

3173

632.57

X.6

2000



**PROYECTO FONTEC N° 96-0913  
INFORME FINAL**

EVALUACIÓN DE *Carpophilus hemipterus* (COLEOPTERA: NITIDULIDAE)  
COMO POLINIZANTE DEL CHIRIMOYO.

BIBLIOTECA CORFO

Empresa Patrocinante: XILEMA S. A.  
Unidad Ejecutora : FACULTAD DE AGRONOMÍA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

Febrero-2000

632.57  
X 6  
2000

## A) RESUMEN EJECUTIVO.

XILEMA S. A. fue creada en 1994 con el propósito de multiplicar y comercializar insectos útiles para la agricultura. Para ello estableció su laboratorio de producción en Santiago, el cual consta de 4 salas de crianza de insectos con capacidad para 400 baterías de crianza, oficina, bodega, etc.

El personal de la empresa está constituido por un Gerente General (Ing. Comercial), 2 Técnicos Agrícolas, 1 Obrero especializado y 1 ayudante. Toda la administración de la empresa es ejecutada por la empresa Murialdo S. A. de la cual XILEMA S. A. forma parte.

BIBLIOTECA CORFO

Para desarrollar sus objetivos, XILEMA S. A. firmó un Convenio de Cooperación con la Universidad Católica de Valparaíso, a través de la Facultad de Agronomía mediante el cual obtuvo el traspaso de la Tecnología de Crianza de *Cryptolaemus monstruozi* para el control de "Chanchito blanco", llevó a cabo dos giras de Capturas Tecnológicas a España- Israel y Cuba para conocer laboratorios y centros de investigación en producción de insectos y entomopatógenos, realizó visitas a laboratorios privados de Perú y Venezuela que multiplican insectos, ha patrocinado Proyectos de Investigación de la Universidad (FONDEF) y a desarrollado proyectos conjuntos con la Universidad en polinizantes de chirimoyo y de tomates de invernadero.

Cabe destacar que la introducción a Chile del abejorro *Bombus terrestris* para la polinización de tomates a través de un proyecto FIA, obtuvo en 1999 un premio de reconocimiento a la innovación tecnológica en el área medio ambiental (FIA).

Actualmente, XILEMA S. A. lleva a cabo un plan de crecimiento para lo cual desarrollará sus proyectos en terrenos propios adquiridos en Quillota.

La producción comercial de *Cryptolaemus monstruozi* es distribuida entre las regiones 4ta y 8va, abarcando cultivos como cítricos, chirimoyos, paltos, lúcumos y caqui.

Por otra parte, se ha abierto una gran posibilidad para el control de Chanchitos blancos en cultivos como vid, ciruelos, durazneros y perales.

Para ello, la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso está traspasando a XILEMA S. A. la metodología de crianza masiva de *Coccophagus gurneyi* especialmente para frutales de hoja caduca y palto.

En relación con insectos polinizantes, XILEMA S.A., importa y distribuye (desde Israel) el abejorro *Bombus terrestris* para su uso en tomates de invernadero.

En este mismo marco, XILEMA S. A. Está interesado en promover el uso de insectos polinizantes en Chirimoyo. Para ello se planteó el presente proyecto FONTEC que pretendió evaluar una metodología de crianza masiva de *Carpophilus hemipterus* y evaluar su comportamiento en le campo como polinizante del chirimoyo.

Se logró establecer una metodología de crianza masiva mediante el uso de salas acondicionadas con luz, calefacción, estantes, frascos plásticos como unidades de crianza y dietas alimenticias. Con estas condiciones se logró obtener exitosamente una alta producción de insectos.

Con relación a su aplicación en huertos, se obtuvo producción de frutos de calibres y forma convencional no así en cantidades comparables a lo obtenido con la alternativa de polinización manual, cuyo propósito es su reemplazo total o parcial.

BIBLIOTECA CORFO

Es posible que el manejo general de huertos (poda, vegetación herbácea, etc.) influya decisivamente en el comportamiento de las poblaciones de insectos liberados por lo que se requiere de ajustes a estos aspectos para obtener el impacto económico esperado, tanto para la empresa como para los usuarios o agricultores.

Actualmente se evalúan manejos distintos a lo convencional en cuanto a poda, distancias de plantación y manejo de la vegetación del suelo que podrían a su vez favorecer la permanencia de los insectos polinizantes en el huerto al disminuir la radiación y la temperatura en el ambiente.

