

INFORME TÉCNICO Y DE GESTIÓN FINAL

**PROYECTO "PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE
TRICHOGRAMMA SPP., PARA EL CONTROL DE
PLAGAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES"**

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Chillán, Chile, Octubre de 2001

INDICE

ANTECEDENTES GENERALES.....	4
RESUMEN EJECUTIVO	5
RESUMEN.....	6
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO:	7
<i>Objetivo general</i>	7
<i>Objetivos específicos</i>	7
ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL PROYECTO:	10
CRIANZA DE SITOTROGA CEREALELLA	10
DESARROLLO LARVARIO.....	11
DESCRIPCIÓN DE CAJA DE EMERGENCIA.....	12
EMERGENCIA DE ADULTOS.	13
OVIPOSICIÓN.	14
CONTROL DE ÁCAROS.....	17
CRIANZA DE ANAGASTA KUEHNIELLA.....	18
MATERIALES UTILIZADOS.....	18
DESARROLLO LARVARIO.....	18
EMERGENCIA DE ADULTOS	19
OVIPOSTURA	19
CRIANZA DE TRICHOGRAMMA.....	21
CONSERVACIÓN DE HUEVOS.	21
PEGADO DE HUEVOS.....	21
PARASITACIÓN.....	21
PRUEBAS DE LABORATORIO	24
<i>Efecto de la temperatura</i>	24
<i>Construcción de tablas de vida</i>	24
<i>Pruebas de calidad de los Trichogramma</i>	25
<i>Efecto del Tetracloruro de carbono en el parasitismo de T. nerudai</i>	25
<i>Estudios de preferencia</i>	26
Selección de Trichogramma	26
Estudio de preferencia	26
Capacidad parasítica sobre C. pomonella.	27
PRUEBAS DE CAMPO	27
<i>Manzana</i>	28
<i>Pino</i>	29
<i>Maíz</i>	29
Uso de Trichogramma nerudai en el control de huevos de Helicoverpa zea	29
PRINCIPALES PROBLEMAS METODOLÓGICOS ENFRENTADOS	30
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	31
RESULTADOS DEL PROYECTO	37
TRABAJOS DE LABORATORIO.....	37
ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LOS NIVELES DE PARASITACIÓN DE <i>T. NERUDAI</i> Y <i>T. DENDROLIMI</i>	37
<i>Sobrevivencia y longevidad</i>	37
<i>Reproducción</i>	38

<i>Desarrollo</i>	47
<i>Tablas de vida</i>	47
CYDIA POMONELLA	52
<i>Parasitismo obligado de T. cacoeciae, T. dendrolimi (strain D9), T. platneri, Trichogramma sp. "Cato" y Trichogramma nerudai en huevos de Cydia pomonella</i>	52
<i>Preferencia de T. cacoeciae, T. dendrolimi, T. platneri, Trichogramma sp. "Cato" y T. nerudai por huevos de C. pomonella y A. kuehniella</i>	53
<i>Capacidad parasítica de T. cacoeciae, T. dendrolimi (strain D9), T. platneri, Trichogramma sp. "Cato" y T. nerudai en huevos de Cydia pomonella</i>	53
TRABAJOS DE CAMPO	55
CYDIA POMONELLA	55
RHYACIONIA BUOLJANA	55
<i>Liberación de parásitos en rodales de pino insigne</i>	55
Escuadrón.....	55
Mininco.....	59
Cauquenes.....	60
DALACA CHILIENSIS	61
<i>Liberación de parásitos en praderas</i>	61
HELICOVERPA ZEA	61
<i>Preferencia de Trichogramma</i>	61
USO DE HUEVOS TRAMPAS	70
COLECTA DE HUEVOS DE CYDIA POMONELLA	70
DETERMINACIÓN DE ESPECIFICIDAD DE TRICHOGRAMMA	71
PRUEBAS DE CALIDAD DE LOS TRICHOGRAMMA	71
CONTROL DE ÁCAROS. EFECTO DE LOS GASES DE TETRACLORURO, SOBRE HUEVOS DE TRICHOGRAMMA NERUDAI	75
<i>Efecto del Tetracloruro de carbono en el parasitismo de T. nerudai</i>	75
Efecto sobre huevos de Anagasta kuehniella.....	75
Efecto sobre huevos de Sitotroga cerealella.....	76
Efecto del Tetracloruro de carbono en el parasitismo de T. nerudai sobre huevos de 4 edades de A. kuehniella y S. cerealella.....	78
Efecto sobre huevos de Sitotroga cerealella.....	80
Uso de Parafina para la exclusión de ácaros.....	81
FICHA TÉCNICA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN MASIVA	83
<i>Costos de Producción</i>	83
CALENDARIO DE EJECUCIÓN (PROGRAMADO, REAL)	86
RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO	93
DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	94
PUBLICACIONES	95
<i>Congresos Científicos</i>	95
<i>Divulgativas</i>	95
<i>Boletines</i>	95
<i>Científicos</i>	95
<i>Tesis de Grado</i>	96
IMPACTOS DEL PROYECTO	98
<i>Social</i>	98
IMPACTOS INSTITUCIONALES	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
ANEXOS	102

PUBLICACIONES	102
<i>Congresos</i>	102
<i>Divulgativas</i>	106
<i>Científicas</i>	111
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	145

INFORME TÉCNICO FINAL PROYECTO “PRODUCCION INDUSTRIAL DE TRICHOGRAMMA SPP, PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRICOLAS Y FORESTALES”

ANTECEDENTES GENERALES

Nombre del Proyecto

“PRODUCCION INDUSTRIAL DE TRICHOGRAMMA SPP, PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRICOLAS Y FORESTALES”

Código: **C97-2-A-007**; Región **VIII Región**

Fecha de aprobación o adjudicación **8 de agosto de 1997**; forma de Ingreso al FIA

Agente Ejecutor **CRI Quilamapu INIA**

Asociados; **Forestal Mininco**

Grupo de Transferencia Tecnológica de Frutales Los Angeles

Carlos Meza T. Agricultor Orgánico

Escuela Agrícola de Cato

Coordinador del Proyecto:

Marcos Gerding París

Costo Total:

Aporte del FIA

Período de Ejecución: **1º de septiembre 1997 al 30 de octubre 2001**

RESUMEN EJECUTIVO

Durante la ejecución del proyecto se implementó un laboratorio de crianza masiva de *Trichogramma*, cuyo objetivo fue adaptar la tecnología desarrollada por otros países e implementarla en Chile. Como resultado del desarrollo del proyecto hoy se cuenta con una colección viva de 25 especies y/o strains de *Trichogramma*, de las cuales sólo 11 especies fueron introducidas y 14 son material colectado en el país, entre los que destaca la especie *Trichogramma nerudai* determinada como nueva especie para la ciencia y colectada sobre huevos de la polilla europea del brote del pino (*Rhyacionia bouliana*). Otros *Trichogramma* fueron colectados de huevos centinelas y otros sobre huevos de *Cydia pomonella*, estos no han sido identificados aún.

La crianza masiva desarrollada en América del Sur con *S. cerealella*, permite la producción de máximo 30 gramos de huevos diarios por cada 96 kilos de trigo, con el sistema propuesto se podría producir 60 gramos diarios en el momento de mayor producción y en promedio 40 gramos diarios.

Como consecuencia de la determinación de la nueva especie de *Trichogramma* para Chile y el mundo, la mayoría de las pruebas de especificidad se realizaron comparando las especies exóticas con la nativa, de manera de determinar si era conveniente liberar especies introducidas o solo continuar con las especies nativas. En las plagas en que se realizaron pruebas de especificidad siempre la especie *T. nerudai* fue igual o mejor que las especies exóticas, razón por la cual solo se mantuvo la crianza masiva de la especie nativa. Se experimentó con *T. nerudai* en *Cydia pomonella*, *Tuta absoluta*, *Rhyacionia bouliana*, *Dalaca chiliensis* y *Helicoverpa zea*, en todas ellas la actividad del parasitoide nativo fue destacado.

En las pruebas de preferencia en laboratorio la especie nativa tuvo mejor capacidad de búsqueda que las otras especies para encontrar los huevos de la plaga distribuidos al azar con huevos del hospedero alternativo.

Se realizaron pruebas de distribución de los huevos parasitados en el campo, para ello se utilizaron cápsulas de celulosa, sobres de papel, tiras de cartulina, aspersiones con agua y tiras protegidas de cartulina. Se descarta por ahora el uso de agua como vehículo de distribución de los huevos parasitados por desuniformidad en la distribución, las tiras de cartulina también fueron un fracaso por que la goma utilizada es muy higroscópica y se produce un escurrimiento de los huevos con la humedad de la noche, además las hormigas depredan fácilmente los huevos expuestos.

Producto de este proyecto una empresa que comercializadora de enemigos naturales (BIOCAF), inició la masificación de *Trichogramma* para su uso en el ámbito forestal alcanzando una producción para cubrir 1000 has el año 2001.

Se realizaron diferentes seminarios para informar las bondades del uso de los *Trichogramma* y un taller para empresas asociadas a la masificación de enemigos naturales con un Boletín Técnico.

RESUMEN

La producción industrial de *Trichogramma* está ampliamente difundida entre los países desarrollados de Europa, América del Norte y Asia, en Chile su desarrollo se ha restringido a pequeñas producciones de investigación.

Este proyecto pretende demostrar que la producción industrial de *Trichogramma* es posible en el país, y su liberación en el campo es posible y efectiva. La producción de *Trichogramma* en cantidades que permitan cubrir más de 20.000 has en una temporada con este proyecto, permitirá evaluar el efecto real que tienen los *Trichogramma* en la producción nacional, disminuyendo costos, mejorando la calidad de vida rural, incrementando el valor agregado de los productos por no tener residuos tóxicos y mejorando el medio ambiente y por ende el equilibrio natural de los organismos vivos en la naturaleza.

La participación activa de agricultores y empresarios en la consecución de este proyecto revela la necesidad que existe en el medio agrícola y forestal de contar con alternativas de control de plagas, diferentes al uso de químicos neurotóxicos. Los agricultores del GTT de manzanos de Los Angeles, han dispuesto que sus predios estén disponibles para la liberación de estos parásitos, la Escuela agrícola de Cato dispuso de su huerto de manzanas para la investigación, también las empresas forestales disponen de más de 100.000 has anuales que pueden ser utilizadas en la liberación de los insectos, en este proyecto representada por la empresa Mininco y también el CRI Remehue (INIA) en Osorno dispone de praderas para la liberación de los *Trichogramma*. El interés demostrado por estos empresarios agrícolas y forestales en utilizar los *Trichogramma* como una herramienta de control de plagas principalmente lepidópteros y la superficie nacional de cultivos altamente rentables como son frutales, tomate, pino, hortalizas, son una muestra de que habrá que desarrollar varias unidades industriales de producción para satisfacer las necesidades de cada sector.

La producción de a lo menos 60 gramos de huevos de *Sitotroga cerealella* al día, permite estimar que se podría cubrir una superficie equivalente a 20.000 has de cultivos, por temporada, considerando un dosis de liberación de 300.000 huevos parasitados por ha, cifra que luego de la realización del proyecto podrá ser ajustada a superficies mayores.

Cumplimiento de los objetivos del proyecto:

- descripción breve de los resultados obtenidos, comparación con los objetivos planteados, y razones que explican las discrepancias
- descripción breve de los impactos obtenidos

Objetivo general

Implementar un Laboratorio de Producción Industrial de *Trichogramma* spp. utilizando al hospedero alternativo *Sitotroga cerealella*, desarrollando la investigación necesaria que permita promover la utilización de *Trichogramma* para el control de plagas agrícolas y forestales y así difundir la tecnología desarrollada para la producción masiva *Trichogramma* entre los empresarios privados, de manera tal que permita aumentar la superficie tratada con *Trichogramma* para el control de plagas agrícolas y forestales

Objetivos específicos

- **Habilitar y desarrollar un laboratorio de crianza de *Trichogramma* spp.**

Se cuenta con un laboratorio de producción de *Trichogramma* con capacidad para producir mas de 1000 gramos de huevos parasitados por día, en una infraestructura financiada por INIA y habilitada por el proyecto FIA. Hoy se tienen dos proyectos de investigación relacionados con *Trichogramma*

- **Adaptar la tecnología desarrollada en Alemania y EE.UU. a las condiciones chilenas.**

Todos los equipos utilizados durante el desarrollo del proyecto fueron fabricados en el país basados en equipos de procedencia europea

- **Producir a lo menos 60 gramos de huevos de *S. cerealella* al día por cada 48kg de trigo.**

La producción de huevos de *S. cerealella* se realizó en cámaras de emergencia de 96 kg. de trigo y la máxima producción de huevos que se obtuvo fue de 40 gramos. La referencia alemana de producir 60 gramos es con relación a 96 kilos de trigo. Durante el desarrollo del proyecto, por razones prácticas, se experimentaron diferentes formas de manejo de las polillas y sus estados inmaduros modificando la tecnología alemana, afectando la producción de huevos. Se cambió, por ejemplo, el material de los embudos, luego se pintaron con una pintura epóxica, las bandejas cribadas se hicieron con malla y no con acero expandido, se mantuvo la crianza de larvas en posición horizontal durante 4 semanas por no contar con termostatos apropiados. Hoy se terminó manteniéndola crianza de larvas en posición horizontal solo por dos semanas y dos semanas en posición

vertical en los embudos de emergencia, lo cual mejora la sobrevivencia de las larvas, pero afecta la disponibilidad de tiempo de emergencia, por uso de los embudos.

- **Evaluar la capacidad parasítica de las diferentes especies de *Trichogramma* en plagas agrícolas y forestales.**

Se realizaron pruebas para determinar el parasitismo de las diferentes especies y strains de *Trichogramma* de la colección del CRI Quilamapu, comparando resultados de las especies introducidas con la especie nativa *T. nerudai*, las principales especies plagas tratadas fueron *Cydia pomonella*, *Rhyacionia buoliana* y *Helicoverpa zea*.

- **Pruebas de la capacidad de búsqueda.**

A través de diferentes métodos de liberación y densidades de distribución, se probó la capacidad de búsqueda de *T. nerudai* en maíz.

- **Distribución de huevos parasitados en el campo**

Uno de los principales problemas para el desarrollo de la tecnología de los *Trichogramma* en Chile es la forma de liberación de ellos, así por ejemplo en la parte forestal no se podría utilizar liberaciones manuales debido a la extensión de los rodales y su ubicación geográfica y topográfica, por eso se realizaron pruebas de distribución de los huevos en suspensión en agua. Por otra parte en cultivos se buscó un método menos mecanizado de fabricación de unidades de liberación (galletas) manteniendo la protección contra depredadores.

- **Evaluar el efecto de las liberaciones masivas en el control de algunas plagas a escala natural.**

Se realizaron liberaciones masivas en pino, maíz, manzanas, resultando muy positivos los resultados en pino y maíz, pero en manzanas aun falta definir con precisión la especie mas adecuada.

- **Pruebas de comportamiento de las especies frente a diferentes especies plagas.**

Las pruebas de preferencia realizadas con diferentes especies de *Trichogramma* permitieron definir que la especie nativa *T. nerudai* fue siempre igual o superior en su nivel de parasitismo que las especies y/o strains introducidos con antecedentes para las plagas probadas.

- **Mantener controles de calidad de la producción masiva.**

Durante todo el proceso de producción de huevos de *S. cerealella* y de huevos parasitados se mantuvo fuerte presión sobre la calidad del producto de manera de mantener la producción de los parasitoides. El control de los ácaros, niveles de parasitismo, emergencia relativa y adultos defectuosos fueron algunos de los parámetros observados.

- **Transferir a privados la tecnología de producción masiva de Trichogramma.**

Desde el primer año de establecer el proyecto se transfirió la tecnología propuesta gracias a la confianza de una empresa en la capacidad de los Trichogramma para controlar la polilla del brote del pino la empresa MININCO SA, posteriormente se independizó para llamarse BIOCAF, la cual continua con la multiplicación de Trichogramma y en la última temporada cubrió un total de 1000 has de pino con Trichogramma

- **Publicar los logros en revistas científicas y divulgativas**

Junto con la presentación de trabajos en diferentes congresos nacionales e internacionales, se publicaron tesis de grado, artículos científicos y divulgativos y un boletín técnico sobre producción masiva de Trichogramma

Aspectos metodológicos del proyecto:

- descripción de la metodología efectivamente utilizada

CRIANZA DE *SITOTROGA CEREALELLA*

La crianza del hospedero alternativo (*Sitotroga cerealella*) debe ser desarrollada mediante el empleo de trigo de granos grandes el cual proporciona el alimento suficiente para el desarrollo completo de la larva. Con granos pequeños, la larva se ve forzada a cambiar de grano para completar su desarrollo, lo que provoca pérdida de tiempo y espacio disponible.

Los granos de trigo deben ser tratados para eliminar insectos, ácaros y hongos que puedan afectar el crecimiento de *S. cerealella*. La desinfección se realiza mediante calor en horno a 100°C durante 6 horas, en fondos de aluminio en donde se depositan 6 Kg de trigo y 1 litro de agua, se revuelve y se pone un paño húmedo sobre el trigo y cada 2 horas se saca el fondo y se revuelve el trigo, hasta completar 6 horas, la primera y segunda vez se humedece el paño sobre el trigo para evitar un resecamiento del trigo. De esta forma se eliminan los posibles contaminantes (insectos, ácaros y hongos).

El trigo después de ser tratado se coloca en bandejas que quedan tapadas con paños en una cámara cerrada con extractor de aire (para evitar exceso de humedad) se mantiene en cámara hasta que se enfríe (generalmente hasta el día siguiente). El trigo frío se distribuye en bandejas cribadas con mallas metálicas (metal desplegado rombo 10 x 3 mm) de 100 x 50 x 2 cm cuya capacidad es de 6 Kg. de trigo (Figura 1). Las bandejas se colocan en posición horizontal y se infestan con huevos de *S. cerealella* a punto de eclosionar (2 o 3 días, o de color rosado anaranjado) en una relación de 6 gr. de huevos cada 6 Kg. de trigo. Las dimensiones de la bandeja cribada pueden ser modificadas según sea necesario, pero el ancho debe ser siempre de 2 cm.

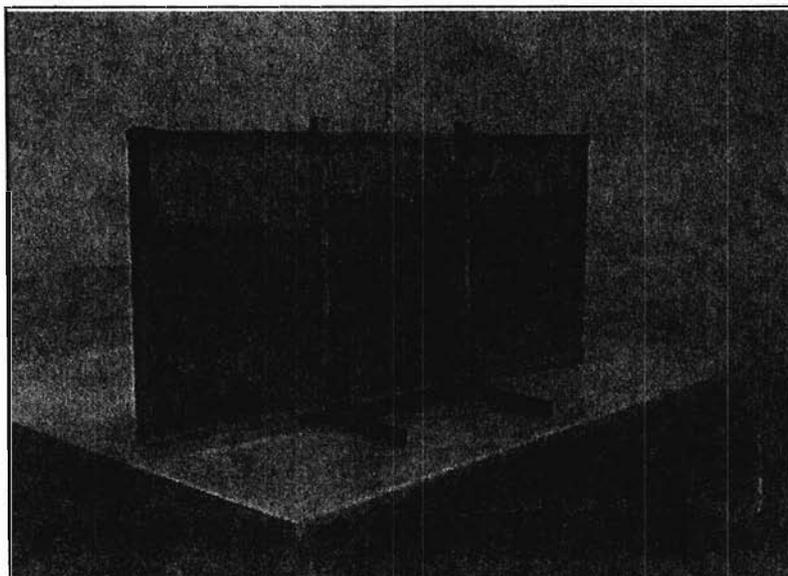


Figura 1. Bandejas cribadas sujetas en soportes de carga

La preparación de los granos de trigo es una etapa crítica, porque afecta directamente el desarrollo de la crianza, si no se realiza el tratamiento calórico de los granos estos pueden ser atacados por organismos indeseables que destruyen totalmente la crianza.

Otra forma de infestar los granos consiste en depositar 6 Kg. de trigo en bandejas de plástico de superficie lisa de 100 x 50 x 10 cm o similar, para infestar con 6 gr. de huevos de *S. cerealella*. Las bandejas se almacenan en una sala con condiciones ambientales ya descritas anteriormente y se espera por 2 ó 4 semanas la emergencia de los primeros adultos, luego, se depositan en las bandejas cribadas con iguales condiciones ambientales de la sala de desarrollo larval. Es necesario cuidar de la humedad en las bandejas, por la proliferación de hongos en los granos.

Desarrollo larvario.

Las condiciones óptimas para el desarrollo de las larvas en las bandejas cribadas es de 27° C y 70% de HR (humedad relativa) (con rangos de 25 a 29° C; y 60 a 80% de HR). Para mantener estas condiciones ambientales la sala debe contar con un humidificador, ventilador y un calefactor con termostato.

Los primeros 10 a 12 días después de la siembra de los huevos, las bandejas se mantienen en posición horizontal para favorecer la entrada de las larvas a los granos, pasado este lapso de tiempo las bandejas pueden ser trasladadas a las cajas de emergencia. A partir de este momento la actividad biológica de las larvas en el interior de los granos producirá abundante calor el cual no debe superar los 30° C por lo tanto es recomendable utilizar un termostato en el interior de una criba que accione el ventilador de la caja de emergencia.

Descripción de caja de emergencia.

La caja o embudo de emergencia mide 113 x 106 x 200 cm y consiste de dos partes principales (Figura 2).

La parte superior, lleva 16 bandejas cribadas en forma vertical, separadas a 4 cm entre cada una, y con un pequeño ángulo de inclinación (2 cm de desplazamiento del borde inferior en relación con el superior) para facilitar el flujo del aire a través del trigo (Figura 3). La parte superior lleva como cubierta o techo un tul que evita el escape de adultos y permite la ventilación. Las tres paredes son confeccionadas de plástico o metal en su preferencia, la puerta es de vidrio.

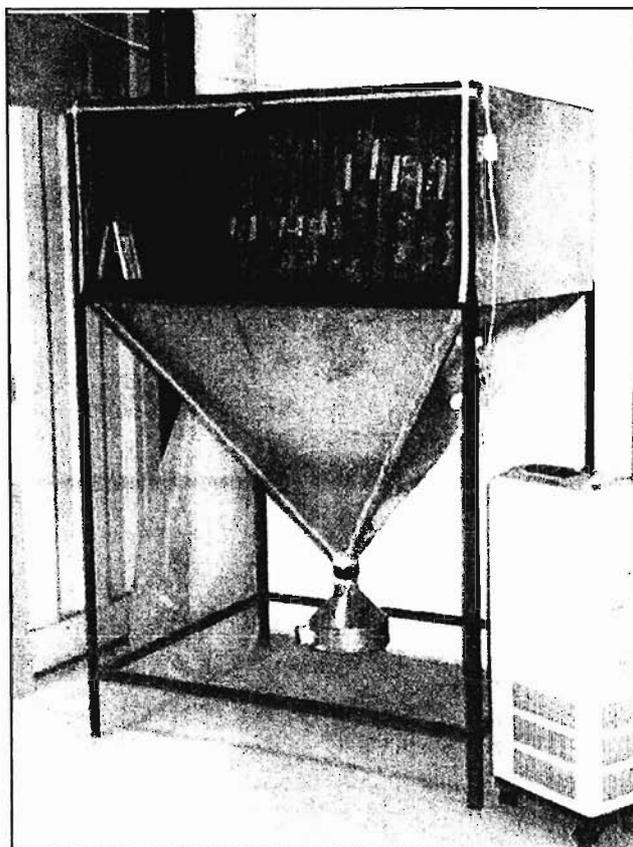


Figura 2. Caja o embudo de emergencia.

La parte inferior de la caja de emergencia es un embudo de 113 x 106 cm y con 115 cm de altura se va estrechando hacia abajo, llegando a unos pocos centímetros del suelo a un recipiente que sirve para la colecta de los adultos. El ventilador se instala en la parte superior de uno de los lados del embudo. El ventilador se acciona por medio de un termostato cuyo sensor se coloca en una bandeja cribada entre el trigo infestado.

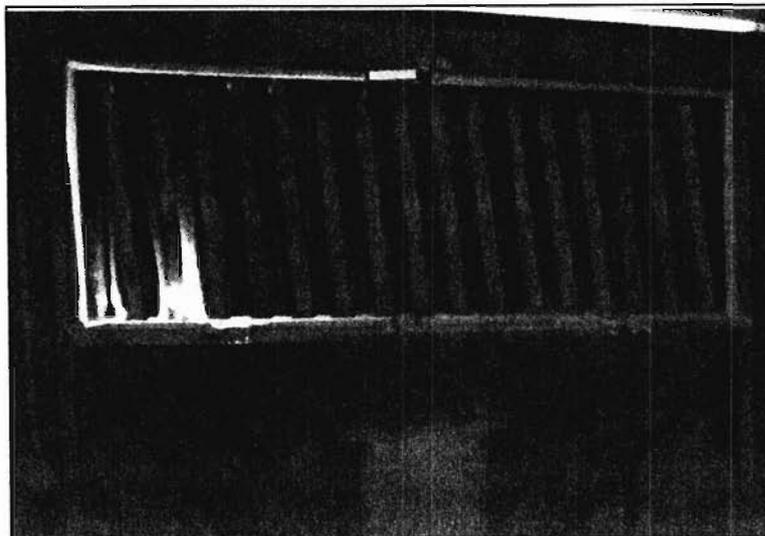


Figura 3. Parte superior de caja de emergencia, con bandejas inclinadas.

Emergencia de adultos.

La mayoría de los adultos (polillas) emergen después de 30 días de sembrar los huevos de *S. cerealella* en los granos de trigo. La emergencia de adultos puede durar hasta 10 semanas después de colocados en las cajas de emergencia. Cuando emergen los adultos estos caminan por la malla y permanecen entre las bandejas en donde generalmente copulan y luego descienden hasta el depósito de plástico (Figura 4).

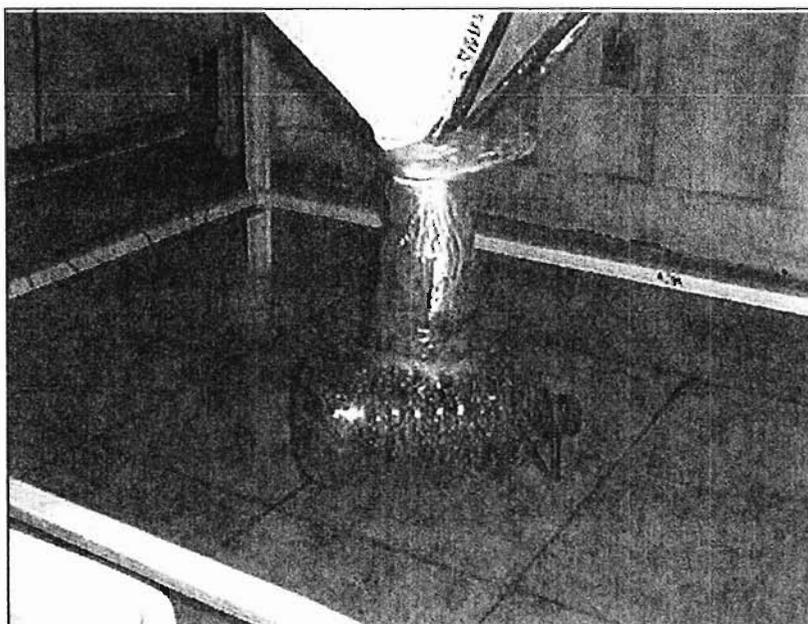


Figura 4. Recipiente de plástico para recepción de adultos.

Cada caja de emergencia con 16 bandejas cribadas requiere de 96 Kg. de trigo. La emergencia de adultos puede mantenerse de 10 a 12 semanas (2 semanas en la sala de desarrollo larval y 10 a 12 semanas en la sala de emergencia).

Las condiciones óptimas para la sala de emergencia son de 24° C y 50-60% HR, en completa oscuridad.

Una vez concluido el período de emergencia se realiza la extracción del trigo de las bandejas cribadas, el cual debe ser quemado y eliminado, los embudos se lavan con soluciones detergentes y de ser necesario con acaricidas para eliminar la presencia de ellos.

Oviposición.

Los adultos de *S. cerealella* colectados en los recipientes plásticos de la caja de emergencia son transferidos diariamente a cilindros cribados, de ovipostura (Figura 5). Las dimensiones de los cilindros son de 51 cm de largo y 28 cm de diámetro y cubierto por una malla de 20 mesh y se encuentra dentro de una unidad semiautomática diseñada para este fin (Figura 6). La cantidad de adultos por cada cilindro no debe ser superior a 1.600 cc de polillas. Los adultos son colocados en el interior del cilindro por medio de una abertura de 6.5 cm de diámetro en uno de los fondos. Los cilindros en la cámara de ovipostura giran a 0,5 RPM durante 15 minutos cada tres horas, para permitir a los huevos caer a las bandejas de recepción ubicadas en el fondo de la cámara. Las escamas que pierden las polillas son un problema muy importante a considerar, debido a que afectan la salud del trabajador. Para eso se cuenta con un sistema de aspiración durante el proceso de rotación. Los ductos colocados detrás de los cilindros aspiran las escamas y se acumulan en trampas de género o en sistemas de ciclones de aire (Figura 7). Los huevos al ser más pesados no son aspirados por el sistema y caen por gravedad a través de la malla quedando depositados en una bandeja ubicada debajo del cilindro de ovipostura.

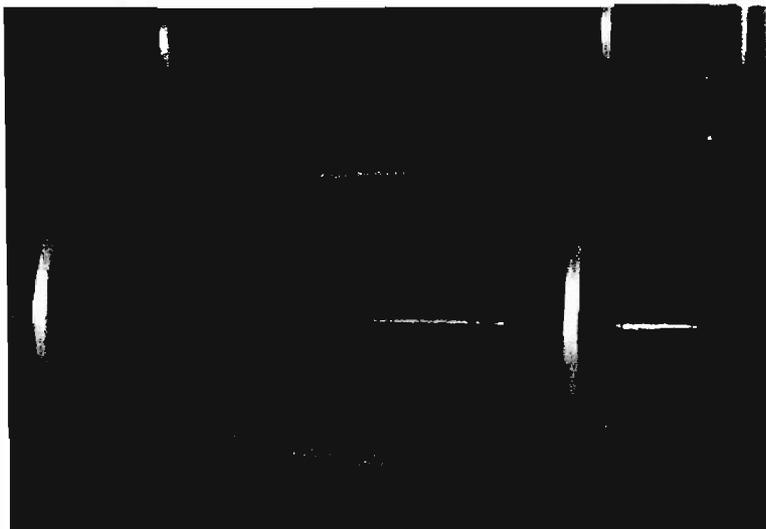


Figura 5. Cilindros de ovipostura

Cada unidad de ovipostura puede contar con 3 a 6 cilindros, la sala de ovipostura debe contar con una temperatura de 26° C y una humedad relativa de 60%.

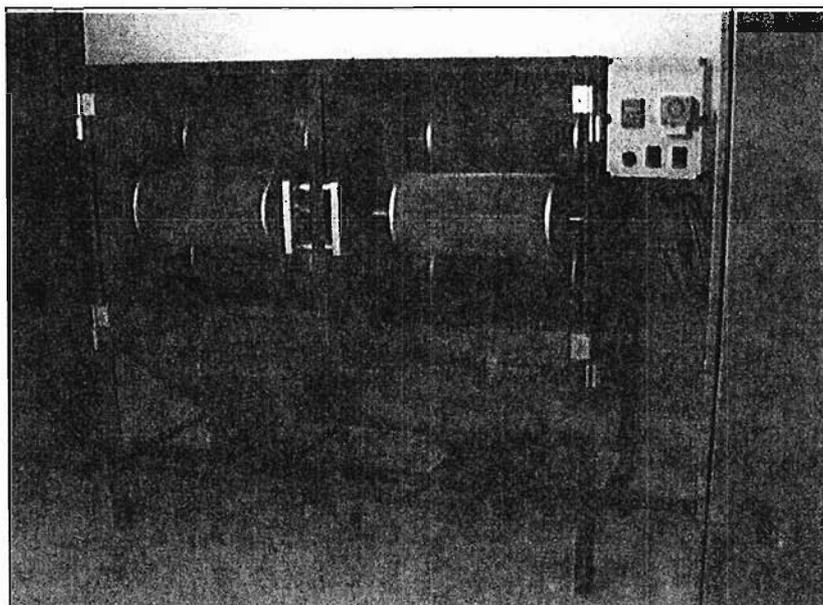


Figura 6. Máquina semiautomática cosechadora de huevos.



Figura 7. Sistema de aspiración de escamas con trampas de género.

Una alternativa a las cámaras de ovipostura es hacer cajas de 50 x 50 x 5 cm construidas en madera cuyo fondo es una malla de 20 mesh y la parte superior un tul, en su interior se colocan los adultos y los huevos de la polilla caen a través de la malla, la mayor dificultad que presenta este sistema es la cantidad de escamas que se acumula junto a los huevos, por lo que debe trabajarse en cámaras con aire forzado.

Los huevos recolectados a través de estos dos sistemas son pasados por tamices para la separación de otras impurezas y sometidos a aspiración por corrientes de aire (extractor) para eliminar el resto de escamas que aún quedan entre los huevos, terminado esto se almacenan en una sala de frío o refrigerador a 8° C.

Control de ácaros.

Existen varias especies de ácaros que atacan las producciones de *S. cerealella*, muchos se alimentan de materiales inertes y fragmentos orgánicos, pero existe la especie *Pyemotes ventricosis* (Figura 8) la cual es muy peligrosa, se multiplica rápidamente y puede destruir por completo la crianza.



Figura 8. Ácaros (*Pyemotes ventricosis*)

CRIANZA DE *ANAGASTA KUEHNIELLA*

Materiales utilizados

Harina integral de trigo, levadura de cerveza, cartón corrugado, bandejas de plástico (40x20x5 cm). La harina se mezcla con la levadura (3%) y se distribuye entre las tiras de cartón corrugado (2 cm de ancho) colocadas a lo largo de la bandeja de manera que la harina entre por los alvéolos del cartón y entre las tiras (Figura 9).

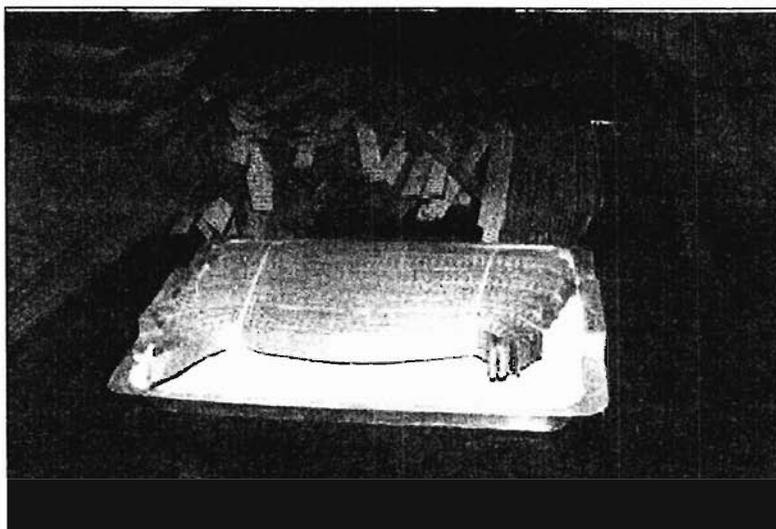


Figura 9. Bandeja y bandas de cartón corrugado

Desarrollo larvario

Sobre los 2,15 Kg. de harina se distribuyen 0,3 gr. de huevos de *A. kuehniella*. Posteriormente las bandejas son colocadas en las cámaras de crianza a 24° C durante 30 días, para el desarrollo de las larvas. Una vez que empieza la pupación se retiran de las cámaras de crianza y se disponen en los embudos de emergencia (Figura 10) para la colecta de los adultos.

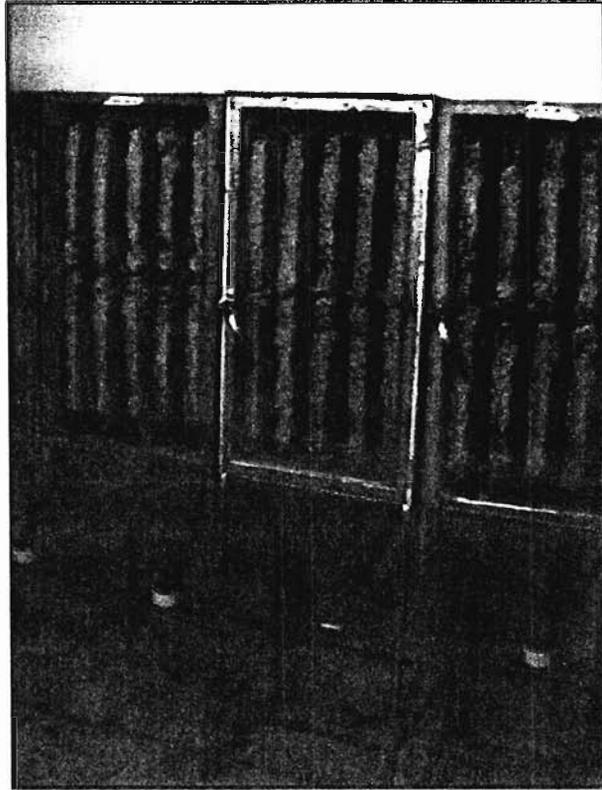


Figura 10. Cajas de emergencia de adultos de *Anagasta kuehniella*

Emergencia de adultos

Esta colecta se realiza utilizando CO_2 aplicado en la parte superior del embudo, adormeciendo de este modo a los adultos emergidos, los cuales caen por gravedad al depósito de colecta.

Ovipostura

Los adultos son colocados en cilindros de ovipostura (Figura 11) en una sala con 26°C , los cilindros se giran manualmente dos veces al día, para que caigan los huevos. Una parte de los huevos colectados se destinan a parasitación y otra parte (25%) a mantener la crianza de la polilla. El proceso de parasitación es el mismo que para *S. cerealella*.

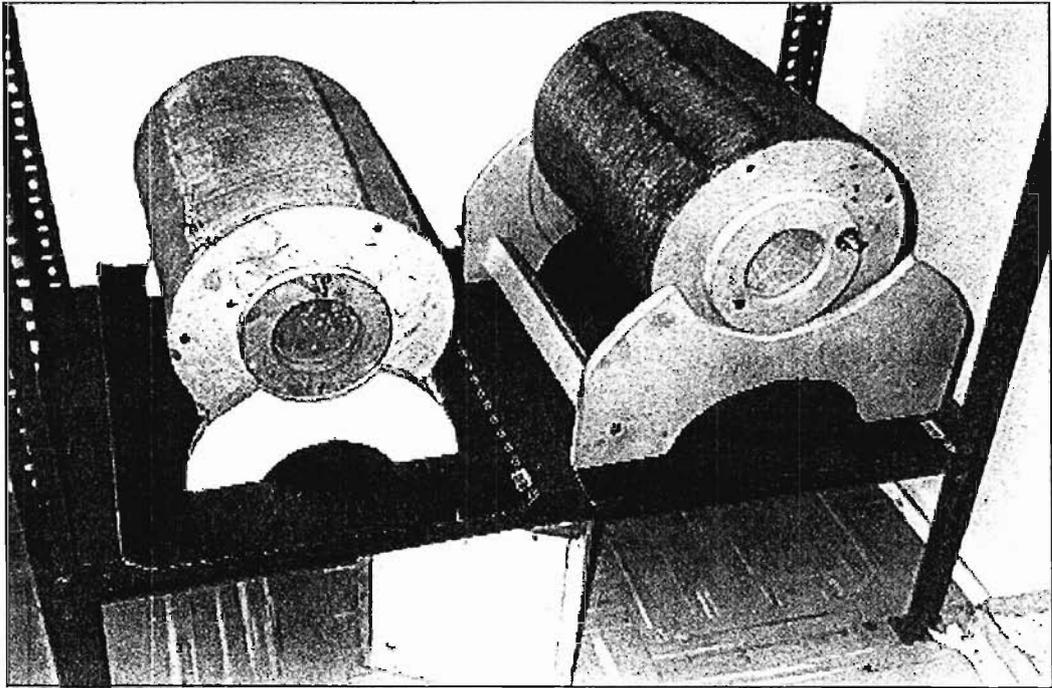


Figura 11. Cilindros de madera para oviposición de *A. kuehniella*

El principal problema que tiene la crianza de *A. kuehniella* es la presencia de un parasitoide externo de larvas en su último estadio *Hebrobracon hebetor*, mientras mas alta es la temperatura de crianza mayor es la probabilidad de ataque de este parasitoide. Su control se basa principalmente utilizando medidas mecánicas como puertas de malla, trampas pegajosas y la cosecha de adultos en tiempo determinado (21 días máximo). También puede presentar un parasitoide de mayor tamaño (*Venturia sp.*), que afectará la producción de adultos y por ende de huevos.

