, significarían US\$ 225. Este costo no podría ser subsanado por cultivos tradicionales como maíz, sorgo e inclusive algunas hortalizas las cuales se venden a precios bajos en el mercado. Por lo tanto esta táctica de control sería más recomendable para cultivos de exportación como noción, sandía y otros cultivos no tradicionales de mayor precio en el mercado y de restricciones en cuanto a niveles de residualidad de químicos al momento de su importación. En el caso de que el pequeño productor optara por reducir el precio de venta de los 1000 huevos tendría que bajar el precio como mínimo a US\$2/1,000 huevos, para así cubrir los costos totales mensuales y no obtener ganancias, y aún así el precio de compra seguiría siendo alto.

Como se puede ver en los resultados del análisis de costos e inversiones en el primer mes, la cantidad de dinero que se necesita para establecer una cría de esta magnitud es baja, pero inalcanzable sin un préstamo para el pequeño productor centroamericano.

Otro problema del establecimiento de una cría de este tipo a escala del pequeño productor es que la mayoría de insumos, especialmente para la dieta de *S. frugiperda*, no están disponibles en el mercado por lo que se tiene que recurrir a pedir estos productos al extranjero. De igual manera, los problemas de contaminantes en la cría por prescindir de equipos caros, como los extractores de humedad, pueden ser factores que afecten la productividad esperada y se traduzca en pérdidas a futuro.

Por la falta de concientización de los productores sobre la utilización de los enemigos naturales para el control de plagas en los cultivos, la demanda de este producto es baja. Gavilánez (1994) menciona que algunos productores están dispuestos a utilizar crisopas al menos en el 2% del área cultivada. El productor al no poder vender el excedente de huevos, no podrá subsanar los costos de producción ni recuperar su inversión. En contraste, el costo de controlar las plagas por medio de esta alternativa sería demasiado alto y se tendría que abandonar.

En este tipo de cría de enemigos naturales, lo más lógico es pensar en la participación de una cooperativa de productores, los cuales tendrían más posibilidades de alcanzar el monto de la inversión y costos del primer mes y tendrían mayores oportunidades de comercializar el excedente de producción. Con este tipo de cooperativa el tamaño de la cría podría crecer y además comprar equipo más sofisticado para obtener mejores resultados. Si bien es cierto que los costos de alimentación por mes tanto para *C. externa* como para *S. frugiperda* no son altos, se debe de tomar en cuenta que la compra de los insumos debe de realizarse en cantidades comerciales y esto implica tener suficiente dinero al momento de instalar la cría.

3.5. CONCLUSIONES

1. La jaula de malla metálica y el papel bond como sustrato para la oviposición son la mejor combinación para el confinamiento de los adultos de *C. externa* al momento de establecer una cría.
2. La mejor dieta para adultos de *C. externa* es la combinación de miel, leche o proteína de soya y levadura en una relación de 2:1:1.
3. El mejor sistema de producción es con vasos plásticos y el suministro de larvas de *S. frugiperda* como alimento.
4. La producción de *S. frugiperda* en altas densidades a nivel semiartesanal es difícil por la falta de equipos apropiados y la falta de insumos necesarios para un desarrollo normal de la larva.
5. La inversión para establecer una cría a nivel artesanal y los costos mensuales de producción son bajos y pueden ser subsidiados por una cooperativa, pero muy difícil para un pequeño productor de la zona rural.
6. La comercialización del excedente de producción se puede dificultar en el área rural por su alto costo y por la falta de concientización de la mayoría de los productores en la utilización de enemigos naturales para el control sostenible de plagas.
7. Esta táctica de control de plagas por su alto costo no es viable para cultivos tradicionales, pero puede ser económicamente factible para cultivos de exportación.

3.6. RECOMENDACIONES

1. Se deben de realizar estudios similares con otros hospederos, para encontrar el más fácil de criar artesanalmente, el más económico y poder disminuir costos de producción.
2. Mantener el alimento constantemente dentro de las unidades de cría de *C. externa* para evitar el canibalismo entre larvas y sacar los capullos recién formados para evitar el canibalismo de larva a pupa y así tratar de aumentar la eficiencia.
3. En el caso del pequeño productor, estos pueden realizar recolecciones periódicas de adultos de crisopa en el campo, confinarlos en jaulas y solamente incurrir en el costo de la alimentación de los adultos. De esta manera el productor podría analizar los huevos de *C. externa* en su parcela y estar realizando el mismo procedimiento cada vez que vaya disminuyendo el número de adultos en las jaulas, evitándose el costo y laboriosidad en la cría del hospedero.

LIBERACION DE *Chrysoperla externa* EN REPOLLO (*Brassica oleracea* vr. capitata L.) EN LA REGION I DE NICARAGUA

IV. LIBERACION DE *Chrysopa externa* EN EL CULTIVO DE REPOLLO

4.1. INTRODUCCION

Las liberaciones de enemigos naturales en el campo se realizan como una táctica para el control de plagas, bajando los costos de producción, en muchos casos de manera considerable, y tratando de cooperar con la protección del ambiente y la biodiversidad en el campo de cultivo.

Frecuentemente el requerimiento más importante para determinar un lugar de liberación es la seguridad por parte del propietario de que no se harán aplicaciones de productos químicos tóxicos (DeBach, 1964). Por tener este requerimiento como el más importante, es que se decidió trabajar con un productor el cual tiene experiencia con trabajos investigativos y está abierto a las nuevas alternativas que se vayan suscitando para el control de las plagas, ya que tiene como objetivo a corto plazo la transformación de la finca, en finca modelo en MIP.

La liberación de *C. externa* en cultivos de repollo, para el control especialmente de larvas de primeros estadios de *Plutella xylostella* (L.), no ha sido reportado según la literatura revisada, aunque se ha liberado para el control de áfidos. Las aplicaciones de agua con azúcar como tratamiento se realizan para poder comparar la atracción de enemigos naturales presentes en la zona, tanto con el efecto de *C. externa* como con las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* (Bt). Las aplicaciones de agua con azúcar han sido utilizadas en el cultivo del maíz y otros cultivos para la atracción de depredadores los cuales aportan al control de *S. frugiperda* como parte del manejo integrado de plagas. El tratamiento de Bt, es el más usado para el control de *P. xylostella* por la mayoría de los productores de repollo, por lo que se decidió utilizarlo como tratamiento al momento del establecimiento del ensayo.

Este estudio tuvo como objetivo principal comparar el efecto de tres tipos de control para *P. xylostella*, colonias de áfidos y *Spodoptera* spp.; así como el aumento de enemigos naturales como hormigas, arañas y el conjunto de depredadores de la zona.

4.2. MATERIALES Y METODOS

4.2.1. Localización

El estudio se realizó en la finca "Las Cuevitas", en la comunidad de La Almaciguera, comarca del departamento de Estell. Esta finca es propiedad del productor Sr. Francisco Araúz Reyes. La finca está ubicada a 25 km. al suroeste de la ciudad de Estell, específicamente en las montañas del Tisey a una altura aproximada de 1400 msnm.

4.2.2. Establecimiento de las parcelas

Las parcelas se establecieron el 3 de Julio de 1997. En esa fecha el cultivo tenía 20 días después de transplante. El período de almácigo o semillero duró aproximadamente 40 días debido a la fuerte sequía que azotó a la zona, adjudicada al fenómeno de "El Niño".

Se establecieron 12 parcelas de 72 m² cada una. Este tamaño de la parcela se decidió para que la toma de datos resultara representativa, puesto que un área más pequeña podría haber resultado en migración de las larvas de *C. externa* liberadas o la deriva de los productos que se aplicaron con bomba de mochila. Cada parcela se dividió en 12 surcos en los cuales había un total de 300 plantas. No se dejó área para bordes entre las parcelas, lo cual hubiera implicado más número de plantas a utilizar.

