

FIA-PI-C-2002-1-A-008

**INFORME TÉCNICO FINAL PROYECTO**

**"Producción de manzanas libres de insecticidas, utilizando el nuevo concepto para Chile de manejo de plagas en área extensa"**

**I. ANTECEDENTES GENERALES.**

<b>CODIGO</b> FIA-PI-C2002-1-A-008	<b>NOMBRE PROYECTO</b> Producción de manzanas libres de insecticidas, utilizando el nuevo concepto para Chile de manejo de plagas en área extensa
<b>REGIONES DE EJECUCIÓN</b> VIII y X	<b>AGENTE EJECUTOR</b> Instituto de Investigaciones Agropecuarias
<b>AGENTES ASOCIADOS</b> P. Universidad Católica de Chile PROFO Manzanas Orgánicas de Ñuble	<b>COORDINADOR DEL PROYECTO</b> Marcos Gerding París
<b>COSTO TOTAL</b> \$ 107.556.999	<b>APORTE FIA</b> \$ 88.395.332 (51.8 %)
<b>PERÍODO DE EJECUCIÓN</b> Desde octubre de 2002 hasta octubre de 2007.	



## TABLA DE CONTENIDOS

### II . RESUMEN EJECUTIVO.

El proyecto se planteó para introducir en Chile el concepto de "Manejo de plagas en área extensa". Este concepto nació en EE.UU. y se fundamenta en que las medidas que adoptan los productores en forma individual, aunque lo hagan en forma excelente, tienen poco impacto en la plaga si no existe una coordinación a una escala geográfica mayor (regional o provincial) que integre a productores, habitantes rurales, habitantes de pueblos/ciudades, áreas silvestres, áreas abandonadas, etc. Tanto los modelos matemáticos teóricos como la evidencia práctica han confirmado lo anterior. Considerando estos antecedentes, se hizo necesario aplicar el enfoque en Chile y para ello se eligió como modelo o estudio de caso el manejo de la plaga polilla de la manzana *Cydia pomonella* en un área cercana a Chillán de 6.000 ha en total, dentro de la cual había 400 ha de manzano (distribuidas en 6 huertos comerciales), tres pueblos, numerosos predios con praderas, cultivos anuales y bosques y una gran cantidad de frutales caseros que también son atacados por esta polilla (manzanos de patio, membrillos, perales, nogales, etc.).

Al ejecutar las actividades del proyecto, algunos de los resultados más relevantes fueron los siguientes: se logró cuantificar el movimiento de la plaga desde las zonas circundantes hacia el interior de los huertos comerciales (como porcentaje de la población que funda o da origen a las polillas de la temporada correspondiente); se midió la capacidad de migración (cantidad de metros) de la polilla de la manzana; se confirmó el aislamiento como una medida eficaz para producir manzana con menor infestación de polillas; se introdujo al país dos enemigos naturales de la polilla (aunque sólo uno está establecido); y se logró la colaboración de la comunidad en el sentido de reducir la población de la plaga en los frutales caseros a través del control biológico usando las microavispa *Trichogramma cacoeciae* y *Trichogramma nerudai* para destruir los huevos de *C. pomonella* en esos frutales y de esa forma reducir la re-infestación de los huertos comerciales.

Las principales técnicas aplicadas y que quedan disponibles para ser usadas en nuevos proyectos de área-extensa, en esta u otras plagas, son las siguientes: uso de SIG (sistemas de información georeferenciados) en el control de plagas; técnicas de crianza de *Cydia pomonella*; técnicas de crianza de parasitoides de la polilla de la manzana (*Ascogaster quadridentata* y *Mastrus ridibundus*); técnicas de liberación de insectos y re-captura mediante pigmentos fluorescentes; producción y liberación de trichogrammas.

En los cuatro años de proyecto se enfrentó diversos contratiempos, muchos de los cuales fueron sorteados con éxito, mientras que algunos no pudieron ser solucionados. Esta experiencia en cuanto a la aplicabilidad del enfoque "área extensa" también es un producto del proyecto que queda a disposición de quienes deseen implementar este tipo de manejo en el futuro.

## 1. OBJETIVO DEL PROYECTO

Introducir al país un nuevo concepto de control de plagas, llamado "manejo en área extensa", utilizando a la polilla de la manzana como modelo y las feromonas y control biológico como estrategias de manejo. El nuevo concepto de control consiste en reducir las poblaciones de la polilla de la manzana a niveles bajo el umbral económico en un área extensa (area-wide) multipredial, que abarca tanto los huertos comerciales, como también todo hospedero de la polilla en el sector, con las técnicas mencionadas y de esta manera reducir y o eliminar el uso de insecticidas neurotóxicos.

Mediante liberaciones en focos de hospederos naturales de la polilla de la manzana se redujo la migración de los adultos de la misma hacia los huertos comerciales de manzanas sin que se alcanzara a reducir el uso de agroquímicos en los predios de la zona

### Objetivos específicos

1.- Realizar un censo de huertos y árboles hospederos de la polilla en el área del proyecto (112 predios)

Se realizó el censo de los hospederos naturales y se digitalizaron en una foto del área

2.- Introducir y multiplicar los enemigos naturales de la polilla de la manzana

Se introdujeron dos especies de parasitoides de la polilla de la manzana, *Ascogaster quadridentata* y *Mastrus rubidibundus*, además se determinaron poblaciones nativas de *Trichogramma cacociae* en huevos de lepidópteros, este parasitoide está descrito como parasitoide de huevos de la polilla de la manzana

3.- Establecer un sistema de crianza artificial de la polilla de la manzana

Se iniciaron crianzas sobre dietas basadas en matrices de agar y se terminó utilizando la dieta basada en aserrín y celulosa

4.- Reducir la población de polilla de la manzana a niveles cercanos a cero en los huertos integrantes del proyecto

A pesar de haberse disminuido la migración hacia el interior de los huertos, no se logró reducir los niveles de polillas en el interior como se había estimado

5.- Evaluar la migración de adultos desde árboles aislados (no tratados) hacia los huertos comerciales .

La inmigración de polillas desde los focos naturales fue afectada por el uso de enemigos naturales en el foco

6.- Liberar enemigos naturales en los focos no tratados y evaluar su efecto

Se liberaron los parasitoides y se evaluó y aún esta en evaluación su efecto sobre la población natural de polilla

7.- Mejorar el control biológico de las plagas secundarias

Se determinó la presencia de *Telonomus dalmani* parasitando huevos invernantes de *Orgyia antiqua*, presente en los huertos orgánicos del área. Los ácaros de la especie *Tetranychus urticae* no incrementaron sus poblaciones debido a la presencia de numerosos ácaros depredadores.

8.- Evaluar los métodos de control de los huertos involucrados en el proyecto

Los huertos comerciales continuaron con sus sistemas de control convencional al no disminuir la caída de polillas en las trampas de feromonas, se espera que más adelante se reduzcan sustancialmente las poblaciones

9.- Evaluar el uso de confusión sexual en grandes áreas

Se evaluó el efecto del uso de sistemas de confusión de polillas integrando el uso de Trichogramma en los bordes externos del huerto

10.- Realizar análisis espacial georeferenciado del área en estudio

Existe el plano georeferenciado del área

11.- Difundir la tecnología entre otros agricultores.

Se entregó la información acerca del proyecto, sus objetivos, actividades y resultados tanto en días de campo como en un seminario. También se publicó en la revista divulgativa del INIA (Tierra Adentro), un artículo sobre los parasitoides de la polilla de la manzana.

## 2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.

### 2.1 Multiplicación de la polilla de la manzana *Cydia pomonella*.

La crianza de esta polilla se realizó usando la dieta propuesta por Poitout y Blues (1974) durante los años 1 al 3 del proyecto (dieta basada en agar, FOTO 1). En el último año y medio del proyecto se utilizó la dieta propuesta por Brinton et al. (1969) y Proverbs et al. (1982) para la producción masiva (dieta basada en aserrín) y se usó la dieta de agar para mantener un núcleo que sirviera de respaldo en caso de haber problemas con la crianza basada en aserrín. En ambos casos, las recetas originales tuvieron que ser adaptadas a la infraestructura, mano de obra e insumos disponibles en el país, lo cual exigió una gran cantidad de ensayos y pruebas.

Una vez que la dieta se colocaba en los potes de crianza, se procedía a la siembra. Al inicio del proyecto los huevos de *C. pomonella* se mantenían en cámaras bioclimáticas hasta que eclosaban las larvas. Posteriormente, las larvas neonatas eran transferidas, una por una, a los potes con dieta usando un pincel (FOTO 2). Posteriormente este procedimiento se eliminó y en cada pote se colocó un trozo de papel con los huevos adheridos a él en la cara inferior, sostenido por un alfiler. Los huevos eran previamente desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, enjuagados con agua corriente por 5 minutos y se les dejaba secar al aire. Las larvas nacen dentro del pote y por sí mismas se introducen en la dieta, desliziéndose por medio de un hilo de seda. Con esta modificación, se redujo notablemente la cantidad de mano de obra que se destinaba a la siembra.

Una vez que las larvas neonatas comienzan a alimentarse de la dieta, tardaron entre 3-4 semanas en alcanzar el estado de pupa (FOTOS 4 Y 5). La pupación ocurre dentro del mismo pote de crianza, generalmente en la superficie de la dieta. Para cosechar los adultos, se hizo dos adaptaciones: se compró mangas plásticas rectangulares, con pisos de malla metálica (se venden como organizadores de zapatos en el comercio, FOTO 6), dentro de los cuales se colocaban los potes destapados. Cuando los adultos estaban próximos a emerger, los potes se colocaban destapados dentro de la funda plástica con cierre. La parte superior de la funda está iluminada con una lámpara para concentrar en esa zona los insectos y colectarlos con más facilidad. De esta forma, se aumentó la eficiencia de la cosecha, ya que anteriormente los potes se cosechaban uno por uno. La segunda modificación consistió en adaptar una aspiradora para cosechar "mecánicamente" las polillas, en lugar de capturarlas una por una con un frasquito como se hacía anteriormente. Al principio se usó una aspiradora de 1300 watts, pero el vacío producido era muy grande y además quemamos dos aspiradoras. Después se usó aspiradoras para automóvil conectadas a una batería. Este aparato dio excelentes resultados y también significó un avance en la eficiencia de la crianza.

Los adultos cosechados se transferían a cilindros de ovipostura (FOTO3). Éstos consistían en trozos de PVC de 25 cm de diámetro por 40 cm de largo. Inicialmente los cilindros se usaban completos, pero luego se hicieron "ventanas", es decir, con una sierra caladora se cortó trozos del PVC. Con esto se mejoró la iluminación al interior del cilindro y la distribución de las polillas era más uniforme. Los cilindros se forraron interiormente con papel mantequilla y las bocas del cilindro se tapaban con tul sujetado con elásticos. A través de una perforación se introducía un algodón embebido en agua azucarada o agua con miel para alimentar a los adultos. Las condiciones ambientales usadas fueron fotoperíodo largo (luz:oscuridad = 16:8) y 25° C.

Cada dos días se renovaba el papel mantequilla, en el cual las hembras colocan los huevos. El papel ("planchas de huevos") se lavaba y secaba tal como se describió más arriba. Tras 48 horas en la cámara bioclimática los huevos alcanzan el estado de "cabeza negra" y quedaban en condiciones de ser trozado y usado para sembrar los potes.

Cabe destacar que hacia el final del proyecto el volumen producido alcanzó 500-800 polillas por día. la viabilidad de los huevos varió entre 70-80% y el porcentaje de larvas que alcanzaban el estado adulto rondó el 50%.

Los principales problemas enfrentados en la crianza de *C. pomonella* fue la contaminación por hongos, principalmente *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp., y la contaminación con larvas de la polilla *Plodia interpunctella* (FOTOS 7-8). La primera se enfrentó extremando las medidas de higiene, mientras que

la infestación por *P. interpunctella* fue más difícil de controlar y hubo que comenzar la crianza desde material limpio en otro laboratorio (dentro de nuestra estación experimental), único medio eficaz de eliminar este insecto.

## 2.2. Crianza de *Sitotroga cerealella*.

La polilla de los granos almacenados *S. cerealella* se crió siguiendo la metodología contenida en el Boletín INIA N° 61 "Producción masiva de *Trichogramma*". Esta metodología se puede resumir de la siguiente manera: el trigo humedecido se desinfecta en un horno durante 2 horas. Luego, se transfiere a bandejas con marco de madera y paredes laterales de malla metálica (FOTO 9). Bajo condiciones de alta humedad relativa y alta temperatura, las bandejas con trigo se "siembran" con huevos de la polilla, una vez que las larvas enlozan y se introducen en los granos de trigo, las bandejas se transfieren a embudos de crianza (FOTO 10) para que las larvas completen su desarrollo y alcancen el estado adulto. Estos embudos de acero inoxidable, de gran tamaño, tienen en su parte superior hasta 15 bandejas colocadas de canto y la parte inferior tiene forma de pirámide invertida. En el extremo de esta pirámide, se colocaba un depósito para cosechar los adultos aprovechando el geotropismo positivo que posee esta especie (FOTO 11 Y 14). Los adultos se transferían a cilindros de ovipostura (FOTO 12-13). Estos cilindros están hechos con malla metálica inoxidable y están dentro de una máquina que los hace girar lenta pero continuamente a lo largo del día (1/4 rpm). Este movimiento giratorio es necesario para evitar que las polillas mueran aplastadas cuando se concentran en la parte inferior del cilindro y para que los huevos se desprendan de las paredes y caigan por un embudo hasta una bandeja donde pueden ser retirados.