CRIANZA DE *TRICHOGRAMMA*.

Los huevos procedentes de la crianza de *S. cerealella*, ya libres de impurezas son llevados a las salas de preparación para la parasitación por *Trichogramma*. Se recomienda utilizar los huevos más frescos para la parasitación y los guardados en frío destinarlos a la producción de la polilla.

Conservación de huevos.

Los huevos limpios deben ser pesados en balanza de precisión y pueden ser almacenados por unos días (no más de 15), para su utilización en infestaciones de bandejas de trigo o en crianza de *Trichogramma*. El lugar más utilizado para la conservación es un refrigerador común (aproximadamente 10°C) teniendo el cuidado de evitar el exceso de humedad, es recomendable el uso de palitos de algodón (de dentista) en el interior de los frascos con huevos.

Pegado de huevos.

Una manera de manejar los huevos parasitados y por parasitar es pegar los huevos en tiras de cartulina. Se utilizan tiras de 1 pulgada cuadrada como una medida internacional de dosificación de la liberación al campo. Cada pulgada cuadrada contiene aproximadamente 4.000 huevos de *S. cerealella*. Para proceder a pegar los huevos, se debe tener cuidado que la capa de goma arábica en la cartulina sea muy delgada, para evitar huevos sobrepuestos o que sean cubiertos por la goma, esto provocaría una mala parasitación. Además la goma arábica debe ser diluida en agua al 30%. Una vez esparcida la goma, los huevos de la polilla son distribuidos con la ayuda de un tamiz, para lograr la caída y esparcimiento uniforme. Transcurrida una hora, la goma habrá secado y los huevos estarán listos para ser conservados o parasitados por *Trichogramma*. Es bueno sacudir la cartulina un poco después de distribuir los huevos, de modo que caigan todos los huevos que no se adhirieron o estaban formando dos capas.

Parasitación.

La parasitación puede realizarse sobre huevos pegados en cartulina o bien sobre huevos sueltos.

Huevos adheridos a cartulinas: se utilizan a nivel comercial trozos de cartulina de 10 pulg². Para lograr que *Trichogramma* parasite los huevos de *S. cerealella*, estos huevos en cartulinas deben ser depositados en el interior de frascos de boca ancha (1 litro) o tubos de vidrio (tubos fluorescentes) sellados con plástico semipermeable (alusa plast) (Figura 12), al realizar la parasitación, los huevos después de 24 a 48 horas comenzarán a tornarse negros lo que indica una buena parasitación. Por cada pulgada cuadrada de

huevos parasitados se deben colocar 4 ó 5 pulgadas de huevos de *S. cerealella* sin parasitar, esto debe hacerse cuando se están produciendo *Trichogramma* para liberaciones, cuando se producen para mantención, se puede disminuir a 1 pulgada de huevos sin parasitar.

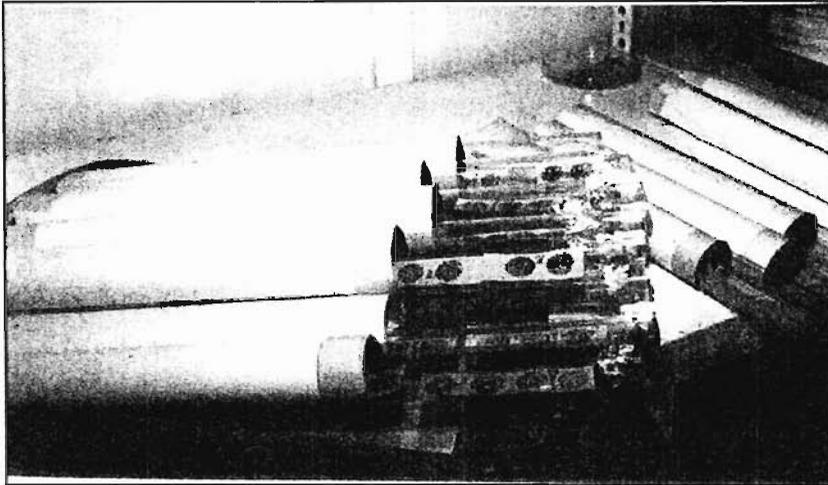


Figura 12. Tubos de crianza de *Trichogramma* spp.

Una vez muertos todos los *Trichogramma* que estaban parasitando al interior del frasco o cuando los huevos comienzan a tornarse de un color oscuro, las cartulinas deben ser limpiadas con un pincel fino para eliminar todos los insectos muertos y los restos de huevos o larvas de *S. cerealella* que comiencen a emerger.

La parasitación de huevos sueltos se realiza en cajas de madera de 53 x 68 x 100 cm, con separación de diez pisos independientes y con puertas por ambos lados, en la parte frontal lleva vidrio. En el interior se colocan palmetas plásticas, que permiten aplicar una película húmeda (agua) que facilita la adhesión de huevos y su posterior recolección. La utilización de estos huevos parasitados sueltos se hace pegándolos en las cartulinas o bien colocándolos en sobres, cápsulas o bien mezclándolos con inertes.

La sala de crianza de *Trichogramma* debe tener una temperatura de $27^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 60% HR y un fotoperíodo de 16:8 (Luz:Oscuridad), el fotoperíodo puede no ser necesario, puesto que *Trichogramma* puede parasitar con y sin luz.

En la Figura 13 se muestra un esquema del proceso de parasitación de *Trichogramma* spp. bajo condiciones de laboratorio.

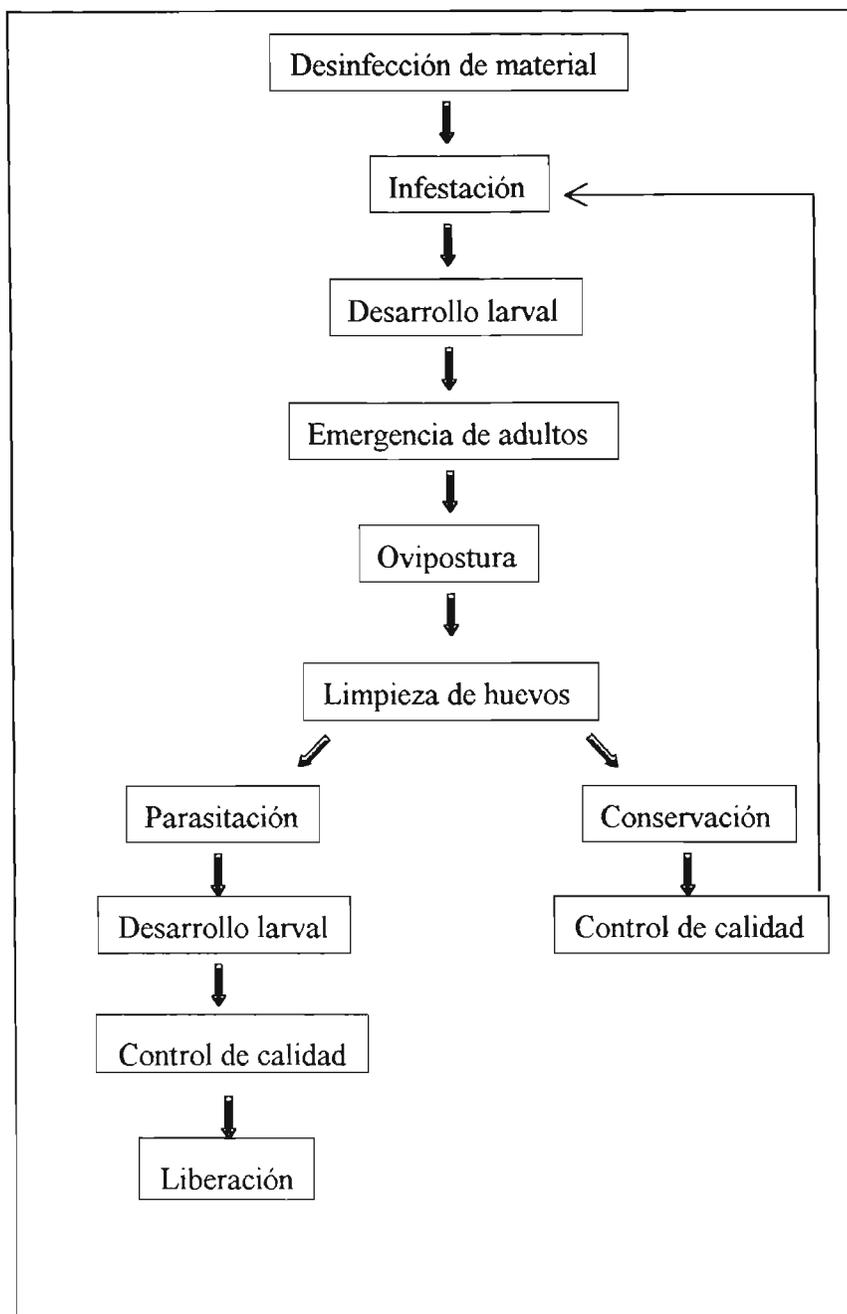


Figura 13. Esquema de producción masiva de *Trichogramma*.

Pruebas de laboratorio

Se realizaron estudios de comportamiento de las especies de *Trichogramma* y definiendo la tabla de vida de *T. nerudai* y *T. dendrolimi*, también se determinó la capacidad parasítica de *Trichogrammatoidea bactrae* en la parasitación de huevos de la polilla del tomate, además, se comparó *T. nerudai* y *T. bactrae*, frente a huevos de la polilla del tomate colocados en hojas de tomate y expuestos a la presencia de los parasitoides en forma separada (dos hembras de cada parasitoide). Además se estudiaron el comportamiento de diferentes especies de *Trichogramma* en huevos de *C. pomonella*

Efecto de la temperatura

Para evaluar la influencia de la temperatura en la sobrevivencia, longevidad, reproducción y desarrollo de *Trichogramma*, se utilizaron cámaras bioclimáticas controladas a 15, 20, 25 y 30°C, manteniendo condiciones fijas de 65% HR y un fotoperíodo de 16D:8N.

Todas las pruebas fueron iniciadas con 20 parejas recién emergidas, es decir, machos y hembras de no más de 12 h de edad, provenientes de una generación criada bajo las mismas condiciones en que se llevó a cabo cada tratamiento, con el objeto de eliminar cualquier efecto debido a condiciones previas de temperatura.

Cada una de las parejas fue aislada; después de 2-3 h, tiempo suficiente para que se apareen, se les suministró un cartón con 50 huevos de *S. cerealella*, los que fueron expuestos por 24 h y renovados diariamente por huevos frescos durante toda la vida de la hembra. Cada 24 h se registró el número de adultos sobrevivientes.

Cada uno de los cartones ya parasitados, aspecto que fue confirmado por el ennegrecimiento de la membrana vitelina de los huevos hospederos, fueron aislados e incubados bajo las mismas condiciones en que se realizó cada tratamiento hasta el momento de emergencia de su progenie. Así se determinó el tiempo de desarrollo de las formas inmaduras, desde el estado de huevo hasta el nacimiento del adulto. Con ello se evitan las disecciones para determinar la duración de cada uno de los estados de desarrollo (huevo, larva, prepupa y pupa) (comunicación personal, E.N. Botto, 1999).

Además, se registró el número de huevos parasitados por día, el número de individuos y el sexo de la progenie para cada temperatura. La diferencia de sexos se basó en que los machos tienen las antenas más largas y más setosas que las hembras.

El diseño experimental utilizado fue un factorial completamente al azar, con 20 repeticiones por tratamiento. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, y la comparación de medias se hizo a través de la prueba de Tuckey's.

Construcción de tablas de vida

Para realizar este estudio fueron consideradas sólo las hembras, y a través de la sobrevivencia y fecundidad diaria por hembra madre, se estimaron los parámetros de la tabla de vida para cada especie y temperatura respectivamente (Southwood, 1978).

Se evaluaron los siguientes parámetros:

Tasa neta reproductiva; (R_0)= $\sum lx * mx$

Tiempo promedio generacional; (T)

Tasa intrínseca de crecimiento; (r_m)= $\ln R_0/T$, donde:

mx : número teórico de hijas producidas por una hembra madre a la edad X .

lx : proporción de hembras que sobreviven a la edad X .

R_0 : número de hijas que reemplazan a la madre en una generación.

T : tiempo promedio desde oviposición a emergencia.

r_m : proporción en que aumenta la población cada día.

Pruebas de calidad de los Trichogramma

Se ejecutaron pruebas de pureza de las diferentes especies que están en la colección, para ello se cruzaron todas las especie entre sí.

Las pruebas de calidad se refieren a los niveles de parasitación y emergencia de Trichogramma de los huevos parasitados, para la producción comercial y esto sólo se ha comprobado en los huevos parasitados con *T. nerudai*, que ha sido la única especie multiplicada masivamente

Efecto del Tetracloruro de carbono en el parasitismo de *T. nerudai*

En huevos de un día de *A. kuehniella* y *S. cerealella* se separaron de la siguiente manera:

Tiempo de exposición con Tetracloruro de carbono en huevos de 1 día:

- Testigo (sin exposición).
- Media hora.
- Una hora.
- Cuatro horas.
- Seis horas.

Momento de parasitación, desde la ovipostura del huésped a la parasitación:

- El mismo día(cero días).
- Siete días.
- Quince días.
- Treinta días.

Los huevos de *A. kuehniella* y *S. cerealella* de un día de edad se colocaron en un desecador cerrado de 8 litros, con una dosis aproximada de 100 cc puro de Tetracloruro de carbono.

En tubos de ensayo de 5 x 1 cm se colocaron 50 huevos frescos (de un día de edad) de *A. kuehniella* y *S. cerealella* pegados con goma arábica diluida al 30% sobre una cartulina de 3 x 0,5 cm, cada tubo fue tapado con un film plástico semipermeable, un tratamiento fue parasitado inmediatamente (Testigo) y los restantes fueron colocados sobre un frasco de vidrio quedando expuestos a la saturación de gases del Tetracloruro

de carbono, los huevos fueron sacados 1/2, 1, 4 y 6 horas después de haber sido colocados dentro de la unidad con Tetracloruro de Carbono y ubicados en una cámara de conservación a $10 \pm 3^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ humedad relativa (H.R.) hasta el momento de su parasitación, la que fue realizada por *T. nerudai*.

Se realizaron observaciones diarias registrando el número de huevos parasitados, no parasitados y el tiempo desde la parasitación hasta su eclosión. El diseño experimental que se utilizó para el ensayo fue completamente al azar con 20 tratamientos y 5 repeticiones (Cuadro 1).

Cuadro 1 Tratamientos de Tetracloruro en huevos de *S. cerealella*

Tiempo de Exposición	Tiempo de conservación.			
	0 días	7 días	15 días	30 días.
0 hr.	Testigo 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
½ hora.	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8
1 hora.	Tratamiento 9	Tratamiento 10	Tratamiento 11	Tratamiento 12
4 horas.	Tratamiento 13	Tratamiento 14	Tratamiento 15	Tratamiento 16
6 horas.	Tratamiento 17	Tratamiento 18	Tratamiento 19	Tratamiento 20

Estudios de preferencia

Selección de Trichogramma

Se trabajó con 5 especies de *Trichogramma* que corresponden a 3 especies introducidas: *T. cacoeciae* Marchal, utilizado en Bulgaria (Karadjov, 1993), Alemania (Hassan, 1992; 1994) e Iran (Shojai, 1993), *T. dendrolimi* Matsumura, usado en Alemania (Hassan, 1992; 1994) y *T. platneri* Nagarkatti, usado en EE.UU. (Mills, 1993) con antecedentes en el control de *C. pomonella*, y 2 especies nativas: *Trichogramma* sp. "Cato", colectado en un huerto de manzanos en la provincia de Ñuble (VIII Región) parasitando huevos de *C. pomonella*, y *T. nerudai* Pintureau & Gerding (Pintureau *et al.*, 1999), especie nativa que fue colectada en la zona de Angol (IX Región) sobre huevos de *Rhyacionia buoliana* Denis & Schiffermüller.

Estudio de preferencia

Se utilizó un mínimo de 50 huevos de *C. pomonella* junto con 50 huevos de *A. kuehniella*, ambos de hasta 24 h de edad. En cada tratamiento se depositó una hembra copulada de *Trichogramma* (*Trichogramma* sp. "Cato" se depositó una hembra sin cópula, ya que posee reproducción telotóquica), sellando el tubo con género obscuro semipermeable y depositados en cámara de crianza bajo condiciones de: temperatura 24-26°C, humedad relativa de 60 a 70% y fotoperíodo 16:8 (Luz :Oscuridad). Al cabo de 5 días se contabilizaron los huevos parasitados bajo lupa estereoscópica, registrando el número de huevos parasitados para cada

hospedero, los que se distinguen porque presentan un color oscuro que difiere de los no parasitados.

El diseño utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial de 5x2 (5 especies de *Trichogramma* x 2 huéspedes alternativos (*C. pomonella* y *A. kuehniella*)), con 6 repeticiones.

Capacidad parasítica sobre C. pomonella.

En tubos de ensayos con 50 huevos de *C. pomonella* de 24 h de edad, se depositó una hembra copulada de cada especie de *Trichogramma*, se selló cada tubo con género semipermeable y se colocaron en cámara de crianza a temperatura de 24-26°C, humedad relativa de 60 a 70% y fotoperíodo 16:8 (Luz:Oscuridad). Al cabo de 5 días se contabilizó bajo lupa estereoscópica registrando la cantidad de huevos parasitados.

El diseño experimental utilizado fue Completo al Azar con 5 tratamientos, que corresponden a cada una de las especies de *Trichogramma* y 6 repeticiones.

Pruebas de campo

Los estudios de liberación de *Trichogramma* en los distintos cultivos, se realizaron utilizando diferentes métodos. Para el caso de la polilla del brote del pino se probó liberar los huevos parasitados en una suspensión de huevos en agua y aplicarlos con una motopulverizadora de espalda sin presión. También se usaron cápsulas de celulosa, las cuales podrían ser lanzadas desde el aire sobre el bosque. El uso de los sobres con huevos ha quedado restringido a los estudios de liberación para definición de dosis y para los trabajos en manzanos.

Las cápsulas de celulosa fueron importadas desde Francia y su uso fue modificado al utilizar solo media cápsula por unidad cubriendo la otra mitad con papel perforado (Figura 14). A la suspensión de huevos en agua se le agregó almidón para permitir a los huevos adherirse a las plantas.

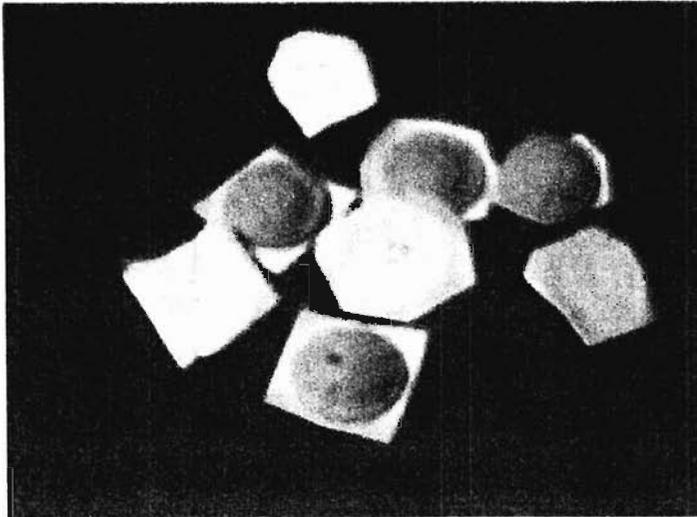


Figura 14. Dispensadores de celulosa para huevos parasitados

Manzana

Se utilizaron parasitoides de huevos de la especie *T. nerudai*, la cual mostró en laboratorio su alta capacidad para controlar *C. pomonella*.

- Sobres de liberación, contruidos de papel e hilo, cerrados con corchetes. Las dimensiones de estos sobres es de 8x6 cm.
- Alfiler, usado para perforar los sobres de liberación. (orificios de salida para *Trichogramma*)

La primera liberación se realizó el 6 de Octubre de 1999, a partir de esto se liberó semanalmente sin interrupción hasta mediados de Febrero.

Las dosis de liberación empleadas por árbol fueron las siguientes:

- 9000 *Trichogramma*/árbol
- 12000 *Trichogramma*/árbol
- 15000 *Trichogramma*/árbol

Se liberó dosificando en sobres de 3000 *Trichogramma*, por lo tanto, se colgaron:

- 3 sobres en los tratamientos de 9000 *Trichogramma*/árbol,
- 4 sobres en los tratamientos de 12000 *Trichogramma*/árbol y
- 5 sobres en los tratamientos de 15000 *Trichogramma*/árbol

Los tratamientos se distribuyeron en el huerto mediante un diseño estadístico en Bloques completos al azar (BCA) con 6 repeticiones, cada parcela con 2 árboles (Figura 15).

Figura 15. Distribución y Diseño BCA.

I	II	III	IV	V	VI	
X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X
T2	T3	T1	T3	T3	T1	X X
T0	T1	T3	T1	T0	T3	X X
T3	T0	T2	T2	T2	T2	X X
T1	T2	T0	T0	T1	T0	X X
X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X

T0: Testigo

T1: 9000 *Trichogramma*/árbol

T2: 12000 *Trichogramma*/árbol

T3: 15000 *Trichogramma*/árbol

La evaluación se realizó a finales de Febrero, se contabilizaron 100 frutos por árbol y se registró el daño provocado por *C. pomonella*. Existieron árboles que no tenían 100 frutos en el árbol, en estos casos se registró la totalidad de frutos en el árbol y todos los datos fueron llevados a porcentaje para su comparación.

Pino

En el control de la polilla del brote del pino, en Escuadrón (Coronel, VIII Región) se utilizaron los dos métodos de liberación mencionados (cápsulas y aspersión) y dos dosis de liberación 50 y 150 huevos por árbol en seis oportunidades, lo que significan dosis de aproximadamente 300.000 y 900.000 huevos por hectárea. El tamaño de las parcelas fue de 1/3 de hectárea.

Se realizaron liberaciones de *T. nerudai* en un rodal de pino de la zona de Monteaguila. Las liberaciones de *Trichogramma nerudai* comenzaron a realizarse diariamente desde el 29 de noviembre al 7 de diciembre de 1999. La dosis utilizada fue de 300.000 *Trichogramma*/ha, el método de liberación fue por aspersión.

También se realizó una liberación de *Trichogramma nerudai* en Cauquenes con dosis de 300.000 *Trichogramma*/ha como una forma de complementar la acción ejercida por otro parasitoide liberado en tres dosis diferentes (*Orgylus obscurator*) que causa un efecto sobre larvas.

Maíz

Uso de Trichogramma nerudai en el control de huevos de Helicoverpa zea

Se realizaron estudios de liberaciones de *T. nerudai* sobre un cultivo de maíz del campo experimental Quilmapu, los tratamientos consistieron en utilizar diferentes densidades de liberación mediante cápsulas de celulosa con distinta concentración de huevos parasitados

- 16 cápsulas con 375 huevos c/u por tratamiento (300.000 huevos /ha)

- 16 cápsulas con 750 huevos c/u por tratamiento (600.000 huevos/ha)
- 32 cápsulas con 187 huevos c/u por tratamiento (300.000 huevos /ha)
- 32 cápsulas con 375 huevos c/u por tratamiento (600.000huevos/ha)
- 300.000/huevos ha por aspersión con agua
- testigo sin *Trichogramma*

Principales problemas metodológicos enfrentados

- 1) La proporción de adultos:huevos debe ser al menos 1:4, es necesario determinar la capacidad parasitaria de la especie de *Trichogramma* que se está multiplicando para definir bien la proporción
- 2) los huevos deben ser en lo posible de no mas de 24 horas de edad,
- 3) los adultos de *Trichogramma* deben estar en proporción macho:hembra de 1:1,
- 4) los *Trichogramma* deben estar recién emergidos, debido a que depositan el 90% de sus huevos las primeras 48 horas de vida,
- 5) debe haber un control de calidad de los *Trichogramma* padres en cuanto a identificación de la especie, proporción de sexos, tamaño y eliminando individuos deformes.
- 6) La presencia de ácaros en los huevos para la masificación de las polillas
- 7) Mantener la temperatura por debajo de los 34 °C en los embudos utilizando extractores de aire no fue suficiente y se debió utilizar las unidades de aire acondicionado.

Descripción de las actividades

Descripción de las actividades y tareas ejecutadas para la consecución de los objetivos, comparación con las programadas, y razones que explican las discrepancias.

- **Habilitar el laboratorio de producción industrial de *Trichogramma***

Se habilitó el laboratorio con embudos de emergencia, cámara de colecta de huevos, salas de desarrollo de larvas, tal como se describe en los métodos. Se utilizaron calefactores, humidificadores, aire acondicionado, termostatos, para controlar las condiciones internas y externas de las crías.

- **Puesta en marcha (marcha blanca).**

La marcha blanca se realizó sin problemas y significó el inicio de la crianza masiva de *Trichogramma*.

- **Inicio crianza masiva de *S. cerealella***

Una vez iniciada la marcha blanca se tuvo la cantidad de huevos necesaria para la primera producción masiva de *S. cerealella*

- **Crianza masiva de *S. cerealella***

La crianza masiva del hospedero alternativo se realizó con los problemas de presencia de ácaros y mortalidad de adultos que se fueron solucionando con el andar del proyecto. Además se contó con la venida del consultor técnico Dr. Sherif Hassan de BBA de Alemania. El Dr. Hassan es especialista en producción de *Trichogramma* y su venida fue financiada por el SUBPROGRAMA CONTRATACION CONSULTORES CALIFICADOS del FIA cuyo informe se encuentra a continuación

INFORME TECNICO FINAL SUBPROGRAMA CONTRATACION CONSULTORES CALIFICADOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

1.1- TÍTULO DE LA PROPUESTA

Consultor para multiplicación masiva de *Trichogramma* para el control biológico de plagas

1.2.- ESPECIALIDAD

Entomología, Control Biológico

1.3.- IDENTIFICACION DEL CONSULTOR

Nombre Dr. Sherif Hassan

Institución : Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA). Institute for Biological Control

Dirección : Heinrichstrassen 243. D-64287

Telefono : 0 61 51 4 07-0
 Fax : 0 61 51 4 07-290
 e-mail biocontrol.bba@t-online.de
 País Alemania

1.4.- PATROCINANTE

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA

1.5.- CONTRAPARTE NACIONAL

Marcos Gerding Paris , Entomólogo CRI Quilamapu, INIA

2. ASPECTOS TECNICOS

2.1 Itinerario desarrollado por el consultor

Fecha: 26 febrero

Lugar (ciudad e institución Chillán- CRI Quilamapu

Actividad. Arribo a la ciudad

Fecha 27 de febrero

Lugar (ciudad e institución): Chillán CRI Quilamapu

Actividad Visita al CRI Quilamapu

Fecha 1° de marzo

Lugar (ciudad e institución) Chillán CRI Quilamapu

Actividad: Reunión con directivos del CRI, Inicio de las actividades de conocimiento y análisis del proyecto de Trichogramma

Fecha 2-3 de marzo

Lugar (ciudad e institución) Chillán, CRI Quilamapu

Actividad: Evaluación del proyecto Trichogramma

Fecha 4 de marzo

Lugar (ciudad e institución) Concepción, Mininco S.A

Actividad Visita al laboratorio de producción masiva de Trichogramma que tiene Mininco, y visita de terreno a los lugares de liberación.

Fecha 5 de marzo

Lugar (ciudad e institución) Chillán CRI Quilamapu

Actividad: Control de los ácaros (*Pyemotes sp*), ensayos de control químico de los ácaros en presencia de huevos de Sitotroga cerealella. Evaluar mortalidad de ácaros, tiempo de exposición , productos y emergencia de larvas

Fecha 8 de marzo

Lugar (ciudad e institución) Chillán, CRI Quilamapu

Actividad, continuación de las pruebas de control de ácaros y preparación de seminario

Fecha 9 de marzo

Lugar (ciudad e institución) Los Ángeles CPF S.A. (Controladora de plagas Forestales)

Actividad Seminario de “Avances en controles alternativos y biológico de polilla del Brote del Pino en Chile”

Fecha 10 de marzo

Lugar (ciudad e institución) Chillán, CRI Quilamapu

Actividad: Preparación de seminario e informe técnico de la visita

Fecha 11 de marzo

Lugar (ciudad e institución) Chillán CRI Quilamapu

Actividad Seminario Avances en el uso de Trichogramma par la agricultura orgánica, viaje a Santiago.

12 de marzo viaje a Alemania

2.2 Cumplimiento del o los objetivos

Los objetivos planteados para esta consultoría fueron:

Los objetivos de la propuesta son contar en Chile con el Dr. Sherif Hassan para que colabore con la puesta a punto de los equipos de producción de *Sitotroga cerealella* y adaptar la tecnología de parasitación, multiplicación liberación y evaluación de *Trichogramma*, disponibles en Alemania, a nuestras condiciones y así poder cumplir con los objetivos del proyecto FIA.

2.3 Descripción detallada de la tecnología capturada, capacidades adquiridas, productos, etc.

Métodos recomendados para controlar y prevenir el ataque de ácaros en la crianza masiva de *Sitotroga cerealella*.

Las salas de crianza deben ser cerradas, completamente selladas las ventanas el techo y piso deben estar limpios. Restringir el ingreso a personas que no participan en la crianza de la polilla. Las salas, equipos y granos utilizados en la crianza deben ser intensamente aseados y tratados exteriormente por cortos tiempos con acaricidas.

El control de ácaros en plantas industriales de crianza de *S. cerealella* es algo muy fácil en comparación con lo que sucede en un Instituto de Investigaciones. Se creará un prototipo para asistir a futuras industrias de crianza. La experiencia de otros países será transferida y se adaptará a las condiciones locales.

Normalmente para detener el ataque de ácaros en producciones industriales (extranjeras) se elimina el grano infestado, las salas y equipos son fumigados, usualmente usando bromuro de etilo, y se reinicia la producción usando huevos nuevos.

La solución mencionada anteriormente es más dificultosa para el INIA CRI Quilamapu, ya que la Institución tiene diferentes organismos que debe evaluar al mismo tiempo y esto hace disminuir en ciertos periodos la crianza de *S. cerealella*, dificulta la fumigación, ya que afecta a los otros organismos reproducidos y a las personas que deben laborar diariamente.

Acciones para limitar el ataque de ácaros.

- 1) Los huevos usados para la producción masiva de *S. cerealella* deben ser tratados en soluciones de acaricidas. Se realizaron experimentos con Dicofol 25 WP (0,36/300cc), Formalina al 10% y otros químicos.
- 2) Usar salas pequeñas para crianza de larvas y mejorar la protección para posibles infestaciones. Usando y rotando diferentes tratamientos de limpieza. La producción de una semana se pone en una sala y se mantiene por cuatro semanas, luego se obtienen adultos. Se dispondrá de cinco salas de desarrollo larvario (sala de crianza) para permitir que siempre una sala este en limpieza.
- 3) Se debe iniciar la crianza en forma limpia, usando soluciones de acaricida.
- 4) Usar pequeños ventiladores en las salas de crianza para reducir la temperatura de granos, después de 4 semanas de infestación con huevos de *Sitotroga*, los granos se cambian desde la sala de crianza a salas de emergencia. El cambio de salas es propicio para un fuerte ataque de ácaros.
- 5) Limpiar y desinfectar las cajas de emergencia que se usarán.
- 6) Antes de utilizar el grano debe hornearse a 100°C por 60 minutos.
- 7) La producción de la Polilla Mediterránea de la Harina *Anagasta kuehniella* podría ser mantenida en otro edificio y con personas no relacionadas o que no tengan ingreso a la producción de *S. cerealella*. Este insecto es conocido por llevar ácaros.
- 8) Durante el tiempo de transición y hasta que la producción de *S. cerealella* está reestablecida, la producción de *Trichogramma* es reemplazada temporalmente utilizando como hospedero a *Anagasta kuehniella*. La razón para este cambio es que los huevos usados usualmente (*S. cerealella*) están infestados con ácaros y serán limpiados y para lo cual ya se estableció una nueva crianza de *S. cerealella*.

2.4 Aplicabilidad en Chile

Toda la información adquirida de la visita del Dr. Sherif Hassan es de aplicabilidad inmediata en la crianza masiva de *Sitotroga cerealella* y *Trichogramma* spp. Las recomendaciones aportadas por el Dr. Hassan fueron puestas de inmediato en práctica de este modo no habrá retrasos en la producción masiva en septiembre.

2.5 Evaluación del consultor por la contra parte nacional

La venida del Dr. Hassan fue muy positiva para el desarrollo del proyecto sobre masificación de *Trichogramma* que se esta realizando en el CRI Quilamapu. Los aportes del consultor fueron siempre muy aterrizados y de orden práctico, tuvo muy buen acercamiento al personal que labora en el proyecto a pesar del problema idiomático.

2.6 Sugerencias

Esta consultoría podría repetirse durante el último año del proyecto de masificación de *Trichogramma*, año 2001, siempre habrá novedades en la producción masiva de *Trichogramma*.

3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

3.1 Organización antes de la visita del consultor

- a. Contacto inicial con consultor realizado por:
Investigador
- b. Apoyo de la Institución patrocinante
Bueno.
- c. Recomendaciones
Continuar con programas de consultores internacionales, son un gran aporte para la investigación en el país

3.2 Organización durante la visita

La organización de la visita no tuvo problemas y puede ser calificada como Buena Recomendaciones

Mantener las facilidades que se dieron para el desarrollo de esta visita, los fondos llegaron oportunamente, y los pasajes se hicieron llegar sin problemas al consultor al país de origen.

Fecha: 12 de abril de 1999

Firma del responsable de la ejecución:

Marcos Gerding Paris

Los embudos de latón fueron pintados con pintura epóxica para evitar una posible contaminación tóxica del latón, y a cada embudo se le adicionó un ventilador (extractor de aire), el cual al parecer no fue suficientemente poderoso como para extraer el aire caliente desde dentro de embudo, durante la temporada 2001 se incluyó el uso de data loggers para medir temperatura, que han permitido tener la información al detalle de la temperatura, la cual ha sido posible bajarla con el uso de las unidades de aire acondicionado portátiles (figura 2), el equipo de aire está regulado a temperatura máxima de 30°C y 26°C la mínima razón por la cual las temperaturas fluctúan periódicamente.

- **Producción experimental de huevos aptos para la parasitación**

Como consecuencia de la crianza masiva de *S. cerealella*, se obtuvo durante todo el desarrollo del proyecto huevos aptos para la investigación y masificación de los

Trichogramma, se cumplió con lo programado. Se realizaron estudios de efecto de la edad de los huevos en el nivel de parasitación y en su conservación.

- **Parasitación experimental de huevos por Trichogramma**

Para la parasitación experimental se utilizaron todas las especies y strains que se encuentran en la colección viva de los laboratorios del CRI Quilamapu. Se realizaron estudios del efecto de la humedad en el parasitismo e los huevos

- **Producción masiva de huevos parasitados**

Para la masificación de los huevos parasitados se utilizaron tres métodos diferentes, el primero consistió en tubos de vidrio de 2 centímetros de diámetro y 30 cm de largo, el segundo es usando frascos de 1 litro de capacidad y el tercero es mediante la parasitación de huevos sueltos en grandes cajas. Los tres métodos se utilizaron con éxito dependiendo del objetivo de la parasitación

- **Colecta y multiplicación de huevos de plagas agrícolas y forestales**

Como una forma de realizar las pruebas de parasitismo con los Trichogramma de la colección se colectaron huevos de diferentes especies y fueron sometidos al efecto de los Trichogramma. Junto con esta colecta de campo se colectó nuevos individuos de Trichogramma que están siendo evaluados en su taxonomía para incorporarlos en la colección.

- **Estudios de la capacidad parasítica de las especies de Trichogramma**

Las pruebas de parasitación se realizaron con las diferentes especies de la colección, de acuerdo a los antecedentes bibliográficos que se disponían. Las pruebas siempre fueron positivas hacia el uso de *T. nerudai*, que fue o igual o superior a las especies introducidas frente a huevos de algunas plagas.

- **Liberación de huevos parasitados en condiciones de invernáculos y laboratorio.**

Las pruebas de liberación de huevos en laboratorio y en semicampo estuvieron orientadas a la definición de metodologías de liberación tales como uso de sobres, aspersion, tarjetas engomadas y unidades tipo sándwich

- **Liberación de huevos parasitados en los huertos de manzana**

Se mantuvo estudios de liberación de Trichogramma en huertos de manzanas, los que si bien no fueron tan exitosos como se preveía, entregaron información suficiente para futuras investigaciones.

- **Liberación de parásitos en rodal de pino**

En pino se realizaron las mayores liberaciones masivas de todo el estudio dada la característica de tener a una empresa que además de colaborar activamente en los estudios multiplica los parasitoides

- **Liberación de parásitos en praderas**

En praderas solo se logró obtener resultados de laboratorio debido a que las pruebas de parasitación que se realizaron sobre los huevos de *Dalaca chiliensis* no resultaron con emergencia de adultos, sin embargo tampoco hubo emergencia de larvas, lo que indujo a pensar que hubo parasitación pero los adultos no pudieron emerger, en esta última temporada se volvió a probar la parasitación con testigo sin parasitoides y efectivamente los parasitoides afectaron la emergencia de larvas neonatas.

- **Liberación de parásitos en cultivo de maíz dulce**

En maíz se realizaron liberaciones en dos temporadas con resultados muy alentadores, solo faltó afinar la dosis de liberación para obtener resultados óptimos

- **Utilización de huevos trampas para determinar actividad parasítica y emergencia de Trichogramma**

A través del uso de huevos trampas se comprobó que la liberación de los Trichogramma fue exitosa. En las liberaciones en manzanos se logró recuperar a *T. nerudai* en huevos centinelas, sin embargo en las liberaciones del mismo Trichogramma en pino, su recuperación no fue posible por la acción de depredadores que se comieron los huevos o bien que la humedad ambiental afectó la adherencia de los huevos.

- **Colecta de huevos de la plaga para determinar niveles de parasitación**

Se colectaron huevos de la polilla de la manzana y se detectó la acción de Trichogramma diferentes a *T. nerudai*, estos parasitoides se mantienen en crianza y se ha definido que corresponden a poblaciones de hembras por lo cual no han sido identificadas y se les ha denominado Trichogramma “Cato 1” y “Cato 2”. *T. “Cato 3”* se colectó en huevos de *Orgyia antiqua*, gusano de los penachos.

- **Pruebas de calidad (preferencia, forma, vuelo, etc.) de los Trichogramma en crianza**

Las pruebas de calidad se refieren a los niveles de parasitismo, emergencia y mal formaciones de Trichogramma, para la producción comercial y esto sólo se ha comprobado en los huevos parasitados con *T. nerudai*, que ha sido la única especie multiplicada masivamente, el nivel de parasitismo y de emergencia supera el 80% para ambos casos

- **Charlas y visitas guiadas**

Se realizaron numerosas visitas guiadas en el laboratorio de producción masiva de Trichogramma, cada año nos visitaron alumnos de las facultades e agronomía de la P.U. Católica, U. Austral, U. Adventista, U de Chile, además profesionales del SAG VII región, autoridades regionales, colegios agrícolas, etc.

- **Días de campo, Pino, maíz y praderas**

Con excepción de actividades de campo realizadas en bosque de pino en conjunto con la forestal Mininco, no se realizaron días e campo pues la actividad mas importante era la de promover la multiplicación masiva de los *Trichogramma*, cosa que solo se pudo efectuar en los laboratorios, mediante cursos, charlas y talleres que se ejecutaron durante el desarrollo del proyecto

- **Publicaciones científicas y divulgativas**

Se publicaron los resultados originados por el proyecto y otros que recibieron el apoyo del proyecto,: Hay un Boletín técnico que describe la tecnología de producción de *Trichogramma*. Hay material en publicación que recién se termino de analizar durante la presente temporada. Además se asistió a Congresos nacionales e internacionales.

- **Entrega de informes**

Se cumplió con todos los informes técnicos y administrativos

RESULTADOS DEL PROYECTO

Descripción detallada de los principales resultados del proyecto, incluyendo su análisis y discusión; utilizando gráficos, tablas, esquemas y figuras y material gráfico que permitan poder visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones relevantes del desarrollo del proyecto.

TRABAJOS DE LABORATORIO

Estudio del efecto de la temperatura en los niveles de parasitación de *T. nerudai* y *T. dendrolimi*.

Sobrevivencia y longevidad

La longevidad de los adultos del género *Trichogramma* mostró diferencias entre las dos especies (Cuadro 1), siendo significativamente superior para *T. nerudai* independiente del sexo y a todas las temperaturas evaluadas.

Se observó que las hembras de *T. nerudai* incrementaron su longevidad en aproximadamente 9 días, al pasar a una crianza de 15°. Al ser sometidas a temperatura de 30°C, las hembras vivieron sólo 4 días, valor mínimo obtenido para la especie.