4.2.3. Diseño experimental

El diseño experimental usado fue el de bloques completos al azar. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento y los tratamientos fueron los siguientes: liberación de *C. externa*, aplicación de agua con azúcar y aplicación de Bt.

La liberación de *C. externa* y las aplicaciones de agua con azúcar y Bt se iniciaron a los 20 días después del transplante, el mismo día que se delimitaron las parcelas.

La aplicación de agua con azúcar se realizó cuando había un sol intenso; esto favoreció a que la mezcla se adhiriera bien a las hojas de repollo. La dosis con la que se preparó la mezcla fue de 0.454 kg de azúcar por 20 litros de agua. La dosis de azúcar que se aplicó fue analizada previamente comparando a la recomendada en las aplicaciones en maíz, que es de 0.23 kg de azúcar por 20 litros de agua, dado que el cultivo del repollo requiere de mayores costos para su producción y genera en la mayoría de las veces mayores ingresos, entonces podría pagar este tratamiento.

La aplicación se realizó con una boquilla especial destinada a la aplicación de fertilizantes foliares, para que el tamaño de gota fuera lo más pequeño posible y para que no se perdiera por goteo, debido a que la hoja del repollo es de características cerosas. La dosis

aplicada por manzana³ fue 4.08 Kg/mz a los 20 días después del transplante (DDT). El método de aplicación consistió en rociar a la planta entera, dando mayor énfasis en la parte central (cabeza). La boquilla se mantuvo siempre cerca de la planta (aproximadamente 20 cm), para que no hubiera deriva del producto hacia otras plantas y evitar incurrir en errores dentro del ensayo.

Las aplicaciones de agua con azúcar se realizaron cinco veces: a los 20, 25, 30, 40 y 50 DDT. El número de días entre aplicaciones se consideró tomando en cuenta la capacidad de adhesión del azúcar a la planta y también considerando que los costos en que se incurren con este tratamiento pueden ser muy elevados al aplicar más seguido.

Para las aplicaciones de Bt se utilizó el producto comercial Dipel[®] a razón de 0.7 kg por mz. Las aplicaciones de Bt fueron hechas con la bomba de mochila del productor, para evitar incurrir en errores al momento de las aplicaciones de agua con azúcar. Se aplicó en la parte central (cabeza) de cada planta, por ser la parte más importante, aunque siempre el producto se derivó hacia la parte de las hojas laterales. La boquilla se mantuvo siempre cerca de la planta (20 cm) para evitar la deriva. La frecuencia de aplicaciones de Bt estuvo determinada por el nivel crítico usado por el agricultor.

Se realizaron un total de cuatro aplicaciones: a los 20, 34, 43 y 54 DDT. Para la etapa en la que se encontraba el cultivo en esta época (20 DDT), la cantidad de agua necesaria para la aplicación del producto fue de 180 - 200 litros/ha, por lo que la mezcla fue de 50g por 20 litros de agua. A medida que el cultivo fue creciendo, la cantidad de agua requerida para aplicar la parcela aumentó, pero la dosis fue la misma sin incrementar la cantidad de producto establecida por área, ya que se trabajó por concentración.

Para realizar la liberación *C. externa* era preciso que no hubiera demasiado sol. Las larvas se importaron a Nicaragua de la cría en el CCBCA. En el centro de las cuatro parcelas donde se liberó *C. externa* se seleccionaron 100 plantas, en las cuales se liberó una larva por planta, eliminando tres surcos de cada uno de los lados de la parcela y ocho plantas por surco de los seis surcos restantes. Las larvas que se liberaron comprendían a los estadíos 1 y 2. Las liberaciones se realizaron a los 20 y 40 DDT. Se seleccionó este intervalo entre liberaciones debido al tiempo que dura la etapa larval tiene un rango entre 17 y 23 días.

El método de liberación fue el de tomar las larvas una por una, ayudados con un pincel fino para facilitar el proceso, y colocarlas directamente en la planta. Este método fue el más seguro ya que se observó fácilmente si la larva estaba viva, además de la seguridad que se tuvo de que ésta cayera en la planta.

³ Una manzana equivale a 7000 m² y cubren aproximadamente 24000 plantas de repollo.

4.2.4. Muestreos

Se muestrearon 30 plantas al azar por parcela, equivalente al 10% de las plantas totales por parcela. Las plantas fueron las mismas en el transcurso de los 40 días del estudio y estuvieron dentro del área de 100 plantas en el centro de la parcela.

Se realizaron muestreos en seis fechas; a los 20 DDT, antes de iniciar los tratamientos y a los 25, 30, 40, 50 y 60 DDT. Se observó detenidamente las hojas laterales de la planta y luego cuidadosamente se observó el cogollo, hasta cuando fue posible, ya que a los 40-50 días después de transplante fue muy difícil penetrar al cogollo, por lo que se limitó a ver por encima y los costados del mismo. Después se procedió a observar la parte de abajo de la planta (tallo y suelo) para cuantificar de igual manera los artrópodos que se encontraban.

Se muestrearon las larvas de *P. xylostella*, colonias de áfidos y larvas de *Spodoptera* spp. También se muestrearon arañas (las cuales se clasificaron hasta nivel de familia), hormigas (*Solenopsis geminata* F.), *Polybia*, *Doru* spp., *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville), *Cycloneda sanguinea* L. y *Paederus* spp.

4.2.5. Evaluación de la calidad del repollo

Se realizó un muestreo donde se tomaron al azar 10 plantas dentro del área de las 100 plantas centrales de cada parcela, para un total de 40 plantas por tratamiento. Con la ayuda del productor se fueron clasificando en tres niveles categóricos de calidad: daño leve, mediano y fuerte. En las categorías de daño solo se incluyó la parte central de la planta por considerarla la parte más valiosa al momento de la venta. Después del análisis de calidad, se procedió a pesar los 40 repollos para tener el rendimiento en peso.

4.2.6. Prácticas agronómicas

Las prácticas agronómicas (fertilización, limpieza y aporque) fueron realizadas de la misma manera que las demás plantas del lote productivo y al tiempo adecuado que generalmente se realiza.

4.2.7. Análisis estadístico

Se realizó un ANDEVA y una separación de medias con la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para el muestreo preliminar antes del establecimiento de los tratamientos, para asegurarnos de que no hubo prejuicio en la selección de las parcelas. Posteriormente se realizó un análisis de medidas repetidas en el tiempo para *P. xylostella*, colonias de áfidos, *Spodoptera* spp. y arañas; donde el muestreo preliminar no indicó diferencias significativas. Se realizó un análisis de cambio poblacional en los diferentes organismos a través de los 40 días del ensayo y para cada cambio entre fechas de

muestreo se realizó un ANDEVA y una separación de medias LSD. Para el análisis de calidad del repollo, se utilizó el análisis de datos categóricos mediante la prueba de Chi-cuadrado (χ^2).

4.3. RESULTADOS

4.3.1. Efecto de los tratamientos sobre *P. xylostella*.

Hubo un efecto altamente significativo ($p=0.0004$) de los tratamientos sobre larvas de *P. xylostella* durante los 40 días del ensayo (Cuadro 9). El efecto de las fechas fue también altamente significativo ($p=0.0001$). La interacción entre tratamiento y fecha no fue significativo por lo cual no se justificó hacer un análisis independiente por fecha. El mejor tratamiento para el control de *P. xylostella* resultó ser Bt con una media (1.2 larvas/planta) significativamente menor a las presentadas por los tratamientos agua con azúcar (2.0) y *C. externa* (2.5 larvas/planta). El control ejercido sobre la plaga entre estos dos últimos tratamientos no fue significativamente diferente.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre *Pinella xylostella*.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloque	3	2.5154	0.8385	0.95	0.4265
Trat	2	17.3206	8.6603	9.82*	0.0004
Bloque * Trat	6	3.0076	0.5013	0.57	0.7527
Fecha	4	43.5066	10.8766	12.53	0.0001
Trat * Fecha	8	11.1729	1.3966	1.58	0.1643

* F para tratamiento fue calculado usando Bloque * Trat como error.