La producción diaria de huevos fue de 300-500 gramos (septiembre a marzo) y de 50-100 gramos desde marzo a agosto, meses en los cuales no se hicieron liberaciones en campo y los huevos se usaban para mantención de la colonia.

## 2.3. Multiplicación de *Trichogramma* spp., *Ascogaster quadridentata* y *Mastrus ridibundus*.

### 2.3.1 Multiplicación de *T. nerudai* y *T. cacoeciae*.

Para parasitar los huevos (FOTO 16), el sistema elegido dependía del propósito. Si se necesitaba grandes cantidades de huevos parasitados para llevar al campo, éstos se introducían sueltos sobre palmetas de flexit en una caja de vidrio de 40 x 50 x 100 cm, la mitad cubierta por un paño o cartulina negra y la otra mitad descubierta (FOTO 17). Como los trichogrammas son atraídos por la luz, ellos se concentran en la mitad iluminada de la caja y parasitan los huevos de ese sector. En el ínter tanto, se introducen nuevos huevos en la mitad oscurificada. Luego, se destapa la zona oscura y se tapa la mitad iluminada, con lo cual los trichogrammas se cambian de una mitad a la otra. De esta forma, se puede retirar los huevos ya parasitados sin que los trichogrammas escapen y usar un pincel para su uso posterior.

Los huevos de *S. cerealella* parasitados se pegaban en rectángulos de cartón (3000 huevos por trozo de 2 x 4 cm), que pueden ser colgados en los árboles (FOTOS 18-24).

Si el objetivo era mantener la colonia, la parasitación ocurría en tubos de vidrio (3 cm diámetro x 30 cm de largo), con los extremos ocluidos con un film de plástico (alusaplast) o frascos de vidrio de 1 Lt (FOTO 15). Los huevos de *S. cerealella* son ofrecidos pegados a un trozo de papel. Una vez que los huevos están parasitados (cambian de color naranja a negro), se usaban para parasitar una cantidad mayor de huevos en frascos conserveros de vidrio (1 L de capacidad), con alusaplast en lugar de tapa. Dentro de cada frasco se colocaba una hoja de papel con al menos 9 pulgadas<sup>2</sup> de huevos de *S. cerealella*. Esta crianza se realizaba a 20° C y 16 h de luz, durante todo el año.

### 2.3.2 Multiplicación de *Ascogaster quadridentata*.

*A. quadridentata* (FOTO 26) fue introducido oficialmente a Chile el año 2003, desde EE.UU. y su cuarentena fue realizada en el Centro de Investigación La Cruz.

Este parasitoide también ataca huevos, pero a diferencia de los trichogrammas no los destruye inmediatamente. La larva de *C. pomonella* nace en forma normal y se desarrolla de igual forma (excepto por una leve disminución de tamaño). Al momento de alcanzar el estado de pre-pupa, la larva del parasitoide que se encuentra en su interior y que había estado inactiva desde que nació en el huevo, se activa y mata a la larva de polilla de la manzana.

Los adultos de *A. quadridentata* se mantenían en cámaras de crianza de madera y vidrio, con mangas de tul en los costados para acceder al interior de ellas. Se les proporcionaba miel en forma de líneas en el vidrio y agua por medio de un algodón. Se mantenían a 20-25 °C, con fotoperíodo 16:8 (luz: oscuridad). Diariamente, se les ofrecía huevos frescos de *C. pomonella* para que parasitaran, huevos que estaban en trozos de papel mantequilla provenientes de los cilindros de oviposición de *C. pomonella*. Después de 24 h, se retiraba los huevos y recibían el mismo tratamiento descrito en el punto 2.1 para la crianza de *C. pomonella*, se sembraban en la dieta de igual manera que los huevos sin parasitar y en lugar de cosechar polillas se colectaba adultos de *A. quadridentata*.

### 2.3.3 Multiplicación de *Mastrus ridibundus*.

Este parasitoide (FOTOS 28 A 31) ataca larvas diapausantes de *C. pomonella* dentro de su capullo y fue importado desde Argentina, que a su vez lo importó desde EE.UU. La metodología para la crianza de *M. ridibundus* incluyó los siguientes pasos:

- Previo a la importación, se creó un "stock" de larvas de *C. pomonella* en diapausa, con el fin de tener hospederos para *M. ridibundus*. Para obtener estas larvas se colocaron bandas de cartón corrugado en manzanos, las que son usadas por las larvas como lugares de invernación. Estas bandas se instalaron en febrero-marzo y fueron retiradas a principios de abril. Se almacenaron en frío (5° C).
- Una vez que *M. ridibundus* fue liberado de la cuarentena, se crió a 25° C y luz:oscuridad = 16:8. Rollos de cartón corrugado con larvas diapausantes se colocan en la cámara de crianza (FOTO 32) por 5 días para permitir que las hembras de *M. ridibundus* las parasitaran. Al cabo de 5 días, los rollos se retiraban y eran reemplazados por otros. Los rollos expuestos al parasitismo se almacenaban a 15° hasta que emergían los adultos de *M. ridibundus*.
- Los adultos recién emergidos eran transferidos a la cámara de parasitación (del mismo tipo que las de *A. quadridentata*) junto con el resto de la colonia, donde se les mantenía con miel y agua.

Determinación de parámetros de biología de *M. ridibundus*. Antes de proceder a liberar en el campo este parasitoide, se estudió en el laboratorio algunos elementos de su biología, debido a la escasez de información disponible en la literatura. estos parámetros fueron:

#### a) Fecundidad de *M. ridibundus*.

- Cada pareja se mantuvo en una cámara separada de las demás parejas.
- Un rollo con 5 larvas de *C. pomonella* se expuso al parasitismo por 5 días. Al cabo de los cinco días, se renovó los rollos.
- Los rollos expuestos se trasladaron a una "maternidad" y se registró: % de larvas parasitadas, número de capullos, número de adultos de *M. ridibundus*.

Nota: no se contó huevos directamente porque se desprenden fácilmente (fecundidad estrictamente hablando) y por lo tanto se perdía el material estudiado.

Este experimento fue diseñado para tener una estimación del número de larvas de *C. pomonella* que una hembra de *M. ridibundus* puede atacar al día, además de tener una aproximación gruesa de la fecundidad de esta avispa (nº de descendientes por hembra).

b) Efecto del tamaño de la larva de *C. pomonella* en el tamaño de la progenie de *M. ridibundus*. Este experimento se realizó para determinar si las hembras eran capaces de evaluar la condición de la larva, en este caso peso, y adecuar el nº de huevos colocados en cada larva.

- Las larvas de *C. pomonella* se clasificaron en dos categorías (sobre y bajo 50 mg).
- Se les permitió entrar en cartón corrugado y crear el capullo. Luego, se exponían al parasitismo.
- Se registró el número de adultos que emergía de cada larva.

c) Fecundidad de *M. ridibundus* con y sin alimento.

Este experimento se realizó considerando la importancia que la nutrición de los adultos tiene en la fecundidad y longevidad, especialmente en una especie sinovigénica y que no se alimenta del hospedero como *M. ridibundus*. Los pasos fueron:

- Parejas se mantenían en cámaras separadas, con y sin alimento (miel).
- Se les ofrecía 5 larvas x 5 días, que se renovaban durante todo el período en que la hembra permanecía viva.
- Las larvas expuestas se retiraban y continuaban su desarrollo.
- Se registró % de larvas parasitadas y el número total de capullos por hembra.

#### 2.4. Censo y georeferenciación de hospederos naturales

Se obtuvo dos imágenes satelitales Quick Bird, una en el modo pancromático y otra en el modo multiespectral. Estas imágenes abarcan una superficie irregular de 6250 ha entre los ríos Ñuble y Cato (71°54'35" - 47'16" long. Oeste, 36°29'37" - 34'48" lat. Sur). El modo multiespectral tiene una resolución espacial de 2.4 m por pixel y una resolución espectral de 4 bandas. Estas bandas abarcan el espectro visible (azul, verde y rojo) y el infrarrojo cercano. Para una adecuada interpretación del uso del suelo de la imagen, ésta fue impresa en "falso color convencional", técnica de despliegue gráfico que permite mejorar los contrastes cromáticos entre las especies vegetales.

Posteriormente, se obtuvo los roles de todas las propiedades incluidas en el área de trabajo y se georeferenció los límites de cada predio mediante el programa AUTOCAD.

La tercera parte de este trabajo consistió en recorrer por tierra la zona y catastrar todos los frutales de pepita y de carozo presentes en el área, georeferenciando su ubicación mediante un GPS. Con esta información se construyó una base de datos.

Al cruzar toda la información se logró colocar sobre las imágenes satelitales los hospederos de la polilla de la manzana, usando un símbolo para cada especie frutal.

#### 2.5. Control de la polilla de la manzana con la utilización de feromonas y attract and kill.

La técnica del attract&kill fue descontinuada por el distribuidor del producto en Chile. La disrupción sexual mediante emisores de feromona fue usada por los productores del área de acuerdo a las recomendaciones del fabricante en cuanto a número de emisores por ha, cambio de emisores, etc.

#### 2.6. Evaluación de las poblaciones inmigrantes al huerto mediante la utilización de trampas cónicas externas.

Se diseñaron trampas cónicas (Figuras 10 y 11) las que fueron confeccionadas con latón con una boca de entrada de 50x50 cm un largo de 60 cm y un fondo de 10x10 cm. Este fondo estuvo cubierto con una malla metálica mosquitera y el piso interno se recubrió con stickem, producto pegajoso de gran durabilidad. Sobre la malla del fondo se colocó un capsula de goma conteniendo la feromona de la polilla de la manzana. Las trampas se colocaron en pares, con orientación hacia el interior del huerto y hacia el exterior del huerto (¡Figura 10), de manera de capturar las polillas saliendo del huerto (emigrantes) y las que colonizaban en huerto (inmigrantes).

#### 2.7. Evaluación de las poblaciones en el huerto mediante la utilización de trampas de feromonas.

La población de machos de polilla de la manzana se realizó de acuerdo a las instrucciones del distribuidor de las trampas delta de codlemona. La recomendación fue usar trampas 10x al interior de los huertos y trampas 1x en los contornos de ellos. Una vez por semana, entre los meses de septiembre a abril, se revisaron las trampas y se registró el número de polillas de la manzana adheridas al pegamento. Los registros fueron llevados a cabo por cada productor.

#### 2.8. Evaluación de plagas secundarias

Dentro de los programas de BPA de los huertos, en especial los orgánicos, se llevaron a cabo monitoreos de plagas. En adición, cada brote de plagas distintas a *C. pomonella* era comunicado a INIA por parte de los productores, y se confirmaba en el laboratorio la identidad de la plaga.

### 3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	REAL	OBSERVACIONES
Multiplicación de la polilla de la manzana	Durante todo el proyecto se multiplicó <i>Cydia pomonella</i>	Se usó dos tipos de dietas
Crianza de <i>S. cerealella</i>	Durante todo el período se mantuvo una crianza de <i>S. cerealella</i>	
Multiplicación de <i>Trichogramma</i> spp.	Durante todo el período se mantuvo una crianza sobre huevos de <i>S. cerealella</i>	La producción se adecuaba de acuerdo a la demanda por época del año
Censo de hospederos naturales	Completado en el tiempo previsto	
Control de polillas (feromonas, attract and kill)	Se realizó sólo interrupción sexual, pero no attract&kill	El producto fue retirado del mercado
Colocación de trampas de feromonas	Se instalaron las trampas en los bordes de los huertos	Se midió migración
Colocación de trampas de feromonas en los huertos	Se monitoreó machos adultos de <i>C. pomonella</i> durante cada temporada del proyecto	Acción realizada por los mismos productores
Evaluación plagas secundarias	Cada año se evaluó la presencia de plagas secundarias en los huertos comerciales	
Evaluación de trampas de feromonas	Acción realizada por los mismos productores	
Georeferenciación de los hospederos naturales	Los hospederos fueron localizados con GPS y ubicados en el mapa digital	
Días de campo, charla técnica, página web, curso para profesionales y técnicos	Se difundió la tecnología en días de campo, seminario nacional y reuniones internacionales.	

## 4. RESULTADOS DEL PROYECTO

### 4.1. Multiplicación de la polilla de la manzana, *Cydia pomonella*.

Desde al inicio del proyecto hasta el presente se logró incrementar la producción de esta polilla desde niveles de 200 polillas/semana a 5.000 polillas por semana. Este incremento se debió a algunas modificaciones y mejoras introducidas en la metodología.