Para *T. dendrolimi*, se obtuvo una sobrevivencia máxima de sólo 4 días a 15°C y con el aumento de la temperatura se redujo drásticamente su longevidad.

A su vez, los machos, para ambas especies, vivieron significativamente menos tiempo que las hembras, a todas las temperaturas evaluadas (Cuadro 2). De esta manera, se produjo una clara reducción en su longevidad, a medida que la temperatura de crianza aumentó, viviendo como máximo 2 y 3 días para *T. dendrolimi* y *T. nerudai* a 15°C.

Este tipo de respuesta a la temperatura, observado en ambas especies, es independiente del sexo, y podría deberse al incremento en la actividad metabólica de los parasitoides adultos, a medida que la temperatura de crianza aumenta. Smith y Hubbes (1986) indican que los adultos mantenidos a 25° C saltan y vuelan más rápido que aquellos mantenidos a 15° C, temperatura en la cual se observa una baja actividad de los adultos del género *Trichogramma* (Calvin *et al.*, 1984).

CUADRO 2. Efecto de distintas temperaturas en la longevidad (días) de machos y hembras de *T. nerudai* y *T. dendrolimi*.

Temperatura	ESPECIE		Diferencia
°C			
Machos	<i>T. nerudai</i>	<i>T. dendrolimi</i>	
15	3,40 aB	2,47 aB	0,93*
20	3,00 aB	1,13 bB	1,87*
25	2,13 bB	1,27 bB	0,87*
30	1,60 cB	1,07 bB	0,53*
Hembras			
15	11,87 aA	4,33 aA	7,53*
20	14,07 aA	3,00 bA	11,07*
25	6,60 bA	2,27 bA	4,33*
30	4,27 cA	1,27 cA	3,00*

Para cada especie y sexo respectivamente, letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas (Tuckey's $p \leq 0,05$).

Para cada especie y temperatura respectivamente, letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre sexos (Tuckey's $p \leq 0,05$).

Para cada temperatura y sexo respectivamente, * en cada fila indica diferencia significativa entre especies (Tuckey's $p \leq 0,05$).

Reproducción

La fecundidad, medida a través del número de huevos parasitados por hembra (Figura 1), reveló que independiente de la temperatura, las hembras de *T. dendrolimi* fueron menos "efectivas" en la parasitación que las hembras de *T. nerudai*. Estas últimas logran un mayor número de huevos parasitados a los 20°C (70 huevos parasitados) y 25°C (74 huevos parasitados). *T. dendrolimi* no mostró diferencias significativas en su parasitismo, excepto en aquellas hembras mantenidas a 30°C, donde el número de huevos parasitados fue 3,73.

En general, la actividad parasítica para ambas especies (Figura 16) fue mayor a temperaturas entre 20° y 25°C. A temperaturas muy bajas, la actividad de *Trichogramma* es reducida o casi nula, y a temperaturas muy altas mueren rápidamente, sin alcanzar una oviposición completa. Lauge y Chihrane (1998) destacan que las altas temperaturas causan una disfunción ovárica, ya que el número de oocitos maduros al momento de la emergencia es bajo o algunos de los ovarios permanecen juveniles o son anormales.

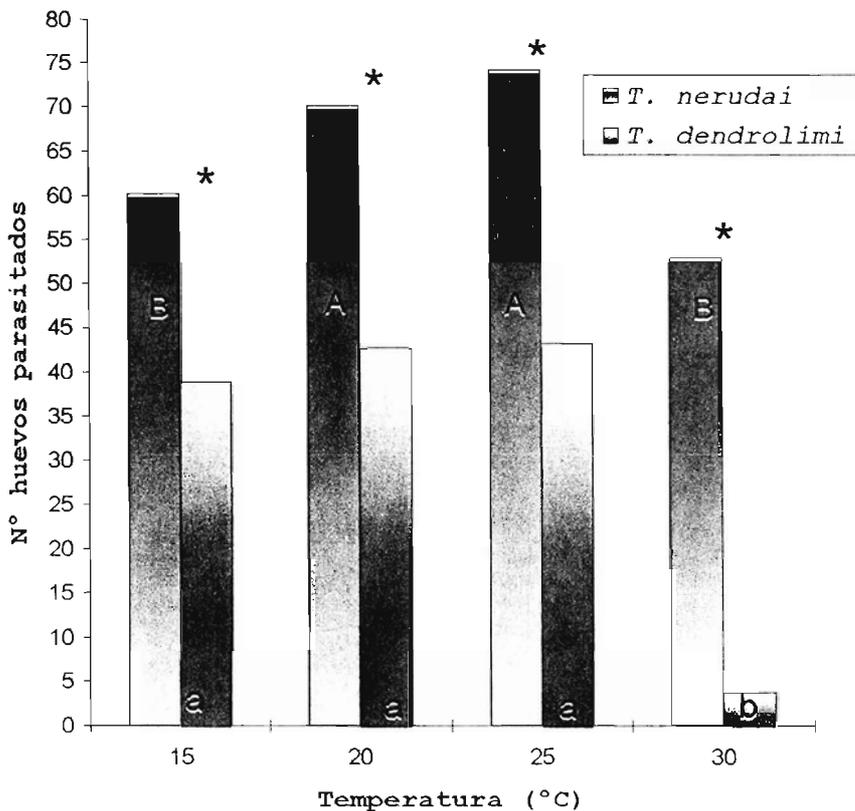


Figura 16. Efecto de la temperatura sobre el parasitismo de *T. nerudai* y *T. dendrolimi*. Letras mayúsculas (*T. nerudai*) y letras minúsculas (*T. dendrolimi*) distintas indican diferencia significativas entre temperaturas (Tuckey's $p \leq 0,05$).

*Indica diferencias significativas entre especies para cada temperatura respectivamente (Tuckey's $p \leq 0,05$).

En la Figura 17, se observa que *T. nerudai* obtuvo una producción máxima de 76 descendientes/madre entre 20° y 25°C, en tanto que *T. dendrolimi* en las mismas condiciones alcanzó sólo a 43 descendientes/madre.

En concordancia con lo observado por Volkoff y Daumal (1994) (Figura 17), las hembras ovipusieron el primer día un 50% del total de sus huevos en *T. nerudai* y el 75% en *T. dendrolimi*, porque muchos de sus oocitos están maduros al mismo tiempo. Posteriormente, la descendencia continuó a tasas decrecientes, estabilizándose para *T. dendrolimi* a los 2 días a altas temperaturas, y a los 4 días a bajas temperaturas. En el caso de *T. nerudai*, su población se estabilizó después de 4 días a 25° y 30°C. En condiciones de 15° y 20°C se logró un período más prolongado de emergencia en ambas especies.

En cuanto a la relación de sexos, para *T. nerudai* existió una marcada predominancia de hijas (Figura 18), obteniéndose una relación macho/hembra de 1:3 a todas las temperaturas evaluadas, excepto a 25°C donde se obtuvo un máximo de 62 hijas/madre y una relación macho/hembra de 1:5. El mayor número de machos (Figura 18) se obtuvo a los 20°C (17 hijos/madre).

Por el contrario, *T. dendrolimi* presentó mayor cantidad de machos (Figura 19) a 25° y 30°C, lo que significó una relación de 2:1 (macho: hembra). A 15° y 20°C, machos y hembras se obtuvieron en relación 1:1, logrando un máximo de 22 hijas por madre a los 15°C (Figura 19).

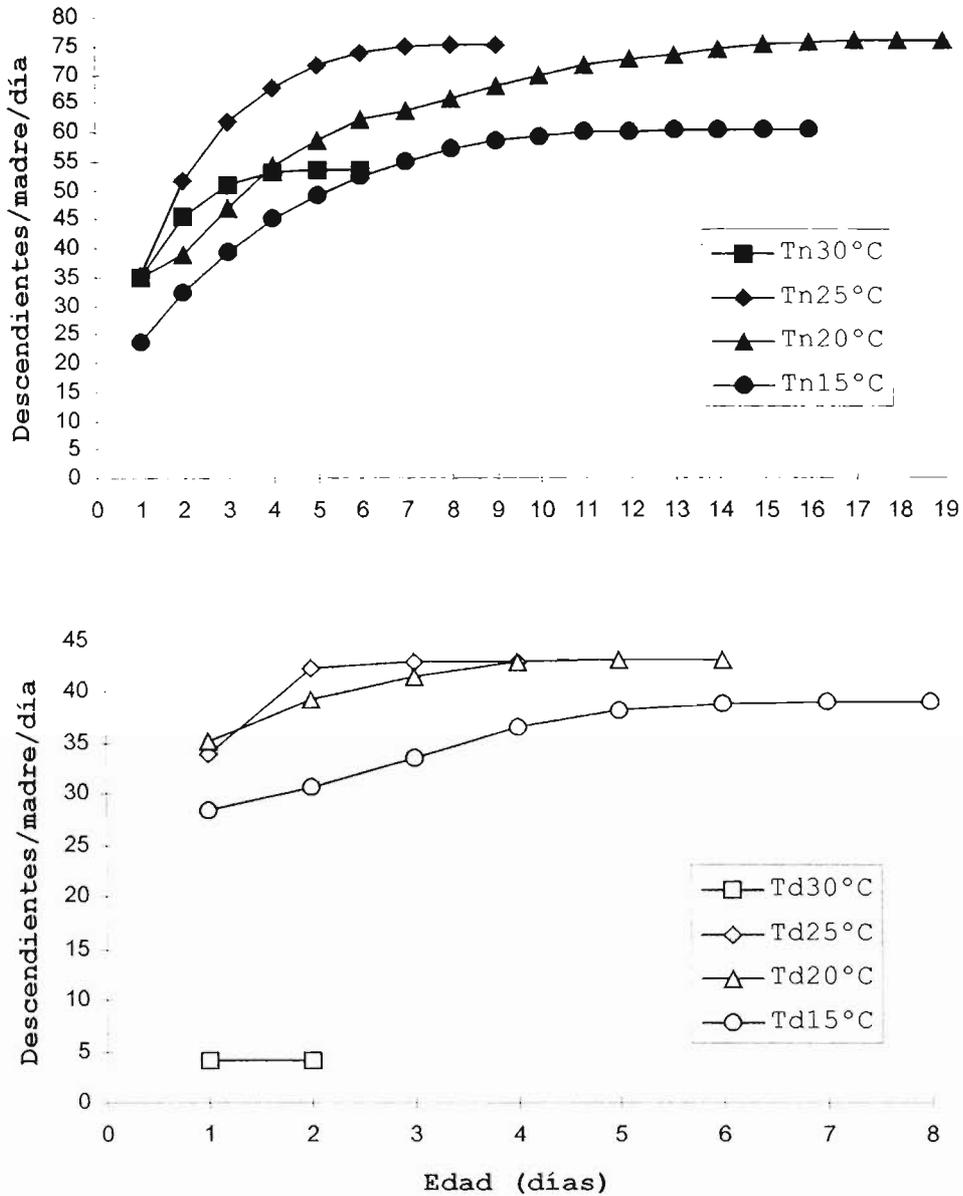


FIGURA 17. Descendencia acumulada para *T. nerudai* (Tn) y *T. dendrolimi* (Td) a diferentes temperaturas.

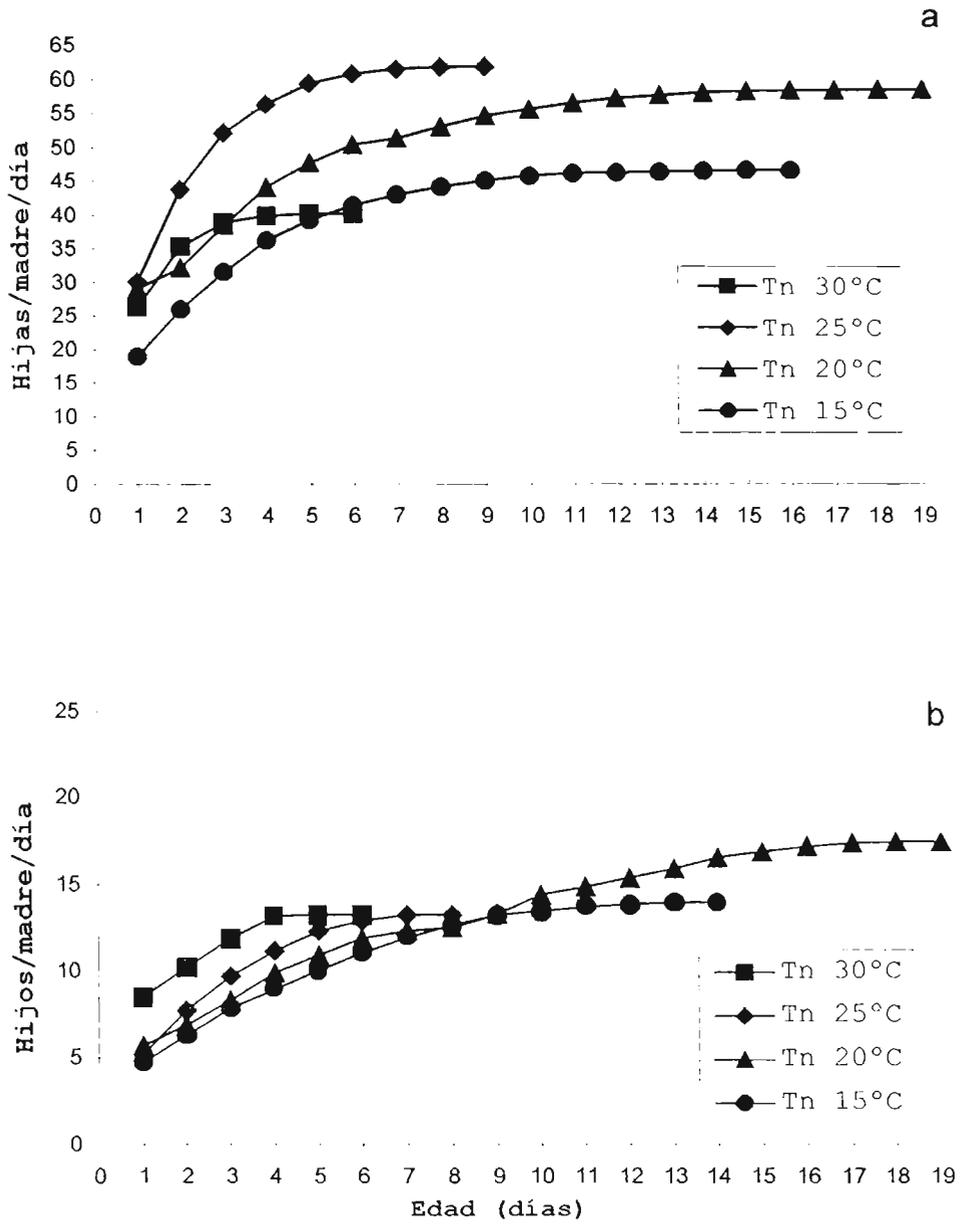


FIGURA 18. Relación de sexos para *T. nerudai* (Tn) a diferentes temperaturas.

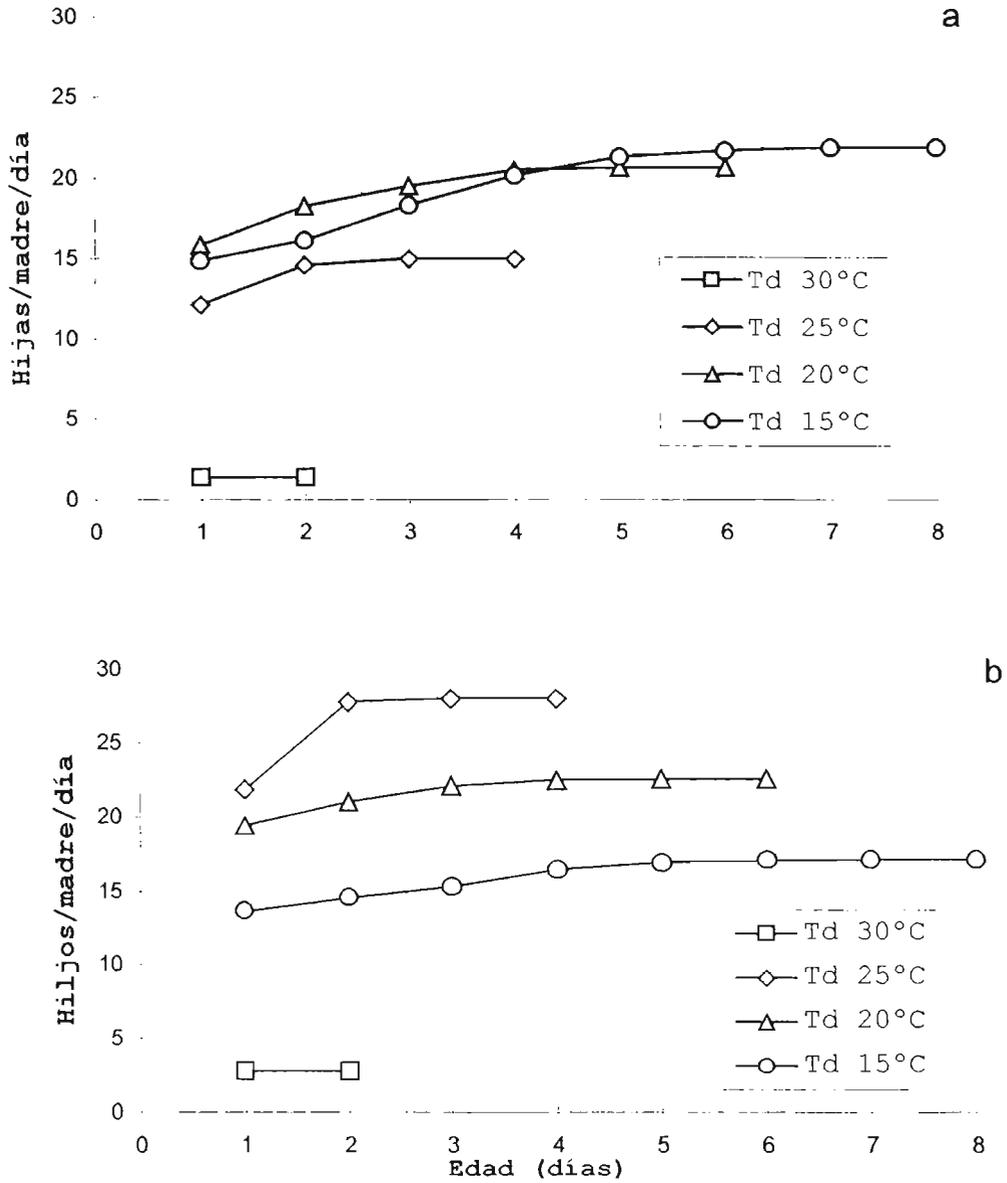


FIGURA 19. Relación de sexos para *T. dendrolimi* (Td) a distintas temperaturas.

El porcentaje de hembras de *T. dendrolimi* (Cuadro 3) fue afectado por la temperatura, produciéndose una reducción de 52% a 22% de hijas, a medida que la temperatura de crianza se incrementó desde 15° a 30°C ($p \leq 0,05$).

Este resultado puede atribuirse a que, las altas temperaturas provocan que gran parte de los machos parentales sean estériles, traduciéndose en una mayor cantidad de hembras no fertilizadas y, por consiguiente, menos hijas (Chihrane *et al.*, 1993).

Smith y Hubbes (1986) sugieren además que en este tipo de reproducción haploide-diploide, las bajas temperaturas promueven la fusión de núcleos, por lo que se incrementaría la proporción de diploides descendientes (hijas). El porcentaje de hijas para *T. nerudai* (Cuadro 3), no fue afectado por la temperatura de crianza, siendo siempre mayor que el correspondiente a *T. dendrolimi* ($p \leq 0,05$).

Por otra parte, la mortalidad de las formas inmaduras, medido a través del porcentaje de huevos parasitados no emergidos, (Cuadro 4) no fue afectado por la temperatura de crianza ni por la especie, excepto para *T. dendrolimi* a 30°C ($p \leq 0,05$). A esta temperatura, dicha especie presentó un 39,68% de no emergidos, porcentaje significativamente mayor a *T. nerudai*.

Lo anterior es explicado considerando que a temperaturas altas (30°C), las formas inmaduras son capaces de completar su desarrollo, pero los adultos son incapaces de romper el huevo hospedero, por lo tanto mueren en su interior.

CUADRO 3. Porcentaje de hijas de *T. nerudai* y *T. dendrolimi* sometidos a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	<i>T. nerudai</i>		<i>T. dendrolimi</i>		Diferencia
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	
15	72,12 ns	71,43- 90,57	52,90 a ¹	5,56-77,50	24,23*
20	77,25	63,60- 85,20	43,33 ab	0,00-78,90	33,93*
25	82,41	68,30- 88,90	36,13 ab	0,00-78,90	46,28*
30	76,86	20,30-100	22,37 b	0,00-71,40	54,49*

Para cada especie respectivamente, letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas (Tuckey's $p \leq 0,05$).

ns= indica diferencia no significativa

* Indica diferencia significativa entre especies (Tuckey's $p \leq 0,05$).

CUADRO 4. Porcentaje de huevos parasitados no emergidos para *T. nerudai* y *T.dendrolimi* sometidos a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	<i>T. nerudai</i>		<i>T. dendrolimi</i>		Diferencia
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	
15	2,92 a	0,00 - 7,58	7,43 b	2,44 - 12,20	-4,50 ^{ns}
20	2,11 a	0,00 - 4,69	8,26 b	0,00 - 10,77	-6,15 ^{ns}
25	4,47 a	1,89 - 7,89	4,03 b	0,00 - 21,88	0,45 ^{ns}
30	3,71 a	0,00 - 12,50	39,68 a	0,00 - 100	-35,97*

Para cada especie respectivamente, letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas (Tuckey's $p \leq 0,05$).

* Indica diferencia significativa entre especies (Tuckey's $p \leq 0,05$).

^{ns} Indica diferencia no significativa entre especies (Tuckey's $p \leq 0,05$).

Desarrollo

A medida que aumentó la temperatura de crianza, se observó una reducción en el tiempo desde la oviposición hasta la emergencia del 50% de los adultos (Cuadro 4). A 30° C, el desarrollo para ambas especies tardó entre 8 y 9 días, aumentando a 31 y 21 días a 15°C, para las especies *T. nerudai* y *T. dendrolimi*, respectivamente ($p \leq 0,05$).

Este retardo en el desarrollo a bajas temperaturas, podría deberse a la inducción de quiescencia o diapausa como respuesta a condiciones ambientales extremas (Pack y Oatman, 1982), para lo cual *T. dendrolimi* presentó un desarrollo más rápido que *T. nerudai* a todas las temperaturas evaluadas (Cuadro 5).

CUADRO 5. Duración del desarrollo (días) de *T. nerudai* y *T. dendrolimi* sometidos a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	<i>T. nerudai</i>		<i>T. dendrolimi</i>		Diferencia
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	
15	31.93 a	31-34	21,00 a	-	10,93*
20	21,00 b	-	16,53 b	16-17	4,47*
25	11,13 c	11-12	10,00 c	-	1,13*
30	9,00 d	-	8,27 d	8-9	0,73*

Para cada especie respectivamente, letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas (Tuckey's $p \leq 0,05$) Para cada temperatura, * en cada fila indica diferencias significativas entre especies (Tuckey's $p \leq 0,05$).

Tablas de vida

Los parámetros de las tablas de vida y fecundidad obtenidos a partir de la tasa diaria de sobrevivencia lx (Figura 20) y de la edad de fertilidad específica mx (Figura 21) revelaron que, la tasa neta reproductiva (R_0) (Cuadro 6), parámetro que proporciona información acerca del número real de hijas producidas por madre en el curso de una generación, se ve afectada por la temperatura de crianza en ambas especies del género *Trichogramma*.

Para *T. dendrolimi*, R_0 tendió a decrecer a medida que la temperatura se incrementó, alcanzando un mínimo de 1,4 hijas por cada madre al ser sometidas a 30°C, debido principalmente a la menor sobrevivencia por parte de la madre (Figura 20) y al bajo número teórico de hijas producidas a esa temperatura (Figura 21). La mayor tasa reproductiva para esta especie, se consiguió a los 15°C, principalmente por la mayor sobrevivencia por parte de la madre (Figura 20).

A su vez, *T. nerudai* no presentó una tendencia clara para R_0 con respecto a la temperatura (Cuadro 6), presentando el valor máximo a los 25°C en donde se apreció que 60 hijas podrían reemplazar a una hembra parental, en el curso de una generación. Esta respuesta fue afectada por la gran cantidad teórica de hijas producidas, fundamentalmente

durante los primeros 3 días de desarrollo (Figura 20). *T. nerudai* registró valores de **R₀** más altos que *T. dendrolimi* en todos los tratamientos (Cuadro 6).

En relación al tiempo promedio generacional (**T**)(Cuadro 5), este se incrementó a medida que la temperatura de crianza disminuyó, llegando casi a triplicar el valor obtenido al variar de 30° a 15°C, para ambas especies.

A su vez, a medida que la temperatura de crianza disminuyó, ambas especies presentaron una reducción en la tasa intrínseca de crecimiento (**r**), que fue provocado fundamentalmente por el aumento en el tiempo generacional, al pasar de una crianza de 30° a 15°C.

T. nerudai obtuvo un mayor incremento poblacional en todos los tratamientos (Cuadro 6), excepto a 15°C donde se observó una diferencia de 2% a favor de *T. dendrolimi*. Lo que pudo ser provocado por el aumento en 10 días del tiempo generacional (**T**), mostrado por *T. nerudai* al pasar de una crianza de 20° a 15°C, comparado con 5 días que incrementó *T. dendrolimi* en las mismas condiciones (Cuadro 6).

T. dendrolimi, al ser criado a 30°C presentó sólo un 4% de crecimiento poblacional. Este valor fue el más bajo obtenido en este experimento, debido a que el número de hijas descendientes fue mínimo (Figura 21).

CUADRO 6. Tabla de vida de *T. nerudai* (Tn) y *T. dendrolimi* (Td), a diferentes temperaturas.

Especie	Temperatura (°C)	Tasa neta Reproductiva (Ro)	Tiempo Generacional (T)(días)	Tasa intrínseca de crecimiento (r día ⁻¹)
Tn	15	46,11	31,93	0,12
	20	57,08	21,00	0,19
	25	60,95	11,13	0,37
	30	38,90	9,00	0,41
Td	15	19,77	21,00	0,14
	20	19,12	16,53	0,18
	25	14,68	10,00	0,27
	30	1,40	8,27	0,04

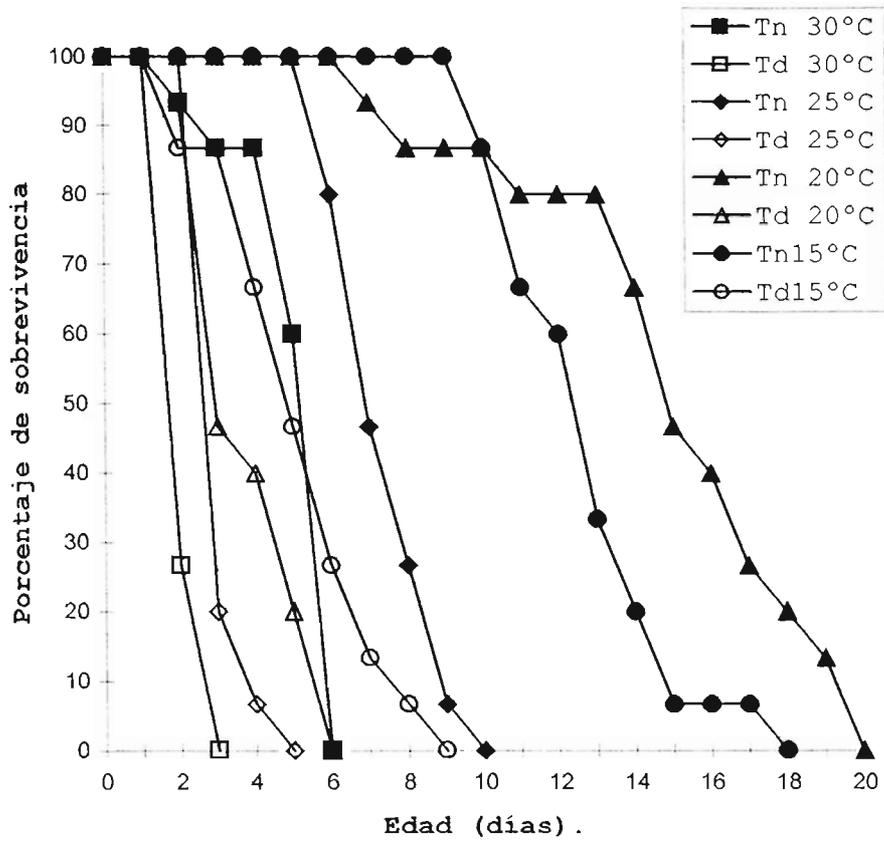


FIGURA 20. Supervivencia de las hembras de *T. nerudai* (Tn) y *T. dendrolimi* (Td) sometidas a diferentes temperaturas.

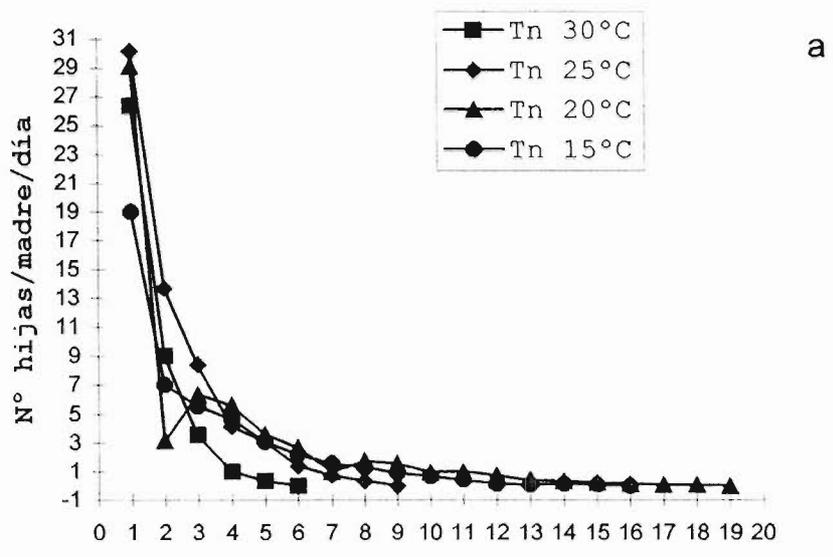
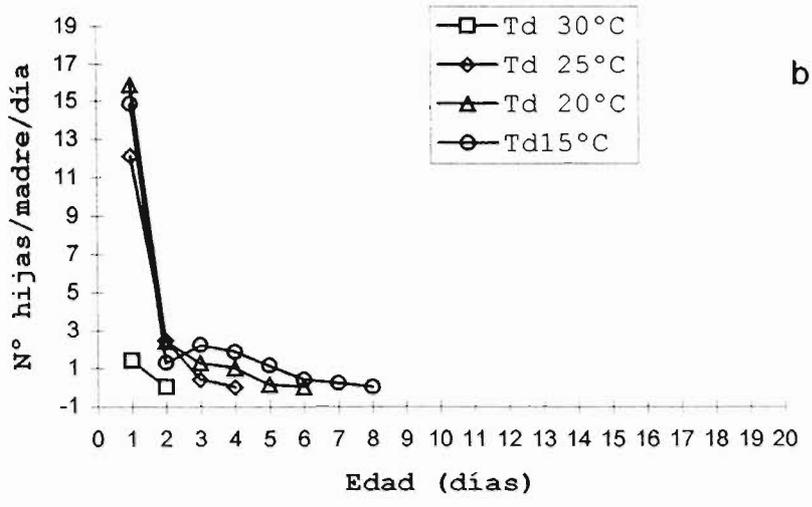


FIGURA 21. Fertilidad de las hembras de *T. nerudai* (Tn)(a) y *T. dendrolimi* (Td)(b) sometidas a diferentes temperaturas.

Cydia pomonella

Parasitismo obligado de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi* (strain D9), *T. platneri*, *Trichogramma* sp. "Cato" y *Trichogramma nerudai* en huevos de *Cydia pomonella*.

En el Cuadro 7 se observa la parasitación de cada especie de *Trichogramma* sobre huevos de *Cydia pomonella* a los 5 días después de la parasitación, bajo condiciones de laboratorio. El análisis demostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) de parasitación entre las especies utilizadas. La cantidad de huevos parasitados para el caso de *Trichogramma nerudai* y *T. cacoeciae* coincide con lo señalado por Amaya (1998), quien indica que la hembra de *Trichogramma* generalmente oviposita de 20 a 30 huevos durante su vida.

A los 5 días de observación, *T.nerudai* (nativo) parasitó 32,67 huevos, cifra que no fue diferente significativamente con los 26,33 huevos parasitados por *T. cacoeciae*. Esto concuerda en parte con los datos publicados por Hassan y otros (1988) que indican a *T. cacoeciae* como un efectivo controlador de *Cydia pomonella*. El parasitismo alcanzado por *T. cacoeciae* no fue significativamente diferente al logrado por *T. dendrolimi*. Sin embargo, *T.nerudai* fue superior en parasitismo a *T. dendrolimi*, *T. platneri* y *Trichogramma* sp. "Cato".

CUADRO 7. Parasitismo promedio hembra en cada tratamiento sobre huevos de *C. pomonella*.

Tratamiento	Nº de huevos
<i>T. nerudai</i>	32,67 a*
<i>T. cacoeciae</i>	26,33 ab
<i>T. dendrolimi</i> (strain 9)	24,17 b
<i>T. platneri</i>	16,00 c
<i>Trichogramma</i> sp. "Cato"	6,50 d

* Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Test de Duncan.

Trichogramma sp "Cato" fue la especie que realizó la más baja parasitación en laboratorio (promedio 6,5 huevos/hembra), lo que puede deberse al cambio de las condiciones ambientales, ya que este *Trichogramma* fue encontrado en terreno durante el verano de 1998 y evaluado bajo condiciones diferentes a las de su hábitat natural. Esto podría concordar con lo reportado por Vinson (1997) y Amaya (1998), quienes señalan que un parasitoide inicialmente busca cierto medio ambiente, independiente de la presencia de su hospedero. Algunos insectos parasitoides son más fuertemente atraídos por las plantas sobre las que vive el hospedero, que por el hospedero en sí. En ocasiones, aún presente el hospedero, el parasitoide no puede albergarse en la planta hospedera (Amaya, 1998).

Diferencias en la fecundidad pueden estar relacionadas con; la especie de *Trichogramma*, la temperatura a la cual se desarrollan y depositan los huevos, la humedad relativa del aire, la presencia de los alimentos y huevos del hospedero (Vinson, 1997; Amaya, 1998).

Preferencia de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi*, *T. platneri*, *Trichogramma* sp. “Cato” y *T. nerudai* por huevos de *C. pomonella* y *A. kuehniella*.

Los resultados de la prueba de preferencia indican que hubo diferencias significativas ($P \leq 0,01$) entre los parasitoides (Cuadro 8). Los parasitoides *T. cacoeciae* y *Trichogramma* sp. “Cato” tuvieron una significativa preferencia por huevos de *C. pomonella*, en tanto que *T. nerudai* no tuvo preferencia significativa entre ambos hospederos. Por otra parte, *T. dendrolimi* y *T. platneri* presentaron una mayor preferencia por huevos de *A. kuehniella*.

La elevada preferencia de la especie nativa *Trichogramma* sp. “Cato” por *C. pomonella*, puede deberse al reducido número de generaciones que se ha mantenido sobre el hospedero alternativo, sin embargo en las especies introducidas antes de ser evaluadas ya se habían obtenido varias generaciones sobre huevos de *A. kuehniella*, lo que concuerda con lo señalado por Hassan (1994) el cual hace referencia a la importancia del número de generaciones obtenidas sobre un huésped determinado y su posterior preferencia.

T. cacoeciae a pesar de ser criado en huevos de *A. kuehniella*, no presentó preferencia por éste, lo cual no concuerda con lo señalado por Hassan (1994) y Amaya (1998), lo que indica que al mantener los parasitoides por más de un año sobre el mismo hospedero, adquiere una preferencia por estos huevos.

CUADRO 8. Preferencia de parasitación de *Trichogramma* spp. por huevos de *C. pomonella* y *A. kuehniella*.

TRATAMIENTO	% PARASITACIÓN	
	<i>A. kuehniella</i>	<i>C. pomonella</i>
<i>T. cacoeciae</i>	13,88 b*	86,11 a
<i>T. sp. “Cato”</i>	13,98 b	86,01 a
<i>T. nerudai</i>	48,61 ab	51,38 ab
<i>T. dendrolimi</i> (D9)	79,18 a	20,81 b
<i>T. platneri</i>	80,50 a	19,49 b

*Letras iguales en columna no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$). Test de Duncan.

Capacidad parasítica de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi* (strain D9), *T. platneri*, *Trichogramma* sp. “Cato” y *T. nerudai* en huevos de *Cydia pomonella*.

En la Figura 22 se observa la parasitación de cada especie de *Trichogramma* sobre huevos de *C. pomonella* después de 5 días de exposición, en condiciones de laboratorio. El análisis demostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) de parasitación entre las especies utilizadas. La cantidad de huevos parasitados para el caso de *T. nerudai* (32,67) y *T. cacoeciae* (26,33) coinciden con lo señalado por Amaya (1998), quien indica que la hembra de *Trichogramma* generalmente oviposita de 20 a 30 huevos durante su vida.

A los 5 días de observación, *T. nerudai* (nativo) parasitó 65,34% de huevos, siendo superior en parasitismo a *T. dendrolimi*, *T. platneri* y *Trichogramma* sp. "Cato". *T. cacoeciae* con 52,66% de huevos parasitados no fue diferente significativamente a *T. nerudai*. La parasitación de *T. cacoeciae* concuerda con los datos publicados por Hassan *et al.* (1988) y Li (1994) que lo indican como un efectivo controlador de *C. pomonella*. Además, el parasitismo alcanzado por *T. cacoeciae* no fue significativamente diferente al logrado por *T. dendrolimi* (con 24,17 huevos parasitados (48,34%))(Figura 1). *Trichogramma* sp, "Cato" fue la especie que realizó la más baja parasitación en laboratorio (promedio 6,5 huevos/hembra (13%)), lo que puede deberse al cambio de las condiciones ambientales, ya que este *Trichogramma* fue encontrado en terreno a fines del verano de 1998, y evaluado bajo condiciones diferentes a las de su hábitat natural. Esto podría concordar con lo reportado por Vinson (1997) y Amaya (1998), quienes señalan que un parasitoide inicialmente busca cierto ambiente, independiente de la presencia de su hospedero.

TRABAJOS DE CAMPO

Cydia pomonella

Los resultados obtenidos muestran diferencias entre los tratamientos empleados (Cuadro 9), sin embargo es importante señalar que la evaluación se realizó a finales de febrero, quedando varios días para la cosecha. Evaluaciones visuales realizadas con posterioridad a la finalización de las liberaciones mostraron (a simple vista) un daño total en todos los tratamientos.

CUADRO 9. Porcentaje de daño de *Cydia pomonella* en manzanas.

Tratamientos	Porcentaje de daño
Testigo	80 a
9000	63 ab
12000	58 ab
15000	48 b

* Letras iguales en columna no tienen diferencias estadísticas ($p < 0,05$).
Test de Duncan

Otro punto importante que debe ser mencionado es la pérdida de varias generaciones de *Trichogramma* debido al ataque de hormigas que se produjo en el campo. Luego se mejoró la liberación y se perforó los sobres de liberación con alfileres pequeños, de esta forma se impidió el ingreso de hormigas al interior de los sobres. También se aplicó hormigicida en los troncos, pero esta técnica no dio resultado, puesto que las colonias no eran destruidas en su totalidad, atacando nuevamente al árbol.

En la próxima temporada se espera evaluar el efecto de la liberación en cada generación de *C. pomonella*. Además de realizar una o dos aplicaciones de insecticidas selectivos, de manera tal que permitan reducir la población de la polilla, debido a que el huerto posee niveles poblacionales muy elevados que causan daños de hasta un 100%, impidiendo el control de *Trichogramma*.

Rhyacionia buoliana

Liberación de parásitos en rodales de pino insigne.

Escuadrón

Se realizaron 6 liberaciones de *T. nerudai* en un rodal de pino de la zona de Coronel. Las liberaciones de *T. nerudai* comenzaron a realizarse desde el 6 de noviembre de 1998 con una periodicidad semanal (durante 6 semanas). Los tratamientos utilizados fueron: Aspersión y cápsulas con dosis de 50 mil y 150 mil *Trichogramma* por hectárea. los resultados se observan en la Figura 23.