Analizando el cambio poblacional de la plaga entre los muestreos (Cuadro 10), en el día 40 se presentó un incremento de larvas de *P. xylostella* para los tres tratamientos, entre los cuales *C. externa* tuvo un incremento significativamente mayor al del agua con azúcar pero similar al del incremento que se presentó en Bt. Bt tuvo un incremento intermedio y sin diferencia significativa al de agua con azúcar y al de *C. externa*. En el día 50 en parcelas con *C. externa* y agua con azúcar se presentó un incremento en la población de la plaga y Bt presentó una disminución. La disminución de la población en Bt no fue significativamente diferente al incremento presentado por *C. externa*, pero sí fue

significativamente menor al incremento presentado por el agua con azúcar. Entre *C. externa* y agua con azúcar no hubo un cambio significativo. Para los días 25, 30 y 60, los cambios poblacionales entre los tratamientos no fueron significativamente diferentes. La fluctuación de la población de *P. xylostella* debido al efecto de los tratamientos a través de todo el ensayo, se puede ver en la Figura 4.

Cuadro 10. Promedios de cambio poblacional de artrópodos entre fechas de muestreo durante los 40 días de ensayo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

Organismo	Tratamiento	Días después de transplante				
		25	30	40	50	60
<i>P. xylostella</i>	Azúcar	0.12 ± 0.26^a	0.61 ± 0.37^a	0.08 ± 0.73^a	1.60 ± 1.25^a	0.52 ± 1.80^a
	Bt	-0.06 ± 0.16^a	0.16 ± 0.42^a	0.45 ± 0.13^{ab}	-0.28 ± 0.44^b	0.74 ± 0.74^a
	<i>C. externa</i>	0.26 ± 0.33^a	0.17 ± 0.41^a	1.09 ± 0.30^b	1.25 ± 1.18^{ab}	0.47 ± 2.81^a
Afidios	Azúcar	0.13 ± 0.22^a	0.42 ± 0.23^a	0.26 ± 0.12^a	0.21 ± 0.24^a	0.84 ± 1.36^a
	Bt	0.61 ± 0.15^b	0.07 ± 0.13^b	1.35 ± 0.47^b	-0.74 ± 0.18^a	-0.59 ± 0.28^b
	<i>C. externa</i>	0.12 ± 0.14^a	0.27 ± 0.17^{ab}	1.28 ± 0.59^b	-0.74 ± 1.11^a	0.36 ± 0.40^{ab}
<i>Spodoptera</i> spp.	Azúcar	-0.11 ± 0.11^a	-0.01 ± 0.02^{ab}	0.00 ± 0.02^a	-0.01 ± 0.02^a	0.00 ± 0.00^a
	Bt	-0.04 ± 0.07^a	-0.04 ± 0.03^a	-0.08 ± 0.03^a	0.01 ± 0.02^a	0.01 ± 0.02^a
	<i>C. externa</i>	-0.03 ± 0.07^a	0.01 ± 0.03^b	-0.03 ± 0.03^a	0.01 ± 0.02^a	0.00 ± 0.02^a
Arañas	Azúcar	-0.10 ± 0.16^a	-0.10 ± 0.12^a	-0.01 ± 0.06^{ab}	0.01 ± 0.03^a	0.12 ± 0.08^a
	Bt	-0.03 ± 0.07^a	0.05 ± 0.06^b	-0.10 ± 0.05^a	-0.02 ± 0.04^a	0.00 ± 0.04^b
	<i>C. externa</i>	0.04 ± 0.10^a	-0.03 ± 0.04^{ab}	0.08 ± 0.13^b	-0.16 ± 0.08^b	0.06 ± 0.02^{ab}
Hormigas	Azúcar	-0.60 ± 0.32^a	0.41 ± 2.01^a	-0.51 ± 1.50^a	0.43 ± 0.70^a	-0.37 ± 0.73^a
	Bt	-0.04 ± 0.32^a	-0.12 ± 0.33^a	0.38 ± 0.45^a	-0.26 ± 0.26^a	-0.16 ± 0.15^a
	<i>C. externa</i>	0.80 ± 0.53^b	-0.28 ± 0.46^a	-0.07 ± 0.33^a	0.16 ± 0.48^a	-0.46 ± 0.93^a
Depredador	Azúcar	-0.68 ± 0.25^a	0.29 ± 1.92^a	-0.53 ± 1.45^a	0.46 ± 0.66^a	-0.23 ± 0.70^a
	Bt	-0.06 ± 0.37^b	-0.09 ± 0.36^a	0.29 ± 0.49^a	-0.25 ± 0.34^a	-0.13 ± 0.16^a
	<i>C. externa</i>	0.85 ± 0.50^c	-0.30 ± 0.49^a	-0.02 ± 0.29^a	0.01 ± 0.40^a	-0.26 ± 0.95^a

Valores con la misma letra en la columna dentro del mismo organismo, no difieren significativamente según la prueba LSD ($\alpha=0.05$).

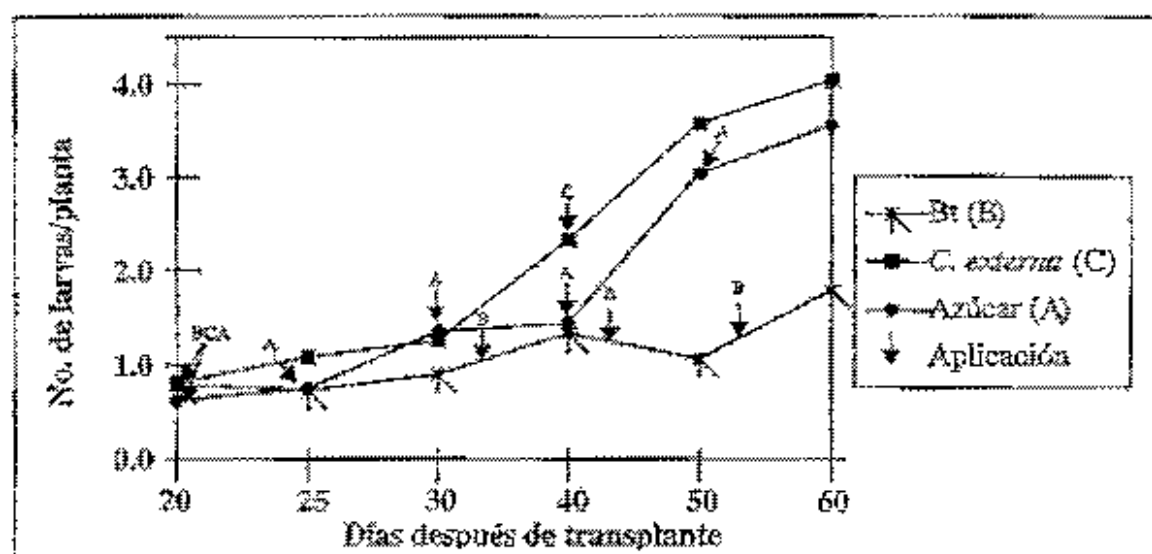


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre *Plutella xylostella* durante los 40 días de ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

4.3.2. Efecto de los tratamientos sobre las colonias de áfidos

No hubo una diferencia significativa ($p=0.99$) entre los tratamientos en el número de colonias de áfidos durante los 40 días de ensayo. La fecha fue altamente significativa ($p=0.0002$) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre el número de colonias de áfidos a través de los 40 días de ensayo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloque	3	3.5414	1.1805	3.12	0.0378
Trat	2	0.0009	0.0005	0.00*	0.9988
Bloque * Trat	6	5.5742	0.9290	2.46	0.0428
Fecha	4	11.4909	2.8727	7.60	0.0002
Trat * Fecha	8	3.2772	0.6596	1.74	0.1215

* F para tratamiento fue calculado usando Bloque * Trat como error.