La dieta incorporó algunos ingredientes importados desde EE.UU., como las vitaminas y los minerales. Se introdujo cambios en la forma de sembrar la dieta y en la cosecha de los adultos que aumentaron el rendimiento del personal, adaptando equipos como una aspiradora para automóvil o fundas plásticas para guardar ropa.

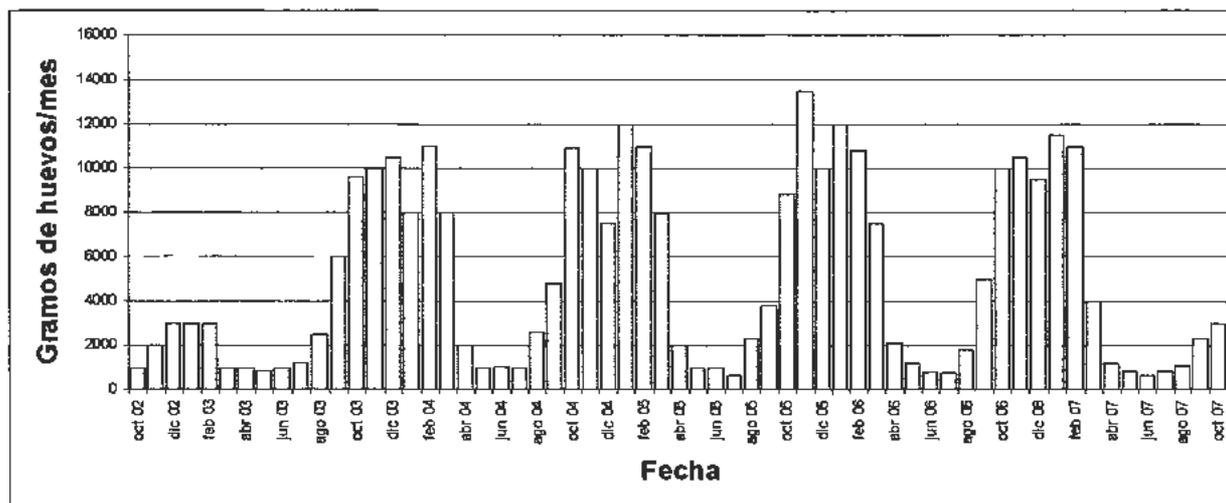
### 4.2. Crianza de *Sitotroga cerealella* y *Trichogramma nerudai*.

*Sitotroga cerealella*. La producción de *Sitotroga cerealella* durante los meses de septiembre a marzo de cada año del proyecto se desarrolló en su nivel máximo, alcanzando más de 800 gramos de huevos por día, equivalentes a 24 millones de huevos. Disponer de esta cantidad de huevos fue clave para cumplir con las entregas semanales comprometidas en los frutales de los pueblos de Quinguehua, San Antonio de Chacayal y para ejecutar los ensayos.

*Trichogramma nerudai*. La crianza de este parasitoide puede dividirse en dos: un núcleo llamado de mantención, en frascos de vidrio de un litro, que se realizó a lo largo de todo el año; y una producción industrial o masiva que comenzaba en agosto de cada año y disminuía en febrero, siguiendo el ciclo de *Cydia pomonella*.

Durante el proyecto se produjo más de 300 kilos de huevos de *S. cerealella*, equivalentes a 9.000.000.000 de huevos.

Figura 1. Producción mensual de huevos de *Sitotroga cerealella* durante el proyecto (2002-2007).



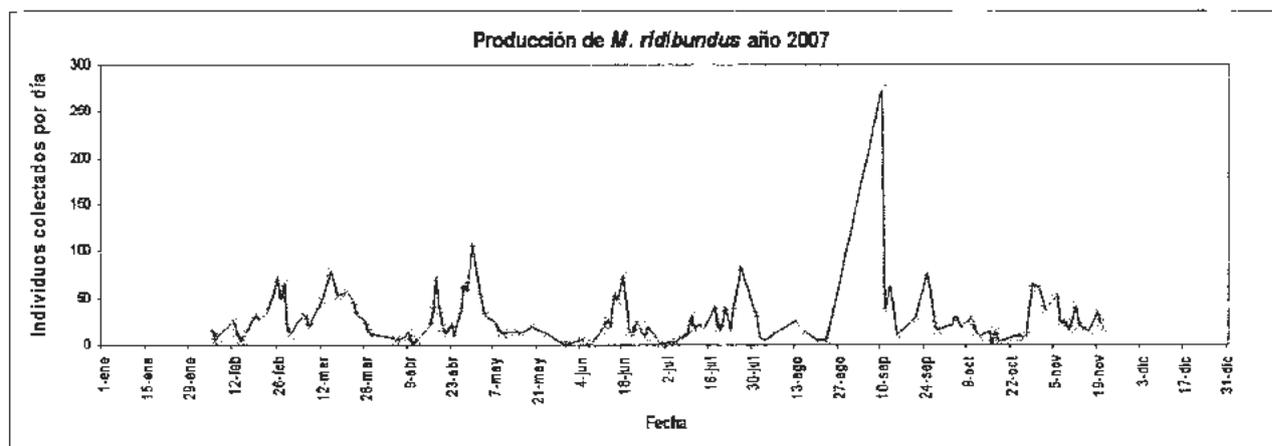
### 4.3. Crianza de *Ascogaster quadridentata*.

La crianza de este parasitoide se realizó sobre huevos de *C. pomonella* criadas en dieta de agar.



#### 4.4. Crianza de *Mastrus ridibundus*.

La producción de este parasitoide alcanzó los 3700 ejemplares entre enero y octubre de este año.



Resultados de los experimentos realizados para conocer la biología de *M. ridibundus*.

Los resultados indicaron que el 76% de las larvas expuestas al parasitoide efectivamente fueron parasitadas; de cada larva emergieron entre 1-8 parasitoides, con una mayor frecuencia entre 2 y 4 parasitoides por larva (ver cuadro 1). La razón de sexo fue 1,03 (machos:hembras) y cada hembra parasitó  $1,14 \pm 0,66$  larvas diariamente.

Cuadro 1. Frecuencia del número de parasitoides emergidos por cada larva de *C. pomonella*

Nº de avispas / larva	Frecuencia
1	13%
2	18%
3	22%
4	20%
5	11%
6	9%
7	3%
8	3%

Cuadro 2. Efecto del alimento en la longevidad (n° de días de vida) de adultos de *Mastrus ridibundus* (número de individuos se indica entre paréntesis).

	Sin miel	Con miel
Hembras	4 (n = 10)	17 (n = 20)
Machos	3 (n = 17)	15 (n = 19)
	Rango (días)	
Hembras	2-5	9-27
Machos	2-5	11-22

La disponibilidad de un alimento rico en carbohidratos como la miel aumentó en más de un 100% la fecundidad del parasitoide (de 0,3 a 0,8 parasitoides por hembra), mientras que la longevidad de los adultos aumentó en un 400% (de cerca de cuatro días sin alimento a más de dieciséis días con miel).

Peso de la larva en tamaño de la progenie de *M. ridibundus*.

Los principales resultados indicaron que las larvas de mayor peso originaron  $4,8 \pm 1,3$  parasitoides, mientras que las larvas que sólo pesaron la mitad originaron  $2,6 \pm 0,89$  parasitoides por larva. Se detectó una tendencia en el sentido de que la mayoría de los parasitoides extras eran hembras, mientras que el número de machos permaneció casi constante e independiente del peso de la larva.

#### 4.5 Liberación de *Trichogramma nerudai* y *Ascogaster quadridentata*.

##### Liberación de *T. nerudai*

Las liberaciones de *T. nerudai* se realizaron usando unidades de cartón que contenían una pulgada de huevos parasitados (cerca de 3.000 huevos). El calendario de liberaciones en cada temporada comenzaba a mediados de noviembre y terminaba a mediados de marzo. Las liberaciones se realizaban en tres localidades (San Antonio, Quinquihua, Bustamante). En los dos primeros, se visitó cada casa que tenía al menos un frutal que podía servir como refugio de la polilla de la manzana y se entregaba un cartón por árbol por semana. Al mismo tiempo, se explicaba a los dueños de casa el propósito del trabajo, cómo funcionaba el control biológico de los huevos de la polilla de la manzana y la forma cómo tenían que colocar los cartones en los frutales. Como ejemplo, se adjunta la planilla de liberaciones del año 2004, esquema que se repitió en cada temporada del proyecto.

FECHA	LOCALIDAD	CANTIDAD (PULGADAS)	CANTIDAD (HUEVOS)
10 nov 04	Quinquihua	500	1500000
15 nov 04	Quinquihua	500	1500000
24 nov 04	Quinquihua	600	1800000
	San Antonio	200	600000
01 dic 04	Quinquihua	600	1800000
	San Antonio	200	600000
10 dic 04	Quinquihua	600	1800000
	San Antonio	200	600000
16 dic 04	Quinquihua	600	1800000
	San Antonio	200	600000
23 dic 04	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
29 dic	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
06 ene 05	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
	Bustamante	200	600000
13 ene 05	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
	Bustamante	200	600000
20 ene 05	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
	Bustamante	200	600000
27 ene 05	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
	Bustamante	200	600000
03 feb 05	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
	Bustamante	200	600000
10 feb 05	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
	Bustamante	200	600000
17 feb 05	Quinquihua	1000	3000000
	San Antonio	200	600000
	Bustamante	200	600000
<b>TOTAL</b>		<b>16,400</b>	<b>49,200,000</b>

Como una forma de control de calidad, se buscó una metodología para evaluar la emergencia de los trichogrammas desde las unidades de liberación, es decir, cuántos trichogrammas emergían de una

unidad de liberación (cartón) cada día, a partir de cuántos días comenzaba la emergencia y cuántos días duraba. El objetivo secundario fue comparar dos tipos de envase (botellas plásticas opacas de 1 L o tubos de PVC) para lograr lo anterior.

Un cartón se colocó al interior de la botella (FOTO 19) o del tubo y en la boca se puso una lámina transparente untada con pegamento (FOTO 20). Dado que el interior de estos envases es oscuro, los trichogrammas serían atraídos hacia la lámina debido a que buscan la luz y quedarían pegados en ella. En las primeras pruebas, el pegamento escurría de esta lámina, por lo que fueron reemplazadas por tapas de placa Petri plásticas.

Una vez solucionado este problema, las botellas y tubos con los cartones en su interior fueron colgados en árboles, simulando lo que se realiza con los hospederos de *C. pomonella* y diariamente se reemplazó la tapa por una nueva. La tapa se examinó bajo la lupa estereoscópica y se contó el número de trichogrammas adheridos a ella. Se utilizó cuatro botellas y cuatro tubos.

En las pruebas siguientes, se utilizó placas Petri de vidrio debido a que no todos los trichogrammas que emergían quedaban adheridos al pegamento.

Al comparar los diferentes envases para medir la emergencia, los tubos de PVC demostraron ser una mejor metodología. La emergencia de los trichogrammas puede ser descrita como una curva que consta de tres fases (figura 5): fase inicial (6 días), fase de emergencia máxima (3 días) y una fase de declinación (3 días). Para contrarrestar lo anterior, se decidió mezclar en la misma unidad de liberación huevos parasitados de distintas edades, de tal forma de lograr una emergencia más escalonada. Para comprobar lo anterior, se realizó una nueva prueba que consistió en colocar una unidad dentro de una placa Petri, colgar la placa en un árbol y retirar los trichogrammas que emergían cada día. Se utilizó cuatro placas y el promedio de sus emergencias se presenta en la figura 6. En ella puede observarse la presencia de dos máximos de emergencia, a los 3 y 10 días respectivamente.

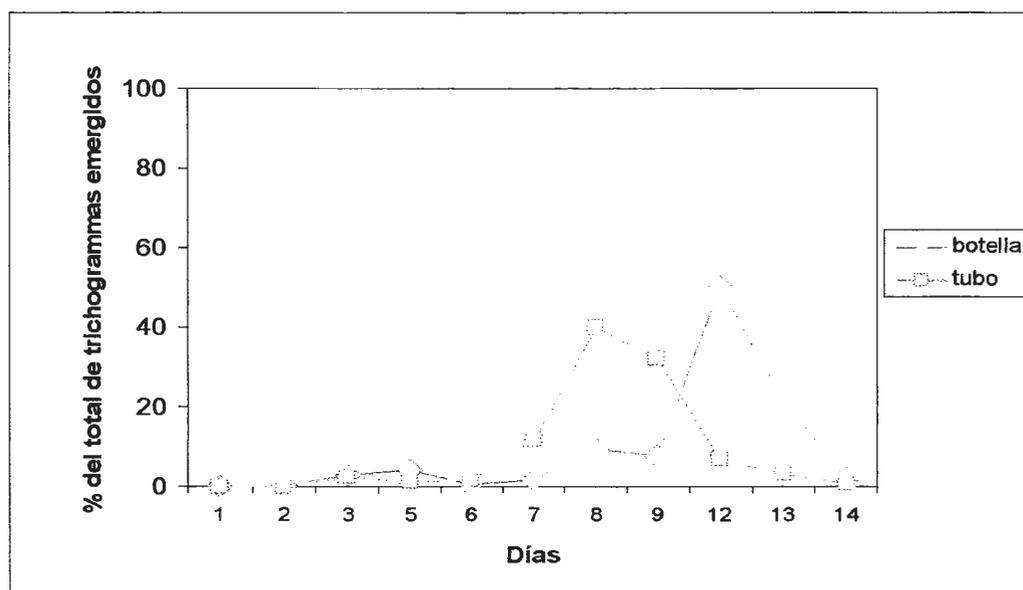


Figura 4. Emergencia relativa de *Trichogramma nerudai* a través del tiempo, medido mediante dos métodos.