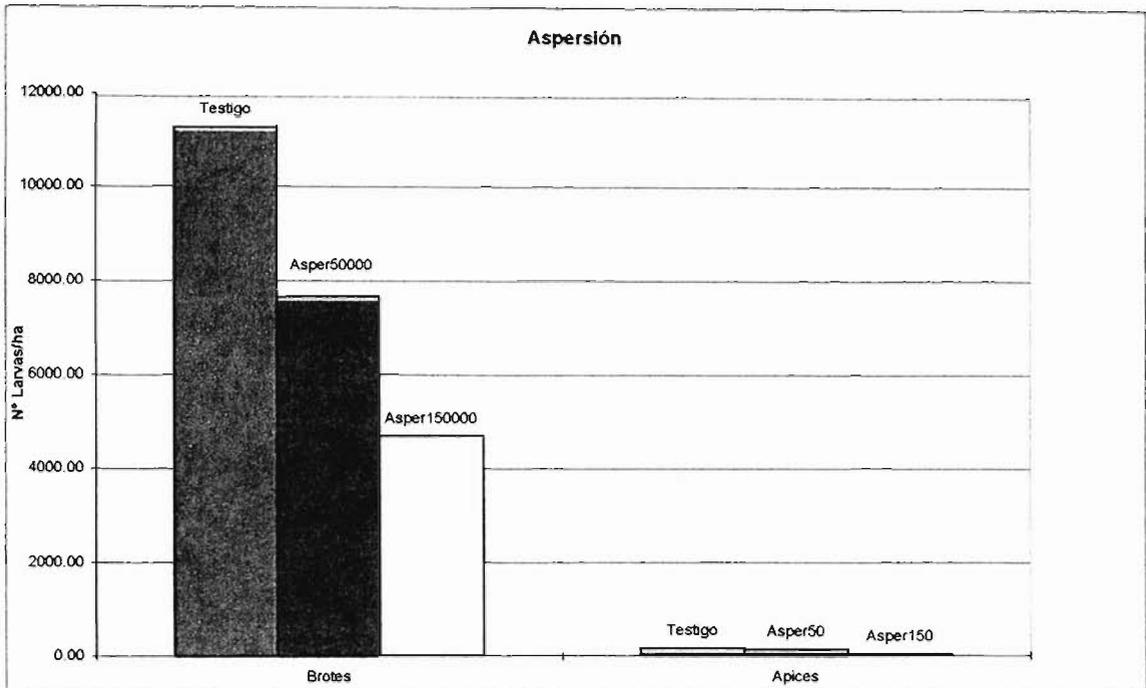


Figura 23. Efecto de la liberación de *T. nerudai* asperjados con agua sobre el número de larvas por hectárea.

El daño provocado por la plaga fue afectado por la liberación de los Trichogramma. A nivel de los brotes apicales se observó una gran reducción de larvas con la dosis mas alta (150.000 Trichogramma por hectárea) con un total de 78.7% de reducción de la población, en tanto que con la dosis de 50.000 Trichogramma/ha sólo se obtuvo una reducción de 16.3% (Cuadro 10).

CUADRO 10. Efecto de la liberación de *Trichogramma* en la población de la plaga y en el nivel de daño en los brotes apicales, Escuadrón, 1998.

Tratamiento	Larvas/ha	Apices dañados	% reducción brotes apicales dañados	% reducción de larvas por superficie
Testigo	11.289	160	-	-
Aspersión 50	7.650	134	16.3	32,2
Aspersión 150	4.694	34	78.7	58,4

El otro método de aplicación evaluado fue la liberación de *Trichogramma* utilizando cápsulas de celulosa en dosis de 50.000 y 150.000 *Trichogramma* por hectárea, ambos tratamientos fueron capaces de reducir la población de larvas de la polilla del brote (Figura 24). Los resultados logrados mediante este método fueron muy similares al de aspersión, en cuanto a la reducción de larvas por superficie (Cuadro 11). Sin embargo, el efecto sobre la reducción de daño del brote apical, fue afectado por la alta población de la polilla que se presentó en el sector de la dosis máxima.

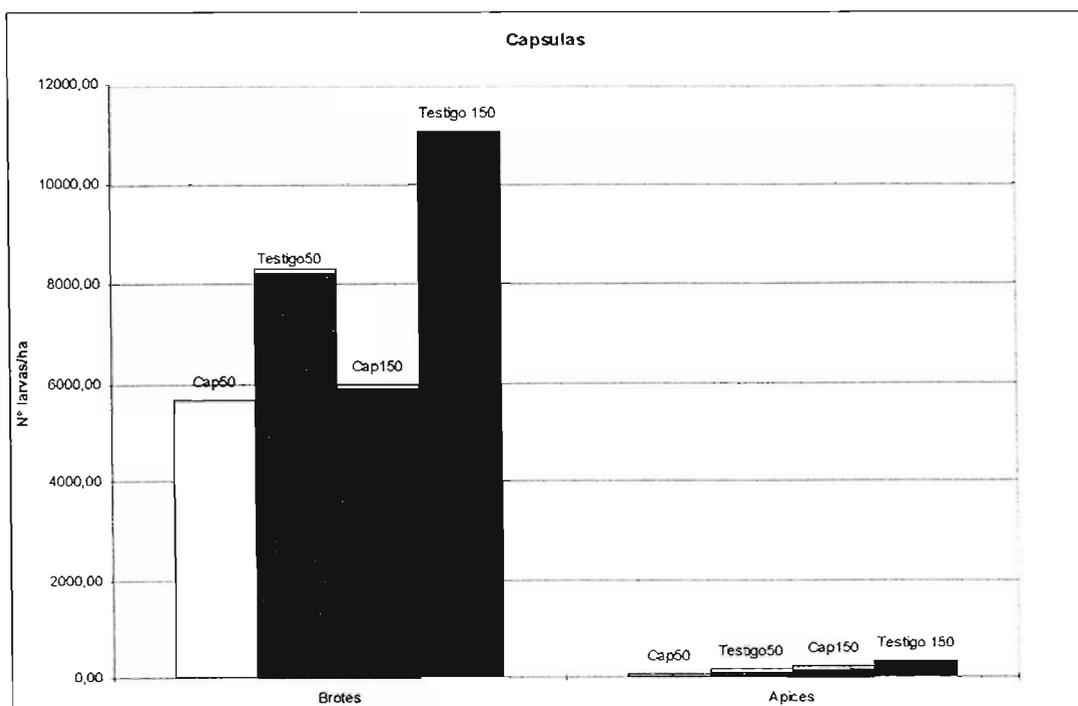


Figura 24. Larvas estimadas por hectárea con tratamientos en cápsulas. (cap 50= 50.000 y 150= 150.000)

CUADRO 11. Efecto de la liberación de *Trichogramma* en cápsulas

Tratamientos	Larvas/ha	Apices dañados	% reducción brotes apicales dañados	% reducción larvas por superficie
Testigo 50	8.294	160	-	-
Cápsulas 50	5.666	67	58,1	31,7
Testigo 150	11.043	325	-	-
Cápsulas 150	5.968	225	30,8	45,9

En todos los tratamientos se evaluó el número de larvas por brote dañado, entregando una cifra más exacta del control total por hectárea. Cuadro 12

CUADRO 12. Determinación de la densidad de larvas por brote dañado

	Total Brotes	Total de Larvas	Larvas/brote
Testigo Caps. 50	120	176	1,47
Cápsulas 50	120	107	0,89
Testigo Cáps. 150	120	129	1,08
Cápsulas 150	120	92	0,77
Testigo Aspersión	120	176	1,47
Aspersión 50	120	162	1,35
Aspersión 150	120	105	0,88

La reducción de larvas por brote, observada en el Cuadro 12, entrega la información que se esperaba al iniciar el proyecto en la cual se planteó que con la liberación de *Trichogramma* se produciría una disminución de larvas disponibles para ser parasitadas por *Orgilus obscurator*, produciéndose de esta manera un acortamiento del tiempo necesario para alcanzar los altos niveles de parasitismo logrados en el sur del país.

Mininco

Se realizaron liberaciones de *T. nerudai* en un rodal de pino de la zona de Monteaguila. Las liberaciones de *Trichogramma nerudai* comenzaron a realizarse diariamente desde el 29 de noviembre al 7 de diciembre de 1999. La dosis utilizada fue de 300.000 *Trichogramma*/ha, el método de liberación fue por aspersión, Cuadro 13. Si bien no hubo diferencias significativas se observó un incremento en el número de brotes sin daño con las liberaciones de *Trichogramma*

CUADRO 13.- Efecto de las liberaciones de *Trichogramma* en un rodal de pino

	Brotos s/daño apical	Brotos s/daño lateral	Total brotes sin daño
	%		
Testigo	61	43	52,00
1ª liberación	72	61	66,50
2ª liberación	74	65	69,50
3ª liberación	67	56	61,50

Cauquenes

Se realizó una liberación de *Trichogramma nerudai* en Cauquenes durante el mes de noviembre, con dosis de 300.000 *Trichogramma*/ha como una forma de complementar la acción ejercida por otro parasitoide liberado en tres dosis diferentes (*Orgilus obscurator*) que causa un efecto sobre larvas..

Los resultados de las liberaciones de *Trichogramma* en Cauquenes fueron afectados por la alta densidad del ataque de la polilla, a pesar de ello, se observó un efecto sobre la población de la plaga después de la liberación, medido en larvas por brote (Cuadro 14). En los rodales R4 y R9 se observó un menor número de larvas por brote después de la liberación de *Trichogramma*, comparada con el testigo (Cuadro 15) y si se observa el Cuadro 6, se aprecia que estos dos rodales tuvieron una densidad de larvas por brote inferior a la del Rodal 10 (1.03) en el cual no hubo efecto de las liberaciones (Cuadro 14).

CUADRO 14.- Nivel de parasitismo de *Orgilus obscurator* al término de la temporada 1999-2000 en los rodales de Cauquenes.

Sector	Número larva/brote	Intensidad ataque %	Nº brotes/árbol	% parasitismo	Larvas/ árbol	Larvas/ha	Orgilus/ha
R 10	1.03	88.5*	184.2	2.58**	167.9	235070	6064.8
R5 R6	0.68	80.0	117.6	5.13	63.9	89564	4594.4
R9	0.51	82.0	53.6	6.76	22.4	31381	2121.6
R4	0.77	78.0	252.8	0.84	151.8	212564	1785.5

* Brotos dañados

** Larvas parasitadas por *O. obscurator*

Cuadro 15. Efecto de la liberación de *Trichogramma nerudai* sobre la polilla del brote del pino en Cauquenes temporada 1999-2000

RODAL	R 10	R 9	R 4
Tratamiento	Larvas por brote %		
<i>Trichogramma nerudai</i>	0,65	0,49	0,54
Antes de la liberación	1.03	0.51	0.77
Testigo	0,64	0,63	0,70

Dalaca chiliensis

Liberación de parásitos en praderas

En las tres temporadas en que se trabajó con esta plaga en laboratorio Los estudios realizados en laboratorio no se logró recuperar los parasitoides, sin embargo y debido al color natural de los huevos (negros), en las dos primeras temporadas se confundió el efecto del parasitoide y recién en el último año se detectó un efecto positivo sobre la plaga al eliminar el 100% de los huevos aun cuando no hubiese emergencia de los *Trichogramma*, los tratamientos testigo tuvieron un 75 % de emergencia de larvas neonatas, lo que verifica el efecto de *T. nerudai* sobre la parasitación de huevos de *Dalaca chiliensis* no fue posible realizar los ensayos de campo por los primeros años,. El efecto de las hembras sobre los huevos de *D. chiliensis* deberá comprobarse durante esta temporada, es posible que la hembra se alimente e los huevos y esto produzca su muerte o bien que los huevos sean parasitados eficientemente pero que el adulto no pueda emerger debido a la dureza del corion del huevo hospedero y esto provoque que se observe un colapso de los huevos.

Helicoverpa zea

Preferencia de *Trichogramma*.

En las pruebas de preferencia de *Trichogramma nerudai*., *T. maidis*, *T. evanescens*, *T. cacoeciae*, *T. pretiosum* (strain 1) y *T. pretiosum* (strain 2), no hubo diferencias significativas en el parasitismo de las especies sobre los huevos alternativos de *H. zea*, *S. cerealella* y *A. kuehniella* (Cuadro 16).

A pesar de que los parásitos fueron criados en huevos de *A. kuehniella*, estos no presentaron preferencia por este hospedero, lo cual se contradice con lo señalado por Amaya (1998), quien afirma que al mantener los parasitoides por mas de un año sobre el mismo hospedero, la especie adquiere una marcada preferencia por estos huevos.

Al comparar el parasitismo de cada especie de *Trichogramma* en cada uno de los hospederos, hubo diferencias significativas en la parasitación, siendo *T. cacoeciae*, *T. pretiosum* (strain 1) y *Trichogramma sp.* iguales entre sí y significativamente diferente a *T. pretiosum* (strain 2), *T. evanescens* y *T. maidis* (Figura 24).

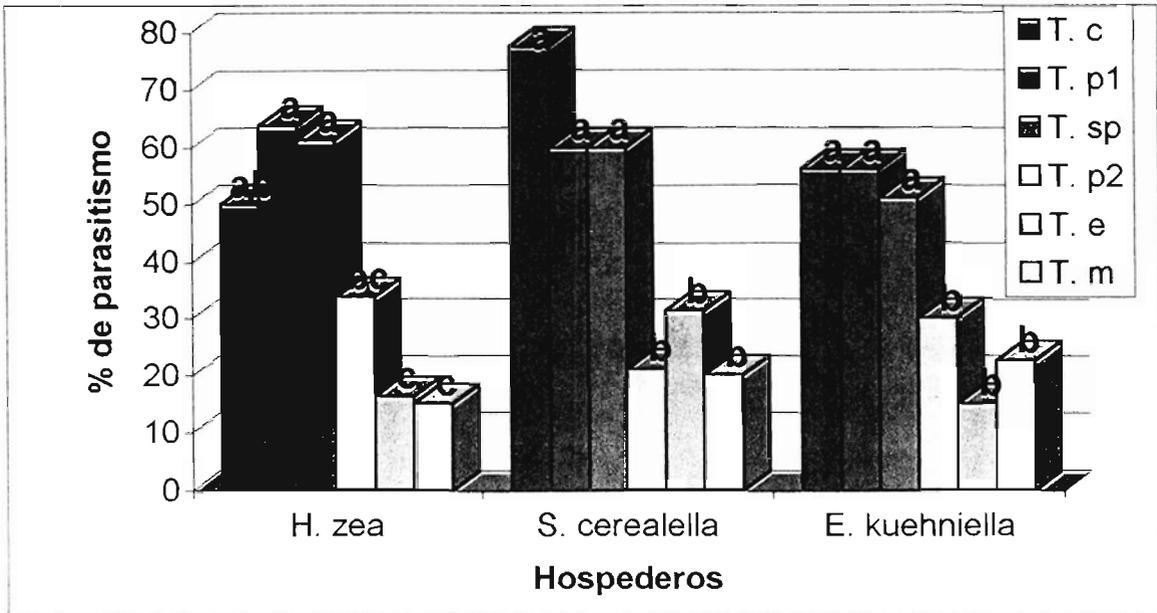
La especie nativa *T. nerudai* con un 61.25% de parasitismo sobre huevos de *H. zea* fue similar a las especies introducidas *T. pretiosum* (strain 1) con un 63.25% de parasitismo y *T. cacoeciae* con un 50% de parasitación. Por esta razón *T. nerudai* se utilizó para el ensayo de liberaciones en el campo. Estos resultados coinciden con Amaya (1998); Li-Ying (1994) y Parra (1997), quienes mencionan que *T. pretiosum* (strain 1) es un eficiente agente de control de *H. zea*.

Celis (1997), obtuvo porcentajes de parasitismo de huevos de *H. zea* a través de adultos de *T. pretiosum* (strain 1) y *T. nerudai*, cercanos a 79% y 76% respectivamente, superiores a los obtenidos en este estudio de preferencia, lo cual se pudo deber principalmente a que los *Trichogramma* fueron expuestos simultáneamente a huevos de *H. zea*, *S. cerealella* y *A. kuehniella*.

Cuadro 16. Preferencia de *Trichogramma* spp. sobre los huevos alternativos de *H. zea*, *S. cerealella* y *A. kuehniella*.

Hospederos	Promedio (%)
<i>H. zea</i>	41.04 ^{ns*}
<i>S. cerealella</i>	45.00
<i>A. kuehniella</i>	38.54

* ns= no presentan diferencias significativas (Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P.R.M.D) \leq 5%).



En cada especie, letra iguales no presentan diferencias significativas (P.R.M.D \leq 5%).

Figura 24. Parasitismo de *Trichogramma* spp. sobre huevos de *Helicoverpa zea*, *Sitotroga cerealella* y *Anagasta kuehniella*.

Durante la temporada 1999-2000, se liberó *T. nerudai* sobre un cultivo de maíz del campo experimental Quilamapu, los resultados demuestran que todas las liberaciones de *Trichogramma* lograron reducir el nivel de daño en las mazorcas. El mejor tratamiento fue el que tuvo una dosis de liberación de 75.000 huevos parasitados por ha, distribuidos en 400 cápsulas, el resultado logrado con la dosis mayor no tiene explicación lógica y se espera que en la segunda temporada se defina el problema. La aspersión de huevos no fue un buen método de liberación en maíz, probablemente debido al exceso de follaje que dificultó la buena dispersión de los huevos (Figura 25).

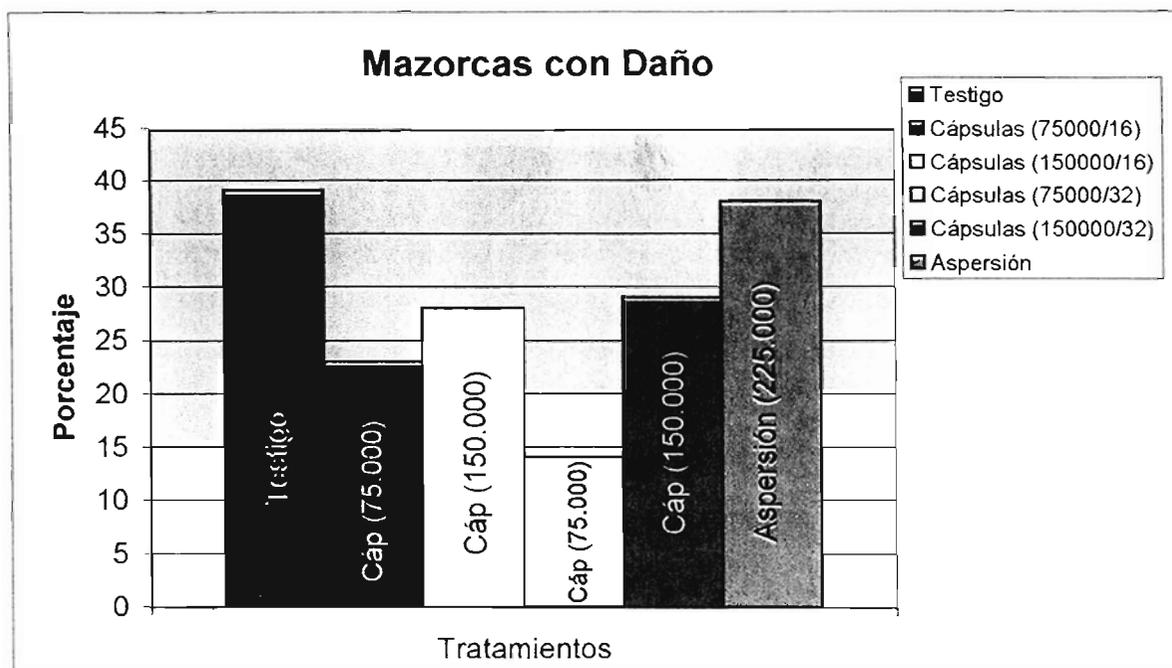


Figura 25. Porcentaje de daño causado por *Helicoverpa zea* bajo diferentes métodos y dosis de liberación de *Trichogramma nerudai*.

Al medir la dispersión de los adultos de *Trichogramma* desde el foco de liberación se observó que, en general, la dispersión fue muy buena hasta la hilera central (hilera 4) (Figura 26).

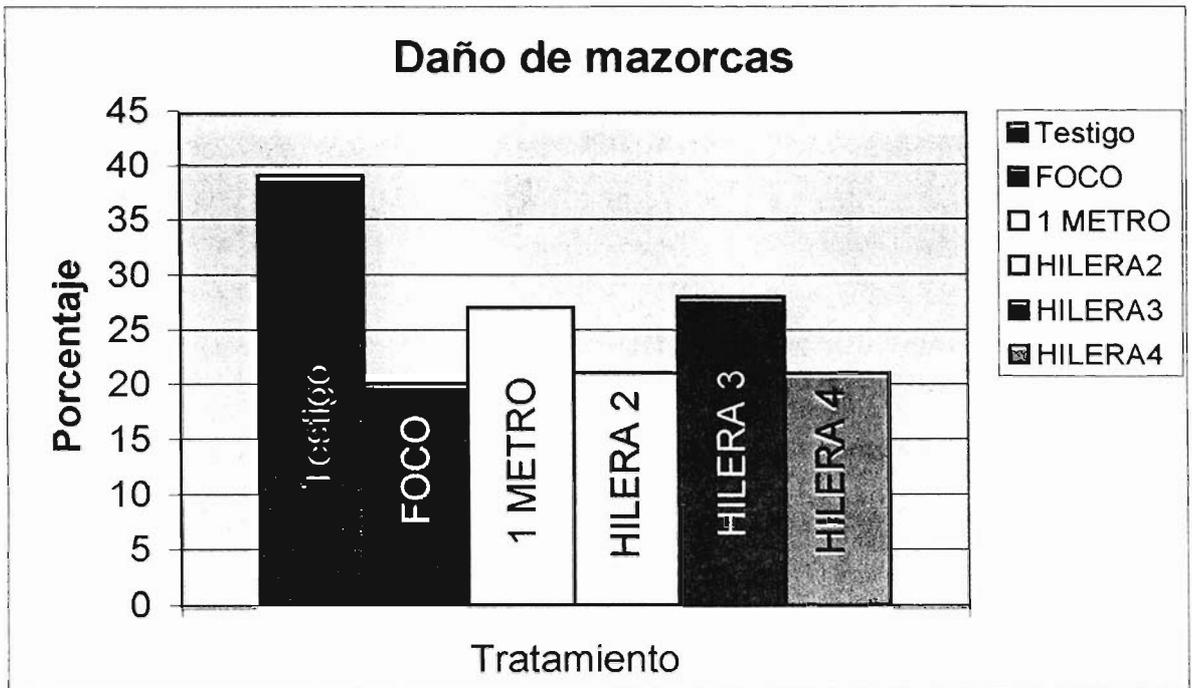


Figura 26. Promedio del daño provocado por *H. zea* mediante el método de liberación por cápsulas a diferentes distancias de la planta donde se realizó la aplicación (foco de liberación).

En Febrero de 2000 se comenzó un ensayo de liberaciones de *T. nerudai* sobre un cultivo de maíz del campo experimental Quilamapu, los tratamientos consistieron en utilizar diferentes densidades de liberación mediante cápsulas de celulosa con distinta concentración de huevos parasitados

- 16 cápsulas con 375 huevos c/u por tratamiento (300.000 huevos /ha)
- 16 cápsulas con 750 huevos c/u por tratamiento (600.000 huevos/ha)
- 32 cápsulas con 187 huevos c/u por tratamiento (300.000 huevos /ha)
- 32 cápsulas con 375 huevos c/u por tratamiento (600.000huevos/ha)
- 300.000/huevos ha

Los resultados señalan que *T. nerudai* fue capaz de reducir el daño de las mazorcas al parasitar los huevos de *H. zea* (Figura 27). La reducción de daño en promedio fue cercano al 50 %, considerando el promedio de las mazorcas dañadas desde el foco hasta la hilera 4, es decir si las liberaciones se realizaran cada ocho hileras se lograría un 50 % de reducción de daño.

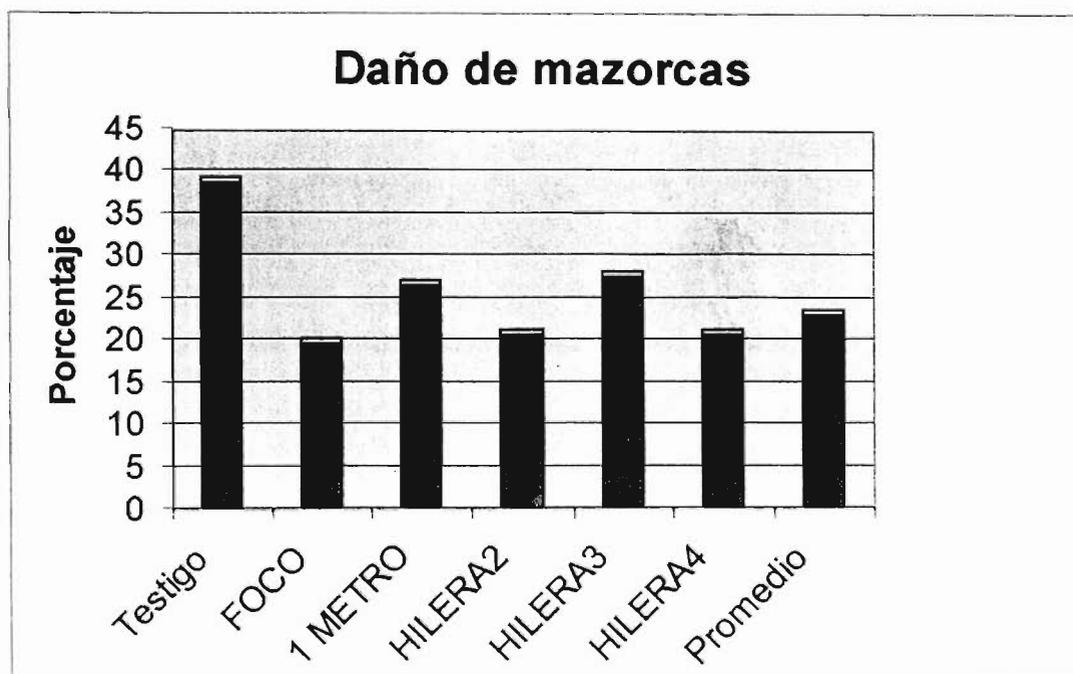


Figura 27. Efecto de la liberación de *Trichogramma nerudai* en el daño de las mazorcas de maíz dulce.

La densidad de liberación (dosis) y la concentración de los huevos afectó la eficiencia de los *Trichogramma* (Figuras 28, 29, 30, 31 y 32), se observó que la dosis de 6000 huevos distribuidos en 32 cápsulas tuvo los mejores resultados comparado con dosis similares y mayores distribuidas en 16 cápsulas, logrando reducciones 4 veces superiores en daño de *H. zea* comparada con el testigo.

La respuesta del tratamiento con mayor densidad y mayor distribución (12000/32), resultó negativa atribuible a una mala emergencia de los *Trichogramma*, por antigüedad en frío (Figura 28)

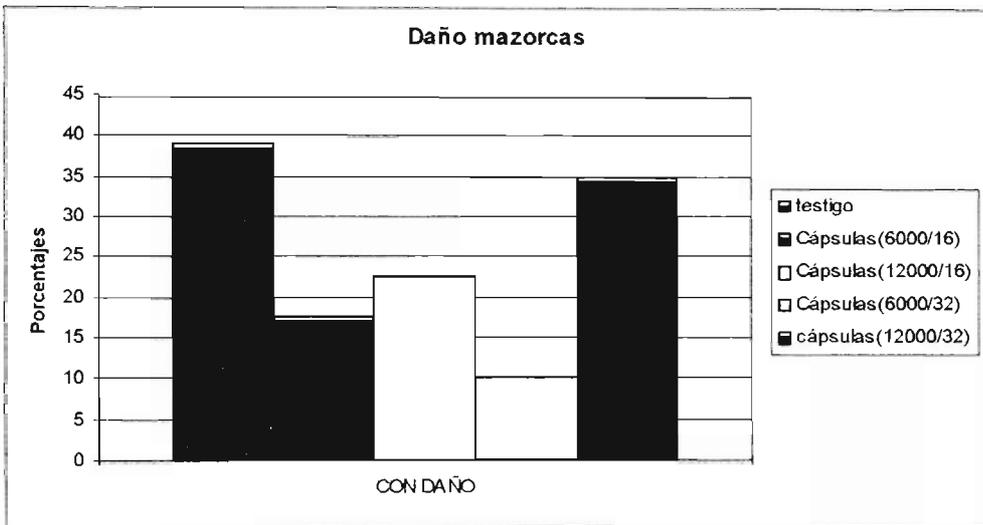


Figura 28. Efecto de la densidad de *T. nerudai* en el daño de mazorcas, en el foco de liberación

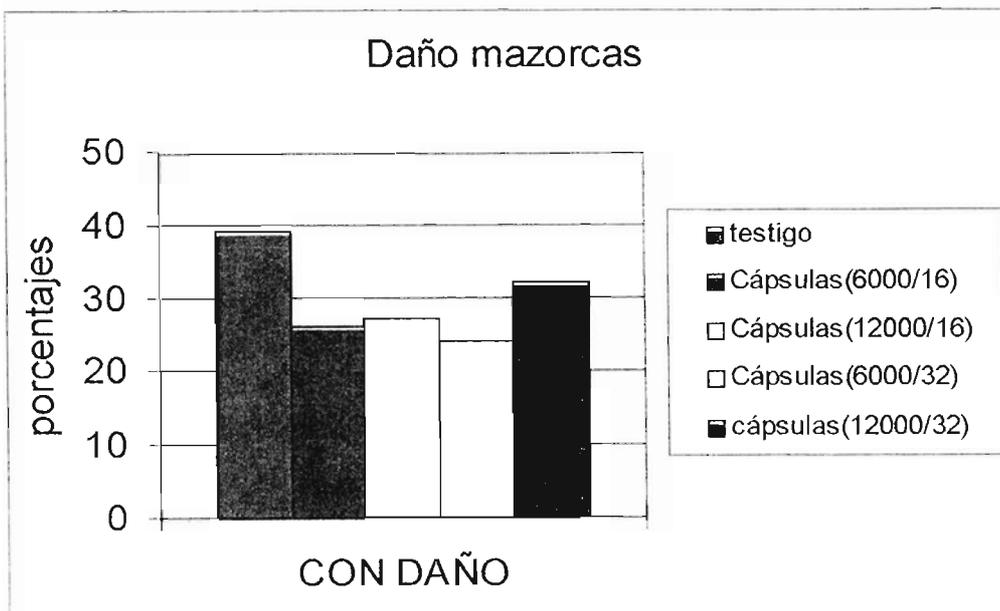


Figura 29. Daño de *H. zea* en el surco (1 metro) siguiente al foco de liberación de *T. nerudai*.

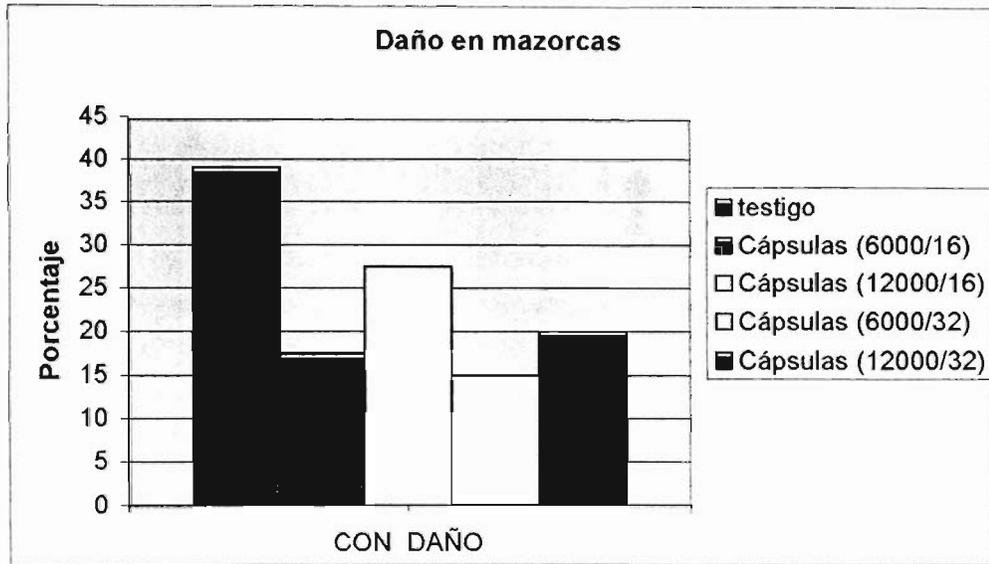


Figura 30. Daño de *H.zea* en la segunda hilera desde el foco de liberación de *T. nerudai*

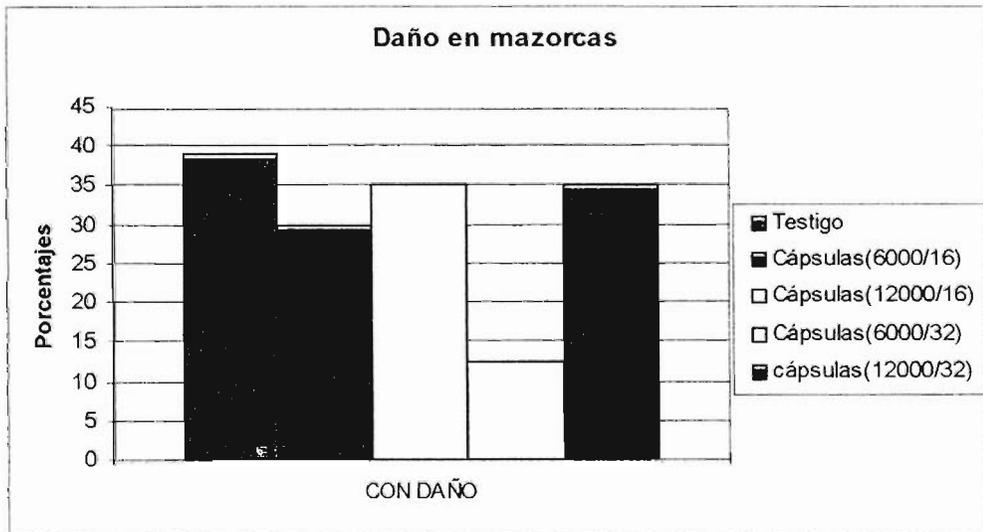


Figura 31.- Daño de *H.zea* en la tercera hilera desde el foco de liberación de *T. nerudai*

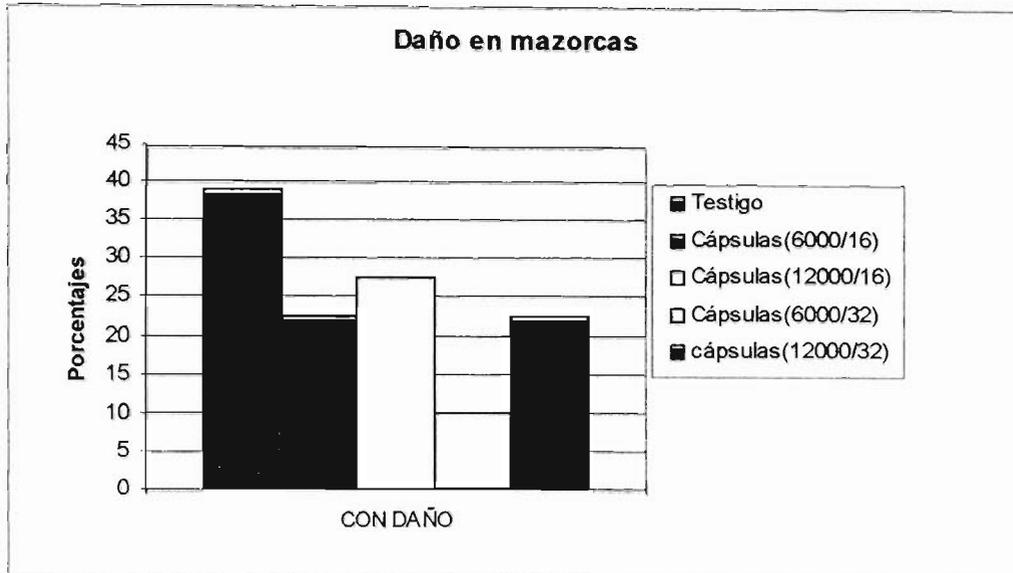


Figura 32. Daño de *H.zea* en la cuarta hilera desde el foco de liberación de *T. nerudai*

El efecto de la densidad y forma de liberar los *Trichogramma* fue evaluada y se observó que la distribución de dosis bajas 6000 distribuidas en 32 cápsulas resultaron mejor que incluso la aspersión. esta última puede haber sido afectada por el tamaño de las plantas (Figura 33)

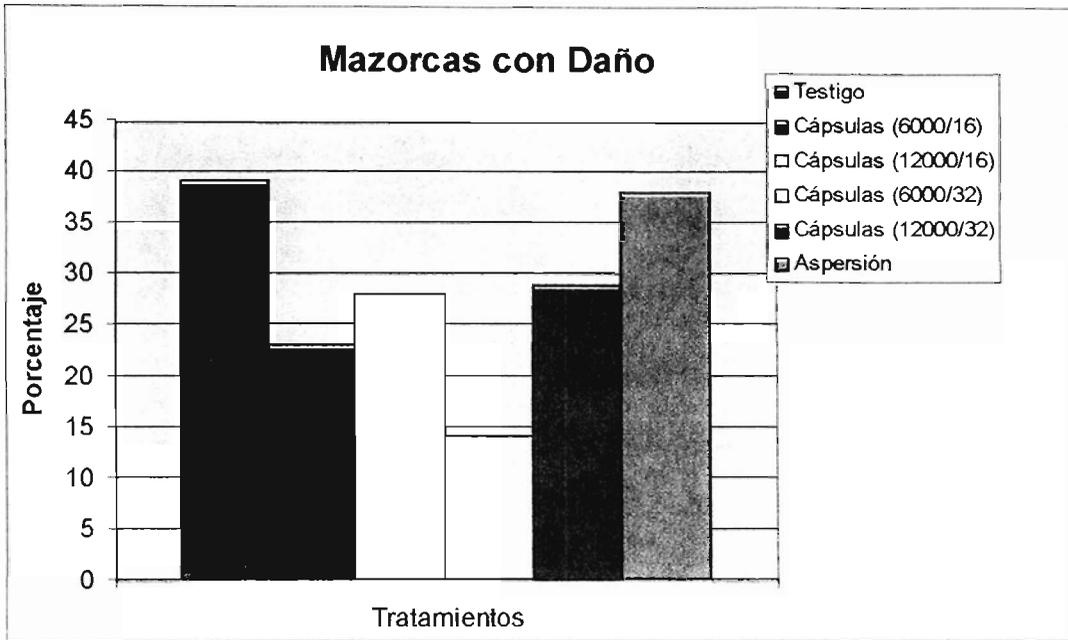


Figura33. Comparación de densidades de liberación y aspersión de huevos parasitados de *T. nerudai*.

Uso de huevos trampas

A través del uso de huevos trampas se ha comprobado que la liberación de los *Trichogramma* ha sido exitosa. En las liberaciones en Manzanos se logró recuperar a *T. nerudai* en huevos centinelas, sin embargo en las liberaciones del mismo *Trichogramma*, en pino, su recuperación no fue posible por la acción de depredadores que se comieron los huevos.

Colecta de huevos de *Cydia pomonella*.

Se colectaron huevos de la polilla de la manzana y se determinó la acción de *Trichogramma* diferentes a *T. nerudai*, estos parasitoides se mantienen en crianza y se ha detectado que corresponden a hembras por lo cual no han sido identificadas, *Trichogramma* "Cato 1" y "Cato 2". *T. "Cato 3"* se colectó en huevos de *Orgyia antiqua*

Determinación de especificidad de *Trichogramma*

Durante todo el proyecto se realizaron pruebas de especificidad de los *Trichogramma* a las diferentes plagas, *T. nerudai* siempre fue la especie que presentó niveles de parasitación en laboratorio iguales o mejores comparada con las especies introducidas, razón por la cual no se liberaron especies introducidas. Las pruebas de capacidad parasítica en huevos de *Tuta absoluta*, también aportan datos sobre la especificidad de *T. nerudai* y *Trichogrammatoidea bactrae* ante los huevos de la plaga.