En el día 25 después de trasplante hubo un incremento para los tres tratamientos (Cuadro 10). Bt presentó un incremento significativamente mayor en comparación al agua con azúcar y *C. externa*, mientras que para estos dos últimos tratamientos no hubo una diferencia significativa en el cambio poblacional.

En el día 30 hubo un incremento para los tres tratamientos, pero el incremento de colonias en parcelas con Bt fue significativamente menor al presentado por el agua con azúcar pero sin diferencia significativa al de *C. externa*. Entre *C. externa* y agua con azúcar no hubo diferencia significativa.

En el día 40 el incremento de áfidos entre los tratamientos Bt y *C. externa* no fue significativamente diferente, pero ambos fueron mayores al presentado por el agua con azúcar.

En el día 50 no hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos. En el día 60, Bt presentó una disminución de colonias de áfidos sin diferencia estadística con el incremento presentado por *C. externa*. El agua con azúcar presentó un incremento significativamente mayor al Bt pero sin diferencia estadística con *C. externa*. La fluctuación de la población de colonias de áfidos debido al efecto de los tratamientos a través de todo el ensayo, se puede ver en la Figura 5.

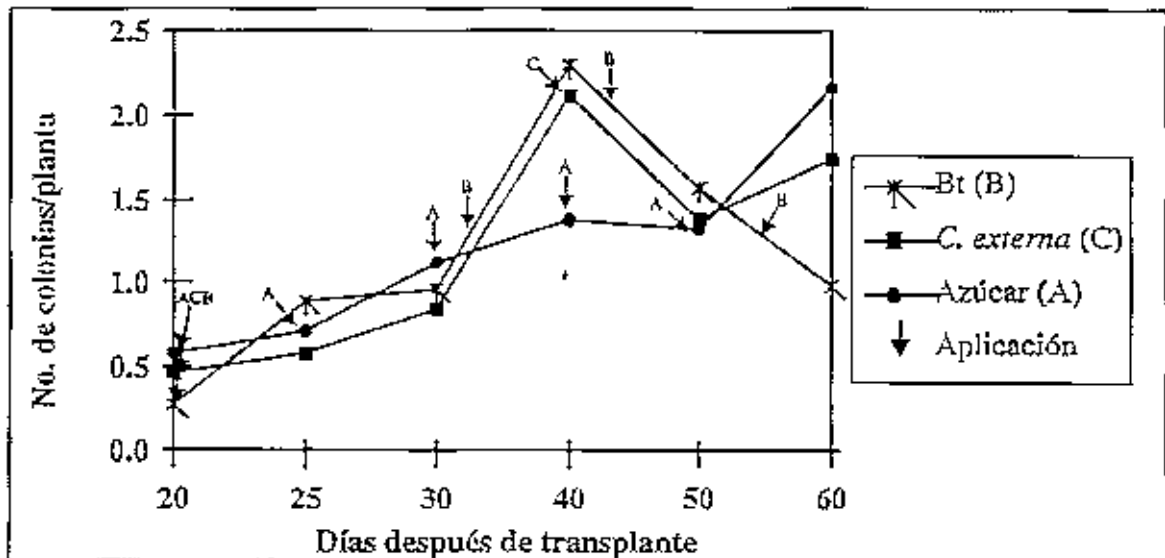


Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre colonias de áfidos durante los 40 días de ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

4.3.3. Efecto de los tratamientos sobre *Spodoptera* spp.

Hubo un efecto altamente significativo ($p=0.0039$) de los tratamientos sobre *Spodoptera* spp. durante los 40 días del ensayo (Cuadro 12). El efecto de las fechas fue también altamente significativo ($p=0.0058$). La interacción entre tratamiento y fecha fue significativo ($p=0.0449$), por lo cual se realizó un análisis independiente por fecha (Cuadro 13). El control de *Spodoptera* spp. por parte de los tres tratamientos no fue significativamente diferente en ninguno de los cinco muestreos realizados.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre *Spodoptera* spp.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloque	3	0.0041	0.0014	1.11	0.3558
Trat	2	0.0161	0.0081	6.50*	0.0039
Bloque * Trat	6	0.0173	0.0029	2.34	0.0524
Fecha	4	0.0215	0.0054	4.33	0.0058
Trat * Fecha	8	0.0225	0.0028	2.26	0.0449

* F para tratamiento fue calculado usando Bloque * Trat como error.

Cuadro 13. Promedios de larvas de *Spodoptera* spp. por planta en tres tratamientos durante cinco muestreos después de la primera aplicación, en La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

Tratamiento	Días después del transplante				
	5	10	20	30	40
Azúcar	0.01 a	0.01 a	0.01 a	0.00 a	0.00 a
Bt	0.12 a	0.08 a	0.00 a	0.01 a	0.02 a
<i>C. externa</i>	0.01 a	0.02 a	0.00 a	0.01 a	0.01 a

Medias con la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba LSD ($\alpha=0.05$).

Analizando el cambio de población a través de los muestreos (Cuadro 10), en el día 30 tanto Bt como agua con azúcar presentaron una disminución de la población sin diferencias significativas entre ellos, pero solamente Bt fue significativamente diferente al incremento presentado por *C. externa*. La fluctuación de la población de *Spodoptera* spp. debido al efecto de los tratamientos se puede ver en la Figura 6.

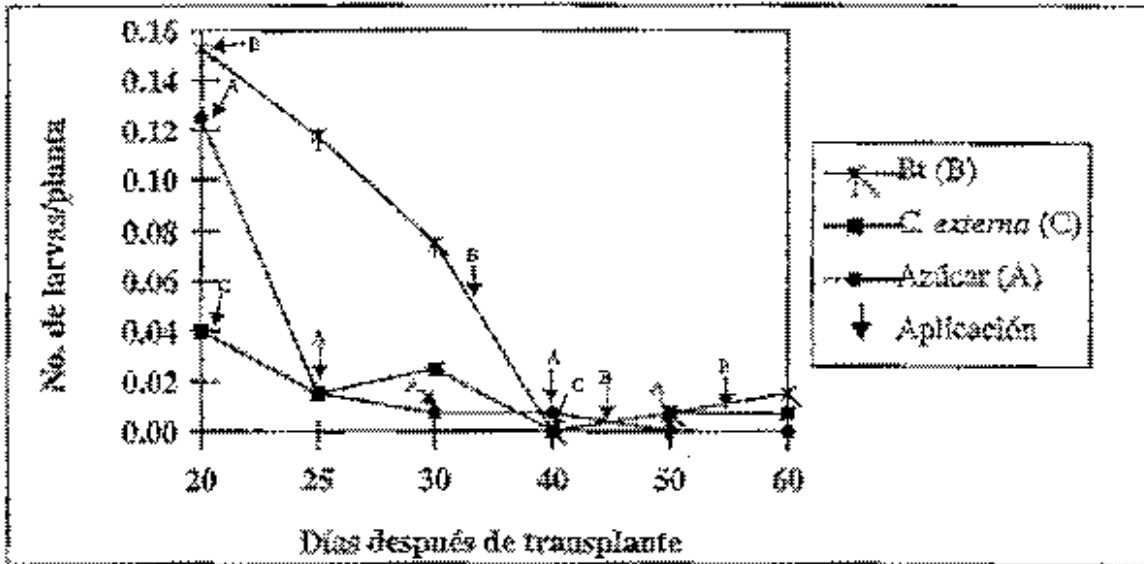


Figura 6. Efecto de los tratamientos sobre *Spodoptera* spp., durante los 40 días de ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

4.3.4. Efecto de los tratamientos sobre arañas.

No hubo un efecto significativo ($p=0.40$) de los tratamientos sobre arañas durante los 40 días del ensayo (Cuadro 14). El efecto de las fechas fue significativo ($p=0.0010$). La interacción entre tratamiento y fecha fue altamente significativo ($p=0.0004$) por lo cual se realizó un análisis independiente por fecha (Cuadro 15).