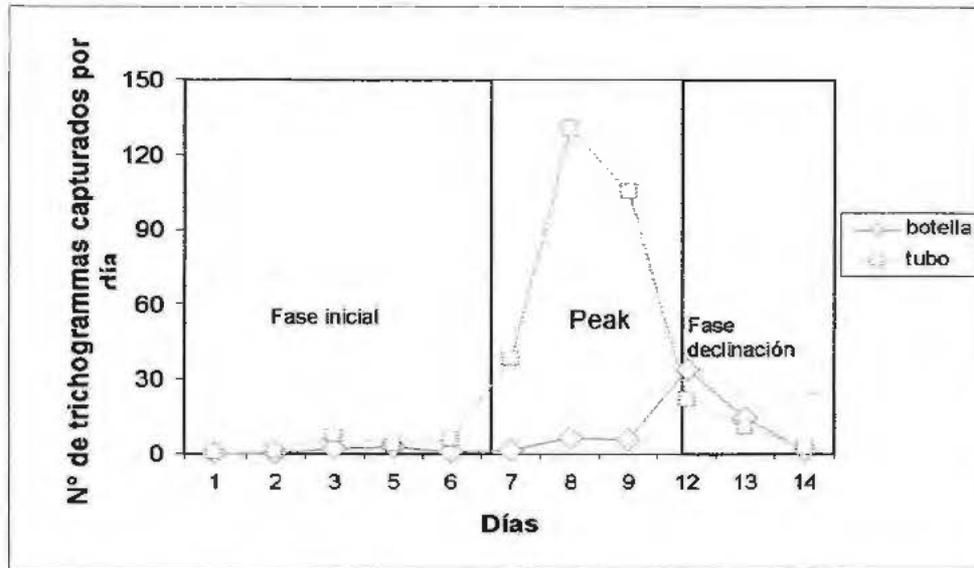


Figura 5. Emergencia absoluta de *Trichogramma nerudai* a través del tiempo, medido mediante dos métodos.

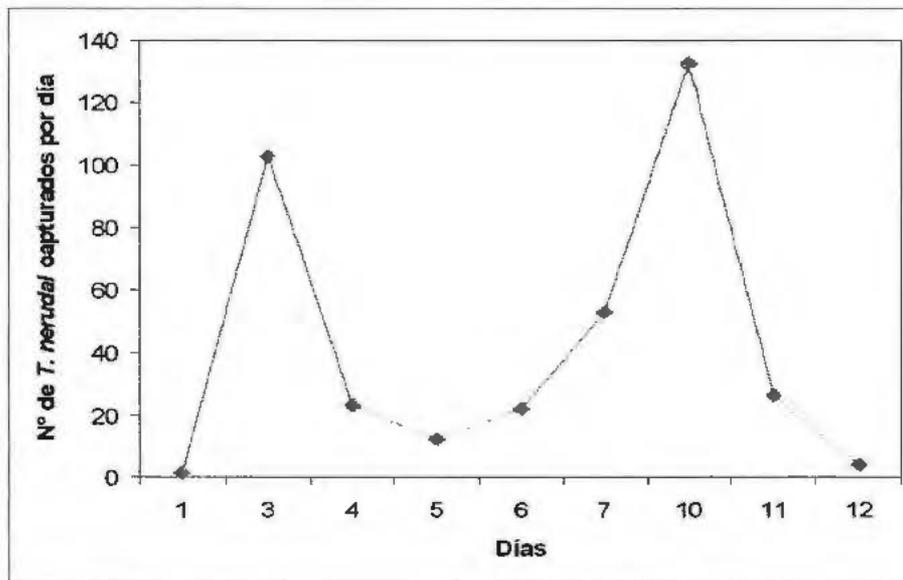


Figura 6. Emergencia de *Trichogramma nerudai* a partir de huevos de dos edades a través del tiempo.

Ensayo de eficacia de *T. nerudai* en combinación con disrupción sexual.

Los huertos orgánicos basan el control de *C. pomonella* en impedir el apareamiento de las polillas mediante el uso de feromona (disrupción sexual). Las hembras emiten feromonas para atraer a los machos. Con un exceso de feromona en el ambiente los machos no pueden encontrar a las hembras y no se produce el apareamiento. Sin embargo, si una hembra con huevos fértiles en su interior llega desde el exterior del huerto, pondrá sus huevos a pesar de la presencia de las feromonas. Aparentemente, esto sucede a menudo ya que incluso la recomendación del fabricante de las feromonas dice aumentar la cantidad de emisores en los bordes del huerto y los agricultores que lo usan han comprobado que el daño, cuando existe, se concentra en los bordes del huerto.

El objetivo de este ensayo fue evaluar la compatibilidad de disrupción sexual con el uso de trichogrammas, considerando que las feromonas seguirán siendo la base del manejo y los trichogrammas un complemento que se usará en los bordes para eliminar los huevos puestos por hembras fertilizadas en lugares externos al huerto.

El ensayo se realizó en Bustamante, Coihueco, VIII Región. Se utilizó tres lados de un cuartel orgánico de manzano que usa feromonas. Cada fila de árboles se dividió en grupos de 5 árboles (una parcela) y alternadamente se dejó una parcela testigo y una parcela con *T. nerudai*. Las parcelas con *T. nerudai* recibieron una pulgada de huevos parasitados por semana, durante 9 semanas (desde el 22 de diciembre de 2004 hasta el 16 de febrero de 2005). En total, se usó 96 árboles testigo y 98 árboles recibieron *T. nerudai*.

Para evaluar la eficacia de *T. nerudai* se usó dos métodos: uno directo, que consistió en colocar bandas de cartón alrededor del tronco y contar el número de larvas por árbol; y uno indirecto, que consistió en cosechar las manzanas y calcular el porcentaje de daño por polilla.

A pesar de que las bandas permanecieron puestas 25 días, el número de larvas presente fue tan bajo que este resultado no fue evaluable (en los 100 árboles con *T. nerudai* se encontró sólo una larva, mientras que los 100 árboles testigo contenían sólo seis). El examen de las manzanas cosechadas arrojó los resultados que se muestran en la figura 7.

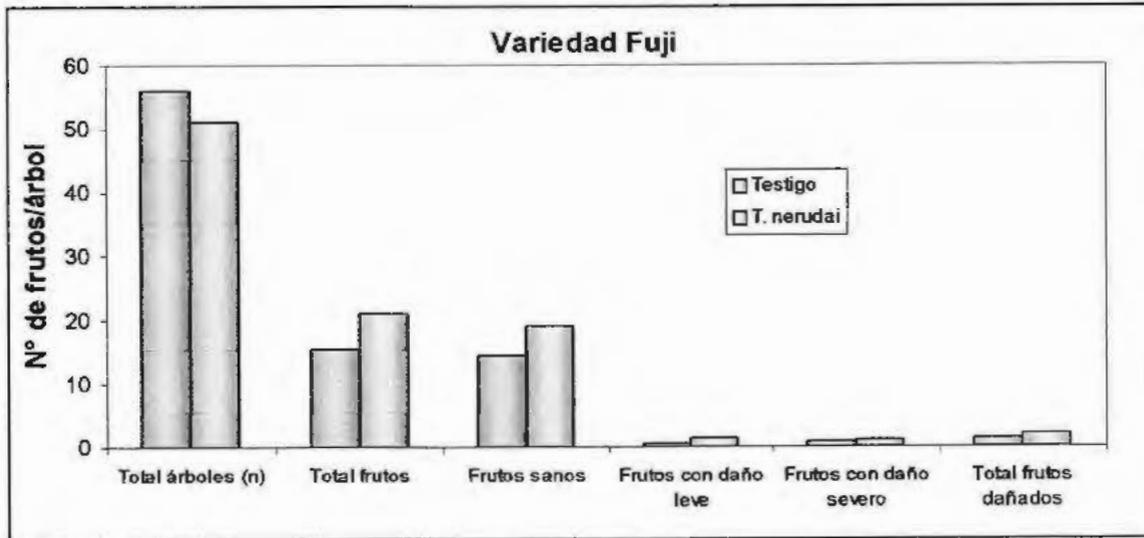
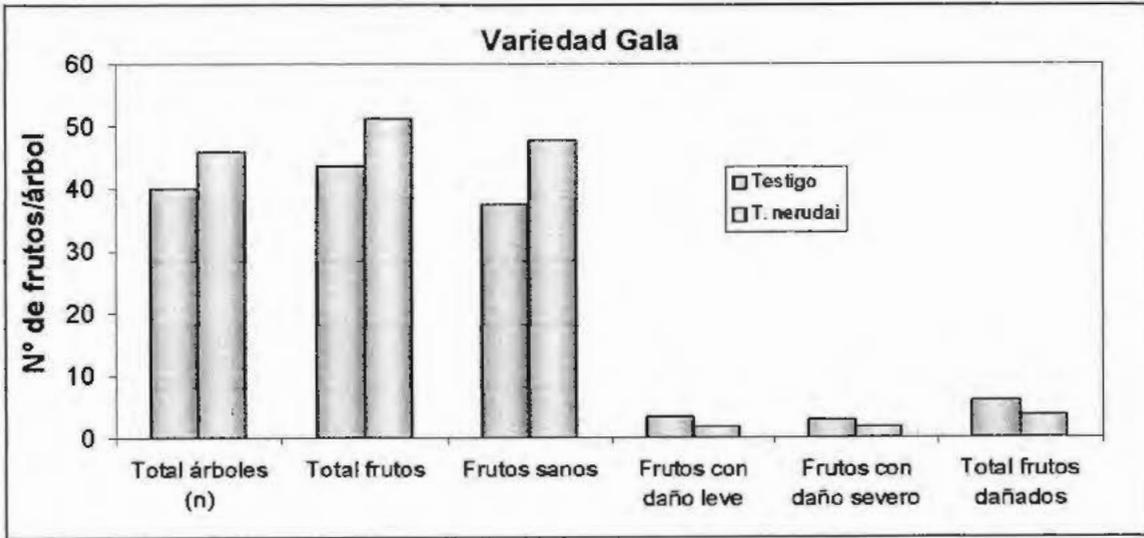


Figura 7. Efecto de *T. nerudai* en los contornos de un huerto orgánico que utiliza disrupción sexual como método principal para controlar polilla de la manzana.

### Liberaciones de *A. quadridentata*.

La crianza de *A. quadridentata* en INIA Quilamapu se inició con 50 adultos y 100 larvas de *C. pomonella* parasitadas. Cada día, cerca de 1000 huevos de *C. pomonella* fueron expuestos a los adultos para ser parasitados, en baterías entomológicas de 50 x 30 x 25 cm. Los huevos fueron retirados antes de 48 horas para evitar superparasitismo y se incubaron bajo las siguientes condiciones ambientales: 25° C, luz:oscuridad = 16:8; 60% HR, durante 5-7 días.

Al cabo de este período, emergieron las larvas de *C. pomonella*. Éstas fueron transferidas a potes con dieta artificial específica para esta plaga. La metodología de crianza de las larvas parasitadas es similar a la descrita para las larvas sanas (ver sección de crianza de *C. pomonella*).

Entre el 5 de enero y el 15 de febrero de 2004 se realizaron liberaciones de este parasitoide en dos huertos cercanos a Valdivia: huerto de la Estación Experimental Santa Rosa, Universidad Austral de Chile (3 km al norte de Valdivia) y en un huerto ubicado en la localidad de Pishuinco, 13 km al sur de Valdivia, propiedad del señor Roberto Carrillo LI.

El método de liberación consistió en transportar huevos parasitados de *C. pomonella* y, a medida que las larvas iban emergiendo, eran colocadas en los frutos en forma individual, por medio de un pincel. Para facilitar la entrada de la larva en la manzana, se removía una pequeña zona de la cutícula (aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>) y se marcaba las ramas donde se habían liberado. En total, en el huerto de Santa Rosa se liberó alrededor de 150 larvas neonatas de *C. pomonella* y 30 en el huerto de Pishuinco.

El calendario de liberaciones de *A. quadridentata*, utilizando una metodología similar a la descrita más arriba se presente en el siguiente cuadro:

CUADRO 3. Liberaciones de *A. quadridentata* realizadas durante la temporada 2003-2004.