Se observa en el Cuadro 17, que tanto *T. nerudai* como *T. bactrae* tuvieron una buena parasitación de los huevos de *Tuta absoluta* en laboratorio,

Cuadro 17. Pruebas de especificidad de *T. bactrae* y *T. nerudai* en huevos de *Tuta absoluta*

Especie (edad)	Total huevos	Huevos parasitados	% parasitismo
<i>T. nerudai</i> (1 día)	620	476	76.8
<i>T. nerudai</i> (6 días)	910	766	84.2
<i>T. bactrae</i> (1 día)	600	465	76.3
<i>T. bactrae</i> (4 días)	326	248	76.1

Pruebas de calidad de los *Trichogramma*

Se efectuaron pruebas de pureza de los diferentes strains que están en la colección, para ello se cruzaron todos contra todos para determinar si las especies están bien aisladas. Las pruebas de calidad se refieren a los niveles de emergencia de *Trichogramma* de los huevos parasitados, para la producción comercial y esto sólo se ha comprobado en los huevos parasitados con *T. nerudai*, que ha sido la única especie multiplicada masivamente, el nivel de parasitismo y de emergencia supera el 80% para ambos casos (Cuadro 18 y 19)

Cuadro 18. Efecto de la refrigeración a 4,5 °C en la calidad de los huevos parasitados por *T. nerudai*

Nº de días Refrigerado	Nº días de Emergencia	Total huevos parasitados	% de huevos Parasitados	T. huevos Emergidos	% trichogram Emergidos	T. de huevos colapsados	Huevos no Parasitados	T. de Huevos
1	7	52	48,60	36	69,23	16	55	107
3	8	91	72,22	74	81,32	17	35	126
5	7	99	68,75	78	78,79	21	45	144
7	7	237	82,58	126	53,16	11	50	287
9	7	168	81,55	158	94,05	10	38	206
11	8	102	75,56	63	61,76	39	33	135
13	8	127	83,55	97	76,38	30	25	152
15	8	115	67,65	100	86,96	15	55	170
17	7	121	100,00	96	79,34	25	45	121
19	10	118	79,73	75	63,56	43	38	148
21	9	155	86,11	82	52,90	73	25	180
23	8	126	74,56	36	28,57	90	43	169
25	9	145	85,29	25	17,24	120	25	170
27	10	105	80,15	10	9,52	95	26	131
29	8	83	64,84	30	36,14	53	45	128
31	11	109	75,69	36	33,03	73	35	144
33	7	113	74,83	30	26,55	83	38	151
35	8	118	81,38	48	40,68	70	27	145
37	8	113	83,09	11	9,73	102	34	136
39	10	106	73,61	28	26,42	78	38	144
41	9	138	82,14	10	7,25	128	30	168
43	9	100	68,97	20	20,00	80	45	145

Cuadro 19 Efecto de la temperatura (10°C) sobre los huevos parasitados

N° de días Refrigerado	N° días de Emergencia	Total huevos Parasitados	% huevos Parasitados	Total huevos Emergidos	% trichogram emergidos	Total huevos colapsados	Huevos no Parasitados	Total Huevos
1	7	146	76,44	143	74,87	3	45	191
3	6	140	84,85	130	78,79	10	25	165
5	7	119	72,56	114	69,51	5	45	164
7	6	165	84,62	162	83,08	3	30	195
9	6	85	65,38	75	57,69	10	45	130
11	8	112	68,29	100	60,98	12	52	164
13	7	217	68,45	209	65,93	8	10	317
15	7	142	78,45	140	77,35	2	39	181
17	6	125	91,91	114	83,82	11	11	136
19	7	115	76,67	90	60,00	25	35	150
21	6	133	82,61	111	68,94	22	28	161
25	5	110	69,62	76	48,10	34	48	158
27	6	124	72,94	70	41,18	54	46	170
29	5	116	74,84	66	42,58	50	39	155
31	4	166	91,71	140	77,35	26	15	181
33	3	147	85,47	124	72,09	23	25	172
35	4	87	53,70	32	19,75	55	75	162
37	3	85	65,38	70	53,85	15	45	130
39	5	132	86,84	76	50,00	56	20	152
41	4	133	79,17	53	31,55	80	35	168
43	5	123	83,11	65	43,92	58	25	148

Los huevos parasitados se desarrollaron hasta los ocho días y luego fueron mantenidos a 4° y 10°C. Bajo ambas temperaturas el máximo de días que se podrían mantener los huevos parasitados es de 17 días, posterior a esta fecha la pérdida de emergencia comienza a afectar seriamente la productividad de los *Trichogramma* (Cuadros 18 y 19). El efecto del tiempo de parasitación (edad del parasitoide) en el momento de refrigerar, fue muy importante en la emergencia de los adultos de *Trichogramma*. En el Cuadro 20 se observa que la emergencia se vio afectada cuando la edad de la larva del parasitoide fue inferior a cuatro días de desarrollo y el máximo de emergencia ocurrió a los cuatro días y también se aprecia que mientras menor es el desarrollo del parasitoide menor es la resistencia al tiempo de refrigeración, lo mismo ocurrió, pero en menor escala, con larvas

de mayor desarrollo que 4 días, donde el efecto puede haber ocurrido sobre la emergencia de los adultos.

Cuadro 20. Efecto de la edad de la larva parasitoide en el tiempo de refrigeración a 10°C.

Control de ácaros. Efecto de los gases de Tetracloruro, sobre huevos de *Trichogramma nerudai*

Efecto del Tetracloruro de carbono en el parasitismo de *T. nerudai*

Efecto sobre huevos de Anagasta kuehniella.

La exposición de los huevos, frescos de *A. kuehniella* a Tetracloruro de carbono durante 1/2, 1, 4 y 6 horas no afectó la preferencia de parasitación de *T. nerudai*, presentando igual nivel de parasitación que el testigo sin exposición a los gases de Tetracloruro de carbono con un 81,6% de parasitación equivalentes a 40,8 huevos parasitados (Cuadro 22).

Los huevos conservados durante 7 días a 10°C luego de ser expuestos durante 1/2 y 1 hora a Tetracloruro de carbono no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con la parasitación de huevos del testigo, sin embargo, se afectó la parasitación al exponerlos por 4 y 6 horas, 6,4% y 0% respectivamente (Cuadro 22).

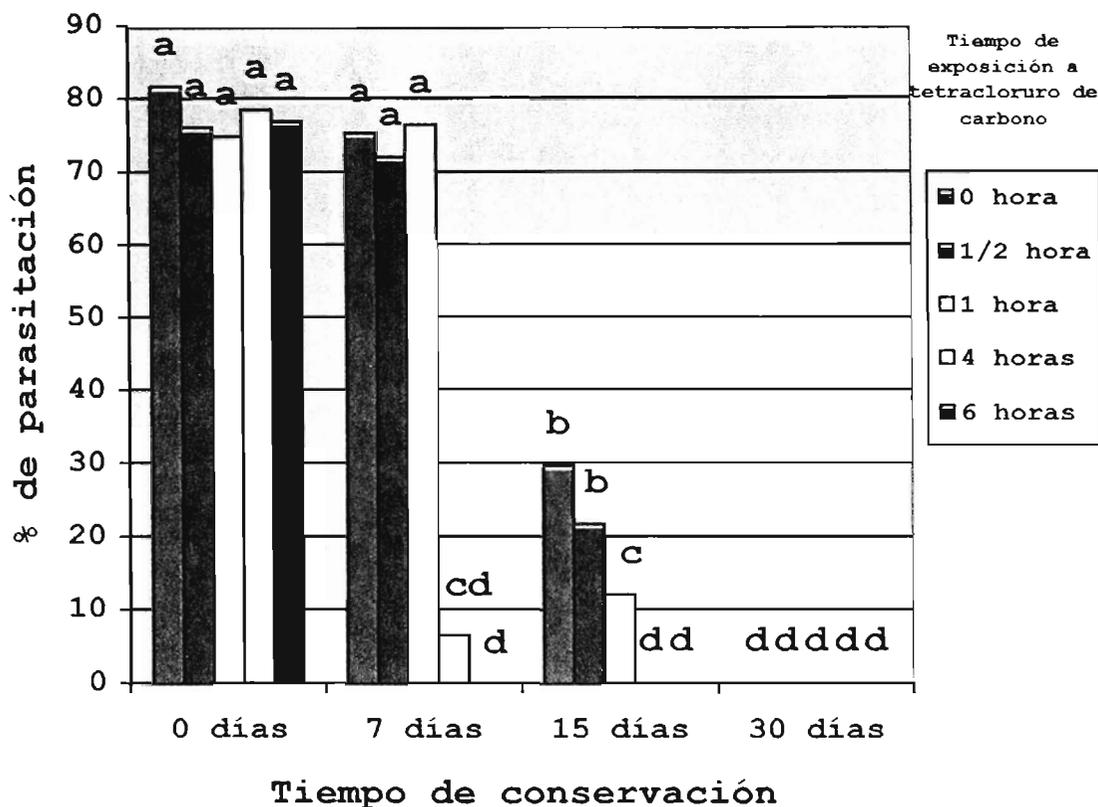
Al conservar los huevos a 10°C durante 15 días el parasitismo disminuyó considerablemente (Cuadro 22).

Cuadro 22. Porcentaje de parasitismo de *T. nerudai* sobre huevos de *A. kuehniella* expuestos a diferentes tiempos a Tetracloruro de carbono y conservados en frío (10°C)

Tiempo de Exposición (hrs)	Tiempo de conservación (días)			
	0	7	15	30
0	81,6 a*	75,2 a	29,6 b	0 d
1/2	76,0 a	72,0 a	21,6 b	0 d
1	74,8 a	76,4 a	12,0 c	0 d
4	78,4 a	6,4 cd	0 d	0 d
6	76,8 a	0 d	0 d	0 d

*Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según el test de rango múltiple de Duncan.

Al aumentar el tiempo de conservación a 7, 15 y 30 días y el periodo de exposición a los gases de Tetracloruro de carbono, el parasitismo se vio afectado hasta llegar a un 0 % a los 30 días de conservación (Figura 14), además se observó que el Tetracloruro de carbono no influyó en el porcentaje de parasitación de *T. nerudai* en los huevos sin conservación, al igual que en los huevos conservados 7 días y expuestos hasta 1 hora. Al ser tratados durante 4 horas y más se afectó la parasitación, y se observó claramente el efecto del tiempo de conservación, independiente del Tetracloruro de carbono, afectando la parasitación a los 15 días, y a los 30 días en donde no hubo parasitación en ningún tratamiento lo que concuerda con Parra (1997), quien afirma que los huevos de *A. kuehniella* no pueden ser conservados a una temperatura de 8 a 10°C por más de 20 días. (Figura 34)



*Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según el test de rango múltiple de Duncan

Figura 34. Parasitación de *T. nerudai* en huevos de *A. kuehniella* a los 0, 7, 15 y 30 días de conservación a 10°C.

Efecto sobre huevos de *Sitotroga cerealella*.

En huevos de *S. cerealella*, el Tetracloruro de carbono aplicado durante ½ y 1 hora no afectó el parasitismo de *T. nerudai* al ser parasitados el mismo día, comparados con el testigo (83,6%) (Cuadro 12). Los huevos parasitados el mismo día y expuestos durante 4 horas disminuyeron el parasitismo a un 8,4%, al exponerlos por 6 horas no hubo parasitación. Al conservar los huevos de *S. cerealella* a 10°C por 7 o más días, la parasitación de *T. nerudai* disminuyó, mostrando un claro efecto del tiempo de conservación que, a los 7 días, la aceptación por el parasitoide disminuyó a un 68,8% no mostrando diferencias ($p \leq 0,05$) con los huevos tratados con ½ hora, al igual que en el tratamiento sin exposición y conservado durante 15 días, en donde la parasitación

disminuyó a un 53,6% no mostrando diferencia ($p \leq 0,05$) con los huevos tratados por 1/2 hora, pero diferentes al tratamiento testigo (83,6%) (Cuadro 23).

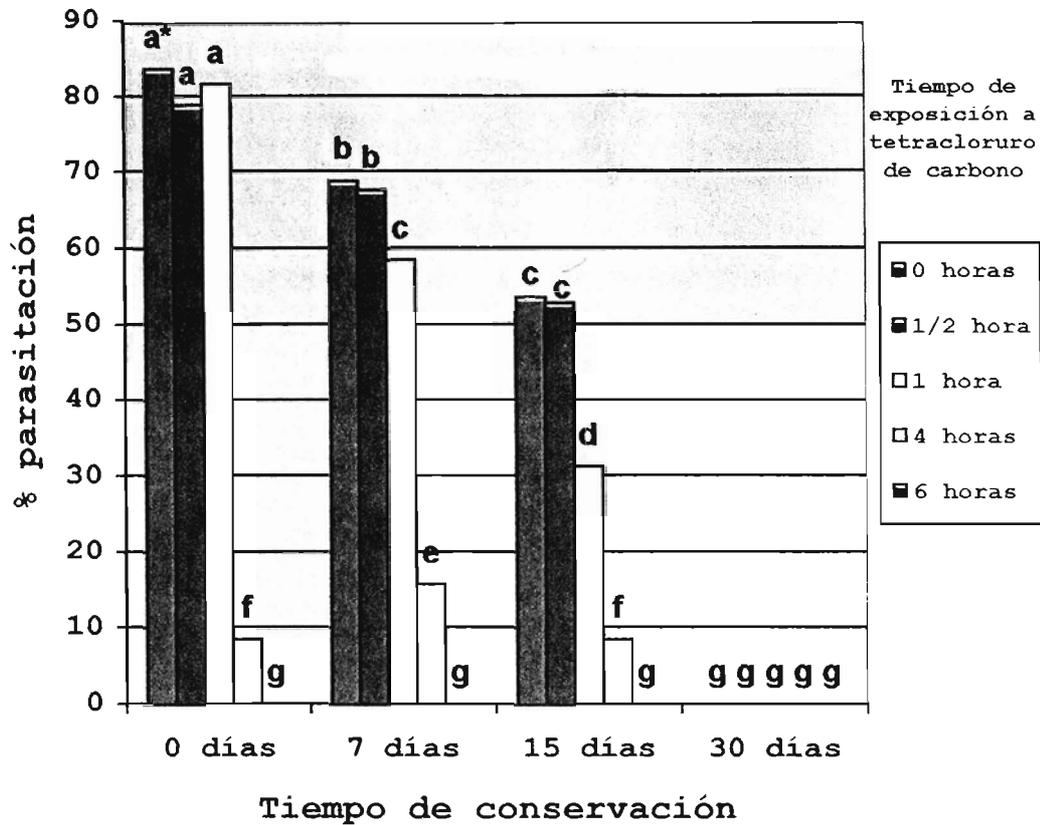
Cuadro 23 Parasitación de *T. nerudai* sobre huevos de *S. cerealella* expuestos a diferentes tiempos a Tetracloruro de carbono y conservados a 10°C.

Tiempo de Exposición (hrs)	Tiempo de conservación (días)			
	0	7	15	30
	Porcentaje parasitación			
0	83,6 a*	68,8 b	53,6 c	0 g
1/2	78,8 a	67,6 b	52,8 c	0 g
1	81,6 a	58,4 c	31,2 d	0 g
4	8,4 f	15,6 e	8,4 f	0 g
6	0 g	0 g	0 g	0 g

*Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según el test de rango múltiple de Duncan.

La parasitación disminuyó con el tiempo de conservación de los huevos de *S. cerealella* a 10°C por 7, 15 y 30 días llegando a un 0% al conservarlos durante 30 días. Los huevos de *S. cerealella* expuestos al Tetracloruro de carbono durante 4 horas y más afectaron la parasitación de *T. nerudai* (Figura 35).

La disminución de parasitación ocurrida en los tratamientos sin exposición al Tetracloruro de carbono demuestra que también hubo un efecto del tiempo de conservación independiente de la exposición al Tetracloruro, el efecto de estos tratamientos están relacionados con los resultados obtenidos por Amaya, 1982; García y Jiménez, 1994, quienes señalan que los huevos de *A. kuehniella* y *S. cerealella* no pueden ser conservados a 10°C por más de 20 a 22 días.



*Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según el test de rango múltiple de Duncan.

Figura 35. Parasitación de *T. nerudai* en huevos de *S. cerealella* a los 0, 7, 15 y 30 días de conservación a 10°C.

Efecto del Tetracloruro de carbono en el parasitismo de T. nerudai sobre huevos de 4 edades de A. kuehniella y S. cerealella.

Efecto sobre huevos de Anagasta kuehniella.

En los huevos de *A. kuehniella* se observó que la parasitación de *T. nerudai* sobre huevos de un día no fue afectada por el Tetracloruro de carbono aplicado durante 1/2, 1, 4 y 6 horas, resultando igual ($p \leq 0,05$) con el testigo de 1 día de edad y sin exposición que alcanzó un 81,6% de parasitación (Cuadro 24). La parasitación de huevos de un día se asemejan a los máximos reportados por Adriazola en 1994 y Amaya en 1998. Al aumentar la edad de los huevos y el tiempo de exposición por 4 y 6 horas, el porcentaje de parasitación se vio afectado (Cuadro 24).

En huevos de 3 y 4 días de edad, la parasitación disminuyó a 31,2% y 6% respectivamente al ser expuestos durante 4 horas a los gases de Tetracloruro de carbono, afectándose aun más al ser expuestos por 6 horas (Cuadro 24).

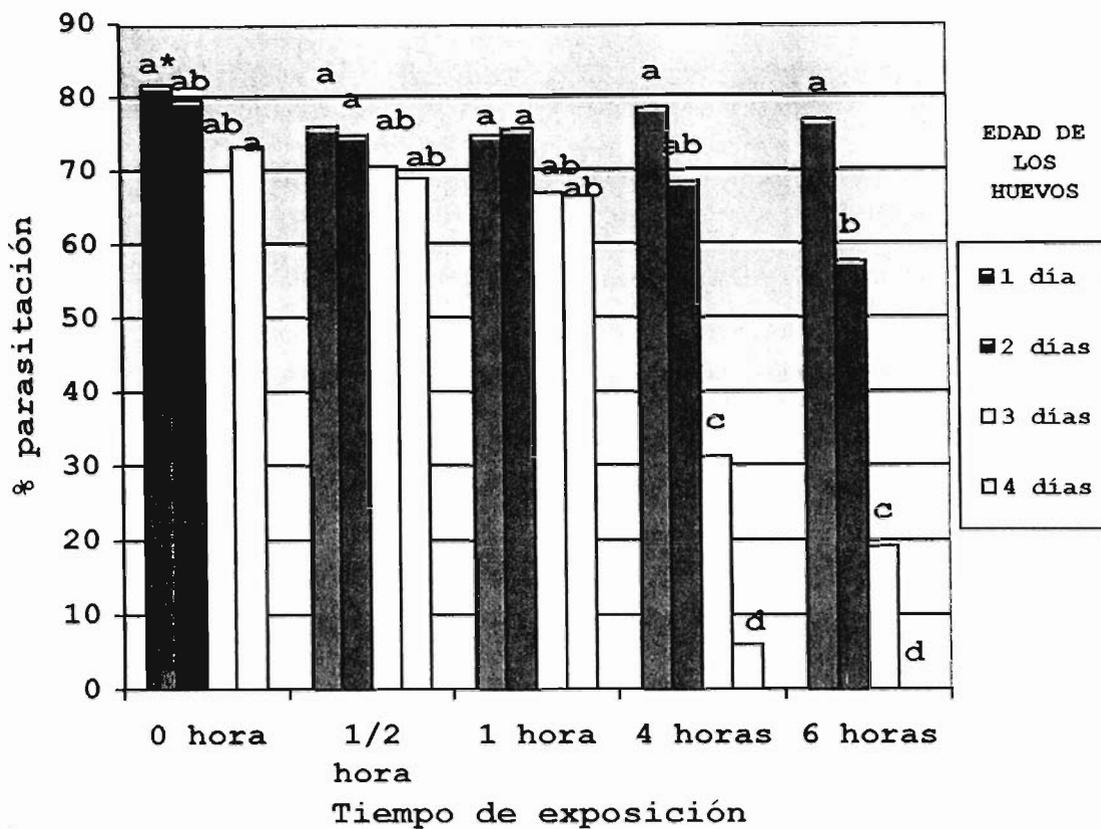
Cuadro 24. Parasitismo de *T. nerudai* en huevos de 4 edades de *A. kuehniella*.

Tiempo de exposición (hrs)	Edad de los huevos			
	1 día	2 días	3 días	4 días
	Porcentaje parasitismo			
0	81,6 a*	79,6 a	70,0 ab	73,2 a
½	76,0 a	74,8 a	70,4 ab	68,8 ab
1	74,8 a	75,6 a	66,8 ab	66,4 ab
4	78,4 a	68,4 ab	31,2 c	6,0 d
6	76,8 a	57,6 b	19,2 c	0 d

*Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según el test de rango múltiple de Duncan.

En la Figura 16 se observa que no hubo diferencia en el porcentaje de parasitismo al usar huevos con menor o mayor desarrollo embrionario en los tratamientos sin exposición y con ½ y 1 hora de exposición a Tetracloruro de carbono. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Amaya en 1998 quien señala que *Trichogramma* tiene preferencia por huevos frescos, debido a que la edad del huevo influye en la fecundidad y porcentaje de parasitismo de las hembras de *Trichogramma* sobre huevos de *A. kuehniella*, decreciendo a medida que es mayor la edad del huevo. Además con 4 horas de exposición el Tetracloruro de carbono en huevos de 1 y 2 días de edad no influyó en el parasitismo de *T. nerudai*.

Los huevos de 1 día expuestos a 6 horas con Tetracloruro de carbono, no fueron afectados en su aceptación por el parasitoide (Figura 36).



*Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según el test de rango múltiple de Duncan.

Figura 36. Parasitación de *T. nerudai* en huevos de 4 edades de *A. kuehniella*, después de la exposición a Tetracloruro

Efecto sobre huevos de Sitotroga cerealella.

En los huevos de *S. cerealella* de 1 a 3 días de edad, la exposición a los gases de Tetracloruro de carbono hasta 1 hora no afectó la parasitación de *T. nerudai* siendo igual ($p \leq 0,05$) con el testigo, el cual alcanzó un 83,6% de parasitación. Los porcentajes de parasitación de los huevos expuestos hasta 1 hora y de 1, 2 y 3 días de edad se asemejan a los observados por Adriazola en 1994 quien trató los huevos de *S. cerealella* con Tetracloruro de carbono por inmersión. En los huevos de 4 días de edad se afectó la aceptación del parasitoide debido a un mayor desarrollo embrionario, independiente del Tetracloruro de carbono (Cuadro 25).

Cuadro 25. Parasitismo de *T. nerudai* en huevos de 4 edades de *S. cerealella*.

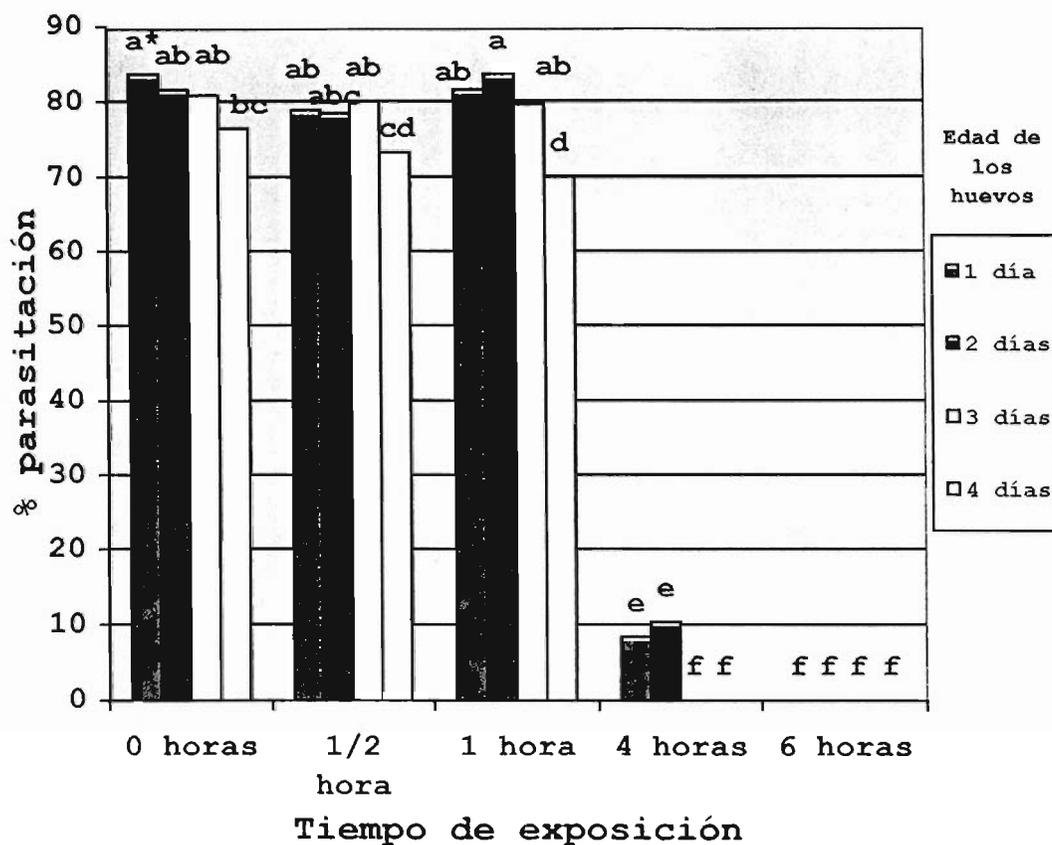
Tiempo de Exposición (hrs)	Edad de los huevos.			
	1 día	2 días	3 días	4 días
	Porcentaje Parasitismo			
0	83,6 a*	81,6 ab	80,8 ab	76,4 bc
½	78,8 ab	78,4 abc	80,0 ab	73,2 cd
1	81,6 ab	83,6 a	79,6 ab	70,0 d
4	8,4 e	10,4 e	0 f	0 f
6	0 f	0 f	0 f	0 f

*Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según el test de rango múltiple de Duncan.

En la Figura 37 se observa que la influencia del Tetracloruro de carbono en los huevos de *S. cerealella* después de estar expuestos por más de 4 horas fue muy determinante, alcanzando una parasitación inferior al 10,4%. Además se observó que los huevos de *S. cerealella* fueron más susceptibles a la exposición de los gases de Tetracloruro de carbono que los huevos de *A. kuehniella* que se mostraron más resistentes a estas exposiciones.

Uso de Parafina para la exclusión de ácaros

El uso de parafina (kerosene) para la limpieza de suelo y paredes surtió un buen efecto sobre la población de ácaros. La aplicación se ejecutó una vez a la semana y sólo tiene el inconveniente del olor en los recintos cerrados



*Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según el test de rango múltiple de Duncan.

Figura 37. Parasitación de *T. nerudai* en huevos de 4 edades de *S. cerealella*, después de los tratamientos con Tetrachloro

Ficha técnica de costos de producción masiva

Costos de Producción

En base al sistema propuesto de producción se determinaron los costos de producción de *Trichogramma*, vale decir costo de dosis por superficie.

Para estos efectos, se determinaron distintos niveles de producción de acuerdo al número de embudos disponibles.

Los antecedentes de producción se presentan en el siguiente cuadro:

Huevos diarios grs./embudo	N°embudos		Prod. de huevos Diarios(grs. Totales)	Prod. diaria de Trichogramma	Prod. semanal de Trichogramma	Dosis de aplicación	
						60pulg/ha	33pulg/ha
						200.000 trich/ha	100.000 trich/ha
						Superficie	Superficie
30	6	1/sem *	180	7.200.000	50.400.000	252	504
	12	2/sem	360	14.400.000	100.800.000	504	1.008
	18	3/ sem	540	21.600.000	151.200.000	756	1.512
40	6	1/sem	240	9.600.000	67.200.000	336	672
	12	2/sem	480	19.200.000	134.400.000	672	1.344
	18	3/ sem	720	28.800.000	201.600.000	1.008	2.016
50	6	1/sem	300	12.000.000	84.000.000	420	840
	12	2/sem	600	24.000.000	168.000.000	840	1.680
	18	3/ sem	900	36.000.000	252.000.000	1.260	2.520
60	6	1/sem	360	14.400.000	100.800.000	504	1.008
	12	2/sem	720	28.800.000	201.600.000	1.008	2.016
	18	3/ sem	1.080	43.200.000	302.400.000	1.512	3.024

*1/sem: se prepara un embudo cada semana

Se calculó una producción hipotética de 30 gr. Diarios, los costos fijos no varían de manera que cualquier producción superior significará disminuir el costo unitario

Los costos de producción para un esquema de 18 embudos y 30 grs. de huevo por embudo es el siguiente:

Costos Anuales	Valor mensual (\$)	Valor Anual (\$)
Personal	500.000	6.000.000
Entomologo	300.000	3.600.000
Laborante 18 embudos	200.000	2.400.000
Operación	765.000	3.059.000
Electricidad	50.000	600.000
Trigo, 1152 kg	115.000	759.000
Parasitación	500.000	500.000
Varios	100.000	1.200.000
Total (\$)	1.265.000	9.059.000

En cuanto a la inversión, se asignó un valor anual calculado en función de la depreciación del bien. Los valores anuales son:

Equipo	Inversión (\$)	Depreciación	Valor anual (\$)
Aire acondicionado	1.200.000	20 años	60.000
Equipo aseo	200.000	4 años	50.000
Construcción	20.000.000	20 años	1.000.000
Embudos (18)	9.000.000	10 años	900.000
Ovipostura (2)	3.000.000	10 años	300.000
Horno	1.500.000	20 años	75.000
Total (\$)	34.900.000		2.385.000

Considerando como base, 18 embudos con una producción diaria de 30 grs. por embudo, los costos por hectárea para las dosis recomendadas (60 y 30 pulg/ha.) por hectárea son:

Producción	Superficie	Costo (\$) por hectárea
Dosis 1 (200000/ha.)	756	15.138
Dosis 2 (100000/ha.)	1512	7.569

y análisis económico de la tecnología.

1. Problemas enfrentados durante la ejecución del proyecto (legales, técnicos, administrativos, de gestión) y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

Calendario de ejecución (programado, real)

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO					
AÑO 1997					
Objetivo especif.	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término	Fecha real
1	1	Habilitar el laboratorio de producción industrial de <i>Trichogramma</i>	10-9	10-11	OK
1	2	Puesta en marcha (marcha blanca)	15-11	30-12	OK
1	3	Inicio crianza masiva de <i>S.cerealella</i>	15-11	30-12	OK

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

AÑO 1998

Objetivo Especif.	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término	Fecha real
1	4	Crianza masiva de <i>S cerealella</i>	1°-1	31-12	OK
2	5	Producción experimental de huevos aptos para la parasitación	2-3	30-7	OK
2	6	Parasitación experimental de huevos por <i>Trichogramma</i>	30-5	30-7	OK
3	7	Producción masiva de huevos parasitados	30-7	31-12	OK
4	8	Colecta y multiplicación de huevos de plagas agrícolas y forestales	31-8	31-12	OK
4	9	Estudios de la capacidad parasítica de las especies de <i>Trichogramma</i>	31-8	31-12	OK
5	10	Liberación de huevos parasitados en condiciones de invernáculos y laboratorio	15-9	31-12	OK
6	11	Liberación de huevos parasitados en los huertos de manzana	1°-10	31-12	OK
6	12	Liberación de parásitos en rodal de pino	15-11	15-12	OK
6	13	Liberación de parásitos en praderas	2-1	30-4	NO
6	14	Liberación de parásitos en cultivo de maíz dulce	2-1	28-3	OK
7	15	Utilización de huevos trampas para determinar actividad parasítica y emergencia de <i>Trichogramma</i>	15-10	31-12	OK
7	16	Colecta de huevos de la `plaga para determinar niveles de parasitación	15-10	31-12	OK
9	17	Pruebas de calidad (preferencia, forma ,vuelo, etc.) de los <i>Trichogramma</i> en crianza	1°-9	31-12	OK

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

AÑO 1999

Objetivo especif.	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término	Fecha real
1	18	Crianza permanente de <i>S cerealella</i> y de <i>Trichogramma</i> spp	1°-1	31-12	OK
3	19	Producción masiva de huevos parasitados	30-7	31-12	OK
4	20	Colecta y multiplicación de huevos de plagas agrícolas y forestales	2-1	31-12	OK
4	21	Estudios de la capacidad parasítica de las especies de <i>Trichogramma</i>	1°-4	31-12	OK
5	22	Liberación de huevos parasitados en condiciones de invernáculos y laboratorio	1°-5	30-9	OK
6	23	Liberación de huevos parasitados en los huertos de manzana, maíz, pino y praderas	2-1	31-12	OK
7	24	Uso huevos trampas para determinar actividad parasítica y emergencia de <i>Trichogramma</i>	2-1	31-12	OK
7	25	Colecta de huevos de la `plaga para determinar niveles de parasitación	2-1	31-12	OK
8	26	Determinación de especificidad de los diferentes <i>Trichogramma</i>	1-3	30-7	OK
9	27	Pruebas de calidad (preferencia, forma ,vuelo, etc.) de los <i>Trichogramma</i> en crianza	1°-9	31-12	OK
10	28	Charla y visitas guiadas a los laboratorios de crianza	1-6	30-6	OK
10	29	Días de campo en lugares de liberación de huerto de manzana	1°-2	28-2	No
10	30	Día de campo en Pino	15-11	30-11	OK
10	31	Día de campo en maíz	2-11	31-12	No
10	32	Día de campo en praderas	1°-3	30-3	No
11	33	Publicación en Tierra Adentro y Agricultura Técnica	1°-8	30-9	OK
11	34	Entrega de informes	30-3	30-9	OK

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO					
AÑO 2000					
Objetivo Especif.	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término	Fecha Real
1	35	Crianza permanente de <i>S cerealella</i> y de <i>Trichogramma</i> spp	1°-1	31-12	Ok
3	36	Producción masiva de huevos parasitados	30-7	31-12	Ok
4	37	Colecta y multiplicación de huevos de plagas agrícolas y forestales	2-1	31-12	Ok
4	38	Estudios de la capacidad parasítica de las especies de <i>Trichogramma</i>	1°-4	31-12	Ok
5	39	Liberación de huevos parasitados en condiciones de invernáculos y laboratorio	1°-5	30-9	Ok
6	40	Liberación de huevos parasitados en los huertos de manzana, maíz, pino y praderas	2-1	31-12	Ok
7	41	Uso de huevos trampas para determinar actividad parasítica y emergencia de <i>Trichogramma</i>	2-1	31-12	Ok
7	42	Colecta de huevos de la `plaga para determinar niveles de parasitación	2-1	31-12	OK
8	43	Determinación de especificidad de los diferentes <i>Trichogramma</i>	1-3	30-7	OK
9	44	Pruebas de calidad (preferencia, forma ,vuelo, etc.) de los <i>Trichogramma</i> en crianza	1°-9	31-12	OK
10	45	Charla y visitas guiadas a los laboratorios de crianza	1-6	30-6	OK
10	46	Días de campo en lugares de liberación de huerto de manzana	1°-2	28-2	No
10	47	Día de campo en Pino	15-11	30-11	OK
10	48	Día de campo en maíz	2-11	31-12	No
10	49	Día de campo en praderas	1°-3	30-3	No
11	50	Publicación en Tierra Adentro y Agricultura Técnica	1°-8	30-9	OK
11	51	Entrega de informes	30-3	30-9	OK

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO					
AÑO 2001					
Objetivo Especif.	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término	Fecha real
1	52	Crianza permanente de <i>S cerealella</i> y de <i>Trichogramma</i> spp	1°-1	30-9	OK
3	53	Producción masiva de huevos parasitados	30-7	30-9	OK
4	54	Colecta y multiplicación de huevos de plagas agrícolas y forestales	2-1	30-9	OK
4	55	Estudios de la capacidad parasítica de las especies de <i>Trichogramma</i>	1°-4	30-9	OK
5	56	Liberación de huevos parasitados en condiciones de invernáculos y laboratorio	1°-5	30-9	OK
6	57	Liberación de huevos parasitados en los huertos de manzana, maíz, pino y praderas	2-1	30-9	OK
7	58	Uso de huevos trampas para determinar actividad parasítica y emergencia de <i>Trichogramma</i>	2-1	30-9	OK
7	59	Colecta de huevos de la plaga para determinar niveles de parasitación	2-1	30-9	OK
8	60	Determinación de especificidad de los diferentes <i>Trichogramma</i>	1-3	30-7	OK
9	61	Pruebas de calidad (preferencia, forma, vuelo, etc.) de los <i>Trichogramma</i> en crianza	1°-9	30-9	OK
10	62	Charla y visitas guiadas a los laboratorios de crianza	1-6	30-6	OK
10	63	Días de campo en lugares de liberación de huerto de manzana	1°-2	28-2	No
10	64	Día de campo en praderas	1°-3	30-3	No
11	65	Publicación en Tierra Adentro y Agricultura Técnica	1°-8	30-9	OK
11	66	Entrega de informes	30-3	30-9	OK

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO					
AÑO 2000					
Objetivo Especif.	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término	Fecha Real
1	35	Crianza permanente de <i>S cerealella</i> y de <i>Trichogramma</i> spp	1°-1	31-12	OK
3	36	Producción masiva de huevos parasitados	30-7	31-12	OK
4	37	Colecta y multiplicación de huevos de plagas agrícolas y forestales	2-1	31-12	OK
4	38	Estudios de la capacidad parasítica de las especies de <i>Trichogramma</i>	1°-4	31-12	OK
5	39	Liberación de huevos parasitados en condiciones de invernáculos y laboratorio	1°-5	30-9	OK
6	40	Liberación de huevos parasitados en los huertos de manzana, maíz, pino y praderas	2-1	31-12	OK
7	41	Uso de huevos trampas para determinar actividad parasítica y emergencia de <i>Trichogramma</i>	2-1	31-12	OK
7	42	Colecta de huevos de la `plaga para determinar niveles de parasitación	2-1	31-12	OK
8	43	Determinación de especificidad de los diferentes <i>Trichogramma</i>	1-3	30-7	OK
9	44	Pruebas de calidad (preferencia, forma ,vuelo, etc.) de los <i>Trichogramma</i> en crianza	1°-9	31-12	OK
10	45	Charla y visitas guiadas a los laboratorios de crianza	1-6	30-6	OK
10	46	Días de campo en lugares de liberación de huerto de manzana	1°-2	28-2	No
10	47	Día de campo en Pino	15-11	30-11	No
10	48	Día de campo en maíz.	2-11	31-12	No
10	49	Día de campo en praderas	1°-3	30-3	No
11	50	Publicación en Tierra Adentro y Agricultura Técnica	1°-8	30-9	OK
11	51	Entrega de informes	30-3	30-9	OK

10. ACTIVIDADES DEL PROYECTO					
AÑO		2001			
Objetivo especif.	Actividad N°	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Término	Fecha real
1	52	Crianza permanente de <i>S cerealella</i> y de <i>Trichogramma</i> spp	1°-1	30-9	OK
3	53	Producción masiva de huevos parasitados	30-7	30-9	OK
4	54	Colecta y multiplicación de huevos de plagas agrícolas y forestales	2-1	30-9	OK
4	55	Estudios de la capacidad parasítica de las especies de <i>Trichogramma</i>	1°-4	30-9	OK
5	56	Liberación de huevos parasitados en condiciones de invernáculos y laboratorio	1°-5	30-9	OK
6	57	Liberación de huevos parasitados en los huertos de manzana, maíz, pino y praderas	2-1	30-9	OK
7	58	Uso de huevos trampas para determinar actividad parasítica y emergencia de <i>Trichogramma</i>	2-1	30-9	OK
7	59	Colecta de huevos de la `plaga para determinar niveles de parasitación	2-1	30-9	OK
8	60	Determinación de especificidad de los diferentes <i>Trichogramma</i>	1-3	30-7	OK
9	61	Pruebas de calidad (preferencia, forma ,vuelo, etc.) de los <i>Trichogramma</i> en crianza	1°-9	30-9	OK
10	62	Charla y visitas guiadas a los laboratorios de crianza	1-6	30-6	OK
10	63	Días de campo en lugares de liberación de huerto de manzana	1°-2	28-2	No
10	64	Día de campo en praderas	1°-3	30-3	No
11	65	Publicación en Tierra Adentro y Agricultura Técnica	1°-8	30-9	No
11	66	Entrega de informes	30-3	30-9	OK

Resumen de costos del proyecto

PROYECTO "PROD.INDUSTRIAL DE TRICHOGRAMMA SPP, PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRÍC. Y FOREST." (C97-2-A-007)

ITEM	PPTO TOTAL	COSTO TOTAL	VAR \$	VAR %
Personal	9.493.590	9.415.670	77.920	0,8%
Maquinarias y Equipos	16.061.000	16.228.399	(167.399)	-1,0%
Operación	19.695.157	19.418.890	276.267	1,4%
Transferencia	160.000	139.044	20.956	13,1%
Gastos Generales	1.780.000	1.780.000	-	0,0%
TOTALES	47.189.747	46.982.003	207.744	0,4%

Difusión de los resultados obtenidos

Se participó en seminarios y en un Taller dedicado a empresas relacionadas con la producción de enemigos naturales, en el se entregó una copia del manual de producción de Trichogramma, los asistentes fueron

*Asistentes a Seminario
del 14.08-01*

Nombre	Empresa
Aguilar Virginia	La Platina
Cisterna Ernesto	Remehue
Contreras Elizabeth	Biocaf
Escobedo Carol	La Platina
Gloicolea Claudio	CPF
González Claudio	Hortifrut
Gonzalez Ricardo	Biocaf
González Yéssica	Tesista
Hernández Jorge	Tesista
Junemann Sotero	Agrícola Junval Ltda.
Lira Daniela	Xilema
López Eduardo	Xilema
Paniagua José Luis	Biocontrol
Ramirez Osvaldo	CPF
Ramos Rosa	Conaf
Reichter Martin	Particular
Sepúlveda Carolina	U. De Concepción
Sepúlveda José Luis	Tesista
Torres Alejandro	Conaf
Troncoso Marcelo	Alumno, U. De Concepción
Ulloa Juan	CPF
Vita Nancy	La Platina
Zambrano Patricia	Meliagro

Publicaciones

Congresos Científicos

- PINTUREAU B., GERDING M. Y CISTERNAS E. 1997. Descripción de nuevas especies de Trichogrammatidae (Hymenoptera) en Chile. XIX Congreso Nacional de Entomología, La Serena 3-5 de noviembre 1997
- MARCOS GERDING, ERNESTO CISTERNAS Y CECILIA CESPEDES. 1998. Preference and field release test of native *Trichogramma* to control *Rhyacionia buoliana* in Chile 5° International Symposium *Trichogramma* and other egg parasitoids, Cali Colombia
- VELAZQUEZ CLAUDIA y GERDING MARCOS 1998. Selección *Trichogramma* spp para el control de *Helicoverpa zea*. XX Congreso Nacional de Entomología, Soc. Chilena de Entomología . Universidad de Concepción.
- TORRES CRISTIAN y GERDING MARCOS. 1998. Evaluación del comportamiento de *Trichogramma* spp. en el control biológico de *Cydia pomonella* (L.). XX Congreso Nacional de Entomología, Soc. Chilena de Entomología . Universidad de Concepción.
- PINTUREAU B., GERDING M. Y CISTERNAS E. 1999. Descripción de nuevas especies de Trichogrammatidae (Hymenoptera) en Chile. XXI Congreso Nacional de Entomología, Arica- Chile 3-5 de Noviembre 1999

Divulgativas

- GERDING MARCOS 1999. Control Biológico. Una herramienta de la Agricultura moderna. Informativo Agropecuario BIOLECHE-INIA QUILAMAPU Vol 12 N° 2: 3-5
- GERDING MARCOS 1999. Agentes de control biológico de plagas. Informativo agropecuario BIOLECHE-INIA QUILAMAPU Vol. 12-N° 4: 5-6
- GERDING M. Y TORRES C. 2001. *Trichogramma*: Insecto benéfico para el control de plagas. Informativo QUILAMAPU N° (en prensa)

Boletines

- GERDING M. Y TORRES C. 2001. Producción masiva de *Trichogramma*. Boletín INIA N° 61 (en prensa)

Científicos

- PINTUREAU B., GERDING M. Y CISTERNAS E. 1999. Description of three new species of Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Chile. The Canadian Entomologist 131: 53-63.