Cuadro 14. Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos sobre arañas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Bloque	3	0.0273	0.0091	3.61	0.0224
Trat	2	0.0047	0.0024	0.94*	0.4014
Bloque * Trat	6	0.0201	0.0033	1.33	0.2708
Fecha	4	0.0588	0.0147	5.83	0.0010
Trat * Fecha	8	0.0985	0.0123	4.48	0.0004

* F para tratamiento fue calculado usando Bloque * Trat como error.

Las familias de arañas presentes en el repollo fueron Salticidae, Lycosidae y Araneidae. En el día 10 después de la primera aplicación, Bt presentó una media significativamente mayor en comparación con el agua con azúcar, pero similar estadísticamente a *C. externa* (Cuadro 15). Entre *C. externa* y agua con azúcar no hubo diferencias significativas. En el día 20, *C. externa* presentó una media significativamente mayor en comparación a los demás tratamientos. Bt y agua con azúcar no presentaron una diferencia significativa. En el día 40, agua con azúcar presentó una media significativamente mayor en comparación con los demás tratamientos. Bt y *C. externa* no fueron significativamente diferentes.

Cuadro 15. Promedios de arañas por planta en los tres tratamientos durante cinco muestreos después de la primera aplicación, en La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

Tratamiento	Días después del trasplante				
	5	10	20	30	40
Azúcar	0.16 a	0.06 a	0.05 a	0.06 a	0.17 a
Bt	0.11 a	0.16 b	0.06 a	0.04 a	0.04 b
<i>C. externa</i>	0.13 a	0.10 ab	0.18 b	0.02 a	0.08 b

Medias con la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba LSD ($\alpha=0.05$).

Analizando el cambio poblacional entre muestreos (Cuadro 10), en el día 30 *C. externa* no presentó diferencias significativas con Bt ni con agua con azúcar. Bt tuvo un incremento significativamente diferente al presentado por agua con azúcar, el cual se presentó como una disminución de la población de arañas. En el día 40 el cambio poblacional en el agua con azúcar no presentó diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. *C. externa* presentó un incremento diferente al presentado por Bt en el cual se experimentó una disminución en la población de arañas. En el día 50, *C. externa* fue diferente significativamente a los demás tratamientos, experimentando una disminución de la población. En el día 60 *C. externa* no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos. Agua con azúcar presentó un incremento significativo con respecto al Bt, el cual mantuvo su población como la del muestreo a los 50 días después del trasplante. La fluctuación de la población de arañas debido al efecto de los tratamientos a través de todo el ensayo, se puede ver en la Figura 7.

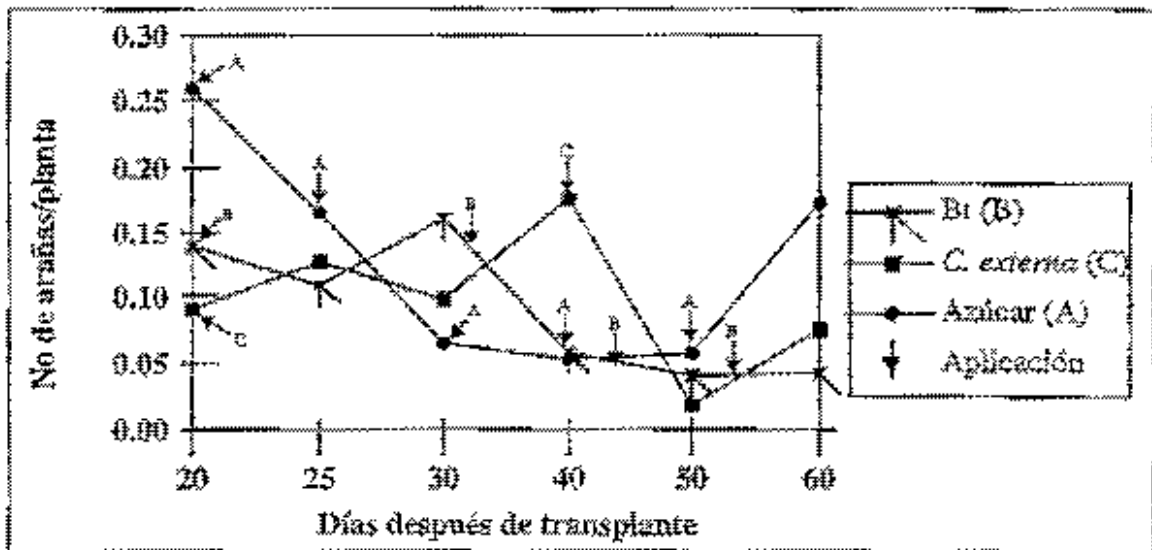


Figura 7. Efecto de los tratamientos sobre arañas, durante los 40 días de ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

4.3.5. Efecto de los tratamientos sobre hormigas y el complejo de depredadores

En el día 25 después de transplante (cinco días después de la primera aplicación), se presentó un incremento de la población de hormigas en el tratamiento de *C. externa* y este fue significativamente mayor a las disminuciones poblacionales presentadas por los tratamientos Bt y agua con azúcar (Cuadro 10). Horas después de las aplicaciones de agua con azúcar la cantidad de hormigas presentes en las parcelas fue mayor que al inicio, observándose inclusive depredación hacia *P. xylostella*. Esta atracción no fue lo suficiente para mantener las poblaciones de hormigas dentro de las parcelas. El género de hormigas que se encontró a través de los 40 días de ensayo fue *Solenopsis* spp. La respuesta de hormigas debido a los tratamientos se puede observar en la Figura 8.

En cuanto al complejo de todos los depredadores, en el cambio poblacional del día 25 DDT hubieron diferencias significativas entre los tres tratamientos. El tratamiento con *C. externa* presentó un incremento en las poblaciones de depredadores. Bt y agua con azúcar presentaron disminuciones de las poblaciones pero fue significativamente mayor la de agua con azúcar. Las fluctuaciones de la población de depredadores debido al efecto de los tratamientos se pueden observar en la Figura 9.

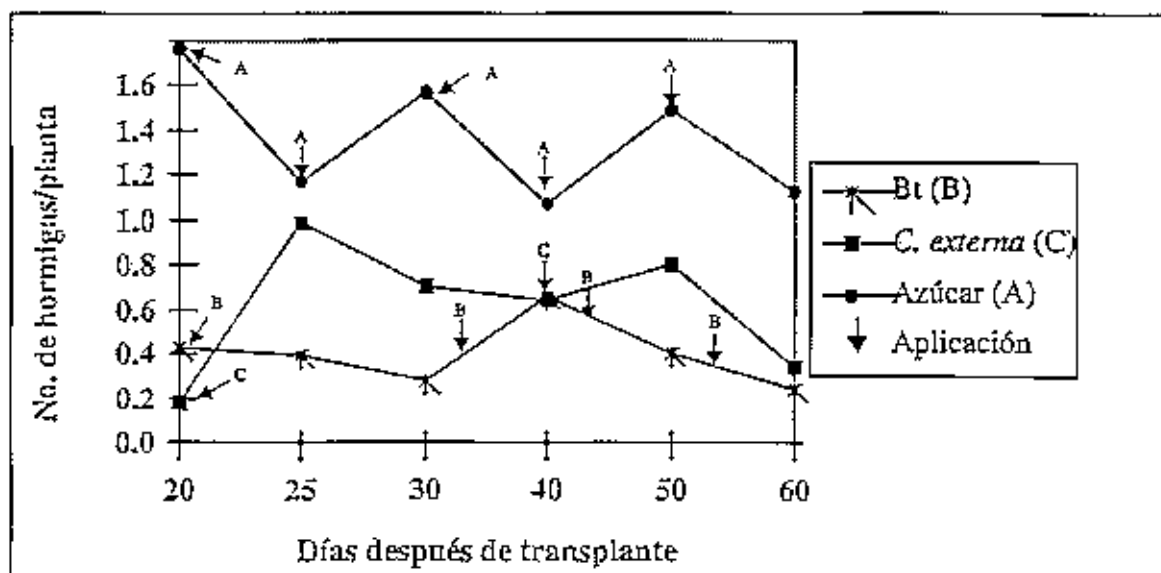


Figura 8. Efecto de los tratamientos sobre hormigas, durante los 40 días de ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