	Fecha	Localidad	Nº adultos	Nº larvas	Nº huevos
1	02/01/04	Sta Rosa	4	-	-
2	06/01/04	San Antonio (Chacayal)	28	-	-
3	13/01/04	Rancagua (Víctor López)	57	100	250
4	16/01/04	Valdivia	40	150	-
5	28/01/04	Colín (Talca)	10	58	-
6	04/02/04	Fundo Patricia Paola	5	5	-
7	15/02/04	Valdivia	-	30	-
8	20/02/04	San Antonio (Chacayal)	8	-	-

### Posteriores liberaciones de *A. quadridentata*.

La primera (10-12 enero 2005) se realizó en un huerto de manzano orgánico perteneciente a Agrícola Cato, Coihueco, VIII Región. La segunda (28 de enero de 2005) se realizó en San Miguel, Bulnes, VIII Región, en un huerto de manzano para consumo familiar (0.5 ha), que recibe sólo ocasionales aplicaciones de insecticidas.

En ambos lugares se utilizó el mismo esquema, que fue diseñado para comparar tres métodos de liberación (FOTO 27):

- Método 1: colocar una larva neonata de *C. pomonella* parasitada por *A. quadridentata* en la zona de inserción del pedicelo, sin realizar otras acciones (FOTO 21).
- Método 2: pelar parte de la piel de la manzana (tamaño de una moneda de \$ 10) en la zona de los hombros de la manzana y colocar una larva neonata de *C. pomonella* parasitada por *A. quadridentata*.
- Método 3: colocar una larva neonata de *C. pomonella* parasitada por *A. quadridentata* en la zona de inserción del pedicelo (sin pelar la manzana) y embolsar la manzana con muselina (FOTO 22). Esta tela impide la salida y entrada de insectos, incluyendo las larvas neonatas de *C. pomonella*.

Las manzanas de los métodos 1 y 2 fueron embolsadas con mallas plásticas de gran mesh, que no inciden en el movimiento de los insectos, para evitar que cayeran al suelo en caso que se desprendieran del árbol.

En cada lugar el ensayo se planteó como un experimento de bloques completos al azar, en el que los bloques estaban constituidos por un árbol en cuyas ramas principales se buscaba tres grupos de 10 manzanas c/u. En cada grupo de 10 manzanas se usaba uno de los métodos de liberación (ver figura c).

Las manzanas fueron cosechadas tres semanas después de la liberación y se han mantenido en frascos individuales desde el 3 de febrero, anotando registró cada insecto (polilla o *A. quadridentata*) que emerge de la manzana y la fecha en que lo hace. Una vez que estos datos estén completos (alrededor del 3 de abril) se va a calcular el porcentaje de sobrevivencia de las larvas (3 repeticiones de 10 manzanas).

El resultado de estas liberaciones no permitió recuperar el parasitoide en las localidades indicadas. En las temporadas siguientes, dado la baja cantidad de individuos disponibles, sólo se liberó a 10 km de Chillán y tampoco fue recuperado.

#### 4.9. Evaluación de las poblaciones inmigrantes al huerto mediante la utilización de trampas cónicas externas

La dirección desde la cual migran las polillas desde sus focos externos hacia los huertos comerciales varió de predio en predio y por lo tanto no pudo establecerse un patrón común. La importancia de cada punto cardinal, tanto en términos relativos (Figura 3) como absolutos (Figura 4) se presentan a continuación:

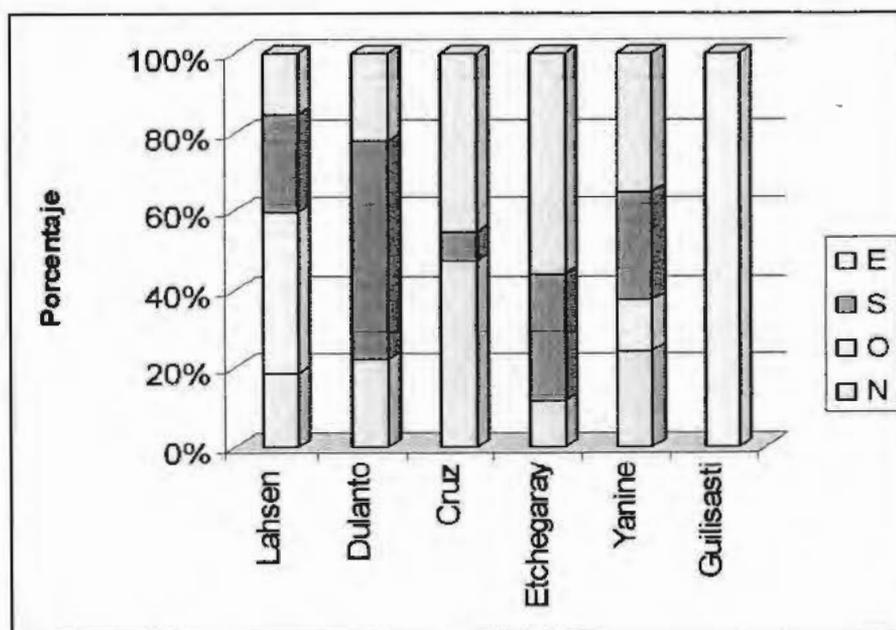


FIGURA 8. Origen de las polillas migrantes en 6 predios incluidos en el área de manejo (proporción de machos capturados por trampa en cada punto cardinal). E = este; S = sur; O = oeste; N = norte.

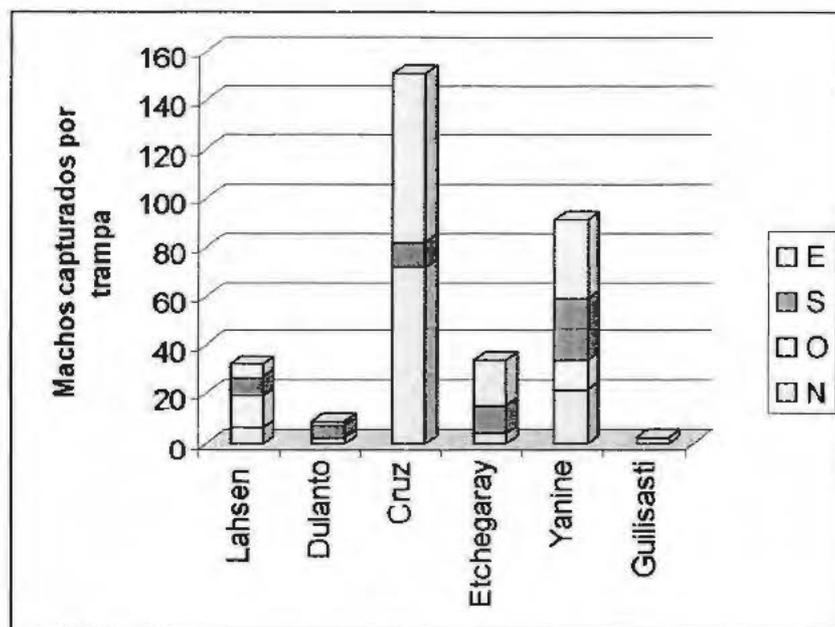


FIGURA 9. Origen de las polillas migrantes en 6 predios incluidos en el área de manejo (número de machos capturados por trampa en cada punto cardinal). E = este; S = sur; O = oeste; N = norte.

La metodología usada en la siguiente temporada (04-05) fue algo diferente a la utilizada en la temporada anterior (03-04) para permitir evaluar tanto la entrada (inmigración) como la salida (emigración) de polillas hacia y desde los huertos. La modificación consistió en usar dos trampas en lugar de una, una orientada hacia fuera del huerto y la otra orientada hacia el interior (ver figura X). Todos los demás aspectos fueron similares a los usados anteriormente (tipo y cantidad de atrayente, piso con pegamento, intervalo de cambio de feromona, etc). El detalle de las trampas utilizadas es el siguiente:

Huerto	Manejo	N° de pares de trampas instaladas
Agrícola Cato Ltda.	Orgánico	8
Guilisasti	Orgánico	3
Guillermo Yanine	Orgánico	6
Eduardo Cruz	Convencional	3
Domingo Etcheagaray	Convencional	4
<b>TOTAL</b>		<b>24 (48 TRAMPAS)</b>

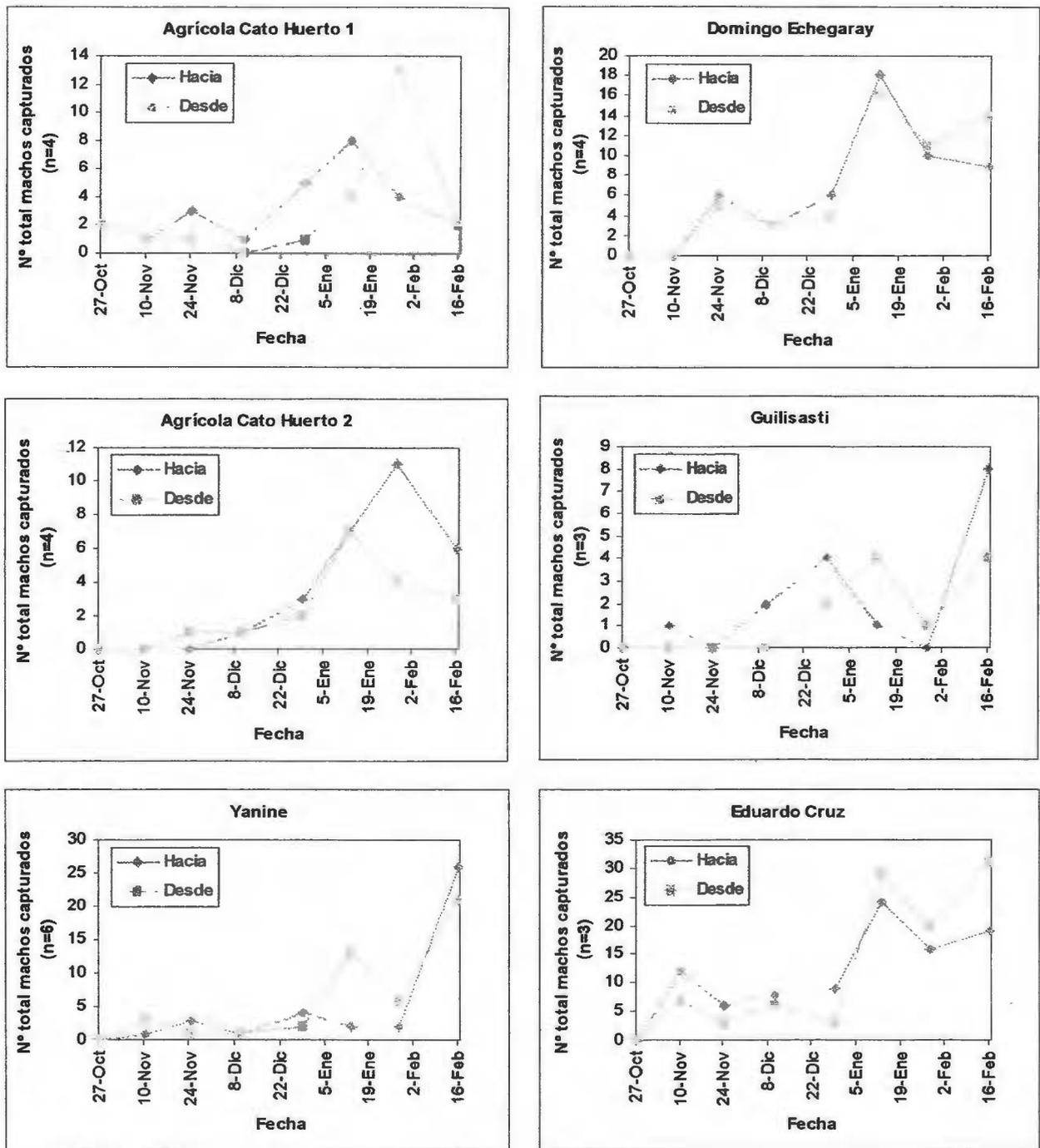


Figura 10. Ejemplo de capturas de machos de *C. pomonella* en los huertos del área de manejo, temporada 2004-2005 (verde = inmigración; naranja = emigración).