- GERDING P. M., CISTERNAS A. E., AGUILERA P.A. Y APABLAZA H. J.. 1999. *Eumerus strigatus* (Fallen) (Diptera: Syrphidae) infestando Alliaceae en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 59: 133-135
- CERDA CLAUDIA Y GERDING MARCOS 1999. Control biológico de *Rhyacionia buoliana* den et schiff (Lepidoptera: Tortricidae) con *Trichogramma* spp. Agro-Ciencia 15 (2) 279-283
- TORRES CRISTIAN y MARCOS GERDING. 2000. Evaluación de cinco especies de *Trichogramma* como posibles agentes de control biológico de *Cydia pomonella* (L) Lepidoptera: Tortricidae. . Agricultura Técnica (Chile) 60: 282-288
- ZUÑIGA KARINNE Y GERDING MARCOS .2001. Efecto de la temperatura en la longevidad, reproducción y desarrollo de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Agricultura Técnica (Chile) en prensa.

Tesis de Grado

SELECCIÓN DE *Trichogramma* spp. PARA EL CONTROL DE *Helicoverpa zea* (Boddie). Claudia Velasquez Facultad de Agronomía Universidad Adventista de Chile

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN TRATAMIENTO CONTRA ÁCAROS EN EL PARASITISMO DE *Trichogramma nerudai* (PINTUREAU Y GERDING) EN LABORATORIO Eduardo Shaffer Facultad de Agronomía Facultad de Agronomía Universidad Adventista de Chile

DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE TRICHOGRAMMA POR CRUZAMIENTO INTER ESPECÍFICO José Luis Sepúlveda Facultad de Agronomía Universidad Adventista de Chile Universidad Adventista de Chile (en ejecución)

EFFECTO DE LA CONSERVACIÓN DE HUEVOS PARASITADOS POR *Trichogramma nerudai* EN LA EMERGENCIA DE ADULTOS. Roger Venegas Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. (en ejecución)

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA LONGEVIDAD, REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE). Karinne Zúñiga Facultad de Agronomía Universidad de Concepción.

EVALUACIÓN DE TRICHOGRAMMA SPP. PARA EL CONTROL DE *Cydia pomonella* Cristian Torres Facultad de Agronomía Universidad Adventista de Chile

CONTROL BIOLÓGICO DE *Rhyacionia buoliana* DEN ET SCHIFF (LEPIDOPTERA: TORTRICIADE) CON TRICHOGRAMMA spp. Claudia Cerda Facultad de Ingeniería Forestal Universidad de Concepción

EVALUACIÓN DE DITERENTES DOSIS DE LIBERACIÓN DE *Trichogramma nerudai*

PARA EL CONTROL DE *Helicoverpa zea* (L) Rodrigo Venegas Facultad de Agronomía Universidad Adventista de Chile (en ejecución).

Impactos del proyecto

Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.

La producción industrial de *Trichogramma* tendrá impactos importantes en el aspecto económico del país:

- Disminución de uso de insecticidas neurotóxicos.

La empresa Mininco S.A. ha utilizado *Trichogramma* en 1000 has lo que ya representa el menor uso de insecticidas lo que significa ahorro de 30 litros de insecticidas

- Ahorro de divisas por la disminución del uso de estos pesticidas

Aún cuando 30 litros de insecticidas no representan una cantidad significativa de ahorro de divisas, el hecho que ya durante el desarrollo del proyecto se esté utilizando comercialmente los *Trichogramma*, da una idea de lo que pasará cuando se masifique su comercialización

- Frutas y hortalizas sin residuos tóxicos

Los resultados obtenidos no permiten asegurar que se haya disminuido la cantidad de residuos en frutas y hortalizas pro si se visualiza para un futuro cercano su utilización comercial en producción de tomates,. Se está entregando *Trichogramma* a la empresa BIOCONTROL de Quillota par su prueba a escala comercial en invernaderos de tomates

- Mayor valor agregado de los productos sin pesticidas

Una vez que los *Trichogramma* se produzcan en otras unidades comerciales y estos promuevan su utilización se apreciará que los productos tienen mayor valor agregado. Por el momento además del contacto con BIOCONTROL se está desarrollando un proyecto con privados en el uso de control biológico en manzanos, lo cual incluye a los *Trichogramma*

- Mejora competitividad de los productos exportables

Se apreciará en el futuro, como consecuencia de los puntos anteriores

- Disminución de costos de producción

La disminución de los costos de producción vendrá cuando las empresas de masificación de *Trichogramma* tengan una gran demanda de ellos de manera que el escalamiento de la producción y mayor demanda permita disminuir el costo de producción.

Social

En el aspecto social los impactos son:

- Disminución los problemas de salud rural a los trabajadores agrícolas expuestos a los pesticidas.

El hecho que ya se hayan liberado *Trichogramma* en 1000 hectáreas de pino significa que hubo un área del país en que los trabajadores no estuvieron expuestos a los efectos de los plaguicidas y por lo tanto mejoran la calidad de vida

- Mejora la calidad de vida de la población por no consumir productos contaminados

A igual que lo que se explicó en los impactos económicos este impacto se apreciará en el futuro.

- Mejora la capacidad productiva de los trabajadores agrícolas y sus familiares

Una vez que se generalice el uso de *Trichogramma* se notará que habrá menos licencias por salud, y menos hijos con problemas de mal formaciones

12.3. Otros (legal, gestión, administración, organizacionales, etc.)

12.4.

Impactos Institucionales:

- INIA institución nacional productora de *Trichogramma*, líder en Control Biológico.

Mantiene su liderazgo y aumenta su influencia en la agricultura nacional a través de las empresas productoras de *Trichogramma*

- Colección disponible de *Trichogramma*.

Se cuenta con una colección viva de *Trichogramma*, disponible para nuevos estudios de especificidad, preferencia y capacidad parasítica. La colección está compuesta por:

- ◇ *Trichogramma nerudai*
- ◇ *T. platneri*
- ◇ *T. pretiosum (strain1)*
- ◇ *T. pretiosum (strain 2)*
- ◇ *T. evanescens*
- ◇ *T. dendrolimi (strain900)*
- ◇ *T. dendrolimi (strain3)*
- ◇ *T. cacoesi*
- ◇ *T. exiguum*
- ◇ *T. brassicae*
- ◇ *T. embriophagum*
- ◇ T. "bioforest strains 1-2-3 y 4"
- ◇ T. nn "(bioforest) strains 1-2-3-4 y 5"
- ◇ T. sp"sta, Lucia"
- ◇ T. sp "cato

- Capacidad de investigación sobre *Trichogramma* y otros enemigos naturales.

Utilizando como base la experiencia adquirida con el proyecto y para mantención de la línea de trabajo, en la actualidad se mantienen dos proyectos relacionados con *Trichogramma*:

- Estudio de las especies nativas de *Trichogramma* en la VII y VIII regiones de Chile, su taxonomía y comportamiento parasítico. Fuente de financiamiento FONDECYT 1010492 (2001-2003)
- Control biológico de la polilla de la manzana (Fuente de financiamiento FONTEC-Corfo (2001-2004)

Además se presentó un proyecto a EXPLORA (CONICYT) para un estudio con alumnos de enseñanza básica en Talca : Uso de *Trichogramma* en el control de la polilla del tomate, bajo invernadero (2002)

- Amplia posibilidad de cooperación internacional en control biológico.
 - Se mantienen estrechos vínculos con el Dr Sheriff Hassan en BBA Alemania, además de los contactos a través de del grupo de trabajo (WG) *Trichogramma* and other egg parasitoids.
 - Hoy se tiene aceptada la venida del Dr Juan Carlos Monje de la Universidad de Hoheheim de Alemania, para el período 2002-2003, para trabajar en la taxonomía de *Trichogramma*.
 - Se participará en el IX Symposium of *Trichogramma* and other egg parasitoids, en Perugia, Italia 2002.
- Equipo técnico disponible para capacitación y enseñanza a los futuros profesionales. El equipo técnico continuará trabajando por el uso masivo de *Trichogramma* en Chile, se tiene contacto con empresas de producción de enemigos naturales en Chile que muestran interés en multiplicar este insecto (Xylema, BIOCONTROL.)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones logradas con el desarrollo total del proyecto son:

- Se implementó un laboratorio para la producción masiva de *Trichogramma* y su hospedero alternativo.
- Se logró adoptar tecnologías alemanas en la producción de los parasitoides, utilizando tecnologías chilenas (equipos, materiales y especialistas)
- Bajo las condiciones del laboratorio fue posible producir un máximo de 40 gramos de huevos de *S. cerealella* por día.
- La especie nativa *T. nerudai*, resultó ser igual o más efectiva que las especies introducidas frente a las principales plagas de lepidopteros probadas
- La distribución de los huevos parasitados en el campo puede ser realizada en sobres, cápsulas, tarjetas, galletas y suspensiones en agua.
- La liberación de *Trichogramma* en el campo siempre redujo los niveles de daño.

- Se mantuvieron los estándares de calidad utilizados en Europa.
- La tecnología (know how) de la producción de *Trichogramma* fue difundida entre productores agrícolas y empresas de producción de enemigos naturales.
- Resultados de los estudios están publicados en diferentes medios de difusión tecnológicos y divulgativos.

RECOMENDACIONES. El CRI Quilamapu mantendrá la colección viva de los *Trichogramma*, aumentando la colección de especies nativas a través de proyectos específicos, con el objeto de crear una base de especies disponibles para los productores de enemigos naturales.

ANEXOS

PUBLICACIONES

Congresos

DETERMINACIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE DE TRICHOGRAMMA PARA CHILE.

Bernard Pintureau¹, Marcos Gerding² y Ernesto Cisternas³

XIX Congreso Nacional de Entomología, La Serena 3-5 de noviembre 1997

Estudios realizados en la Polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana*) (Lepidoptera : Tortricidae), permitieron identificar una nueva especie de Trichogramma para Chile . Esta especie fue encontrada en huevos de la polilla del brote en la zona de Angol durante la temporada 1994 y recuperada nuevamente en otro lugar de Angol en 1996 sobre el mismo huésped. La determinación taxonómica se basó en los caracteres de la genitalia masculina y por el sistema isoenzimático (esteraza) que permite caracterizar las especies, la especie fue ubicada en el grupo perkinsi. Esta especie se encuentra en multiplicación masiva en los laboratorios del CRI Quilamapu

¹ INSA, UA INRA 203, Biologie 406, 20 av. A. Einstein, 69621-Villeurbanne-cedex France

² CRI Quilamapu, casilla 426, Chillán, Chile e- mail mgerding@quilamapu.inia.cl

³ CRI Remehue, casilla 24-O Osorno, Chile. E mail ecistern@remehue.inia.cl

PREFERENCE AND FIELD RELEASE TEST OF NATIVE TRICHOGRAMME TO CONTROL RHYACIONIA BUOLIANA IN CHILE.

Marcos Gerding, Ernesto Cisternas y Cecilia Cespedes

Quilamapu Research Station, P.O. Box 426, Chillán , Chile

5° International Symposium Trichogramma and other egg parasitoids, Cali Colombia

The biological control program of *Rhyacionia buoliana* in Chile started in 1986, with a larval parasitoid. Each release at the forest delayed more than six years in to get a parasitism rate of 80%, because the relation pest/parasitoid was too high. The introduction of *Trichogramma spp.* in the biological control program was an alternative to reduce both, the larval population and relation pest/parasitoid. A native Trichogramme was found in *R. buoliana* eggs, this Trichogramme was mass reared in laboratory and tested its parasitic ability in *R. buoliana* eggs and compared with *T. dendrolimi* and *T. telengai* strains. The native Trichogramme was more effective parasitoid than the majority of the strains tested.

Field released test were developed to evaluated the effectiveness of the native parasitoid in pine commercial plantations. The Trichogramme release yield 80% of healthy main shoots, compared with 35% in check treatment.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE *Trichogramma* spp. EN EL CONTROL DE *Cydia pomonella* (L.)



C. Torres¹ & M. Gerding²

¹ Universidad Adventista de Chile, Casilla 7 D. Chillán, Chile.

² INIA, Quillamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.

INTRODUCCIÓN

Cydia pomonella L. (Lepidoptera: Tortricidae), comúnmente conocida como polilla de la manzana o carpocapsa, es la principal plaga que afecta a manzanos en Chile (González, 1989; Arigas 1994).



Figura 1. Larva y adulto de *Cydia pomonella*.

En las últimas dos décadas la investigación relacionada con la protección vegetal se ha intensificado a nivel mundial como resultado de la demanda creciente en agricultura por métodos de control eficientes y de los problemas ocasionados por residuos de pesticidas y riesgos al consumidor.

El uso de enemigos naturales como parte del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para controlar *Cydia pomonella* se presenta como una alternativa con resultados efectivos.



Figura 2. Daño causado por *Cydia pomonella* en manzano.

Trichogramma es un parasitoide de huevos de lepidópteros, siendo éste una buena herramienta para el control de la plaga. Este insecto mide entre 0.2 a 1.5 mm (Pinto y Stouthamer, 1994).

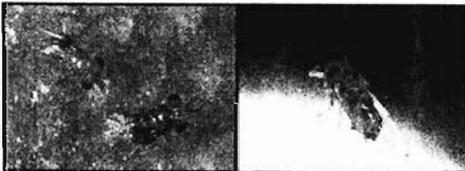


Figura 3. *Trichogramma* sp. sobre huevos del hospedero.

La selección de especies de *Trichogramma* para liberaciones inundativas en el control de una plaga, se basa en experimentos de laboratorio, semientorno y terreno con una variada gama de especies y "strains" (Hassen, 1992, 1994).

Experimentos realizados en Alemania por Hassen y otros (1988) obtuvieron una reducción de un 87.1 en el número de frutos dañados por *Cydia pomonella*.

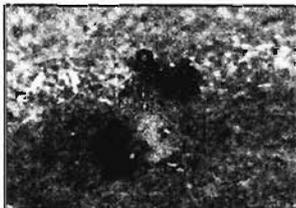


Figura 4. *Trichogramma* parasitando huevo de *Cydia pomonella*.

OBJETIVOS

Evaluar en laboratorio 5 especies de *Trichogramma*, entre ellas las especies nativas *Trichogramma* sp. "Remehue" y *Trichogramma* sp. "Cato". Determinar la capacidad y preferencia de parasitación en el control de *Cydia pomonella*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cydia pomonella se obtuvo de distintos huertos de la provincia. Los adultos fueron puestos a oviponer bajo condiciones de laboratorio. Se trabajó con 5 especies de *Trichogramma*: *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi* (strain D9), *T. sp. "Remehue"* (endémica), *T. platneri* y *T. sp. "Cato"* (colectado en terreno durante el verano de 1998 en huerto de la VIII región).

La crianza de *Trichogramma* se realizó sobre huevos de *Anagasta kuehniella* y mantenidos en cámara bioclimática entre 21 y 27°C con 65% de humedad relativa y fotoperíodo de 16:8 (Luz Oscuridad). Las mismas condiciones se utilizaron para la ejecución de los ensayos.

Parasitismo obligado de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi*, *T. sp. "Remehue"*, *T. platneri* y *T. sp. "Cato"* en huevos de *Cydia pomonella*. En tubos de ensayo con 50 huevos de *C. pomonella* se depositó una hembra y dos machos de *Trichogramma* por especie, los tubos fueron tapados con género semipermeable para luego ser depositados en cámara de crianza. Al cabo de 5 días se observó los tubos y se registró la totalidad de huevos parasitados, estos presentan un color oscuro que difiere de los sin parasitar.



Figura 5. Huevos de *Cydia pomonella* parasitados por *Trichogramma* spp.

Preferencia de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi*, *T. sp. "Remehue"*, *T. platneri* y *T. sp. "Cato"* por huevos de *C. pomonella* y *A. kuehniella*. En un tubo de ensayo con 50 huevos de *C. pomonella* y 50 huevos de *A. kuehniella* se depositó una hembra y dos machos de *Trichogramma* por especie, usando la misma metodología descrita anteriormente.

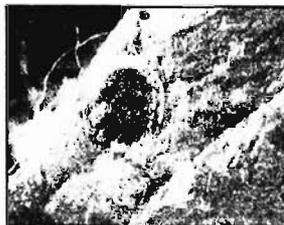


Figura 6. Huevo de *Cydia pomonella* con orificio de emergencia de *Trichogramma*.

RESULTADOS

En la Figura 7 se observa el efecto de la parasitación de *Trichogramma* sobre huevos de *Cydia pomonella* a los 5 días, bajo condiciones de laboratorio. El análisis demostró que hubo diferencias significativas de parasitación entre las especies utilizadas.

T. sp. "Remehue" no presentó diferencia significativa con *T. cacoeciae* pero fue significativamente superior a *T. dendrolimi*, *T. platneri* y *T. sp. "Cato"*.

La parasitación la realizó *T. sp. "Remehue"* y *T. cacoeciae* con un promedio de 32.67 y 26.33 respectivamente.

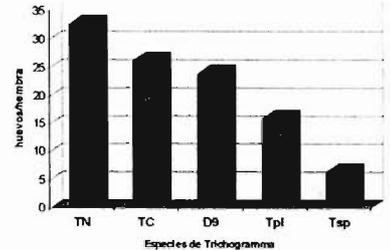


Figura 7. Capacidad de parasitación.

T. cacoeciae y *T. sp. "Cato"* tuvieron una significativa preferencia por huevos de *Cydia pomonella* comparada con *A. kuehniella*, en tanto que *T. sp. "Remehue"* no tuvo preferencia entre ambos hospederos. *T. dendrolimi* y *T. platneri* presentan una significativa preferencia por huevos de *A. kuehniella*.

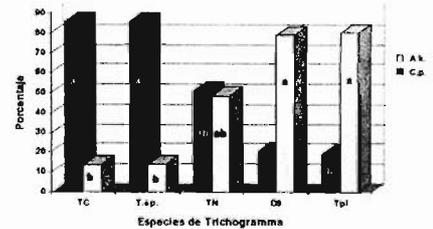


Figura 8. Preferencia de *Trichogramma* spp. frente a huevos de *Cydia pomonella* y *Anagasta kuehniella*.

CONCLUSIONES

- *Trichogramma* sp. "Remehue" y *Trichogramma cacoeciae* presentaron la mayor fecundidad bajo condiciones de laboratorio.
- La mayor preferencia hacia huevos de *Cydia pomonella* la mostró *Trichogramma cacoeciae* y *Trichogramma* sp. "Cato".

BIBLIOGRAFÍA

- AMTA, M. 1989. *Trichogramma* spp. Introducción, Riesgo y Búsqueda en Chile. Informe técnico. Instituto Nacional de Investigación Agrícola, Santiago, Chile. 174 p.
- ARTALE, J. 1988. Biología y fisiología de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). MSc. Thesis, Universidad de Concepción, Chile. 2 Vol. pp. 141-164.
- CHAZAR, G.H. 1990. Insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en Chile. Santiago, Chile. 319 p.
- MILLAR, G.A. & HANSEN, M. 1988. Host Preference and Performance of *Trichogramma* sp. against the Pear and Apple Cydia pomonella and the Brown Pear Tortrix Moth, *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Entomol. exp. appl.* 49: 1-11.
- MILLAR, G.A. 1993. *Trichogramma* spp. Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, Washington, D.C. 42 p.
- MILLAR, G.A. 1994. *Trichogramma* spp. Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, Washington, D.C. 42 p.

SELECCION DE *Trichogramma* spp. PARA EL CONTROL DE *Helicoverpa zea*.



Claudia Velásquez F.¹ & Marcos Gerding P.²
 1 Universidad Adventista de Chile, Casilla 7 D, Chillán, Chile
 2 INIA, Quilamapu, Chillán, Chile

INTRODUCCION

Helicoverpa zea (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), llamada comúnmente "gusano del choclo" (Figura 1), es una plaga primaria en el país, tanto por el nivel de daño que puede causar, como por la variedad de hospederos (maíz, tomate, perote, etc.) (Artigas, 1994).

Para aquellas áreas donde el gusano del choclo es un problema, se han actualizado métodos de control químico y biológico. Los métodos de control biológico se presentan como una alternativa viable para evitar el uso de agroquímicos.

El control biológico de *H. zea* con *Trichogramma* (Figura 2) comienza a aplicarse en Nicaragua como una táctica dentro del contexto del control integrado de plagas del Algodonero (Lugo, 1991).

El género *Trichogramma* pertenece al orden Hymenoptera, familia Trichogrammatidae, comprende pequeñas avispas parasitoides de huevos de lepidópteros, que son en su mayoría plagas de diversos cultivos (Amaya, 1998).

Este género ha sido muy estudiado en el mundo y al existe gran cantidad de literatura referida principalmente a su uso en el control biológico de plagas agrícolas (*Helicoverpa* spp., *Alabama argillaceae*, *Tuta absoluta*, *Diatraea saccharalis*, etc.) (Li-Ying, 1994).



Figura 1. Daño en mazorcas causado por *Helicoverpa zea*.

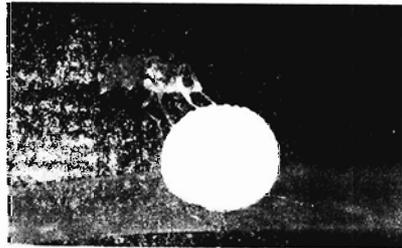


Figura 2. *Trichogramma pretiosum* parasitando huevo de *Helicoverpa zea*.

Preferencia de *Trichogramma* spp.

Los resultados de laboratorio en las pruebas de preferencia de las 6 especies y/o strain demostraron que no hubo diferencias significativas en el parasitismo de *Trichogramma* sobre los huevos alternativos de *H. zea*, *S. cerealella* y *A. kuehniella* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Preferencia de *Trichogramma* spp. sobre los huevos alternativos de *H. zea*, *S. cerealella* y *A. kuehniella*.

Huespedes	Promedio (%)
<i>zea</i>	41,04
<i>cerealella</i>	45,01
<i>kuehniella</i>	38,54

Al comparar las especies de *Trichogramma* si hubo diferencias significativas en los niveles de parasitación, siendo *T. cacoeciae*, *T. pretiosum* strain 1 y *Trichogramma* sp. "Remehue" iguales entre sí y significativamente diferente a *T. pretiosum* strain 2, *T. evanescens* y *T. melis* (Figura 4).

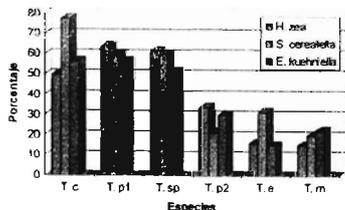


Figura 4. Parasitación de *Trichogramma* sp. "Remehue" sobre huevos de *H. zea*, *S. cerealella* y *A. kuehniella*.

MATERIALES Y METODO

Estudio de laboratorio

Se realizó la prueba de preferencia de *Trichogramma* sp. "Remehue", *T. melis*, *T. cacoeciae*, *T. evanescens*, *T. pretiosum* (strain 1) y *T. pretiosum* (strain 2) por huevos de *Helicoverpa zea*, *Sitotroga cerealella* y *Anagasta kuehniella*.

En el test de preferencia se utilizaron unidades que contenían 20 huevos de cada una de las tres especies que fueron expuestas a una hembra de *Trichogramma*. Para evaluar la preferencia se contabilizó el número de huevos parasitados en cada muestra por cada tratamiento a los 7 días de la infestación y los resultados fueron expresados en porcentaje.

Estudio de campo

Se utilizó la especie nativa *Trichogramma* sp. "Remehue", la cual fue liberada en forma inundativa en un cultivo de maíz, utilizando 4 densidades de liberación (Figura 3) más un testigo. Para la evaluación de los tratamientos se realizó el porcentaje de daño y el porcentaje de disminución de daño respecto al testigo.

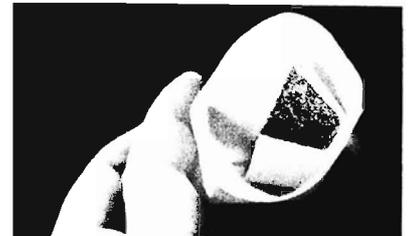


Figura 3. Unidad de liberación de *Trichogramma* sp. "Remehue".

OBJETIVOS

- Determinar preferencia de *Trichogramma* spp. "Remehue", *T. melis*, *T. cacoeciae*, *T. evanescens* y *T. pretiosum* (strain 1), *T. pretiosum* (strain 2), por huevos de *Helicoverpa zea*, *Sitotroga cerealella* y *Anagasta kuehniella* (en laboratorio).
- Determinar daño de *Helicoverpa zea* según densidad liberada de *Trichogramma* spp. "Remehue".

RESULTADOS

En relación a la disminución del daño en las mazorcas respecto al testigo, los valores se incrementaron a medida que aumentó la densidad de *Trichogramma* spp. liberada. La disminución de daño de *H. zea* fluctuó entre 45,94% para el tratamiento con 200000 huevos de *Trichogramma* spp. por hectárea hasta 78,37% para el tratamiento 1.600.000 huevos de *Trichogramma* spp. por hectárea (Cuadro 2).

Cuadro 2: Porcentaje de mazorcas dañadas por *Helicoverpa zea* según densidad de liberación de *Trichogramma* sp. y disminución respecto al testigo.

Cantidad <i>Trichogramma</i> sp. por hectárea	Daño (%)	Disminución de daño (%)
Testigo	92,54	
720	72,04	45,94
1440	60,04	55,75
2880	43,76	63,76
5760	30,16	78,37

Evaluación del efecto de la liberación de *Trichogramma* spp. "Remehue" sobre el control de *H. zea*.

El daño de mazorcas fue significativamente mayor en el testigo (92,54%) que en los tratamientos con liberación de *Trichogramma* sp. (Cuadro 2). Las densidades de liberación presentaron diferencias significativas entre 200.000, 400.000, 800.000 y 1.600.000 huevos de *Trichogramma* spp. por hectárea, siendo este último el que presentó el menor porcentaje de mazorcas dañadas (30%) (Figura 5).

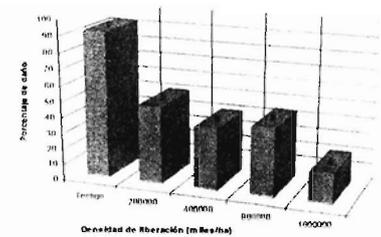


Figura 5. Efecto de las densidades de liberación de *Trichogramma* sp. "Remehue" en el nivel de daño del gusano del choclo.

CONCLUSIONES

Las distintas especies y/o strain no presentaron preferencia por los distintos huevos alternativos.

Trichogramma cacoeciae, *T. pretiosum* strain 1 y *Trichogramma* sp. "Remehue" presentaron mayor eficacia parasitaria que las demás especies, por lo que se utilizó la especie nativa para el estudio de campo.

Trichogramma sp. "Remehue" fue un importante agente de control de *Helicoverpa zea*, ya que logró reducir el daño en 78,37%.

BIBLIOGRAFIA

- Amaya, M. 1998. El *Trichogramma* spp. Producción, uso y manejo en Colombia. Págs. Valle del Cauca, Colombia.
- Artigas, F.R. 1994. Entomología Económica, boletín de Intendencia Agrícola, Facultad Agrícola y Veterinaria, Concepción, Chile, Universidad de Concepción, p. 580-595.
- Li-Ying, L. 1994. Worldwide Use of *Trichogramma* for Biological Control on Different Crops. A. Srinivas, P. 98-84, in: Wijnberg, E. and S.A. Hassan (eds) Biological Control with egg parasitoids. CAB International, Great Britain.
- Lugo, E. 1998. Control biológico en Nicaragua: avances, programas pendientes y limitaciones. P. 42-69. In Zapater, M. C. (ed) El control biológico en América Latina. Rio de Janeiro, Brazil.

Divulgativas

GERDING MARCOS 1999. Control Biológico. Una herramienta de la Agricultura moderna. Informativo Agropecuario BIOLECHE-INIA QUILAMAPU Vol 12 N° 2: 3-5

Una herramienta de la agricultura moderna
CONTROL BIOLÓGICO

* Método alternativo para el control de plagas

Marcos Gerding P.
Ingeniero Agrónomo M.S.

INIA-Quilamapu

El término “Control Biológico” tiene muchas definiciones. Sin embargo, la que parece más apropiada para nuestra realidad es “uso de organismos vivos para el control de plagas (insectos, malezas, enfermedades y vectores de enfermedades) en la agricultura”. Esta definición implica, necesariamente, la participación del hombre, ya sea en la crianza, como en la liberación y posterior mantención de los enemigos naturales.

En Chile se han identificado más de 500 especies de insectos como potenciales plagas y sólo unas pocas (denominadas plagas primarias) son un verdadero problema para la producción agrícola. Las otras especies no plagas, se encuentran en poblaciones muy bajas controladas por sus enemigos naturales, situación que recibe el nombre de Control Natural.

Los primeros intentos de Control Biológico en Chile, los realizó un agricultor llamado Teodoro Schneider, en 1903, quien introdujo las populares chinitas para controlar plagas de conchuelas y pulgones. Luego, en 1921, el Estado, a través del Ministerio de Agricultura, introdujo la microavispa *Aphelinus mali*, destinada a controlar el pulgón lanífero del manzano, experiencia que se constituyó en el primer éxito del control biológico en Chile (González y Rojas, 1966).

Años más tarde, en 1937, el estado creó el Centro Nacional de Control Biológico La Cruz (actualmente dependiente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA), organismo que, desde sus inicios, se ha encargado de ingresar y mantener en cuarentena a los “enemigos naturales” que se incorporan al país. Como en todo, han existido casos más o menos exitosos

que otros e, incluso, se ha contabilizado más de algún fracaso. Frente a ello, ha sido muy importante el apoyo brindado por el Estado, quien, a través del Ministerio de Agricultura,

ha sustentado la introducción de enemigos naturales, cuyo éxito ha significado grandes ahorros para la producción agrícola nacional.

Métodos de control biológico

Existen, básicamente, cuatro métodos de control biológico conocidos en el mundo: Control biológico inoculativo, inundativo, aumetativo y conservación. En Chile sólo se utilizan los dos primeros.

1) Control Biológico Inoculativo

Recibe, también, la denominación de Control Biológico Clásico o Introducción. En este caso, los insectos benéficos son recolectados en los lugares de origen de la plaga (como, por ejemplo los parasitoides de los pulgones del trigo que fueron colectados, inicialmente, en el Medio Oriente), e introducidos en las áreas donde la plaga se está desarrollando y liberados en cantidades limitadas. Con este método, se pretende que los enemigos naturales se establezcan por largos períodos, y mantengan a la plaga en niveles muy bajos, de manera que no afecten los cultivos. El control biológico inoculativo ha sido utilizado en el mundo, para controlar aquellas plagas introducidas en países o áreas y adonde no llegaron sus enemigos naturales. Asimismo, se ha utilizado en control de plagas nativas que presentan un nivel de control natural muy bajo o donde, por el sistema intensivo de producción, han sido eliminados los agentes benéficos. Uno de los ejemplos clásicos de éxito de este tipo de control biológico en Chile, ha sido el programa de control de los pulgones del trigo (Pulgón verde Pálido y Pulgón de las Espigas), insectos que afectaron fuertemente la producción de trigo en la década del 70, originando pérdidas cercanas al 40% de la producción de grano. Producto de ello, en 1976 se inició un programa de introducción de enemigos naturales (Foto 1) de estos pulgones, provenientes de sus áreas de origen. Se introdujeron 11 especies de parasitoides, los que se mantuvieron en cuarentena durante varias generaciones para asegurar la no introducción de hiperparásitos (parásitos de los parasitoides). Una vez sorteado este primer paso, se procedió a su multiplicación masiva y a su liberación a lo largo del área cerealera del país (IV a X regiones).

Los resultados fueron claros. De niveles de infestación de 200 pulgones por eje en 1974, se redujo a menos de 1 pulgón por eje en 1980, cifra que se mantiene hasta el día de hoy. Producto de lo anterior, es indispensable aclarar que quien aplica insecticidas para el control de pulgones en trigo está incrementando innecesariamente el costo de producción y afectando el medio ambiente.

En la actualidad existen establecidas cuatro especies de las once que se introdujeron. Estos parasitoides se han encargado de mantener bajo control otras especies de pulgones, como el pulgón ruso, el pulgón verde de la alfalfa, pulgón azul de la alfalfa, pulgón verde del duraznero, pulgones de malezas como zarzamora y sonchus.

2) Control Biológico Inundativo

En este caso, los enemigos naturales, por lo general, son colectados en las áreas de origen de la plaga; pero, habitualmente, también se utilizan agentes nativos que son incrementados de manera artificial y luego liberados, para obtener resultados inmediatos. Es decir, son usados como insecticidas biológicos. Un ejemplo ampliamente difundido en este tipo de control, lo constituye el empleo de *Trichogrammas* (diminutas avispas), multiplicados masivamente en laboratorios y liberados en parcialidades durante la ocurrencia de la plaga. Estos *Trichogrammas* (Foto 2) atacan principalmente huevos de lepidópteros (polillas) y han sido utilizados exitosamente en países como Rusia, China, Filipinas, Colombia, Alemania, entre otros. La gran ventaja de estos parasitoides es que el control lo realizan a nivel de huevos y, por lo tanto, la plaga no alcanza a realizar daño.

La experiencia en Chile del uso de estos enemigos naturales es nueva, y sólo se han realizado liberaciones experimentales para el control de la polilla del brote del pino, bruco de la arveja, gusano del choclo y polilla del tomate, con diferentes grados de éxito. En dependencias del INIA-Quilamapu, se cuenta con una colección viva de 22 especies de *Trichogramma*, entre las que destacan especies nativas con las cuales se trabaja para definir su especificidad. Conociendo el complejo accionar de los *Trichogrammas*, es posible utilizar este método de manera eficiente y segura, aportando, de este modo, con otra alternativa de control de plagas.

AVANCES DE CONTROL BIOLÓGICO CON TRICHOGRAMMA EN CHILE

Marcos Gerding P.
Ingeniero Agrónomo, M. S.
Investigador INIA Quilamapu
mgerding@quilamapu.inia.cl

La mantención del equilibrio de las poblaciones en la naturaleza está basada en que todos los organismos tienen, a lo menos, un agente regulador, lo cual evita que una especie predomine sobre las demás. En la agricultura, un insecto se transforma en plaga cuando no tiene enemigos naturales o los que tiene son ineficientes o han sido eliminados por los agroquímicos. A la utilización de los agentes reguladores en beneficio del hombre para el control de plagas se le denomina Control Biológico.

Los *Trichogramma* son parte de los agentes reguladores de poblaciones de insectos. Su acción la realizan parasitando huevos, en especial de mariposas y polillas. Los *Trichogramma* son pequeños insectos de 0,2 a 1,5 mm de tamaño, muy difíciles de ver a simple vista. Lo más práctico es reconocerlos a través de la coloración oscura que toman los huevos parasitados.

La historia de los *Trichogramma* se remonta al año 1883, cuando fue determinado el género *Trichogramma* y ubicado en el orden Hymenoptera, familia Trichogrammatidae. Hasta hoy se han identificado en el mundo, más de 145 especies de *Trichogramma*, que están parasitando huevos de más de 400 especies de insectos, destacándose las polillas y mariposas como huésped de los *Trichogramma*. En 1994, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Centro Regional Quilamapu de Chillán (INIA Quilamapu)- introdujo 16 especies de *Trichogramma* que se mantienen en la colección viva del INIA Quilamapu, todas las cuales son comparadas con el *Trichogramma* nativo *Trichogramma nerudai*, nominado así en honor al premio Nobel de literatura, Pablo Neruda. Los estudios de laboratorio realizados a algunas plagas de Chile, han demostrado que la especie nativa ha sido igual o mejor que las especies importadas, razón por la cual éstas no han sido liberadas.

La utilización de *Trichogramma* a gran escala como agente de control biológico, está ampliamente desarrollada en el mundo. Tanto es así que durante los últimos 20 años, más de 30 países han incursionado en la utilización de *Trichogramma* para el control de diferentes plagas en cultivos y explotaciones forestales.

En las siguientes líneas se pretende informar de los avances y tecnología que están siendo desarrolladas en el mundo para el uso de *Trichogramma* y las posibilidades que se tienen en Chile para adoptar esta estrategia de control como parte del manejo de plagas.

Experiencias con *Trichogramma* en Chile

En Chile se ha estado experimentando con *Trichogramma* en el control de la polilla del brote del pino, el gusano del choclo, polilla de la manzana, polilla del tomate, en la selección de la especie, dosis de liberación y método práctico para la liberación. En liberaciones se ha estado desarrollando métodos de aspersión con pulverizadores de espalda, con buenos resultados y cápsulas de celulosa que pueden ser distribuidas desde el aire. El desarrollo del Control Biológico en el INIA Quilamapu ha tenido un incremento substancial en los últimos 6 años, debido a la contratación de proyectos con el gobierno regional de la VIII Región y con otras fuentes gubernamentales de financiamiento y el apoyo de productores. Hoy día, se cuenta con 26 salas de crianza en una superficie techada de 300 m², destinada a la producción de *Trichogramma* y de hongos y nemátodos entomopatógenos. La colección de *Trichogramma* se ha incrementado a 23 especies, de las cuales seis han sido colectadas en el país y se espera pronto poder lograr su identificación. La tecnología del uso de *Trichogramma* como herramienta de control biológico, se ha desarrollado en numerosos países del orbe. En Colombia, por ejemplo, existen laboratorios privados de producción de *Trichogramma* para el control de la polilla del tomate y de la caña. En Francia se utiliza *Trichogramma* para el control del gusano barrenador del choclo y también contra el gusano del choclo; caso muy similar a Alemania donde también se emplea contra el gusano barrenador y contra la polilla de la manzana. En Rusia y Bulgaria contra el barrenador del choclo, polilla del tomate; en Filipinas contra el barrenador de la caña de azúcar; en China contra plagas de los bosques, maíz y otros cultivos.