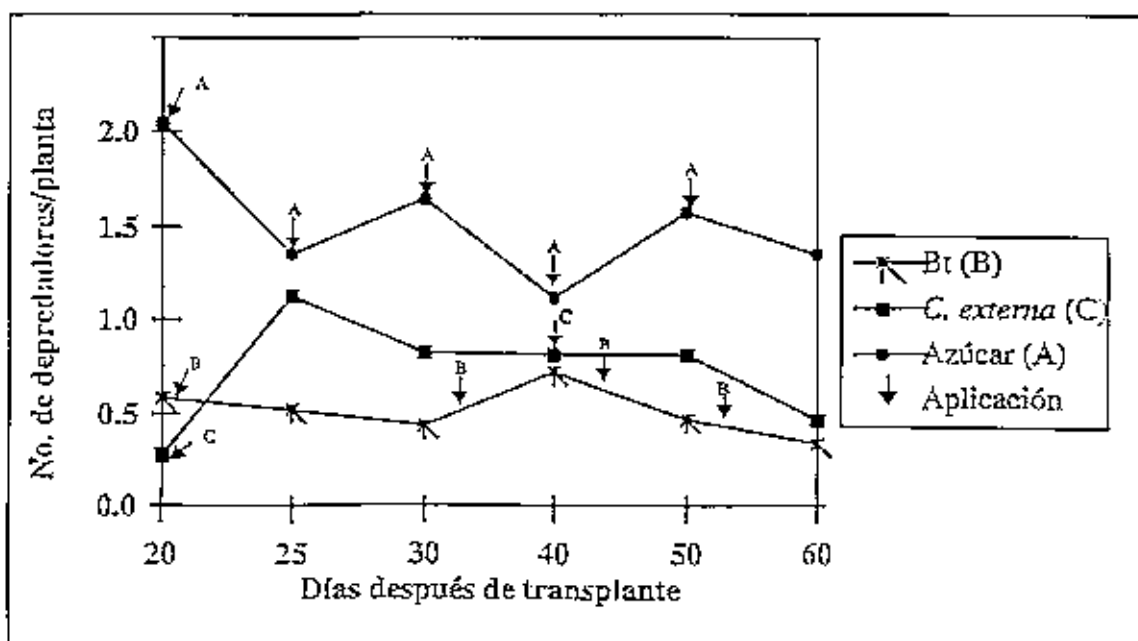


Figura 9. Efecto de los tratamientos sobre el complejo depredador, durante los 40 días de ensayo en el cultivo de repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

4.3.6. Evaluación de la calidad del repollo

La calidad del repollo se vio influenciada por los tratamientos ($X^2 = 40.574$; GL= 4 y $\alpha=0.0001$). El Bt fue el tratamiento que tuvo mejor calidad, luego agua con azúcar y por último *C. externa* (Figura 10). El peso promedio por repollo en Bt fue de 0.93 kg, en *C. externa* se obtuvo un peso de 0.79 kg y el de agua con azúcar 0.75 kg.

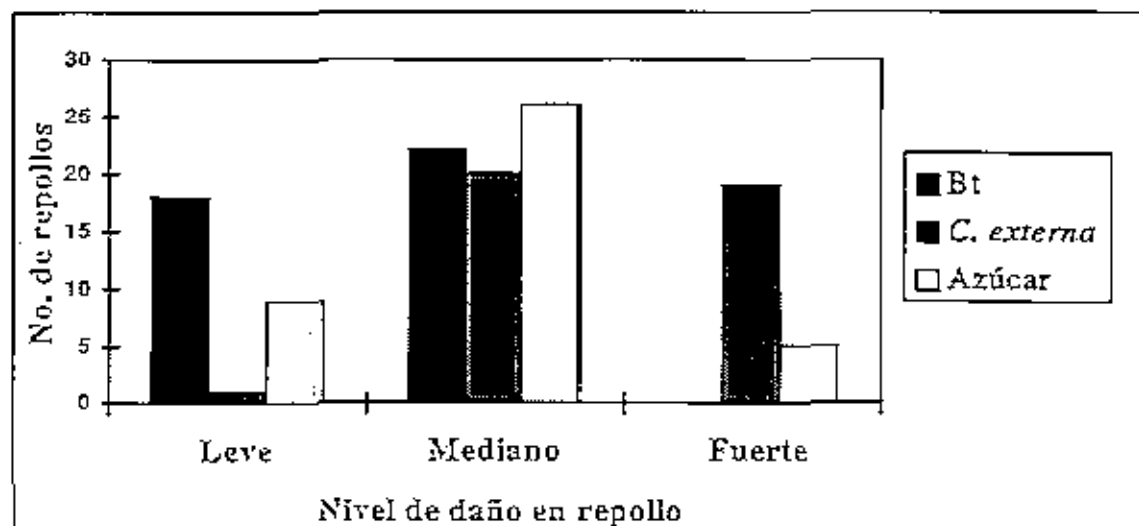


Figura 10. Efecto de tres métodos de control de *Plutella xylostella* sobre la calidad del repollo, La Almaciguera, Estelí, Nicaragua, 1997.

4.4. DISCUSION

El efecto tanto de *C. externa* como de agua con azúcar sobre las poblaciones de artrópodos no fue significativo. En el caso de *C. externa*, se pudo deber a que las larvas de segundo y tercer estadio de *P. xylostella*, por características del insecto, son larvas cuyo mecanismo de defensa es saltar al ser atacados, por lo que pudo dificultar su depredación. En el caso del agua con azúcar se puede deber a que la cantidad de azúcar que queda en la planta no es lo suficiente para durar 10 días entre aplicaciones. En el campo se observaron hormigas y avispas consumiendo larvas de *P. xylostella* horas después de la aplicación del agua con azúcar, pero después de 10 días la cantidad de enemigos naturales fue similar en la mayoría de los casos a los demás tratamientos por lo que se concluye que tanto las larvas de *C. externa* como las aplicaciones de agua con azúcar no tuvieron ningún efecto sobre la plaga.

La cantidad de larvas de *C. externa* liberadas, se estimó tomando en cuenta la cantidad de plantas de repollo con las que se cuenta en una manzana (24,000). Esta dosis es alta comparada a las recomendadas por diferentes casas comerciales (25,000 huevos/ha).

El efecto del Bt sobre lepidópteros es conocido y en este ensayo resultó ser el mejor control para *P. xylostella*. Sin embargo, la cantidad media de larvas por plantas en el ensayo fue unas 6.4 veces mayor al nivel crítico (0.25 larvas/planta), con lo cual no se mantiene la plaga controlada. Los demás tratamientos resultaron en una mayor cantidad de larvas por planta.