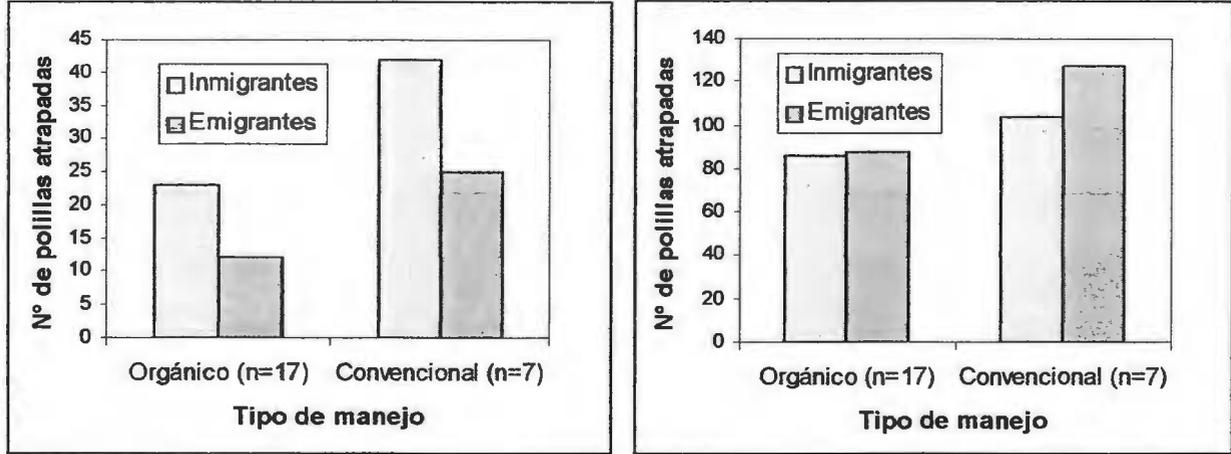


Figura 11. Migración de *C. pomonella* acumulada entre octubre y diciembre de 2004 (izq.) y entre enero-febrero 2005 (der.), separada por tipo de manejo del huerto.

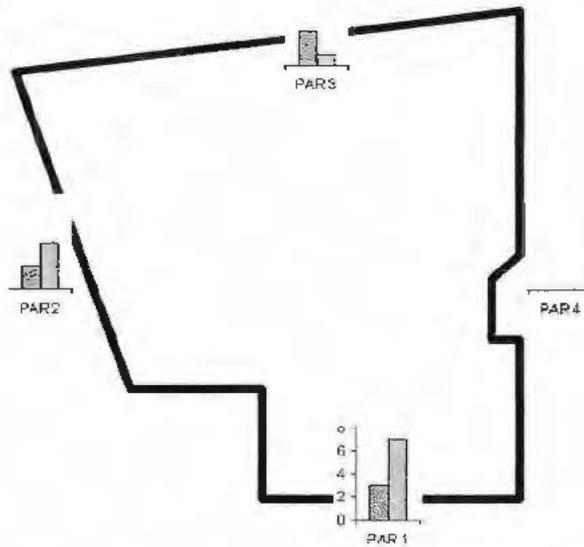


Figura 12. Ubicación y capturas (número acumulado de polillas) de cada par de trampas ubicado en el predio Domingo Echegaray (1ª mitad del período de muestreo, oct-dic 2004). Verde = inmigrantes; naranja = emigrantes.

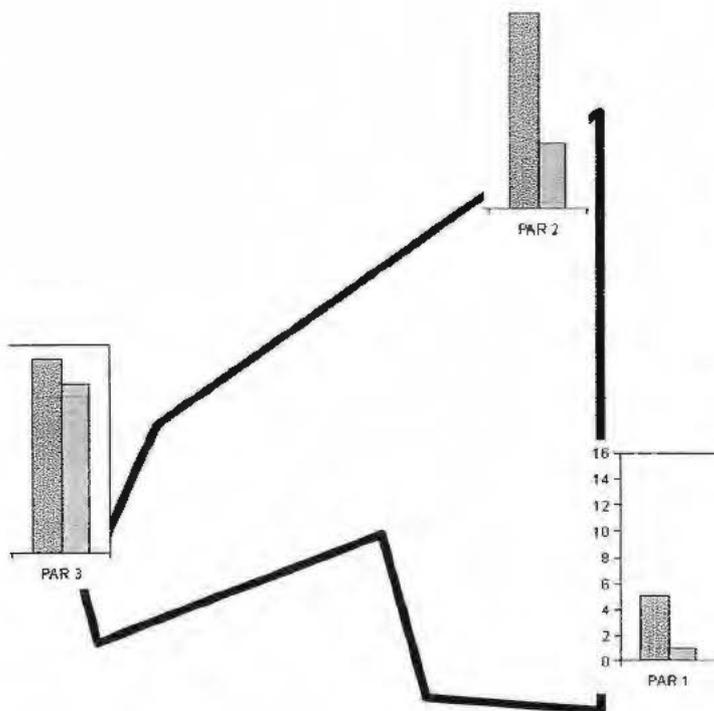


Figura 13. Ubicación y capturas (número acumulado de polillas) de cada par de trampas ubicado en el predio Eduardo Cruz (1ª mitad del período de muestreo, oct-dic 2004). Verde = inmigrantes; naranja = emigrantes.

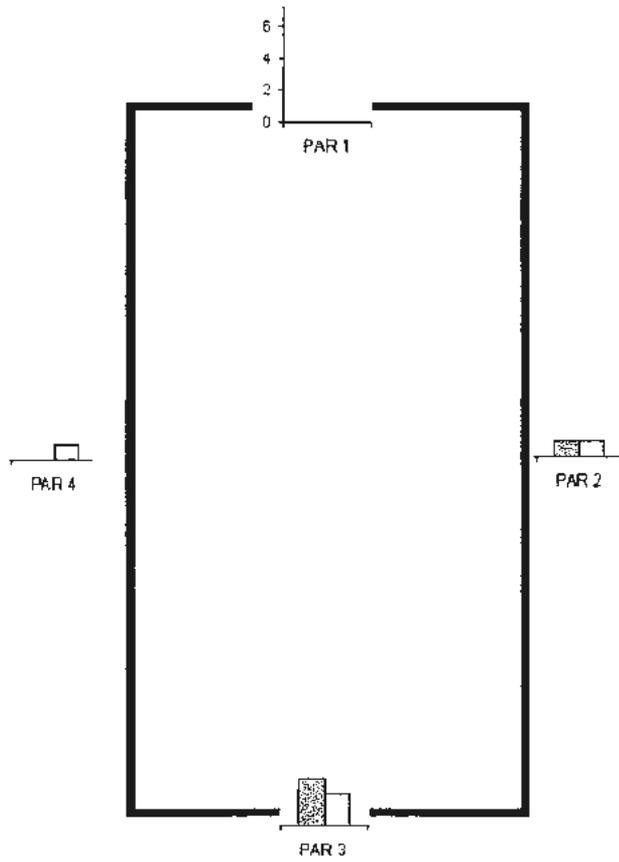


Figura 14. Ubicación y capturas (número acumulado de polillas) de cada par de trampas ubicado en el predio Agrícola Cato cuartel 2 (1ª mitad del período de muestreo, oct-dic 2004). Verde = inmigrantes; naranja = emigrantes.

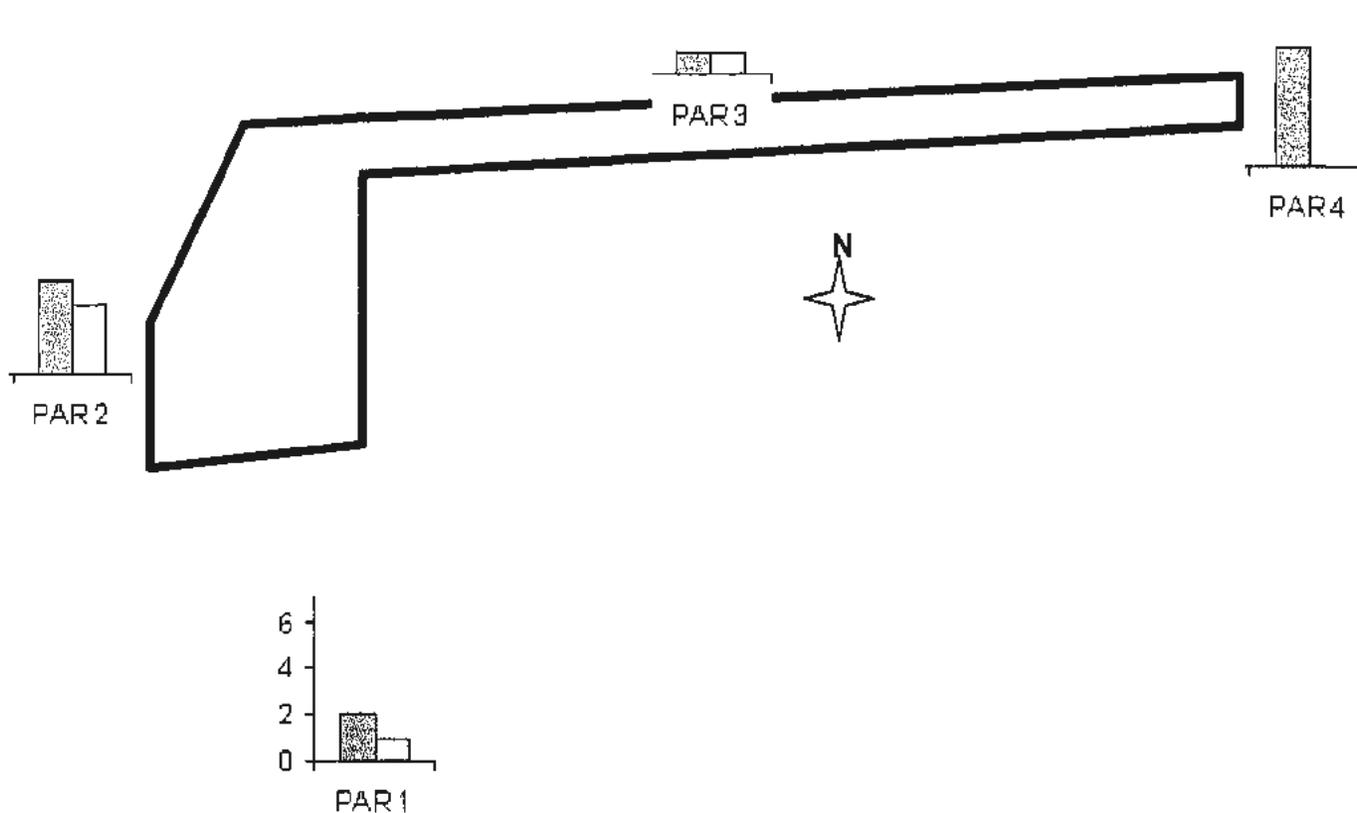


Figura 15. Ubicación y capturas (número acumulado de polillas) de cada par de trampas ubicado en el predio Agrícola Cato cuarter 1 (1ª mitad del período de muestreo, oct-dic 2004). Verde = inmigrantes; naranja = emigrantes.

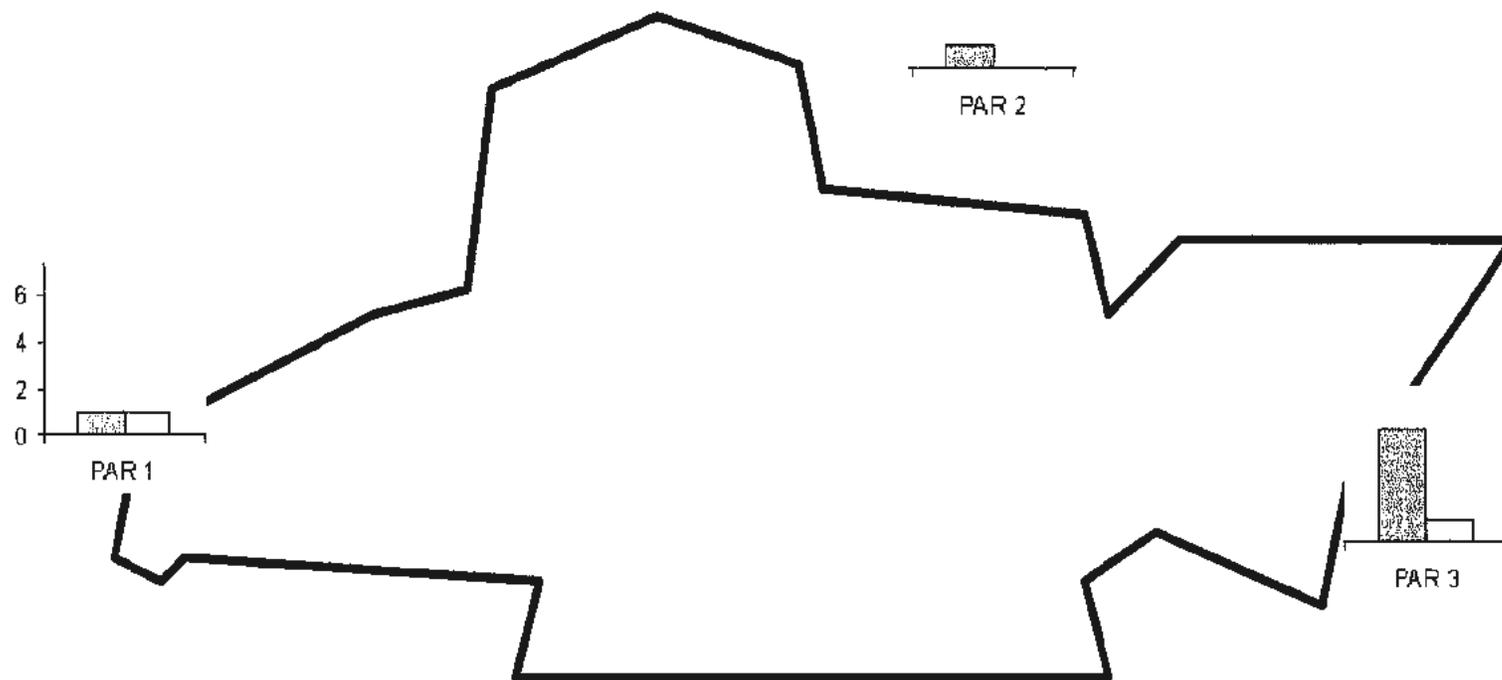


Figura 16. Ubicación y capturas (número acumulado de polillas) de cada par de trampas ubicado en el predio Guifisasti (1ª mitad del período de muestreo, oct-dic 2004). Verde = inmigrantes; naranja = emigrantes.