Otros países que están trabajando con *Trichogramma* son Argentina, Australia, Bangladesh, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Canadá, Cuba, República Checa, Ecuador, Egipto, Gran Bretaña, Grecia, Honduras, India, Indonesia, Irán, Israel, Italia, Japón, Malasia, Holanda, Perú, Portugal, Rumania, España, Suiza, Taiwán, Turquía, Ucrania, Uruguay y Estados Unidos.

La introducción de *Trichogramma* a los distintos países es fruto del reconocimiento hecho por el sector gubernamental y por la opinión pública, de las ventajas tanto económicas como ambientales que reporta su utilización. Los antecedentes planteados redundan en una creciente aceptación de *Trichogramma* en distintos puntos del orbe, lo que se refleja en los más de 32 millones de hectáreas destinadas al control de plagas agrícolas y forestales en todo el mundo.

Cientificas

**DESCRIPTION OF THREE NEW SPECIES OF TRICHOGRAMMATIDAE
(HYMENOPTERA) FROM CHILE**

BERNARD PINTUREAU¹

INSA, UA INRA 203, Biologie 406, 20 avenue A. Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex,
France

MARCOS GERDING

INIA-QUILAMAPU, Casilla 426, Chillán, Chile.

and ERNESTO CISTERNAS

INIA-REMEHUE, Casilla 24-0, Osorno, Chile

Abstract

131: 53 - 63 (1999)

The Canadian Entomologist

South American Trichogrammatidae are poorly known. In this paper we describe a new species of Trichogramma and two new species of Uscana from Chile. The Trichogramma species belongs to the perkinsi group and parasitizes the eggs of Rhyacionia buoliana (Lepidoptera: Tortricidae). One Uscana species belongs to the senex group (new name proposed for the B group) and parasitizes eggs of Pseudopachymerina spinipes (Coleoptera: Bruchidae), and the other Uscana species belongs to the fumipennis group (new name proposed for the C group) and parasitizes eggs of Bruchus pisorum (Coleoptera: Bruchidae). These new species might be useful in biological control, especially against R. buoliana and B. pisorum, important pests of pines and peas, respectively, in Chile.

Pinturcau, B., M. Gerding et E. Cisternas. 1999. Description de trois nouvelles espèces de Trichogrammatidae (Hymenoptera) du Chile. *The Canadian Entomologist* 131 : 53-63.

**CONTROL BIOLÓGICO DE RHYACIONIA BUOLIANA Den et Schiff
(LEPIDOPTERA:TORTRICIDAE) CON TRICHOGRAMMA SPP.⁴**

**BIOLOGICAL CONTROL OF RHYACIONIA BUOLIANA Den et Schiff
(LEPIDOPTERA:TORTRICIDAE) WITH TRICHOGRAMMA SPP.**

Claudia Cerda R.² y Marcos Gerding P.³

RESUMEN

Se probó el parasitismo de tres especies de *Trichogramma* (*T. dendrolimi* con los strains D-4, D-12, D-9, *T. telengai* con los strains 180, 177, 183, 189 y *T. nerudai*) sobre huevos de *Rhyacionia buoliana* y *Sitotroga cerealella*, evaluando el porcentaje de parasitación a los 30 minutos y 5 días de exposición. *Trichogramma nerudai* obtuvo el mayor porcentaje de preferencia para oviponer sobre huevos de *R. buoliana*, así como la eficacia parasitaria, la que alcanzó un 88.6% después de 5 días de exposición.

ABSTRACT

The parasitic ability of three species of *Trichogramma* (*T. dendrolimi*, *T. telengai* and a native *Trichogramma nerudai*.) on eggs of *Rhyacionia buoliana* and *Sitotroga cerealella*, was determined. The evaluation was performed at the 30 first minutes and 5 days after oviposition. The native *Trichogramma* sp. had greater preference for eggs of *R. buoliana* than *S. cerealella*. The parasitic ability of the native *Thichogramma nerudai* was higher than *T. dendrolimi* and *T. telengai* on *R. buoliana* and *S. cerealella* eggs.

Palabras índices adicionales: Polilla del brote del pino.

INTRODUCCIÓN

Rhyacionia buoliana Den et Schiff (Lepidoptera: Tortricidae), polilla del brote del pino, es en la actualidad, el principal agente causal de daño a las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Lanfranco y otros, 1991) en Chile. Desde su detección en Ensenada en 1985 (Cerde, 1985), la plaga se ha dispersado hasta la séptima región sobre la superficie plantada con *P. radiata* (Cisternas y Villagra, 1991), provocando pérdidas de hasta un 41,8% del volumen aprovechable por ha en rodales (Alvarez y otros, 1991).

Recepción de originales:

¹ Proyecto Fontec

² Ingeniero Forestal Universidad de Concepción, Concepción

³ Ingeniero Agrónomo, CRI Quilamapu (INIA) casilla 426, Chillán

Cisternas (1996) señala que para el combate de la polilla del brote es necesario integrar varias medidas de control como control químico, silvocultural, mecánico, resistencia genética y control biológico, sus antecedentes de parasitismo por *O. obscurator* indican niveles de sobre un 80 % de control en la X y VIII regiones. Según Espinoza y otros (1991), el control biológico ha demostrado ser la medida más eficiente, representado por *Orgilus obscurator* (Hymenoptera: Braconidae), que ha alcanzado un parasitismo cercano al 64% en predios de la X Región. La dispersión natural de éste parasitoide hasta la fecha no ha sido significativa, quizás como consecuencia de la abundancia de la plaga en los sitios en que ha sido liberado o implantado (Robredo, 1992). Durante la temporada 1994 se detectó, por primera vez, huevos de *R. buoliana* parasitados por *Trichogramma nerudai* (Pintureau y col., 1999), especie nueva para la ciencia.

Considerando que el Control Biológico exclusivo con *O. obscurator* ha tenido un desarrollo lento, por la alta proporción hospedero-parasitoide, se planteó en este estudio conocer el comportamiento de *Trichogramma dendrolimi*, *T. telengai* y *T. nerudai* para ser utilizado como otro agente de control que reduzca la proporción de larvas disponibles para *O. obscurator* en el control biológico de la polilla del brote del pino.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en los laboratorios de Entomología del CRI, Quilamapu, INIA, Chillán, entre septiembre de 1993 y diciembre de 1994. La producción masiva de *Trichogramma spp.* se efectuó sobre huevos de *Sitotroga cerealella* Oliver (Lepidoptera: Gelechiidae), bajo condiciones ambientales controladas (temperatura 24-26 °C, humedad relativa 60-70% y fotoperíodo 16:8 día :noche).

Se trabajó con 3 especies de *Trichogramma*: *T. dendrolimi* con los strains D-4, D-12, D-9, *T. telengai* con los strains 180, 177, 183, 189 y *T. nerudai*. Las especies *T. telengai* y *T. dendrolimi* y sus correspondientes strains fueron introducidas a Chile desde Bulgaria. La especie nativa *T. nerudai* fue colectada en la zona de Angol sobre huevos de *R. buoliana*. Los *Trichogrammas* introducidos fueron mantenidos en cuarentena, en el CNE La Cruz-INIA por 4 meses.

Crianza de *Rhyacionia buoliana*.

El hospedero natural para esta unidad experimental se obtuvo de colectas de larvas en la zona de Laja y Cabrero, y material enviado en estado de pupas desde CRI Remehue-INIA, Osorno.

Las larvas colectadas en terreno se extrajeron cuidadosamente de los brotes de pino y se lavaron tópicamente con una solución de hipoclorito de Sodio comercial al 1%. Posteriormente fueron puestas en cajas de crianza con dieta artificial y dejadas en sala de crianza a temperatura 24-26 °C, humedad relativa 65-70% y fotoperíodo 16:8 hasta el estado de pupa. Una vez formadas las pupas, se extrajeron de las cajas y se procedió a

separar las pupas hembras y machos (Cisternas y Villagra, 1991). Las pupas fueron puestas en sala de crianza a temperatura 18-20 °C. humedad relativa 80-90% y fotoperíodo 16:8.

Las pupas se revisaron diariamente, colectando los adultos emergidos. Estos fueron puestos en cápsulas plásticas en proporción de 2 hembras y 4 machos. Posteriormente, las cápsulas fueron selladas con cinta adhesiva negra y dejadas en sala de crianza con un fotoperíodo de tres ciclos por día: 5.0 horas luz, 2.5 horas oscuridad y 0.5 horas de crepúsculo, humedad relativa 60-70% y temperatura 18-20 °C. Cada día las polillas fueron cambiadas a nuevas cápsulas, permitiendo así la utilización de los huevos adheridos al plástico.

Estudio de preferencia.

Se utilizaron cápsulas Petri con 30 huevos de *R. buoliana*, y 30 huevos de *S. cerealella*, distribuidos al azar. En cada cápsula se depositó una hembra fertilizada de *Trichogramma* sellándose con plástico transparente. Se observó el número de contactos de la hembra con cada huésped durante los primeros 30 minutos bajo microscopio. Al cabo de 5 días se observó y se registró la totalidad de los huevos parasitados, los cuales presentaban un aspecto de color oscuro o negro.

El diseño utilizado fue completamente al azar con 5 repeticiones en arreglo factorial de 8 x 2 (8 strains x 2 huevos alternativos de *R. buoliana* y *S. cerealella*)

Capacidad parasítica.

En una cápsula petri con 30 huevos de *R. buoliana* se depositó una hembra fertilizada de *Trichogramma* y luego se selló con plástico transparente. Se observó por 30 minutos bajo microscopio registrando cantidad de contactos. A los 5 días se registró la totalidad de huevos parasitados. Esta metodología se utilizó para cada especie de *Trichogramma* y sus strain, parasitando huevos de *R. buoliana* de 24, 48 y 72 horas de edad. El diseño utilizado fue completo al azar con 5 repeticiones en arreglo factorial 8 x 3 (8 strains x 3 edades de los huevos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preferencia de *Trichogramma dendrolimi*, *T. telengai* y *T. nerudai* sobre huevos de *R. buoliana* y *S. cerealella*.

La preferencia evaluada, a los 30 minutos, como número de contactos del *Trichogramma* en huevos del hospedero se observa en el Cuadros 1. Con excepción de *T. telengai* strain 183, se observa que no hubo preferencia en contactos de las especies de *Trichogramma* y los huevos de *R. buoliana* y *S. cerealella*. Sin embargo, en la parasitación final

determinada a los 5 días (Cuadro 2), se observó que los parasitoides *T. dendrolimi* strain D9, *T. telengai* strains 177 y 189 y *T. nerudai*, prefirieron los huevos de *R. buoliana*.

En lo que se refiere a la capacidad de parasitación de las especies y strains, determinada a los 5 días de observación, se presentaron diferencias significativas en el número de huevos parasitados, dependiendo del *Trichogramma* utilizado (Cuadro 2; Figura 1). En este sentido resulta interesante el caso de *Trichogramma nerudai* el que alcanzó niveles de parasitación efectiva, prefiriendo *R. buoliana*, comparable a los de *T. dendrolimi* y *T. telengai* siendo posible asumir que la especie nativa podrá utilizarse como controlador de la plaga sin necesidad de introducir especies foráneas.

Parasitación obligada de *Trichogramma dendrolimi*, *T. telengai* y *T. nerudai* en huevos de *R. buoliana* de diferentes edades.

Las diferentes especies de *Trichogramma* expuestas sobre huevos de *R. buoliana* tuvieron un comportamiento diferente al observar el número de contactos a los 30 minutos y la parasitación efectiva final (5 días) (Cuadro 3). A los 30 minutos no hubo una definición clara de encuentro parasitoide/huevo comparada con la parasitación final, en la cual *T. nerudai* resultó con la mejor tasa de parasitación (88,6%). Se observó que el mayor porcentaje de parasitación ocurrió sobre huevos de un día, lo que coincide con lo reportado por Amaya (1986) y Jimenes (1986) quienes señalan que las hembras de *Trichogramma* colocan el 50% de los huevos en las primeras 24 hrs.

A los 30 minutos de parasitación obligada, *T. dendrolimi* strain D-4 contactó el mayor número de huevos (de 1, 2 y 3 días) (Figura 2), con un promedio de encuentros de 20.33% demostrando una mayor rapidez de búsqueda del huésped (Cuadro 3). Sin embargo, a los 5 días, la parasitación efectiva de *T. nerudai* tuvo un promedio de 26.6 huevos lo que correspondió a un 88.6% de parasitismo (Cuadro 3), que resultó estadísticamente superior al parasitismo logrado por las otras especies (Figura 3). Por otra parte, el desarrollo embrionario de los huevos de *R. buoliana* (1, 2 y 3 días) no afectó el parasitismo total. En *T. dendrolimi* y *T. telengai* (excepto en strain 177) se observó una menor parasitación en huevos de mayor edad (Figura 3). Estos resultados coinciden con lo señalado por Jiménez (1986) y García & Jiménez (1992) para otros huéspedes de *Trichogramma* como *Ephestia kuehniella* y *Sitotroga cerealella* sobre los cuales, el parasitismo decrece a medida que es mayor la edad del huevo.

CONCLUSIONES

La especie nativa *Trichogramma nerudai* tuvo la mayor tasa de ovipostura sobre huevos de *R. buoliana*. La preferencia de esta especie por huevos de la plaga fue igual o superior a las especies foráneas. La edad del huevo de *R. buoliana* no afectó la tasa de parasitación de *T. nerudai*.

LITERATURA CITADA

- Amaya, M. 1986. Factores de Calidad de *Trichogramma* spp. Criado Masivamente y en Liberaciones en Algodonero en Colombia, ICA. pp. 14-18.
- Alvarez, F.; O. Ramirez ; P. Parra y O. Fuentes, 1991. Evaluación de las Pérdidas de Volumen Aprovechable debido al Daño Causado por la Polilla del Brote (*Rhyacionia buoliana* Den et Schiff) en Plantaciones de Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don) Ministerio de Agricultura CONAF, Stgo, Chile. Serie técnica, 18 p.
- Cerda, L. A. 1985. Detección de la Polilla del Brote en Chile: *Rhyacionia buoliana*. Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, Tomo 56 : 161-162.
- Cisternas, E. y M. Villagra, 1991. Polilla del Brote del Pino: Caracterización Morfológica, Ciclo, Distribución, Daños y Control Biológico. Bol. tec. N°180 INIA. Remehue. 19 p.
- Cisternas, E. 1996. Control Biológico : La Experiencia de *Orgilus* en Chile. En : Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Plantaciones Forestales. VII Silvotecnía. Expocorma 96. Concepción. Tema 4. 13p.
- Espinoza, H.; C. M. Beeche y M. L. Cerda, 1991. Detección y Control de la Polilla del Brote del Pino en Chile 1990-1991. Ministerio de Agricultura. SAG. 32p.
- García, F. y J. Jiménez, 1992. Producción y Manejo de *Trichogramma* spp. En Colombia. Colombia, ICA INFORMA. 1(26): 3-8.
- Jiménez, J. 1986. Proceso de Cría de *Sitotroga Cerealella* (Oliver). Colombia, ICA. : 8-13.
- Lanfranco, D.; S. Aguilar y R. Vallejos, 1991. Siete Años de Interacción *Rhyacionia buoliana*- *Pinus radiata*: Aportes y Avances. Informe de Convenio N° 188. Serie Técnica. Fac. Cs. Forestales, U. Austral de Chile. Valdivia, Chile. 47p.
- Pintureau, B., M. Gerding y E. Cisternas, 1999. Description of three new species of Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Chile. The Canadian Entomologist 131: 53-63.
- Robredo, F. 1992. Evaluación Técnica Nacional de Detección y Control de la Polilla del Brote del Pino- SAG. 28 p.

CUADRO 1. Preferencia de contactos de *Trichogramma* sobre huevos de *R. buoliana* y *Sitotroga cerealella* en los primeros 30 minutos de observación.

Especie	Strain	Hospederos	
		<i>R. buoliana</i>	<i>S. cerearella</i>
		% contactos	
<i>T. dendrolimi</i>	D-4	12,7 A	19,3 A
	D-12	6,0 C	5,3 C
	D-9	9,3 Bc	10,0 C
	180	8,7 Bc	0,7 Bc
<i>T. telengai</i>	177	12,0 Ab	9,3 Bc
	183	16,0 A	5,3 Cd
	189	8,7 Bc	5,3 C
<i>T. nerudai</i>	T.r.	11,3 Ab	8,7 Bc

Cifras con la misma letra no presentan diferencias significativas (Duncan $P < 0.05$).

Especie	Strain	Hospederos	
		<i>R. buoliana</i>	<i>S. cerearella</i>
		% huevos parasitados	
<i>T. dendrolimi</i>	D-4	30,0 b	42,0 ab
	D-12	10,0 c	9,3 c
	D-9	52,0 a	22,7 bc
	180	14,0 c	6,0 c
<i>T. telengai</i>	177	57,3 a	22,7 bc
	183	40,7 b	13,3 c
	189	44,7 ab	16,0 c
<i>T. nerudai</i>		62,0 a	19,3 c

En las columnas cifras con la misma letra no presentan diferencias significativas (Duncan $P < 0.05$).

CUADRO 3. Parasitación obligada de *Trichogramma* sobre huevos de *R. buoliana*.

Especie	Strain	<i>Rhyacionia buoliana</i>	
		Contactos (%)	Parasitación (%)
		Inicial(30 minutos)	Final (5 días)
<i>T. dendrolimi</i>	D-4	20,3 a	65,1 b
	D-12	8,3 c	43,1 cd
	D-9	10,3 bc	56,0 bc
	180	10,0 bc	29,6 de
<i>T. telengai</i>	177	5,1 d	28,3 e
	183	10,0 bc	27,3 e
	189	6,3 cd	46,3 c
<i>T. nerudai</i>		14,0 b	88,6 a

En las columnas, cifras con la misma letra no presentan diferencias significativas (Duncan $P < 0.05$).

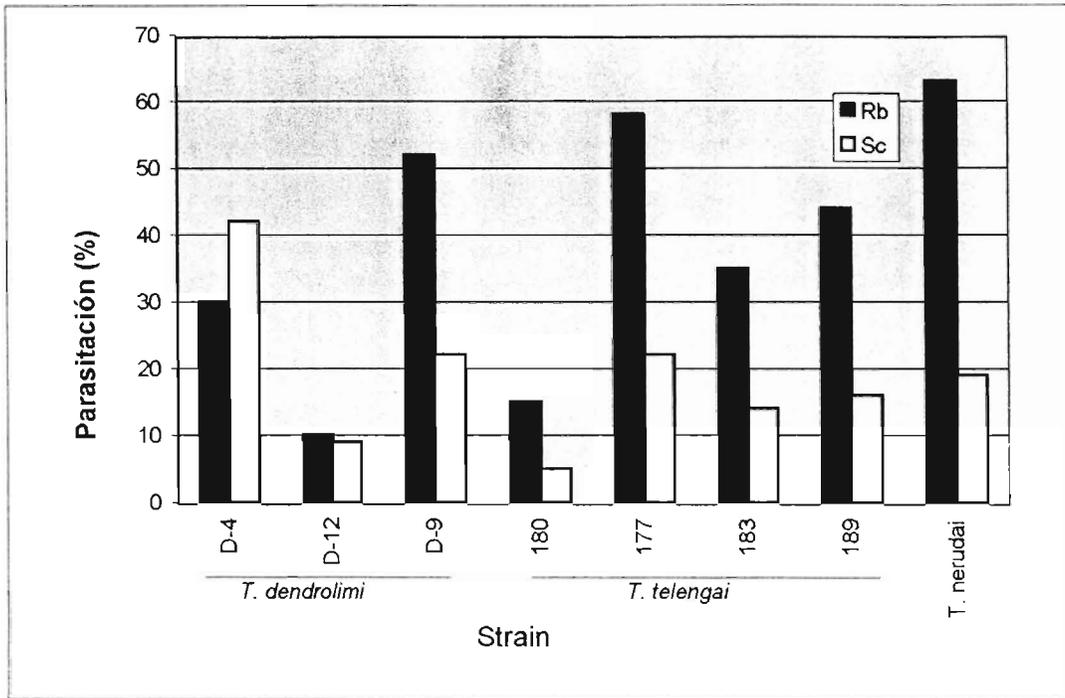


FIGURA 1. Porcentaje de parasitación de *Trichogramma* sobre huevos de *S. cerealella* (Sc) y *R. buoliana*(Rb).

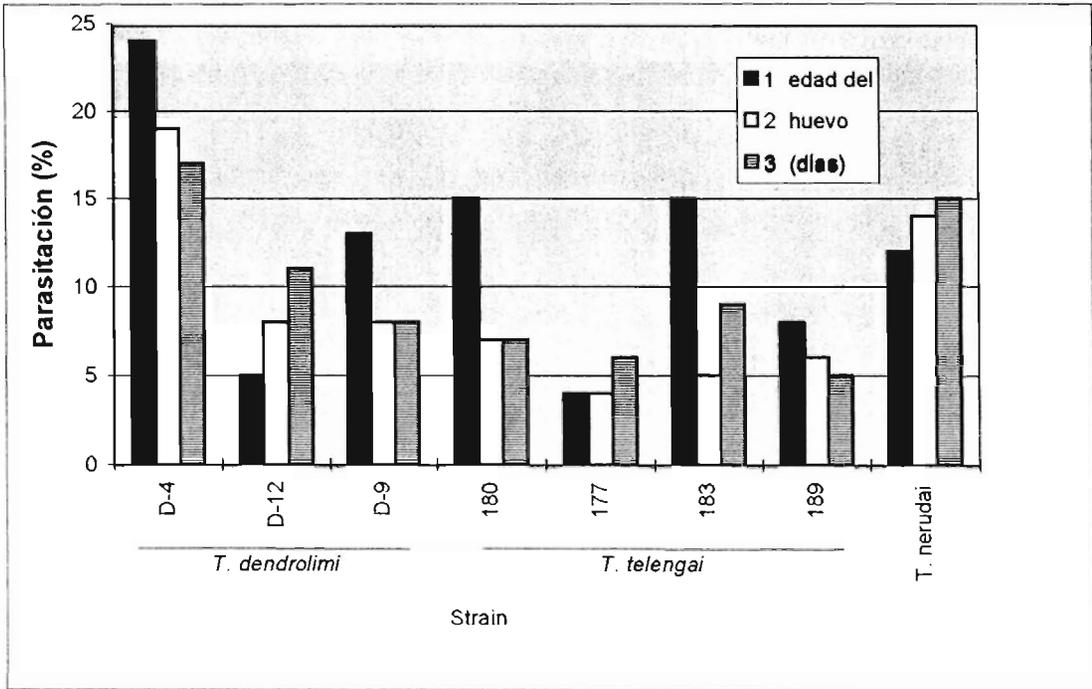


FIGURA 2. Porcentaje de contactos de *Trichogramma* en huevos de *R. buoliana* de 1, 2 y 3 días de edad durante los primeros 30 minutos.

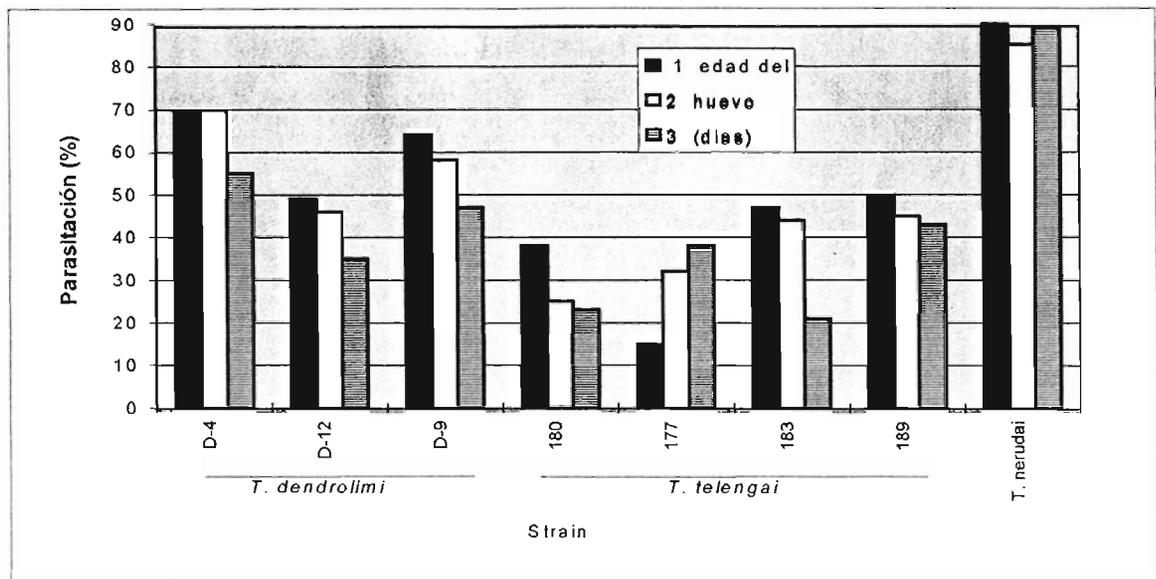


FIGURA 3. Porcentaje de parasitación de tres especies de *Trichogramma* en huevos de *R. buoliana* de 1, 2, y 3 días de edad.

TORRES CRISTIAN y MARCOS GERDING. 2000. Evaluación de cinco especies de *Trichogramma* como posibles agentes de control biológico de *Cydia pomonella* (L.) Lepidoptera: Tortricidae. . Agricultura Técnica (Chile) 60: 282-288

**EVALUACIÓN DE CINCO ESPECIES DE *Trichogramma* COMO POSIBLES
AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO DE *Cydia pomonella* (L.)
(LEPIDOPTERA:TORTRICIDAE)⁵**

**EVALUATION OF FIVE SPECIES *Trichogramma* AS BIOLOGICAL CONTROL
AGENTS FOR *Cydia pomonella* (L.) (LEPIDOPTERA:TORTRICIDAE)**

Cristián Torres P⁶. y Marcos Gerding P⁷.

ABSTRACT

Research was carried out to evaluate the potential effectiveness of different species of *Trichogramma* as biological control agents for *Cydia pomonella* (L.). Five species of *Trichogramma* were evaluated: *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi* (strain D9), *T. platneri* and the native species *Trichogramma* sp. "Cato" and *T. nerudai*. It was evaluated a) preference test by eggs of *C. pomonella* and *Anagasta kuehniella* and b) obligated parasitism on eggs of *C. pomonella*. Data was recorded after the fifth exposition day of *Trichogramma* to their host. *T. nerudai* and *T. cacoeciae* parasitized more eggs of *C. pomonella*, 65,34% and 52,66%, respectively than the other species. *T. cacoeciae* and *Trichogramma* sp. "Cato" showed preference by *C. pomonella* eggs as compared to the other *Trichogramma*. *T. nerudai* did not show preference by any host. *T. dendrolimi* and *T. platneri* showed preference by *A. kuehniella* eggs.

Key words : Codling moth, biological control, apple.

⁵ Recepción de originales : x de Abril de 1999.

⁶ Villa Betania #511, Chillán, Chile.

⁷ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu. Casilla 426. Chillán, Chile. e-mail: mgerding@quilamapu.inia.cl

INTRODUCCIÓN

Cydia pomonella Linnaeus (Lepidoptera: Tortricidae) conocida comúnmente como “polilla de la manzana”, es en la actualidad la principal plaga que afecta a manzanos (*Malus domestica* x *pumila*) en Chile, también ataca perales (*Pirus communis*), membrillos (*Cidonia oblonga*), nogales (*Juglans regians*) y ocasionalmente algunos frutales de carozos (González, 1980; Aguilera, 1992; Artigas, 1994). Generalmente se le controla con insecticidas químicos, además, se está investigando en Chile y otros países el uso de enemigos naturales como parte del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El uso de parasitoides de huevos del género *Trichogramma* Westwood es una herramienta que puede ser utilizada para el control de la plaga (Hassan y otros, 1988; Hassan, 1989; Knight y otros, 1997).

El insecto adulto de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) mide de 0,2 a 1,5 mm de largo (Pinto y Stouthamer, 1994), presentan un marcado dimorfismo sexual en las antenas. Se puede producir masivamente en condiciones de laboratorio, para ser liberados en forma inundativa en el campo, es decir con un gran número de individuos y con una periodicidad muy corta entre cada liberación (no más de 8 a 10 días) (Parra, 1997; Amaya, 1998). Cada hembra de *Trichogramma* ovipone durante su vida entre 20 a 30 huevos en promedio, esto es, cuando no se les alimenta (Amaya, 1998), bajo alimentación llegan a oviponer un promedio de 70 a 120 huevos, son colocados de uno o más por huésped, dependiendo del tamaño del hospedero (Parra, 1997).

Diferencias en la fecundidad pueden estar relacionadas con la especie de *Trichogramma*, la temperatura a la cual se desarrollan y depositan los huevos, la humedad relativa del aire, la presencia de los alimentos y huevos del hospedero (Vinson, 1997; Amaya, 1998).

El objetivo de esta investigación fue determinar en laboratorio la eficiencia de 5 especies de *Trichogramma* como potencial agente para el biocontrol de *C. pomonella*.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Crianza de *Cydia pomonella*.

Se colectaron larvas de *Cydia pomonella* mediante el uso de trampas de cartón corrugado, colocados en troncos de árboles de manzano, en huertos semi abandonados. El material larvario procedente de la colecta en terreno, se extrajo cuidadosamente de las trampas, se lavó tópicamente con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. Luego las larvas se colocaron en rollos de cartón corrugado para que puparan. Las pupas se retiraron, fueron separadas por sexo y puestas en frascos de plástico para facilitar la emergencia de los adultos. Se colocaron 25 parejas por tubo de ovipostura, revestido internamente en papel encerado, tapado en un extremo con tul, y en el otro extremo con algodón y papel absorbente. Se dejaron en sala de crianza a temperatura $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, humedad relativa $60\% \pm 5\%$ y fotoperíodo 16:8 (Luz:Oscuridad).

El papel encerado se retiró diariamente y los huevos adheridos a él se utilizaron en las evaluaciones con *Trichogramma*.

Las larvas neonatas se colocaron en frascos de plástico y fueron alimentadas con dieta artificial (Singh, 1977); completado su desarrollo, pupaban en el mismo frasco, eran retiradas, separadas por sexo y colocadas en frascos de mayor dimensión para facilitar la emergencia de los adultos.

Crianza de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera:Pyralidae).

Para producir parasitoides en laboratorio a escala masiva, se utilizó el hospedero alternativo *A. kuehniella*, el cual ovipone una gran cantidad de huevos (100 a 300 huevos por hembra; Parra, 1997), los huevos se pueden remover con un pincel, lo que facilita la recolección y producción masiva en laboratorio.

La producción masiva de polillas se realizó en los laboratorios de entomología del INIA, en el Centro Regional de Investigaciones Quilamapu ubicado en la ciudad de Chillán. En una cámara de crianza con condiciones ambientales controladas, temperatura: 24-26°C, humedad relativa de 60 a 70% y fotoperíodo 16:8 (Luz:Oscuridad). El 25% de los huevos obtenidos en la ovipostura fueron usados para repetir el ciclo y la cantidad restante fue empleada como huésped alternativo en evaluaciones y crianza de *Trichogramma*.

Elección de *Trichogramma* spp. a ser evaluados.

Se trabajó con 5 especies de *Trichogramma* que corresponden a 3 especies introducidas: *T. cacoeciae* Marchal, utilizado en Bulgaria (Karadjov, 1993), Alemania (Hassan, 1992; 1994) e Iran (Shojai, 1993), *T. dendrolimi* Matsumura, usado en Alemania (Hassan, 1992; 1994) y *T. platneri* Nagarkatti, usado en EE.UU. (Mills, 1993) con antecedentes en el control de *C. pomonella*, y 2 especies nativas: *Trichogramma* sp. "Cato", colectado en un huerto de manzanos en la provincia de Ñuble (VIII Región) parasitando huevos de *C. pomonella*, y *T. nerudai* Pintureau & Gerding (Pintureau *et al.*, 1999), especie nativa que fue colectada en la zona de Angol (IX Región) sobre huevos de *Rhyacionia buoliana* Denis & Schiffermüller.

Estudio de preferencia

Se utilizó un mínimo de 50 huevos de *C. pomonella* junto con 50 huevos de *A. kuehniella*, ambos de hasta 24 h de edad. En cada tratamiento se depositó una hembra copulada de *Trichogramma* (*Trichogramma* sp. "Cato" se depositó una hembra sin cópula, ya que posee reproducción telotóquica), sellando el tubo con género obscuro semipermeable y depositados en cámara de crianza bajo condiciones de: temperatura 24-26°C, humedad relativa de 60 a 70% y fotoperíodo 16:8 (Luz:Oscuridad). Al cabo de 5 días se contabilizaron los huevos parasitados bajo lupa estereoscópica, registrando el número de huevos parasitados para cada hospedero, los que se distinguen porque presentan un color oscuro que difiere de los no parasitados.

El diseño utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial de 5x2 (5 especies de *Trichogramma* x 2 huéspedes alternativos (*C. pomonella* y *A. kuehniella*)), con 6 repeticiones.

Capacidad parasítica sobre *C. pomonella*.

En tubos de ensayos con 50 huevos de *C. pomonella* de 24 h de edad, se depositó una hembra copulada de cada especie de *Trichogramma*, se selló cada tubo con género semipermeable y se colocaron en cámara de crianza a temperatura de 24-26°C, humedad relativa de 60 a 70% y fotoperiodo 16:8 (Luz :Oscuridad). Al cabo de 5 días se contabilizó bajo lupa estereoscópica registrando la cantidad de huevos parasitados.

El diseño experimental utilizado fue Completo al Azar con 5 tratamientos, que corresponden a cada una de las especies de *Trichogramma* y 6 repeticiones.

Análisis Estadístico.

De acuerdo con el diseño estadístico, los datos de los ensayos se sometieron a análisis de varianza (ANDEVA) y las diferencias entre medias fueron sometidas a pruebas de comparación de rango múltiple de Duncan, utilizando el programa computacional IRRISTAT. (Gómez y Gómez, 1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preferencia de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi*, *T. platneri*, *Trichogramma sp.* “Cato” y *T. nerudai* por huevos de *C. pomonella* y *A. kuehniella*.

Los resultados de la prueba de preferencia indican que hubo diferencias significativas ($P \leq 0,01$) entre los parasitoides (Cuadro 1). Los parasitoides *T. cacoeciae* y *Trichogramma sp.* “Cato” tuvieron una significativa preferencia por huevos de *C. pomonella*, en tanto que *T. nerudai* no tuvo preferencia significativa entre ambos hospederos. Por otra parte, *T. dendrolimi* y *T. platneri* presentaron una mayor preferencia por huevos de *A. kuehniella*.

La elevada preferencia de la especie nativa *Trichogramma sp.* “Cato” por *C. pomonella*, puede deberse al reducido número de generaciones que se ha mantenido sobre el hospedero alternativo, sin embargo en las especies introducidas antes de ser evaluadas ya se habían obtenido varias generaciones sobre huevos de *A. kuehniella*, lo que concuerda con lo señalado por Hassan (1994) el cual hace referencia a la importancia del número de generaciones obtenidas sobre un huésped determinado y su posterior preferencia.

T. cacoeciae a pesar de ser criado en huevos de *A. kuehniella*, no presentó preferencia por éste, lo cual no concuerda con lo señalado por Hassan (1994) y Amaya (1998), lo que indica que al mantener los parasitoides por más de un año sobre el mismo hospedero, adquiere una preferencia por estos huevos.

Capacidad parasítica de *T. cacoeciae*, *T. dendrolimi* (strain D9), *T. platneri*, *Trichogramma sp.* “Cato” y *T. nerudai* en huevos de *Cydia pomonella*.

En la Figura 1 se observa la parasitación de cada especie de *Trichogramma* sobre huevos de *C. pomonella* después de 5 días de exposición, en condiciones de laboratorio. El análisis demostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) de parasitación entre las especies utilizadas. La cantidad de huevos parasitados para el caso de *T. nerudai* (32,67) y *T. cacoeciae* (26,33) coinciden con lo señalado por Amaya (1998), quien indica que la hembra de *Trichogramma* generalmente oviposita de 20 a 30 huevos durante su vida.

A los 5 días de observación, *T. nerudai* (nativo) parasitó 65,34% de huevos, siendo superior en parasitismo a *T. dendrolimi*, *T. platneri* y *Trichogramma sp.* "Cato". *T. cacoeciae* con 52,66% de huevos parasitados no fue diferente significativamente a *T. nerudai*. La parasitación de *T. cacoeciae* concuerda con los datos publicados por Hassan *et al.* (1988) y Li (1994) que lo indican como un efectivo controlador de *C. pomonella*. Además, el parasitismo alcanzado por *T. cacoeciae* no fue significativamente diferente al logrado por *T. dendrolimi* (con 24,17 huevos parasitados (48,34%))(Figura 1).

Trichogramma sp. "Cato" fue la especie que realizó la más baja parasitación en laboratorio (promedio 6.5 huevos/hembra (13%)), lo que puede deberse al cambio de las condiciones ambientales, ya que este *Trichogramma* fue encontrado en terreno a fines del verano de 1998, y evaluado bajo condiciones diferentes a las de su hábitat natural. Esto podría concordar con lo reportado por Vinson (1997) y Amaya (1998), quienes señalan que un parasitoide inicialmente busca cierto ambiente, independiente de la presencia de su hospedero.

CONCLUSIONES

1. *Trichogramma cacoeciae* y *Trichogramma sp.* "Cato" presentaron una marcada preferencia por huevos de *C. pomonella*.
2. *Trichogramma nerudai* y *T. cacoeciae* presentaron la mayor fecundidad, ya sea en huevos de *C. pomonella* o *A. kuehniella*. *T. dendrolimi* y *T. platneri* parasitaron mayor número sobre huevos de *A. kuehniella* que en huevos de *C. pomonella*.
3. *T. cacoeciae* y *Trichogramma sp.* "Cato" presentaron buenas condiciones para ser usados como agentes de control biológico de *C. pomonella*.

RESUMEN

Se evaluó la potencial eficiencia de parasitación de diferentes especies de *Trichogramma* como posible agente de control biológico para *Cydia pomonella* (L.). Cinco especies de *Trichogramma* fueron evaluadas: *T. cacoeciae*; *T. dendrolimi* (strain D-9), *T. platneri* y las especies nativas *Trichogramma sp.* "Cato" y *T. nerudai*. Se evaluó a) prueba de preferencia por huavos de *Cydia pomonella* y *Anagasta kuehniella* y b) parasitismo obligado en huevos de *C. pomonella*. Los datos fueron registrados después de 5 días de expuesto el *Trichogramma* al hospedero. *T. nerudai* y *T. cacoeciae* parasitaron una mayor cantidad de huevos de *C. pomonella*. con 65,34% y 52.66% de huevos por hembra, respectivamente. *T. cacoeciae* y *Trichogramma sp.* "Cato" mostraron una significativa preferencia por huevos de *C. pomonella*. *T. nerudai* no mostró preferencia por algún hospedero. *T. dendrolimi* y *T. platneri* mostraron preferencia por huevos de *A. kuehniella*.

Palabras clave : Polilla de la manzana, control biológico, manzana.

LITERATURA CITADA

- AGUILERA, A. 1992.** Plagas del Manzano en la IX Región de la Araucanía. Primer Seminario Manejo Agronómico del Manzano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca. Temuco, Chile. p. 69-99.
- AMAYA, M. 1998.** *Trichogramma* spp. Producción, Uso y Manejo en Colombia. Impresos Técnicos Litográficos. Guadalajara de Buga, Colombia. 176 p.
- ARTIGAS, J. 1994.** Entomología Económica. Insectos de Interés Agrícola, Forestal, Médico y Veterinario Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Vol. 2. p. 761-766.
- GOMEZ, K. and A. GOMEZ. 1984.** Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd ed. Awiley-Interscience. New York, USA. 680 p.
- GONZALEZ, R.H. 1980.** La Polilla de la Manzana y de la Pera. Revista Frutícola (Chile) 1 (3) : 15-20.
- HASSAN, S.A.; KOHLER, E. and ROST, W.M. 1988.** Mass Production and Utilization of Trichogramma: 10. Control of the Codling Moth *Cydia pomonella* and the Summer Fruit Tortrix Moth *Adoxophyes Orana* (Lep.: Tortricidae). Entomophaga 33 (4): 413-420.
- HASSAN, S.A. 1989.** Selection of the Suitable Trichogramma Strains to Control the Codling Moth *Cydia pomonella* and the Two Summer Fruit Tortrix Moths *Adoxophyes Orana* and *Pandemis Heparana* (Lep.: Tortricidae)". Entomophaga. 34 (1): 19-27.
- HASSAN, S.A. 1992.** Trichogramma News. Federal Biological Research Center for Agricultura and Forestry, Braunschweig. Alemania. Vol. 6: 46.
- HASSAN, S.A. 1994.** Strategies to Select Trichogramma Species for Use in Biological. In: Wajnberg E. and Hassan, S.A. (Eds.). Biological Control with Eggs Parasitoids. Center for Agriculture and Biosciences International. Wallingford, Great Britain. p. 55-71.
- KARADJOV, A. 1993.** Trichogramma News. Federal Biological Research Center for Agricultura and Forestry, Braunschweig. Vol. 7: 50.