Para el caso de áfidos, se esperaba que Bt fuera un testigo absoluto, puesto que no tiene ningún efecto contra estos. No hubieron diferencias significativas entre tratamientos. El control de *Spodoptera* spp. se mantuvo de manera similar para los tres tratamientos durante los cinco muestreos realizados en el ensayo, lo cual demostró que no hubo una diferencia significativa entre los tres. En el caso de arañas no se puede decir con certeza cual fue el mejor tratamiento, puesto que se presentó una gran variabilidad. Para hormigas y depredadores sucedió de la misma manera.

La calidad del repollo fue superior en el tratamiento con Bt. En el caso del agua con azúcar la cantidad de plantas dañadas fue mayor que en Bt, pero menor que las presentadas por *C. externa*. Se esperaba que la calidad del repollo mejorara al establecerse el manejo integrado de plagas, puesto que si bien es cierto que la cantidad de daño fue menor para el Bt, éste siempre se presentó porque la cantidad de larvas de *P. xylostella* fue mayor a la aceptada para el cultivo.

Aparentemente la utilización de una sola táctica no es eficiente para el control de las plagas, pero posiblemente la combinación de los tres tratamientos podrían reducir la cantidad de plagas en el cultivo del repollo. Estos tres tratamientos se pueden combinar fácilmente, puesto que Bt además de controlar *P. xylostella* no afecta en forma negativa a *C. externa*; el agua con azúcar puede servir de atrayente de los enemigos naturales de la zona, así como de alimento a los adultos de *C. externa* que vayan emergiendo en el campo después de completar su etapa larval de crecimiento. El control ejercido por los tres tratamientos en forma sinérgica, puede ser una opción para mantener las plagas a niveles menores comparado con el efecto que tendría un solo tratamiento.

4.5. CONCLUSIONES

1. Las liberaciones de *C. externa* a una dosis de 24,000 larvas/ha/aplicación no representa un control significativo contra las plagas ni afecta significativamente las poblaciones de enemigos naturales en el cultivo del repollo.
2. El agua con azúcar aplicada en intervalos de 10 días no influye de manera significativa en el control de las plagas ni en el aumento de los enemigos naturales.

3. Bt resulta ser el mejor control para *P. xylostella* en comparación al manejo con agua con azúcar y con *C. externa*. Por lo tanto, la calidad del repollo se mantiene mejor a través del cultivo bajo las aplicaciones de Bt, puesto que mantiene menos población de la plaga.
4. El manejo del cultivo del repollo con una sola táctica de control de plagas, no responde a las expectativas del productor en mantener la plaga bajo los niveles críticos.

4.6. RECOMENDACIONES

1. Para el control de *P. xylostella* en el cultivo del repollo, lo más adecuado es la utilización del MIP, ya que el conjunto de prácticas pueden trabajar mejor en comparación a un solo tratamiento determinado.
2. Se debe de continuar evaluando la capacidad de control que ejerce *C. externa*, principalmente sobre *P. xylostella* en sus diferentes estados de crecimiento, si es posible utilizando diferentes dosis para determinar en que cantidad y en que momento se deben de efectuar las liberaciones en el campo.
3. Se deben de hacer ensayos sobre el consumo de *C. externa* alimentados con larvas y huevos de *P. xylostella*.
4. El agua con azúcar, a pesar de no mostrar una diferencia en el control de las plagas ni en el aumento de los enemigos naturales, puede ser un método potencial de control, por lo que se debe de evaluar diferentes dosis y diferentes intervalos de aplicación.
5. Se debe de comparar el efecto sinérgico de los tres tratamientos utilizados en este estudio, con otros tratamientos para el control de *P. xylostella*.

V. LITERATURA CITADA

- ADASHKEVICH, B. P. y KUZINA, N. P. 1971. *Chrysopa* against the Colorado potato beetle (in Russian). *Zashch. Rast.* 1971 (12): 23.
- ALROUECHDI, Kh. ; SEMERIA, Y. y NEW, T. R. 1984. Ecology of Natural Enemies. In: *Biology of Chrysopidae*. M. Canard, Y. Séméria y T. R. New (eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Hague (Netherlands).
- ANDREWS, K. L. y QUEZADA, J. R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, Centroamérica. 623 pp.
- ANDREWS, K. L. y CABALLERO, R. 1989. Guía para el Estudio de Ordenes y Familias de Insectos de Centro América. 4a edición. El Zamorano, Honduras, C. A. Publicación MIPH- EAP 36.
- ANONIMO. 1990. The green lacewing as an efficient method of biological control. RINCON- VITOVA Insectaries INC., Boletín Técnico, California (EE.UU.).
- ARNETT, R.H. 1985. American Insects. A Handbook of the Insects of America North of Mexico. Van Nostrand Reinhold, New York (EE.UU.) pp. 258-259.
- BANEGAS, J. A. y CAVE, R. D. 1995. Biología y Diversidad de Depredadores. In: R. D. Cave (ed.). *Manual para la Enseñanza del Control Biológico en América Latina*. Zamorano Academic Press, Zamorano.
- BARCLAY, W. W. 1990. Role of *Chrysoperla externa* as a biological control agent of insect pests in mesoamerican agricultural habitats. Msc. Thesis. University of California, Berkeley (EE. UU.).
- BONDARENKO, N. V. y MOISEEV, E. G. 1972. Evaluation of the effectiveness of Chrysopids in the control of aphids (in Russian). *Zashch. Rast.* 1972 (2): 19-20.
- BORROR, D. J. ; DELONG, D. M. y TRIPLEHORN, C. A. 1971. An Introduction to the Study of Insects. U.S.A. Fourth edition. pp. 332.

- CANARD, M. y PRINCIPI, M. 1984. Development of Chrysopidae. In: Biology of Chrysopidae. M. Canard, Y. Séméria y T. R. New (eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Hague (Netherlands).
- CANARD, M.; SEMERIA, Y. y NEW, T. R. 1984. Biology of Chrysopidae, Dr. W. Junk Publishers, The Hague (Netherlands).
- CORDERO, R. y CAVE, R. D. 1995. Aumento de parasitoides y depredadores. In: R. D. Cave (ed.). Manual para la Enseñanza del Control Biológico en América Latina. Zamorano Academic Press, Zamorano.
- DEBACH, P. 1964. Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas. Compañía Editorial Continental S.A. México (México).
- DEBACH, P. 1974. Biological Control by Natural Enemies. London: Cambridge University Press (USA). 323 pp.
- DEBACH, P. 1977. Lucha Biológica Contra los Enemigos de las plantas. ed. Mundí-Prensa, Madrid. 399 p.
- DIAZ-ARANDA, L. M. y MONSERRAT, V. J. 1993. Aphidophagous predator diagnosis: key to genera of European chrysopid larvae (Neuroptera: Chrysopidae). Entomophaga 40 (2): 169-181.
- DOMINGUEZ, R. 1986. Estadíos inmaduros de los insectos. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola.
- FINNEY, G.L. 1948. Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution. J. Econ. Entomol. 41: 719 - 721.
- FINNEY, G. L. 1950. Mass culturing *Chrysopa californica* to obtain eggs for field distribution. J. Econ. Entomol. 43: 97-100.
- FINNEY, G. L. y FISHER, T. W. 1964. Culture of entomophagous insects and their hosts. In: DeBach, P. (ed.) Biological control of insect pests and weeds. London: Chapman Y Hall. pp. 329-355.
- FROST, S. W. 1942. Insect Life Y Insect Natural History. General Publishing Company, N. Y. (U.S.A.) pp. 280-282.
- GAVILANEZ, J. 1994. Diagnóstico de campo, pruebas experimentales y estudio de prefactibilidad para la cría masiva de Chrysopidae (Neuroptera) en Honduras. Tesis de Ingeniería Agronómica. IAP, El Zamorano, Honduras, C.A.