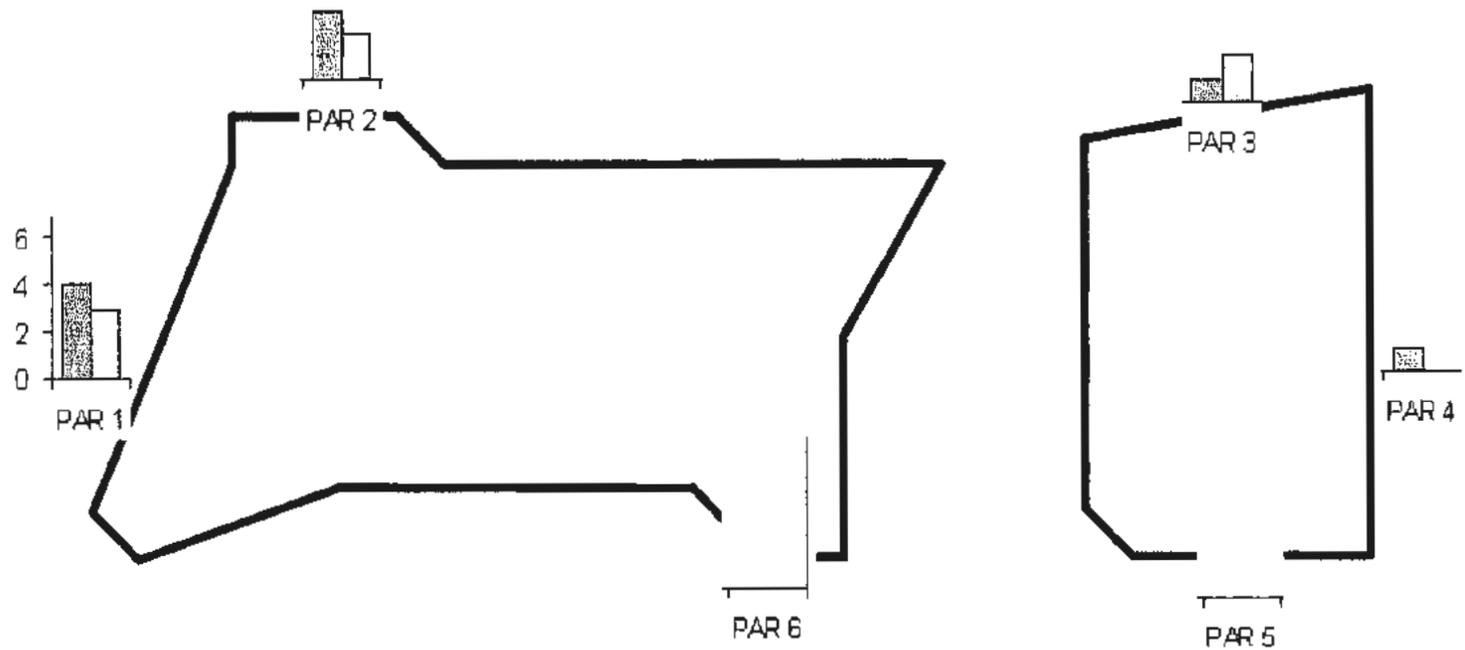


Figura 17. Ubicación y capturas (número acumulado de polillas) de cada par de trampas ubicado en el predio Guillermo Yanine (1ª mitad del período de muestreo, oct-dic 2004). Verde = inmigrantes; naranja = emigrantes.

### Tendencia General.

De acuerdo a las capturas registradas, la migración de las polillas puede dividirse en dos fases. La primera fase abarca desde octubre hasta diciembre y en este período la cantidad de polillas que llegan es mayor al número de polillas que salen del huerto (4 de 6 cuarteles) o similar (2 de 6 cuarteles). Después de esta fecha, hay una segunda fase en la que este resultado se invierte y la cantidad de polillas que salen del huerto aumenta hasta sobrepasar el número de polillas que llega desde los focos externos.

Normalmente siempre la primera generación de polilla (octubre-diciembre) es menor que la segunda generación (enero-marzo) y en consecuencia se reafirma la importancia de disminuir la migración de los focos hacia los huertos en una etapa temprana: cuando la población de polillas es baja al inicio de la temporada, la llegada de polillas desde el exterior del huerto más que duplica el número total de polillas que darán origen a la segunda generación.

Otro hecho destacado del monitoreo, es la alta población de polillas presente en los dos huertos convencionales, ya que en éstos el número de polillas/trampa/temporada tuvo un mínimo de 12.3 y un máximo de 26.7. Por el contrario, en los huertos orgánicos el número mínimo fue 3 y el máximo 6.7 polillas/trampa/temporada (ver figura X).

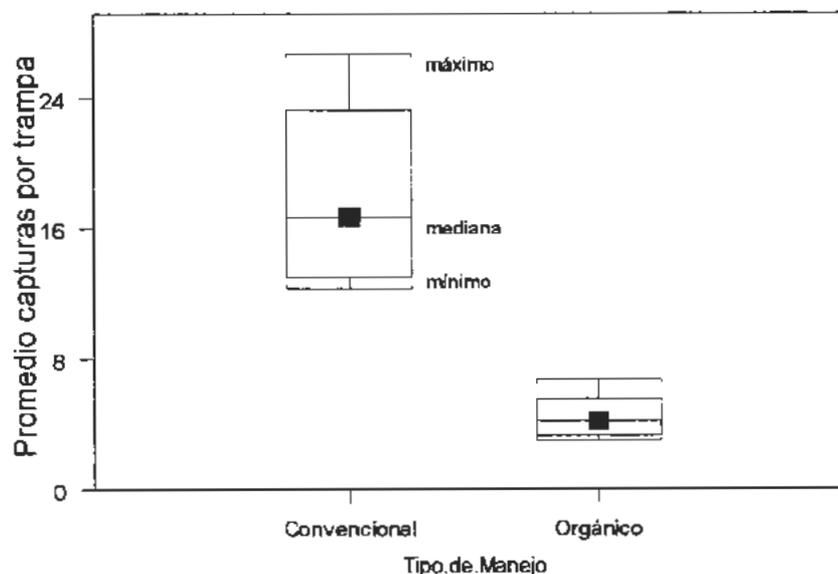


Figura 18. Promedio de capturas por trampa en huertos de manzano agrupados por tipo de manejo.

#### 4.10. Evaluación de plagas secundarias

No se registraron irrupciones relevantes de plagas secundarias durante el período de las actividades del proyecto. Hubo un foco de gusano de los penachos (*Orgyia antiqua*) en uno de los cuarteles orgánicos de Agrícola Cato, que no afectó más allá de unos 20 árboles en la temporada 04/05, pero que se generalizó en la temporada 05/06. se controló mediante la aplicación del controlador biológico *Bacillus thuringiensis*.

Uno de los huertos presentó problemas con *Cydia molesta* en cerezos adyacentes a un cuartel de manzano orgánico. También se han presentado ataques menores del capachito de los frutales (*Asynonychus cervinus*), sin adquirir niveles que justifiquen realizar acciones de control sobre ellos.



## **7.- Problemas enfrentados durante el proyecto.**

### **Problemas legales.**

Los problemas legales pueden reducirse a dos principalmente. El primero es la falta de un respaldo legal para actuar en caso de que algún propietario actuase negligentemente en su propiedad, ya sea abandonando sus frutales o huertos, ya sea realizando controles poco rigurosos de la polilla de la manzana. El segundo problema se refiere a la falta de registro de los controladores biológicos para ser usados comercialmente y a gran escala en el país. La actual legislación no distingue entre el registro de un insecticida químico convencional y el registro de un agente de control biológico. Esto ha retrasado el escalamiento del uso de *Trichogramma*, ya que el proceso de registro tarda 2-3 años y es un proceso de alto costo. Mientras la autoridad competente (SAG) aplique el mismo criterio para ambos tipos de control, no será posible aplicar esta tecnología a gran escala y seguirá restringida a ensayos de campo.

### **Problemas técnicos.**

Los problemas técnicos se concentran especialmente en la falta de información previa para producir masivamente los enemigos naturales importados. Se dedicó mucho tiempo del proyecto a llenar estos vacíos y cuando los problemas de crianza comenzaron a resolverse, el proyecto ya estaba próximo a su fin. Como este proyecto contribuyó a la generación de otros proyectos, el trabajo tendrá continuidad y se realizarán las liberaciones masivas comprometidas.

También hubo problemas en la crianza de *C. pomonella* por hongos y por otra polilla que contaminaba la dieta. Al desarrollarse más rápido, las larvas de *C. pomonella* no alcanzaban a completar su ciclo. Por otra parte, el establecimiento de los dos parasitoides introducidos recién se ha podido constatar en la temporada 2007-2008 debido a que las cantidades liberadas fueron muy bajas y por lo tanto la evaluación plena de los resultados se apreciará en las siguientes temporadas, en la medida que los parasitoides aumenten su población y además se produzca liberaciones adicionales producto de los nuevos proyectos en curso.

### **Problemas administrativos.**

No hubo grandes problemas administrativos

### **Problemas de gestión.**

No hubo grandes problemas de gestión

## **Otros aspectos de interés**

### **Conclusiones y recomendaciones**

El enfoque empleado en el proyecto no permitió alterar o cambiar las decisiones de los productores en cuanto al manejo de la plaga *Cydia pomonella*. La alta exigencia de los mercados de destino en cuanto al % tolerable de fruta dañada o a la presencia de larvas vivas de *C. pomonella* en la fruta obliga a los productores a adoptar un enfoque conservador del cual es difícil.

El uso de *Trichogramma* como herramienta de control de la polilla de la manzana se comprobó fehacientemente, tanto en los programas de confusión sexual como en las liberaciones realizadas en los focos naturales de la polilla. En éstos, se evaluó el efecto sobre la migración de las polillas hacia los huertos comerciales, corroborando que si las poblaciones en los frutales son bajas, las polillas migran menos en busca de otros hospederos.

Se recuperó del campo *Mastrus rudibundus* en septiembre del año 2007, lo cual es auspicioso para el parasitismo sobre la polilla de la manzana, pues es muy común que el establecimiento y recuperación de los agentes de control biológico demore más de tres años. Por otra parte, este insecto se podrá utilizar en huertos convencionales pues se podrá liberar en otoño para el control de larvas invernantes sin que les afecte la aplicación de pesticidas.

Fue posible identificar los focos de hospederos y mediante GPS ubicarlos en fotos digitalizadas para la programación de liberaciones de parasitoides en ellos en un manejo de área extensa. De este modo, se puede optar entre la eliminación del área o para su manejo químico o biológico.

Se determinó que la polilla de la manzana tiene, en condiciones normales, un radio de vuelo de alrededor de 500 metros, sin hospederos ni barreras físicas en el trayecto.

#### **Recomendaciones**

El proyecto tendrá continuidad en el tiempo pues se cuenta con dos proyectos aprobados (CONICYT y FondoSAG) y uno en concurso (FondoSAG) para continuar con la colecta de información pendiente de este proyecto. Toda información será informada al FIA como parte de un compromiso moral que se toma en este momento de entregar la información obtenida en los otros proyectos, pero que su origen es este proyecto.

#### IV INFORME DE DIFUSIÓN

Se realizó un seminario de lanzamiento del proyecto. En esa oportunidad se invitó a agricultores y técnicos involucrados en la producción de manzanas de la provincia de Ñuble, con especial énfasis en los actores directamente involucrados en el área del proyecto. La invitación, programa y lista de participantes se entregó en el informe semestral respectivo.

Se efectuaron actividades de divulgación en las localidades de Quinquihua y San Antonio, sectores en que se concentra la mayor parte de la población en el área de estudio que está asociada a una gran concentración de árboles foco. En esa oportunidad se invitó a la reunión a las familias que habitan estos sectores con el fin de informales acerca de los objetivos del proyecto, de los beneficios del control biológico, de las actividades de liberación de enemigos naturales que se realizaron en esas localidades y contar con el cuidado de las unidades de liberación, por parte de ellos, quienes recibieron información acerca de la polilla de la manzana y de cómo utilizar trichogrammas para combatirlas: elección de los frutales (en orden de importancia), lugar del árbol donde deben colocarse las unidades de liberación, árboles que no son hospederos de la polilla de la manzana, tiempo que permanecen activos los cartones, etc.