- KNIGHT, A.; S. BIOEM; G. JUDD; J. COSSENTINE; K.A. BLOEM and C. CALKINS. 1997.** Development of Multiples Tactics for Areawide Management of Codling Moth. Entomology Society American. Annual Meeting. Disponible en: <http://www.sheridan.com/entsoc/abs/IFC2/E3200.html>. Conectado en Diciembre de 1997.
- LI, YING LI. 1994.** Worldwide Use of Trichogramma for Biological Control on Different Crops: A survey. *In: Wajnberg, E. and Hassan, S.A. (Eds.). Biological Control with Eggs Parasitoids. Center for Agriculture and Biosciences International. Wallingford, Great Britain. p. 37-54.*
- MILLS, N. J. 1993.** The potential of *Trichogramma platneri* in the integrated management of codling moth in California. *Trichogramma News Vol. 7: 50 (Abstract).*
- PARRA, J. R. P. 1997.** Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. *In: Parra, J. R. P. y Zucchi, R. A. (Eds.). Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado. Fundação de Estudios Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). Sao Paulo, Brasil. p. 121-150.*
- PINTO, J.D. and STOUTHAMER, R. 1994.** Systematics of the Trichogrammatidae with Emphasis on *Trichogramma*. *In: Wajnberg, E. and Hassan, S. A. (Eds.). Biological Control with Eggs Parasitoids. Center for Agriculture and Biosciencia International. Wallingford, Great Britain. p. 1-36.*
- PINTUREAU, B.; GERDING, M. and CISTERNAS, E. 1999.** Description of three new species of Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Chile. *The Canadian Entomologist. Vol. 131 (1). 53.*
- SHOJAI, M. 1993.** *Trichogramma News. Federal Biological Research Center for Agricultura and Forestry, Braunschweig. Vol. 7 : 50.*
- SINGH, P. 1977.** Artificial Diets for Insects, Mites and spiders. Entomology Division Departament of Scientific and Industrial Research. Auckland, New Zealand. 594 p.

VINSON, S.B. 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. *In*: Parra J. R. P. y Zucchi, R. A. (Eds.). Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). Sao Paulo, Brasil. p: 67-119.

Cuadro 1. Preferencia de parasitación de *Trichogramma* spp. por huevos de *C. pomonella* y *A. kuehniella*.

Table 1. Parasitization preference of *Trichogramma* spp. by *C. pomonella* and *A. kuehniella* eggs.

TRATAMIENTO	Porcentaje %			Diferencia
	n	<i>A. kuehniella</i> .	<i>C. pomonella</i>	
<i>T. cacoeciae</i>	25	13,88 b	86,11 a	**
<i>Trichogramma</i> sp. "Cato"	13	13,98 b	86,01 a	**
<i>T. nerudai</i>	39	48,61 ab	51,38 ab	n.s.
<i>T. dendrolimi</i> (D9)	30	79,18 a	20,81 b	**
<i>T. platneri</i>	16	80,50 a	19,49 b	**

*Letras iguales en columna no presentan diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Test de Duncan.

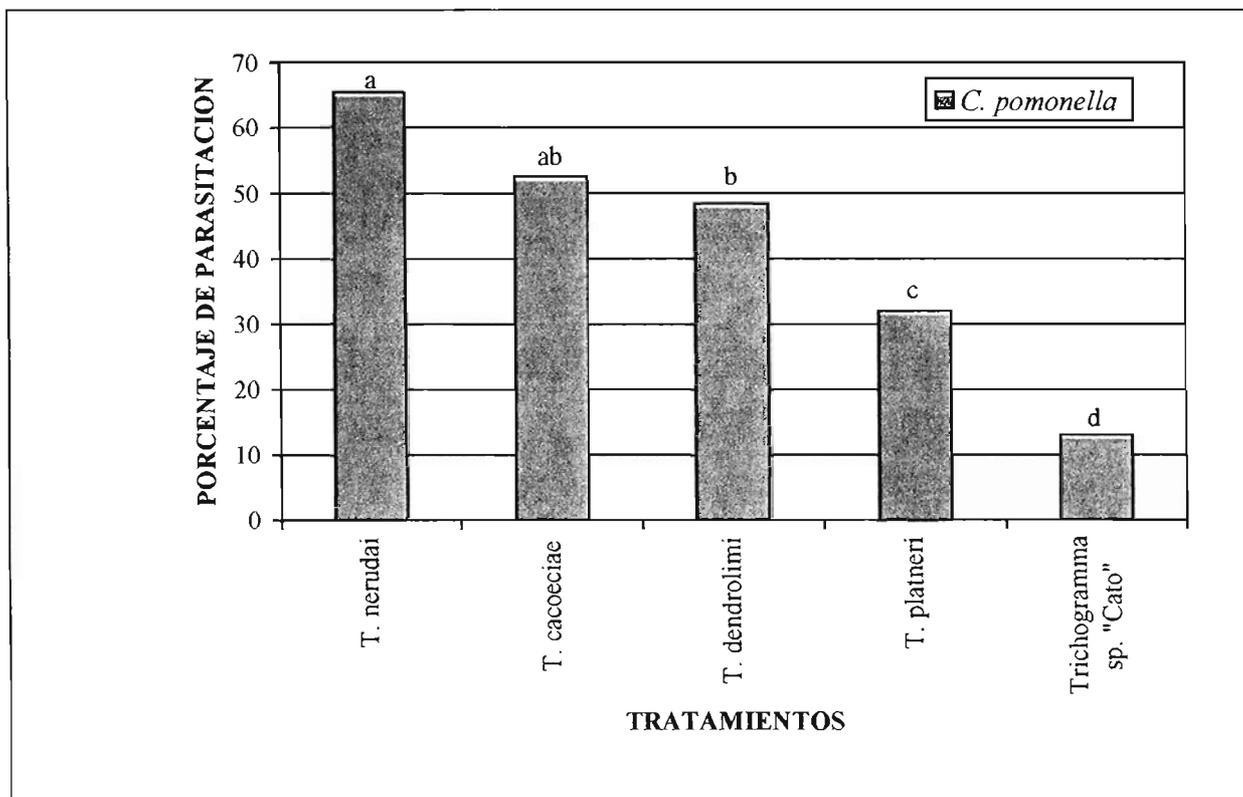
** : Diferencia al nivel 1%

n : número total de huevos parasitados

n.s.: no significativo

Figura 1. Parasitismo promedio (n=50) hembra en cada tratamiento sobre huevos de *C. pomonella*.

Figure 1. Parasitization mean (n=50) female in treatment eggs *C. pomonella*.



* Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Test de Duncan.

ZUÑIGA KARINNE Y GERDING MARCOS .2001. Efecto de la temperatura en la longevidad, reproducción y desarrollo de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Agricultura Técnica (Chile) en prensa.

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA LONGEVIDAD, REPRODUCCIÓN,
Y DESARROLLO DE *Trichogramma nerudai* Y *Trichogramma dendrolimi*
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE).⁸**

**Effect of temperature on longevity, reproduction, and development of
Trichogramma nerudai and *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera:
Trichogrammatidae).**

Karinne Zúñiga H.⁹ y Marcos Gerding P.²

ABSTRACT

Trichogramma nerudai Pintureau & Gerding, was recently described in Chile, and there is non information about the environmental influences on its behavior. Therefore, a comparative study with *Trichogramma dendrolimi*, was carried out. The longevity, reproduction, and development stages of both species reared on *Sitotroga cerealella* eggs were tested at 15°, 20°, 25°, and 30°C. Longevity and development time decreased for both species when temperature increased, being larger for *T. nerudai* females. Life span cycle of *T. nerudai* was greater than *T. dendrolimi* regardless of temperature. Higher parasitism was obtained at 20° and 25°C by *T. nerudai*. Each *T. nerudai* female parasitize c.a. 74,4 *S. cerealella* eggs whereas *T. dendrolimi* female got 43.7 parasitized eggs .

Key words: biological control, egg parasitoid, parasitism, *Sitotroga cerealella*.

INTRODUCCIÓN

Con el aumento de las exigencias en calidad de los productos agropecuarios, el control biológico se ha ido transformando en un método alternativo en la lucha contra las plagas, donde las liberaciones de parasitoides, específicamente del género *Trichogramma* tienen una gran importancia (Stinner, 1977). El género *Trichogramma* tiene alrededor de 150 especies (Zucchi y Monteiro, 1997), entre los que se encuentra *Trichogramma nerudai* Pintureau & Gerding, especie nativa, colectada en Chile durante 1996 (Pintureau *et al.*, 1999) y *Trichogramma dendrolimi*.

⁸ Recepción de originales:

⁹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile. E-mail: mgerding@quilamapu.inia.cl. Proyecto FIA C97-2-A-007

El ciclo de vida de *Trichogramma*, puede verse afectado por la especie hospedero y las condiciones ambientales (Grenier, 1996; Amaya 1998), ejerciendo la temperatura un rol preponderante en la conducta de los adultos, los que pueden permanecer activos entre los 10° y 35°C (Pack y Van Heiningen, 1985). Smith (1994) sugirió mejorar la eficiencia de estos parasitoides, para lo cual se deben seleccionar especies tolerantes a condiciones ambientales adversas.

En consecuencia, los objetivos de esta investigación fueron cuantificar el efecto de la temperatura en la longevidad, reproducción y desarrollo de dos especies de *Trichogramma* y determinar la condición más favorable para su cría masiva y posterior liberación.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de control biológico del Centro Regional de Investigación Quilamapu del Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), ubicado en Chillán.

Se evaluaron dos especies, *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi*, criados a 25°C, 65% humedad relativa (HR) y fotoperíodo de 16 : 8 h luz : oscuridad en los laboratorios de crianza de *Trichogramma* del CRI Quilamapu. En la crianza de los *Trichogramma* se utilizó, como hospedero alternativo, huevos de *Sitotroga cerealella* (polilla del maíz) con un día de desarrollo.

Efecto de la temperatura

Para evaluar la influencia de la temperatura en la longevidad, reproducción y desarrollo de *Trichogramma*, se utilizaron cámaras bioclimáticas controladas a 15, 20, 25 y 30°C, manteniendo condiciones fijas de 65% HR y 16: 8 de fotoperíodo.

Las pruebas fueron iniciadas con 20 parejas de cada especie de *Trichogramma* de no más de 12 h de edad. Cada una de las parejas fue aislada, y una vez que se produjo el apareamiento, se les suministró diariamente 50 huevos de *S. cerealella*, adheridos a un cartón, los que fueron expuestos por 24 h y reemplazados cada 24 h con huevos frescos, mientras la hembra estuvo viva. Cada 24 h se registró el número de adultos sobrevivientes.

Los huevos parasitados fueron aislados e incubados bajo las mismas condiciones en que se realizó cada tratamiento hasta el momento de la emergencia de los adultos. De esta manera se determinó el tiempo de desarrollo de las formas inmaduras, el número de huevos parasitados y el número y sexo de la progenie resultante. La diferenciación de sexos se basó en que los machos tienen las antenas más largas y más setosas que las hembras, lo que fue observado por medio de una lupa estereoscópica.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 20 repeticiones por tratamiento. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y la comparación de medias se hizo a través de la prueba de Tuckey's.

RESULTADOS Y DISCUSION

Longevidad

La longevidad de los adultos de *T. nerudai* fue significativamente superior ($P < 0.05$) a la de los adultos de *T. dendrolimi* independiente del sexo y temperaturas (Cuadro 1). Las hembras de *T. nerudai* redujeron su longevidad a 6.6 días, al aumentar la temperatura de crianza por sobre 25 °C y a 4.2 días a 30°C, comparadas con 14,1 días a 20°C. Las hembras de *T. dendrolimi* presentaron el mismo comportamiento pero el máximo tiempo de sobrevivencia fue de 4.3 días a 15°C.

Los machos, de ambas especies, vivieron significativamente ($P < 0.05$) menos tiempo que las hembras (Cuadro 1), reduciendo su longevidad a medida que la temperatura de crianza aumentó, viviendo como máximo 2,4 y 3.0 días para *T. dendrolimi* y *T. nerudai* a 15°C, respectivamente.

Esta respuesta a la temperatura, observada en ambas especies, fue independiente del sexo, y podría ser atribuida, según Smith y Hubbes (1986), a un incremento en la actividad metabólica de los parasitoides adultos, a medida que la temperatura de crianza aumenta.

Reproducción

La fecundidad, medida a través del número total de huevos parasitados (Figura 1), reveló que las hembras de *T. dendrolimi* fueron menos efectivas en parasitar, que las hembras de *T. nerudai*. Estas últimas lograron un mayor número de huevos parasitados entre los 20° y 25°C. Para *T. dendrolimi* no se obtuvieron diferencias significativas, excepto en aquellas hembras mantenidas a 30°C, donde el número de huevos parasitados fue de 3,7.

En general, la actividad parasítica para ambas especies (Figura 1), fue mayor a temperaturas intermedias, pues a temperaturas muy bajas la actividad de *Trichogramma* fue reducida o casi nula, y a temperaturas muy altas las hembras murieron rápidamente, sin alcanzar una ovipostura completa, pudiendo también atribuirse a algún tipo de disfunción ovárica (Lauge y Chihrane, 1998).

En cuanto a la progenie resultante (Figura 2), *T. nerudai* obtuvo una producción máxima de 76 descendientes/madre entre 20 y 25°C, en tanto que *T. dendrolimi*, en las mismas condiciones, alcanzó sólo a 43 descendientes/madre. En concordancia con lo observado por Volkoff y Daumal (1994), las hembras ovipusieron el primer día un 50% de sus huevos en el caso de *T. nerudai*, y 75% para *T. dendrolimi*.

Para *T. nerudai*, existió una marcada predominancia de hijas (Figura 3), obteniéndose una relación macho: hembra de 1: 3 a todas las temperaturas evaluadas, excepto a 25°C donde se obtuvo un máximo de 62 hijas/madre y una relación de 1: 5. El mayor número de hijos se obtuvo a 20°C. Por el contrario, *T. dendrolimi* presentó mayor cantidad de hijos (Figura 4) entre los 25 y 30°C, lo que significó una relación de 2: 1 macho: hembra. A 15 y 20°C, machos y hembras se obtuvieron en relación 1: 1, logrando un máximo de 22 hijas por madre a 15°C. El número relativo de hijas de *T. dendrolimi* (Cuadro 2) fue afectado por la temperatura, produciéndose una reducción a medida que la temperatura de crianza se incrementó desde 15 a 30°C. Este resultado se atribuye a que altas temperaturas provocan que gran cantidad de los machos parentales sean estériles,

traduciéndose en una mayor cantidad de hembras no fertilizadas y, por consiguiente, menos hijas (Chihrane *et al.*, 1993). Por otra parte, Smith y Hubbes (1986) sugieren que en este tipo de reproducción haplodiploide, las bajas temperaturas promueven la fusión de núcleos, por lo que se incrementaría la proporción de diploides descendientes (hijas). El porcentaje de hijas para *T. nerudai* (Cuadro 2) no fue afectado por la temperatura de crianza, siendo siempre superior a *T. dendrolimi*.

DESARROLLO

A medida que aumentó la temperatura de crianza, ambas especies presentaron una reducción en el tiempo desde la ovipostura hasta la emergencia del 50% de los adultos (Cuadro 3), tardando un máximo de 21 días para *T. dendrolimi* y 31,9 días para *T. nerudai* criados a 15°C y 9,0 días en *T. dendrolimi* y 8,2 días en *T. nerudai* criados a 30°C. Este retardado desarrollo a bajas temperaturas, podría deberse a la inducción de quiescencia o diapausa como respuesta a condiciones ambientales extremas (Pack y Oatman, 1982). *T. dendrolimi* presentó un desarrollo más rápido que *T. nerudai* a todas las temperaturas evaluadas (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

La temperatura afecta la longevidad de *T. nerudai* y *T. dendrolimi*, alcanzando ambas especies un óptimo desarrollo y reproducción entre 20° y 25°C.

Las hembras de *T. dendrolimi* resultaron ser menos fecundas que las de *T. nerudai*, presentando estas últimas una mejor aptitud para ser criadas masivamente.

Se sugiere que las liberaciones de campo para *T. dendrolimi* sean hechas bajo condiciones térmicas de 20°C, mientras que en el caso de *T. nerudai* pueden realizarse indistintamente a 20° y 25°C, dada su gran capacidad de adaptación.

RESUMEN

Trichogramma nerudai Pintureau y Gerding, fue recientemente descrito en Chile y existe poca información acerca de la influencia de medio ambiente en su comportamiento. Por esta razón se realizó un estudio comparando a esta especie con *T. dendrolimi*, evaluando la longevidad, reproducción y estados de desarrollo a 15, 20, 25 y 30°C. La longevidad y tiempo de desarrollo disminuyó en ambas especies a medida que la temperatura aumentó, las hembras de *T. nerudai* fueron mas afectadas. La duración del ciclo de vida fue mas largo en *T. nerudai* que en *T. dendrolimi* independiente de la temperatura. El máximo parasitismo de huevos de *Sitotroga cerealella* se obtuvo por *T. nerudai* a 20 y 25°C. Cada hembra de *T. nerudai* parasitó un total de 74,4 huevos, en promedio, comparado con hembras de *T. dendrolimi* cuya mayor parasitación fue de 43,7 huevos

Key words: control biológico, parasitoide de huevo, *Sitotroga cerealella*.

LITERATURA CITADA

- Amaya, M. 1998. *Trichogramma* sp. Producción Uso y Manejo en Colombia. IMPRETEC Ltda. Guadalajara de Buga, Colombia.
- Chihrane, J., G. Lauge and N. Hawlitzky. 1993. Effects of high temperature shocks on the development and biology of *T. brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Entomophaga*. 38(2): 185-192.
- Grenier, S. 1996. In vitro development and production of *Trichogramma*. In: J. R. Parra and R. A. Zucchi (ed.) Curso de controle biologico com *Trichogramma* Escola superior de Agricultura Luis de Queiroz. Piracicaba, Brasil. pp. 75-87.
- Lauge, R. and J. Chihrane. 1998. Loss of parasitism efficiency and locomotor activity in *T. brassicae* under the influence of high-temperature shocks. *Trichogramma News*. 10:19. (Abstr.).
- Pack, G. A. and E. R. Oatman. 1982. Comparative life tables, behaviour and competition studies of *T. brevicapillum* and *T. pretiosum*. *Entomol. Exp. Appl.* 32: 68-79.
- Pack, G. A. and T. G. Van Heiningen. 1985. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* sp.: adaptability to field-temperature conditions. *Entomol. Exp. Appl.* 38: 3-13.
- Pintureau, B., M. Gerding and E. Cisternas. 1999. Description of three new species of Trichogrammatidae from Chile. *The Canadian Entomologist*. 131: 53-63.
- Smith, S. 1994. Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control Lepidopterous pest. In: E. Wajnberg and S. Hassan (ed.) Biological control with eggs parasitoids. CAB International. Great Britain. pp. 39-41.
- Smith, S. M. and M. Hubbes. 1986. Izoenzyme patterns and biology of *T. minutum* as influenced by rearing temperature and host. *Entomol. Exp. Appl.* 42: 249-258.
- Stinner, R. E. 1977. Efficacy of inundative releases. *Ann. Rev. Entomol.* 22: 515-531.
- Volkoff, A. N. and J. Daumal. 1994. Ovarian cycle in immature and adults stages of *Trichogramma cacoeciae* and *T. brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Entomophaga*. 39 (3/4): 303-312.

Zucchi, R. and R. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América de Sul. In: J. Postali and A. Zucchi (ed.) *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Fundação de Estudos Agrários Luís de Queiroz. Piracicaba, Brasil. pp. 41-66.

CUADRO 1. Efecto de distintas temperaturas en la longevidad (días) de machos y hembras de *Trichogramma. nerudai* y *T. dendrolimi*.

TABLE 1. Effect of different temperatures on the longevity of *T. nerudai* and *T. dendrolimi* male and female.

Temperatura (°C)	ESPECIE		Diferencia
	<i>T. nerudai</i>	<i>T. dendrolimi</i>	
V= Machos			
15	3,40 aB	2,47 aB	0,93*
20	3,00 aB	1,13 bB	1,87*
25	2,13 bB	1,27 bB	0,87*
30	1,60 cB	1,07 bB	0,53*
V= Hembras			
15	11,87 aA	4,33 aA	7,53*
20	14,07 aA	3,00 bA	11,07*
25	6,60 bA	2,27 bA	4,33*
30	4,27 cA	1,27 cA	3,00*

V= variable estudiada.

Para cada especie y sexo respectivamente, letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas (Tuckey $P \leq 0.05$).

Para cada especie y temperatura respectivamente, letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre sexos (Tuckey $P \leq 0.05$).

Para cada temperatura y sexo respectivamente, * en cada fila indica diferencia significativa entre especies (Tuckey $P \leq 0.05$).

CUADRO 2. Porcentaje de hijas de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi* sometidos a diferentes temperaturas.

TABLE 2. Daughter percentage of *T. nerudai* and *T. dendrolimi*, under different temperatures

Temperatura (°C)	<i>T. nerudai</i>	<i>T. dendrolimi</i>	Diferencia
	Promedio	Promedio	
15	72,12 ^{ns}	52,90 a ¹	24,23*
20	77,25	43,33 ab	33,93*
25	82,41	36,13 ab	46,28*
30	76,86	22,37 b	54,49*

Para cada especie respectivamente, letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas (Tuckey $P \leq 0,05$).

ns= indica diferencia no significativa

*Indica diferencia significativa entre especies (Tuckey $P \leq 0,05$).

CUADRO 3. Duración del desarrollo (días) de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi* sometidos a diferentes temperaturas.

TABLE 3. Development (in days) of *T. nerudai* and *T.dendrolimi* under different temperatures.

Temperatura (°C)	<i>T. nerudai</i>	<i>T.dendrolimi</i>	Diferencia
	Promedio	Promedio	
15	31,93 a	21,00 a	10,93*
20	21,00 b	16,53 b	4,47*
25	11,13 c	10,00 c	1,13*
30	9,00 d	8,27 d	0,73*

Para cada especie respectivamente, letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre temperaturas (Tuckey $P \leq 0,05$).

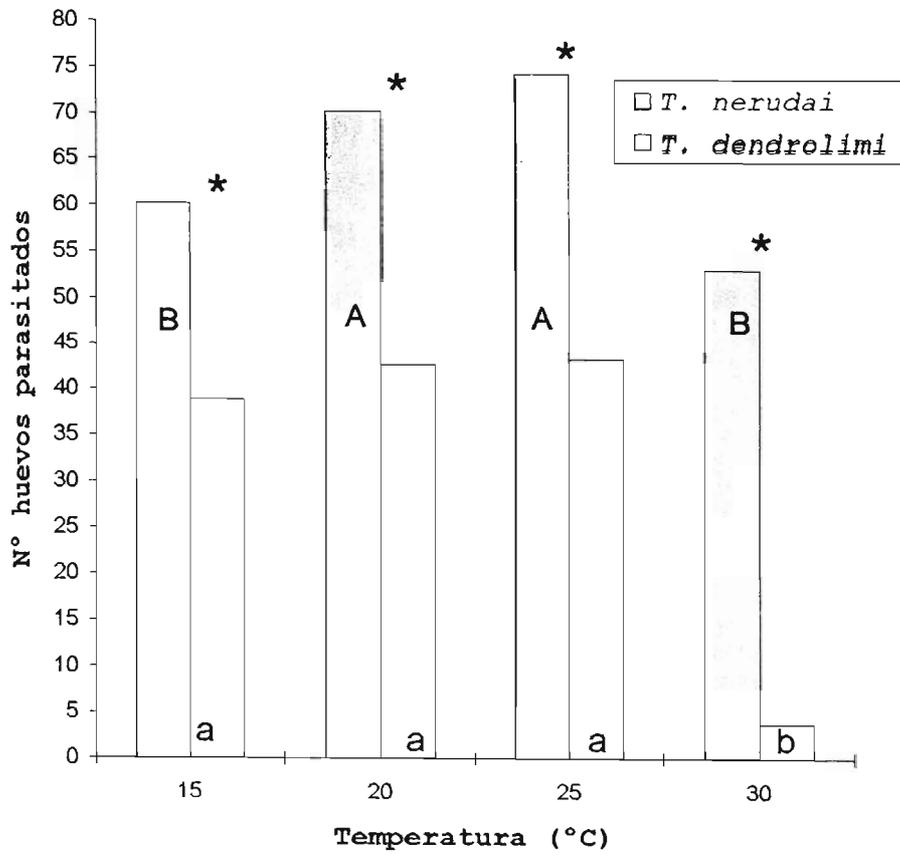
Para cada temperatura, * en cada fila indica diferencias significativas entre especies (Tuckey $P \leq 0,05$).

FIGURA 1. Efecto de la temperatura sobre el parasitismo de *Trichogramma nerudai* y *T. dendrolimi*.

FIGURE 1. Temperature effect on parasitism of *T. nerudai* and *T. dendrolimi*.

Letras mayúsculas (*T. nerudai*) y letras minúsculas (*T. dendrolimi*) distintas indican diferencia significativa entre temperaturas (Tuckey $P \leq 0,05$).

*Indica diferencias significativas entre especies para cada temperatura respectivamente (Tuckey $P \leq 0,05$).



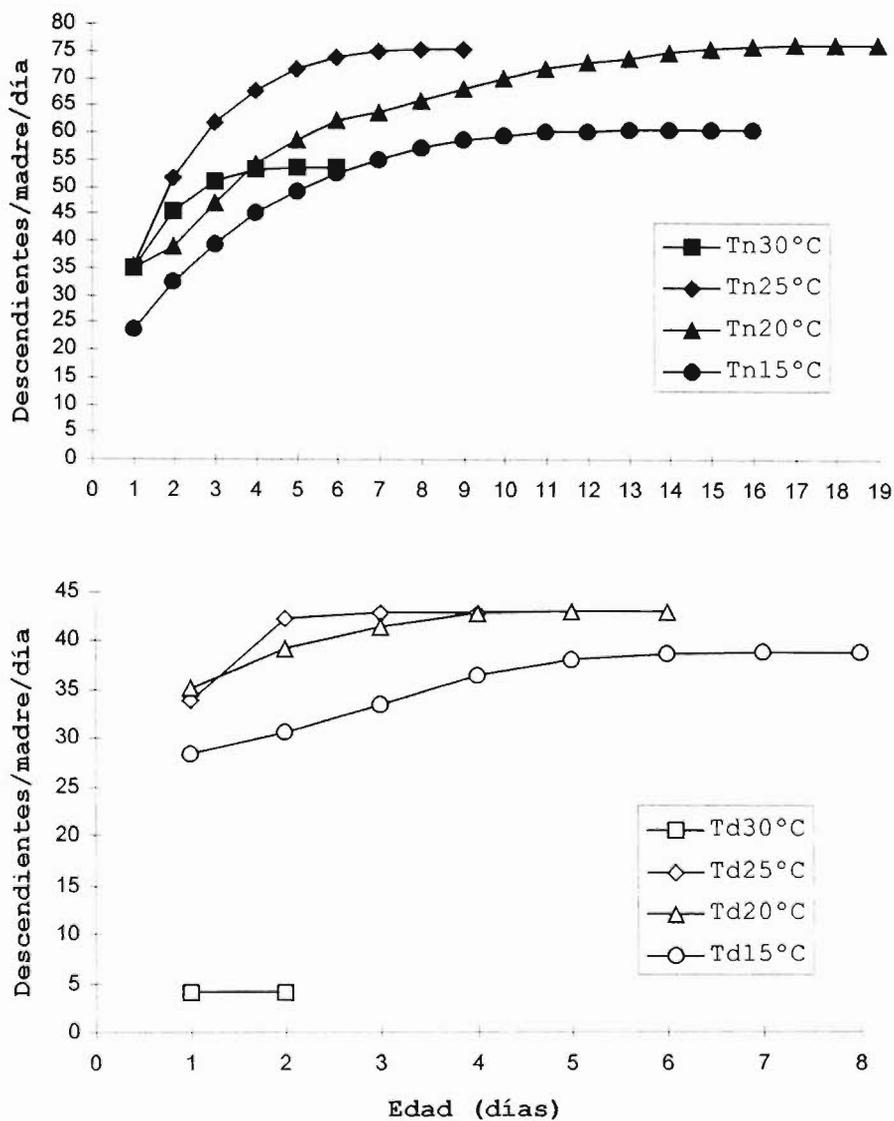


FIGURA 2. Descendencia acumulada para *Trichogramma nerudai* (Tn) y *T. dendrolimi* (Td) a diferentes temperaturas.

FIGURE 2. Accumulated descendance at different temperatures for *T. nerudai* and *T. dendrolimi*

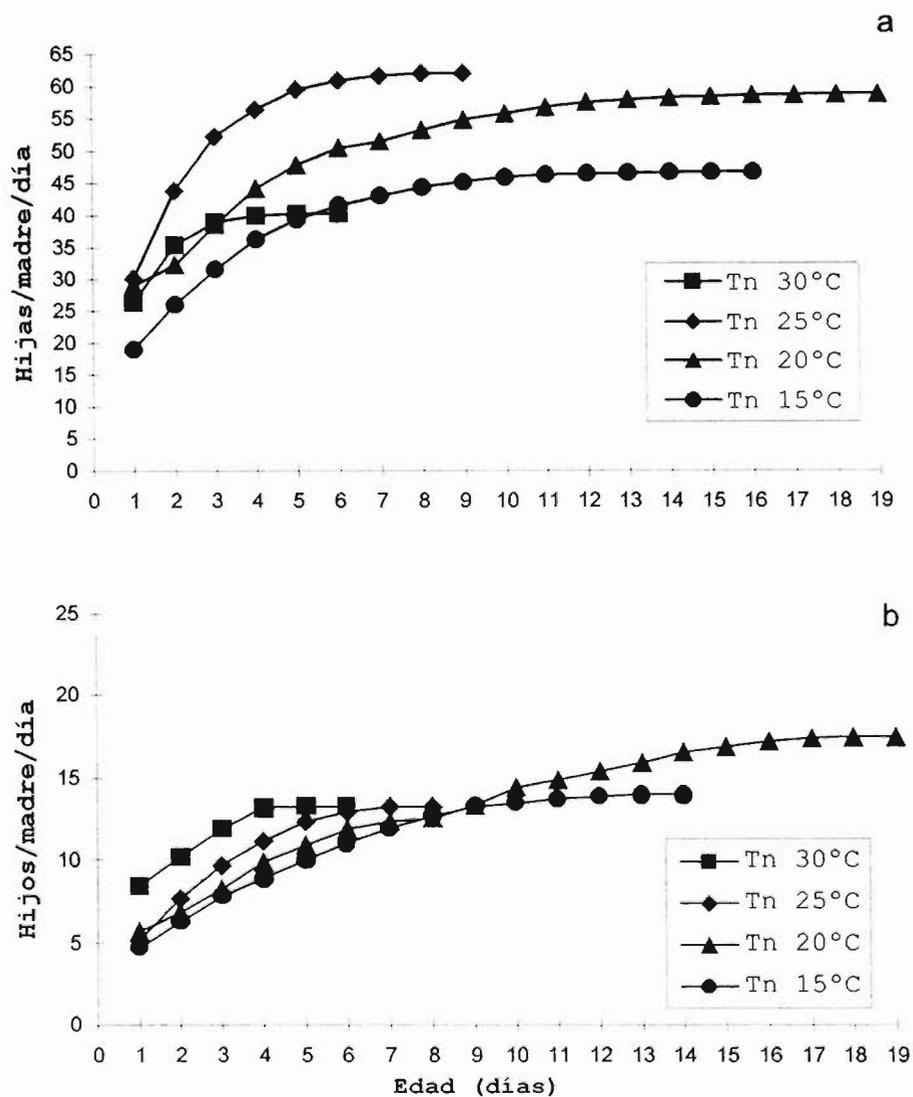
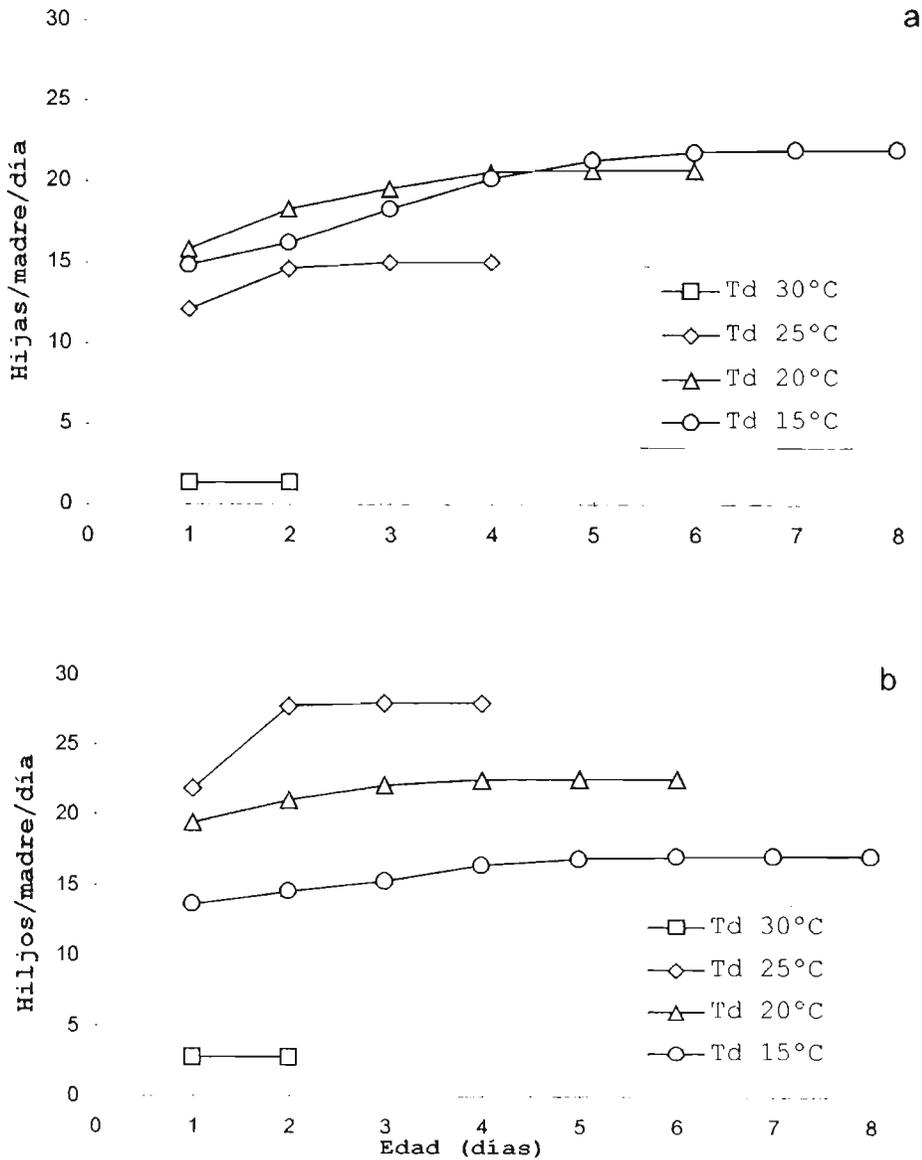


FIGURA 3. Relación de sexos para *Trichogramma nerudai* (Tn) a diferentes temperaturas.

FIGURE 3. *T. nerudai* sexual relationship at different temperatures

FIGURA 4. Relación de sexos para *Trichogramma dendrolimi* (Td) a distintas temperaturas.

FIGURE 4. *T. dendrolimi* sexual relationship at different temperatures.



BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Amaya, M. 1998. *Trichogramma* sp. Producción Uso y Manejo en Colombia. IMPRETEC Ltda. Guadalajara de Buga, Colombia.
- Artigas, J. 1994. Entomología Económica. Insectos de Interés Agrícola, Forestal, Médico y Veterinario Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Vol. 2. p. 761-766.
- Chihrane, J., G. Lauge and N. Hawlitzky. 1993. Effects of high temperature shocks on the development and biology of *T. brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Entomophaga*. 38(2): 185-192.
- Gomez, K. and A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd ed. Awiley-Interscience. New York, USA. 680 p.
- Grenier, S. 1996. In vitro development and production of *Trichogramma*. In: J. R. Parra and R. A. Zucchi (ed.) Curso de controle biologico com *Trichogramma* Escola superior de Agricultura Luis de Queiroz. Piracicaba, Brasil. pp. 75-87.
- Hassan, S.A.; Hohller, E. and Rost, W.M. 1988. Mass Production and Utilization of *Trichogramma*: 10. Control of the Codling Moth *Cydia pomonella* and the Summer Fruit Tortrix Moth *Adoxophyes Orana* (Lep.: Tortricidae). *Entomophaga* 33 (4): 413-420.
- Hassan, S.A. 1989. Selection of the Suitable *Trichogramma* Strains to Control the Codling Moth *Cydia pomonella* and the Two Summer Fruit Tortrix Moths *Adoxophyes Orana* and *Pandemis Heparana* (Lep.: Tortricidae)". *Entomophaga*. 34 (1): 19-27.
- Hassan, S.A. 1992. *Trichogramma* News. Federal Biological Research Center for Agricultura and Forestry, Braunschweig, Alemania. Vol. 6: 46.
- Hassan, S.A. 1994. Strategies to Select *Trichogramma* Species for Use in Biological. In: Wajnberg E. and Hassan, S.A. (Eds.). Biological Control with Eggs Parasitoids. Center for Agricultura and Biosciences International. Wallingford, Great Britain. p. 55-71.
- Karadjov, A. 1993. *Trichogramma* News. Federal Biological Research Center for Agricultura and Forestry, Braunschweig. Vol. 7: 50.
- Knight, A.; S. Bloem; G. Judd; J. Cossentine; K.A. Bloem and C. Calkins. 1997. Development of Multiples Tactics for Areawide Management of Codling Moth. *Entomology Society American. Annual Meeting*. Disponible en: <http://www.sheridan.com/entsoc/abs/IFC2/E3200.html>. Conectado en Diciembre de 1997.
- Lauge, R. and J. Chihrane. 1998. Loss of parasitacion efficiency and locomotor activity in *T. brassicae* under the influence of high-temperature shocks. *Trichogramma News*. 10:19. (Abstr.).
- Li, Ying. 1994. Worldwide Use of *Trichogramma* for Biological Control on Different Crops: A survey. In: Wajnberg, E. and Hassan, S.A. (Eds.). Biological Control with Eggs Parasitoids. Center for Agricultura and Biosciences International. Wallingford, Great Britain. p. 37-54.

- Mils, N. J. 1993. The potential of *Trichogramma platneri* in the integrated management of codling moth in California. *Trichogramma News* Vol. 7: 50 (Abstract).
- Pack, G. A. and E. R. Oatman. 1982. Comparative life tables, behaviour and competition studies of *T. brevicapillum* and *T. pretiosum*. *Entomol. Exp. Appl.* 32: 68-79.
- Pack, G. A. and T. G. Van Heiningen. 1985. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* sp.: adaptability to field-temperature conditions. *Entomol. Exp. Appl.* 38: 3-13.
- Parra, J. R. P. 1997. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: Parra, J. R. P. y Zucchi, R. A. (Eds.). *Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). Sao Paulo, Brasil. p. 121-150.
- Pinto, J.D. and Stouthamer, R. 1994. Systematics of the Trichogrammatidae with Emphasis on *Trichogramma*. In: Wajnberg, E. and Hassan, S. A. (Eds.). *Biological Control with Eggs Parasitoids*. Center for Agriculture and Biosciencia International. Wallingford, Great Britain. p. 1-36.
- Pintureau, B., M. Gerding and E. Cisternas. 1999. Description of three new species of Trichogrammatidae from Chile. *The Canadian Entomologist*. 131: 53-63.
- Smith, S. 1994. Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control Lepidopterous pest. In: E. Wajnberg and S. Hassan (ed.) *Biological control with eggs parasitoids*. CAB International. Great Britain. pp. 39-41.
- Smith, S. M. and M. Hubbes. 1986. Isoenzyme patterns and biology of *T. minutum* as influenced by rearing temperature and host. *Entomol. Exp. Appl.* 42: 249-258.
- Stinner, R. E. 1977. Efficacy of inundative releases. *Ann. Rev. Entomol.* 22: 515-531.
- Volkoff, A. N. and J. Daumal. 1994. Ovarian cycle in immature and adults stages of *Trichogramma cacoeciae* and *T. brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Entomophaga*. 39 (3/4): 303-312.
- Zucchi, R. and R. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América de Sul. In: J. Postali and A. Zucchi (ed.) *Trichogramma e o controle biologico aplicado*. Fundacao de Estudos Agrarios Luis de Queiroz. Piracicaba, Brasil. pp. 41-66.