- HAGEN, K.S. 1950. Fecundity of *Chrysopa californica* as affected by synthetic food. J. Econ. Entomol. 43 : 101-104.
- HANSON, P. 1995. La Taxonomía y Sistemática en el Control Biológico. In: R. D. Cave (ed.). Manual para la Enseñanza del Control Biológico en América Latina. Zamorano Academic Press, Zamorano.
- HASEGAWA, M. ; NIJIMA, K. y MATSUKA, M. 1989. Rearing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on Chemically Defined Diets. Bull. Fac.Agric. , Tamagawa Univ. N° 24 (1): 96-102.
- JONES, S. L. y RIDGWAY, R. L. 1976. Development of methods for field distribution of eggs of the insect predator *Chrysopa carnea* Stieph. U.S.D.A., A.R.S., S 124. 5 pp.
- KAITAZOV, A. y KHARIZANOV, A. 1976. The possibilities for using Chrysopidae (in Bulgarian). Rastit. Zasht. 24 (11): 22-25.
- METCALF, C. L. y FLINT, W. P. 1965. Insectos Destructivos e Insectos Útiles. Sus Costumbres y su Control. Compañía Editorial Continental S. A. , México (México). pp. 283.
- MORETON, B. D. 1969. Beneficial insects and mites. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. HGD 1 (formerly bulletin 20), London. Published by Her Majesty's Stationery Office.
- NEW, T. R. 1975. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera) with reference to their usage as biocontrol agents: a review. Trans. R. Entomol. Soc. London. 127: 115-140.
- NIJIMA, K. y MATSUKA, M. 1990. Artificial Diets for the Mass Production off Chrysopids (Neuroptera). The use of natural enemies to control agricultural pests (FFTC book Series) N° 40: 190-198.
- NORDLAND, D. A. y GREENBERG, S. M. 1994. Facilities and automation for the mass production of arthropod predators and parasitoids. Biocontrol News and Information. 15: 45N-50N.
- NORDLUND, D. A. y R. K. MORRISON. 1992. Mass rearing of *Chrysoperla* species. In: T. E. Anderson y N. C. Leppla (eds.). Advances in Insect Rearing for Research and Pest Management. Westview Press, Boulder, Colorado (E.E.U.U.).

- QUEZADA, J. R. 1989. La Manipulación y Aumento de los Enemigos Naturales. In: K. L. Andrews Y J. R. Quezada (eds.). Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- RIBEIRO, M. J. y DE CARVALHO C. F. 1991. Aspectos Biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) En diferentes condiciones de Acasalamento. Rev. Bras. Entomol. 35(2): 423-427.
- RIDGWAY, R. L. y JONES, S. L. 1969. Inundative releases of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. J. Econ. Entomol. 62: 177-180.
- RIDGWAY, R. ; MORRISON, R. K. y BADGLEY, M. 1970. Mass rearing a green lacewing. J. Econ. Entomol. 63: 834-836.
- RIDGWAY, R. L. ; KING, B. G. y CARRILLO, J. L. 1977. Augmentation of Natural enemies for control of plant pests in the western hemisphere. In: R. L. Ridgway Y S. B. Vinson (eds.). Biological Control by Augmentation of Natural Enemies. New York; Plenum, pp. 379-416.
- RIDGWAY, R. L. y MURPHY, W. L. 1984. Biological and integrated control by Chrysopids. In: Biology of Chrysopidae (Ed. By M. Canard, Y. Séméria Y T. R. New), pp. 220-227.
- ROUSSET, A. 1984. Reproductive physiology and fecundity. In: Biology of Chrysopidae. M. Canard, Y. Séméria y T. R. New (eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Hague (Netherlands). pp. 124 - 125.
- SCHUSTER, J. y CLARK, S. 1989. Taxonomía y Sistemática en el Manejo de Plagas. In: K. L. Andrews Y J. R. Quezada. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- TULISALO, U. 1984. Biological control in the greenhouse. In: Biology of Chrysopidae. M. Canard, Y. Séméria y T. R. New (eds.). Dr. W. Junk Publishers, The Hague (Netherlands).
- USHCHEKOV, A. T. 1976. *Chrysopa septempunctata* Wesm. in glasshouses (in Russian), Zashch. Rast. 1976 (10): 10-17.

VI. ANEXOS

Anexo 6. Consumo promedio de presas por algunas larvas de crisópidos durante su desarrollo completo con ausencia de diapausa.

Especies de crisópidos	Presa	Número promedi o comido	% de consumo por estadio			Lugar de origen
			1	2	3	
<i>Anisochrysa boninensis</i>	<i>Heliothis armigera</i>	297	7	13	80	Zimbabwe
<i>Chrysopa abbreviata</i>	<i>Aphis pomi</i>	433				Bulgaria
	<i>Hyalopterus pruni</i>	426				
	<i>Macrosiphum rosae</i>	304				
	<i>Myzus cerasi</i>	299				
<i>Chrysopa oculata</i>	<i>Aphis gossypii</i>	266	15	28	57	USA, Texas
	<i>Therioaphis maculata</i>	315				USA Kansas
<i>Chrysopa perla</i>	<i>Aphis craccivora</i>	300-450				Alemania
	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	800				Bulgaria
	<i>Myzus persicae</i>	339				
	<i>Myzus persicae</i>	168				Francia
<i>Chrysoperla carnea</i>	<i>Panonychus citri</i>	ca. 9900	4	9	87	USA Califor.
	<i>Matsococcus</i> sp.	13				Israel
	<i>Matsococcus</i> sp. (huevos)	ca. 6500				
	<i>Aphis gossypii</i> (2do estadio)	208	22	32	46	USA, Texas
	<i>Therioaphis maculata</i>	323				USA Kansas
	<i>Myzus persicae</i> (larva)	386				Egipto
	<i>Prodenia litura</i> (huevos)	346				
	<i>Myzus persicae</i>	393				Noruega
	<i>Aphis gossypii</i> (2do estadio)	425	2	11	87	Reino unido
	<i>Myzus persicae</i> (2do estadio)	385	2	9	89	
	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (huevos)	ca. 240				Ex-URSS
	<i>Aphis gossypii</i>	487	21	31	48	Pakistan

Fuente: Canard y Principi, 1984.

Anexo 7. Recomendaciones de varias casas comerciales sobre dosis de aplicación de *C. externa* y organismos que controla.

Casa comercial	Dosis a aplicar	Controla
Canadian Insectaries	55000 huevos/ha	Gran variedad de insectos de cuerpo suave.
El Frutal S. A.	22000 huevos/ha	Gran número de especies de insectos de cuerpo suave.
Garden's Alive	55000-120000 huevos/ha	Afidos, chinches harinosas, inmaduros de scales y mosca blanca, huevos de muchas especies de insectos y ácaros, trips y ácaros.
Great Lakes IPM	550000 huevos/ha en invernaderos 25000-125000 huevos/ha/año en agronegocios o fincas	Depredador generalista de huevos e insectos de cuerpo suave como áfidos, ácaros, trips, chinches harinosas, mosca blanca y otros.
Rincon Vitova Insectaries Inc.	45000 huevos/ha	Insectos de cuerpo suave incluyendo áfidos, ninfas de saltahojas, larvas pequeñas, huevos de insecto, ácaros, inmaduros de mosca blanca, chinche harinosa y otros.
San Jacinto Environmental Supplies	15000-125000 huevos/ha	Afidos, chinche harinosa, mosca blanca, trips, ácaros, scale, huevos, larvas pequeñas.
M & R Durango	De acuerdo a la población de insectos benéficos y al área a tratar	Afidos, chinche harinosa de los cítricos, araña roja y huevos de lepidópteros.
Territorial Seed Co.	25000 huevos/ha	Afidos, huevos de insectos, ácaros, saltahojas y mosca blanca.

Fuente: Gavilánez, 1994.