Asimismo, se realizaron prácticas estivales de alumnos de agronomía, provenientes de las universidades de Tarapacá (Arica, 6 alumnos), Católica de Valparaíso (1), Pontificia Universidad Católica (1) y de Concepción (8 alumnos). Estas prácticas se extendieron por períodos variables (1-2 meses) y en ellas los alumnos se interiorizaron del proyecto y ejecutaron numerosas actividades prácticas, incluyendo la crianza de diferentes insectos, control de calidad de Trichogramma, ensayos de dosis y especies de Trichogramma, entrega de trichogrammas, difusión, colecta de gusano de los penachos, identificación de plagas de manzano, etc.

Las actividades de difusión estuvieron dirigidas a profesionales, investigadores, técnicos, estudiantes universitarios y estudiantes de enseñanza media: presentaciones en congreso nacional, tesis de pre-grado, en reuniones internacionales y charlas. El detalle se entrega en el cuadro "Impactos científicos" y "Formación de recursos humanos".

El Manual de Área extensa está en preparación con los resultados del proyecto y metodología de implementación de sistema de área extensa en Chile. Se proyecta entregar en marzo de 2008

**IMPACTOS PRODUCTIVOS, ECONÓMICOS Y COMERCIALES.**

LOGRO	AL INICIO DEL PROYECTO	AL FINAL DEL PROYECTO	DIFERENCIAL
Formación de empresas o unidades de negocio	6	5	-1
Producción (por producto)	30 ton	30 ton	0
Costos de producción			
Ventas y/o ingresos			
Nacional			
Internacional			
Convenios comerciales			

**IMPACTOS SOCIALES.**

LOGRO	AL INICIO DEL PROYECTO	AL FINAL DEL PROYECTO	DIFERENCIAL
Nivel de empleo anual	1.200	1.200	0
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas			

**IMPACTOS TECNOLÓGICOS.**

LOGRO	Número			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto				
Proceso				
Servicio	Avispas para control de polilla de la manzana			Dos especies

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes patente		
Intención de patentar		
Secreto industrial		
Resultado no patentable	1	Uso de microavispas para el control de huevos de polilla de la manzana
Resultado de interés público	2	Un parasitoide de la polilla de la manzana importado al país. Un parasitoide de la polilla de la manzana establecido en el país.

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		
Generación de nuevos proyectos	3	<p>Fortalecimiento del Grupo Multidisciplinario en Control Biológico de INIA Quilamapu. Financiado por Programa Bicentenario (2005-2011).</p> <p>Control biológico de polilla de la manzana en las regiones VII y XI. Financiado por FONDOSAG (2006-2009).</p> <p>Estudio para el control de la polilla de la manzana <i>Cydia pomonella</i> mediante la técnica del insecto estéril (TIE) y agentes de control biológico en la VI región. Presentado al FONDOSAG (nov. 2007).</p>

### IMPACTOS CIENTÍFICOS.

Publicaciones:	
Reuniones internacionales	<p>Gerding M. y Devotto L., 2007. Migration capability of wild codling moth (<i>Cydia pomonella</i>) in Chile. Final Research Co-ordination Meeting on "Improvement of Codling Moth SIT to Facilitate Expansion of Field Application". Food and Agriculture Organization (FAO) e International Atomic Energy Agency (IAEA), March 19-23, 2007, Vacaria, Brasil.</p> <p>Gerding M., 2006. Control biológico en manzano en Chile. "Avances en el desarrollo de estrategias de control biológico para el manejo integrado de plagas de frutales (manzano)". INTA, 11 al 13 julio de 2006, Buenos Aires, Argentina.</p>
	<p>Marcos Gerding fue invitado como panelista de la mesa redonda "Revisión crítica de la aplicación del control biológico en América Latina", parte del XXI Congreso Brasileño de Entomología, Recife, Brasil, 6-11 de agosto de 2006.</p> <p>Devotto L., 2006. Situación de las plagas del manzano en Chile. Seminario Regional "Avances en el desarrollo de estrategias de control biológico para el manejo integrado de plagas de frutales (manzano)". INTA, 11 al 13 julio de 2006, Buenos Aires, Argentina.</p> <p>Devotto L. y Gerding M., 2005. Control of the codling moth (<i>Cydia pomonella</i>) using the area-wide approach in Chile. International Conference on Area-Wide Control of Insect Pests: Integrating the Sterile Insect and Related Nuclear and Other Techniques. Food and Agriculture Organization (FAO) e International Atomic Energy Agency (IAEA), 9-13 de Mayo de 2005, Viena, Austria.</p>
	<p>Del Valle, Claudia, Devotto, Luis y Gerding Marcos. 2006. Biología de <i>Mastrus ridibundus</i> parasitoide de la polilla de la manzana recientemente introducido en Chile. XVIII Congreso de la Sociedad Entomológica de Chile, Universidad de la Frontera, 28 nov al 1 de diciembre de 2006, Temuco, Chile.</p> <p>Devotto L. y M. Gerding, 2005. Migración de la polilla de la manzana en una zona productora de la provincia de Ñuble. 56 Congreso Agronómico</p>
Congresos, seminarios y reuniones nacionales	

	<p>de Chile, 11-14 de octubre de 2005, Chillán, Chile.</p> <p>Torres C. Gerding M. Y Devotto L., 2005. Determinación de la capacidad de migración de la polilla de la manzana (<i>Cydia pomonella</i> L) en Chile. XXVII Congreso Nacional de Entomología. 23 al 25 de Noviembre. Valdivia.</p> <p>Devotto, L. y Gerding M. 2005. Control de la polilla de la manzana mediante disrupción sexual combinada con el parasitoide de huevos <i>Trichogramma nerudai</i> (Pintereau &amp; Gerding). XXVII Congreso Nacional de Entomología. 23 al 25 de Noviembre. Valdivia.</p> <p>Devotto, L. y Gerding, M., 2005. Compatibilidad entre un nuevo acaricida y ácaros depredadores de <i>Panonychus ulmi</i> en manzano. Primer Simposio Chileno de Control Biológico, Chillán, Chile, 17-18 de agosto de 2005.</p> <p>Devotto, L. y Gerding, M., 2005. Crianza de <i>Ascogaster quadridentata</i> (Hymenoptera: Braconidae), nuevo enemigo natural para Chile de la polilla de la manzana <i>Cydia pomonella</i>. Primer Simposio Chileno de Control Biológico, Chillán, Chile, 17-18 de agosto de 2005.</p> <p>Devotto, L., Yáñez C. y Gerding, M., 2005. Supervivencia de <i>Ascogaster quadridentata</i> (Hymenoptera: Braconidae) liberados en manzano mediante diferentes métodos. Primer Simposio Chileno de Control Biológico, Chillán, Chile, 17-18 de agosto de 2005.</p>
Revistas de difusión	<p>Devotto, L., Torres, C. Y Gerding, M. 2005. Integración de agentes de control biológico de la polilla de la manzana. Tierra Adentro 65: 26-28.</p>
Eventos de difusión científica	<p>Exposición en Expo INIA Gran Día de Campo, público estimado 1800 personas, Chillán, 6 de diciembre de 2006.</p> <p>Exposición en Grupo de Transferencia Tecnológica de Río Claro. "Charla de control biológico en manzano", Cumpeo, 2 de agosto de 2007.</p> <p>Charla "Parasitoides para el control de la polilla de la manzana". 24/05/2007, Chillán, Chile.</p> <p>Charla "Parasitoides de la polilla de la manzana", Día abierto INIA, 29/11/2006, Santa Rosa de Quinquihua, Chillán, Chile.</p>

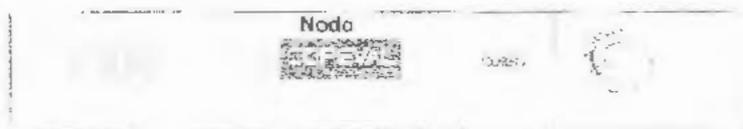
#### IMPACTOS EN FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.

Logro	Número	Detalle
Tesis pre-grado	2	<p>"<i>Ascogaster quadridentata</i> (W.) (Hymenoptera: Braconidae) como agente de control biológico para <i>Cydia pomonella</i> (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)", Claudia Yáñez, Facultad de Agronomía, U. de Concepción.</p> <p>"Efecto de la alimentación y temperatura en la supervivencia, tiempo de desarrollo y fertilidad de <i>Mastrus ridibundus</i> (Gravenhorst), parasitoide de la polilla de la manzana", Claudia del Valle, Facultad de Agronomía, U. de Concepción.</p>

Tesis post-grado	1	Francisco Rojas (PUC).
Pasantías	2	Agriculture and Agri-Food Canada, Pacific Agri-Food Research Centre, Summerland, British Columbia, Canadá. 31 octubre-1 diciembre 2004. Laboratorio de Lucha Biológica, Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, Instituto de Investigación y Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires, Argentina, 11-14 de julio de 2005.
Cursos de capacitación	0	
Prácticas profesionales		Carolina Jarpa (U. de Concepción) Claudia del Valle (U. de Concepción) Claudia Yáñez (U. de Concepción) Alejandra Brito (U. de Concepción) Lindsay Barrios (U. de Concepción) Amparo Moreno (U. de Concepción) Esteban Vargas (U. de Tarapacá) Yeny Angel (U. de Tarapacá) Yasna Romero (U. de Tarapacá) Francisco Rojas (P. Universidad Católica de Chile)
Prácticas no profesionales		

V. ANEXOS

## Anexo Seminario Técnico Internacional



### Seminario Técnico Internacional

#### "AVANCES EN EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL DE LAS POLILLAS DE LA FRUTA EN CHILE (*Cydia pomonella* y *Cydia molesta*)."

La Fundación Para El Desarrollo Frutícola y PTI Frutas de Chile 2010 organizan el Seminario Técnico titulado: "AVANCES EN EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL DE LAS POLILLAS DE LA FRUTA EN CHILE (*Cydia pomonella* y *Cydia molesta*).", en el cual se podrá compartir experiencias, junto con la entrega de información actualizada para el monitoreo y control de esta plaga.

Este seminario técnico se llevará a efecto el próximo miércoles 24 de octubre de 2007 en el Centro de Eventos Fimaufe (Av. Bernardo O'Higgins N°95, Talca) y se encuentra dirigido a Productores Frutícolas, Ingenieros Agrónomos, Técnicos Agrícolas, Administradores de Predios, Gerentes de Exportadoras, Consultores y Asesores relacionados con frutales pomáceas y carozus.

#### Programa Seminario AVANCES EN EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL DE LAS POLILLAS DE LA FRUTA EN CHILE (*Cydia pomonella* y *Cydia molesta*).

Nº	Expositor	Institución - Cargo - Profesión	Horario	Tema - Actividad
			9:30 - 9:35	Inscripciones y acreditaciones
1	Dr. Ricardo Adams	Gerente Técnico FDF Director de Regional de Curicó	9:35 - 9:55	Agenda seminario
2	Sra. Soledad Castro	Srta. Ingeniera Agrónoma Jefa División de Protección Agrícola	9:55 - 10:30	Aspectos cuaterrenos de las polillas de la fruta en Chile para diferentes mercados de exportación
3	Dr. Aslan Wagner Vogel	FCP Ingeniero Agrónomo	10:30 - 11:30	Aspecto biológico y monitoreo de <i>Cydia pomonella</i>
		Preguntas a expositor	11:30 - 11:55	Preguntas a expositor
		Café y exposición audiovisual	11:55 - 12:35	Café y exposición audiovisual
4	Dr. Alan Knight	AFD UCDA (M.Sc., Ph.D.)	12:35 - 13:35	Control estratégico e integrado mediante sistemas de <i>C. pomonella</i>
		Preguntas a expositor	13:35 - 13:55	Preguntas a expositor
		Almuerzo Seminario	13:55 - 14:15	Almuerzo Seminario
5	Dr. Eduardo Fuentes C.	Universidad de Talca (Biólogo Ph.D.)	14:15 - 14:45	Evaluación del estado de la resistencia e interacción de la polilla de la manzana ( <i>Cydia pomonella</i> ) en Chile
6	Dr. Marco Garding	BAA Svalbard Ingeniero Agrónomo (M.Sc.)	14:45 - 15:15	Programas "Area-wide" en Chile: Presente y futuro
7	Dr. Raimundo Soto B.	Universidad de Chile (Ingeniero Agrónomo, Ph.D.)	15:15 - 16:15	Programas de manejo de control biológico de Polillas de Frutas de Exportación
		Preguntas a expositor	16:15 - 16:30	Preguntas a expositor
		Café y exposición audiovisual	16:30 - 16:45	Café y exposición audiovisual
8	Dr. Ricardo Adams	FCP Ingeniero Agrónomo	16:45 - 17:35	Tendencias de MIPs a producción total
		Preguntas a expositor	17:35 - 18:00	Preguntas a expositor

Av. Pedro de Valdivia 0193, Oficina 22, Providencia - Santiago de Chile  
Fono: (56-2) 2316094, Fax: (56-2) 2317276 E-Mail: [seminario@fdf.cl](mailto:seminario@fdf.cl), WebSite: [www.fdf.cl](http://www.fdf.cl)