## B) EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA.

XILEMA S.A., para su consolidación como tal en el mercado, requiere desarrollar proyectos de crianza comercial de insectos para uso en agricultura. Junto a ello, se detectó la necesidad de mejorar la rentabilidad del cultivo del chirimoyo siendo uno de los costos mayores, el uso de mano de obra para realizar labores de polinización que incluye la recolección de flores, obtención de polen y aplicación a cada flor individual.

Tanto la dificultad o costo económico de la mano de obra para tal labor como las dificultades de obtención de ellas en épocas de alta demanda desde otros sectores o de otros rubros, ha llevado a la contratación de mano de obra no calificada que tiene una baja eficiencia en el proceso de polinización.

Ante esta problemática, se propuso este proyecto con el objetivo de tender al reemplazo parcial o total de la polinización manual actualmente en uso en huertos comerciales de chirimoyo, por el uso de insectos polinizantes específicamente *Carpophilus hemipterus* que, mediante su crianza y liberación masiva permita obtener producciones de igual volumen y calidad que la obtenida actualmente, a un menor costo y mayor seguridad en el desarrollo del proceso y en su eficiencia.

Para lograr esto se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar diferentes sustratos o dietas para obtener una crianza comercial de insectos polinizantes.
2. Evaluar técnica y económicamente un módulo de crianza comercial y definir así un costo comparativo respecto a la polinización manual.
3. Evaluar la eficacia, como polinizante, de los insectos en jaulas de aislamiento y en forma libre en huerto.

## C) METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.

La investigación se desarrolló en el período comprendido entre enero de 1997 a diciembre de 1999, en el Laboratorio de Control Biológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso y en huertos comerciales pertenecientes a Quillota y La Cruz (Quinta Región).

### 1. Evaluación de dietas para la crianza de *Carpophilus hemipterus*.

Se realizó una completa revisión de antecedentes bibliográficos referentes a *Carpophilus hemipterus*, especialmente en relación a crianza con distintos sustratos. Esta revisión fue permanente incorporando nueva información referente a los sustratos de crianza para insectos.

De la propuesta original en que se contemplaban evaluaciones sobre dieta artificial, chirimoya, tomate y lúcuma se eliminó tomate debido a características químicas y físicas que no favorecen la crianza de *C. hemipterus*, según estudios de Fernández, 1996. Se determinó entonces utilizar manzana avalado en nuestros resultados iniciales en el pié de cría y por ser una dieta fácil de obtener y manejar (PRIMER INFORME DE AVANCE).

En una segunda temporada, se ajustaron las dietas utilizadas en el primer año de estudio haciendo modificaciones a la dieta artificial, incorporando higo por antecedentes bibliográficos obtenidos en este período y que recomendaban su uso, entre ellos Smilanick (1979), El Kadi et al, (1962) y Hinton, (1945) y eliminando lúcuma ya que siendo un buen sustrato según datos obtenidos en la primera temporada, es un recurso escaso y caro lo que hace que sea poco atractivo para su uso comercial (SEGUNDO INFORME DE AVANCE).

Ante los resultados obtenidos en las dos primeras temporadas, se seleccionaron como los mejores sustratos, la dieta artificial modificada (dieta artificial 2) y chirimoya como sustrato natural.

Sobre esta última se planificó un ensayo en la tercera temporada de estudio con el objetivo de maximizar la producción de insectos sobre la mejor dieta. Para ello se evaluaron distintas cantidades de sustratos, distintos tiempos de postura de huevos y distintas cantidades de insectos parentales por unidades de crianza.

## METODOLOGÍA.

Se habilitaron dos salas para crianza de *Carpophilus hemipterus*, cada una de 2.5 X 3.5 m, equipadas con estantes metálicos, termostato, extractor, termohigrómetro y estufa.

Una sala se destinó a la mantención de un pié de cría del insecto polinizante, actividad establecida sólo para la primera etapa del proyecto y que fue necesario mantener durante todo el período de duración del mismo. El objetivo de esta actividad fue contar con una generación de adultos de *C. hemipterus* de igual edad, que posteriormente fue utilizada para la evaluación de las diferentes dietas y para la crianza comercial, además permitió mantener un "stock" de insectos durante los meses invernales donde no es posible colectarlo en el campo.

En el establecimiento del pié de cría se ocuparon como unidades de crianza baterías tipo Flanders en las que se colocaron 2 bandejas de acrílico de 34 x 23 cm, con arena esterilizada como sustrato de pupación a 2.5 cm de alto, además se colocó un sustrato alimenticio (chirimoya y manzana).

BIBLIOTECA CORFO

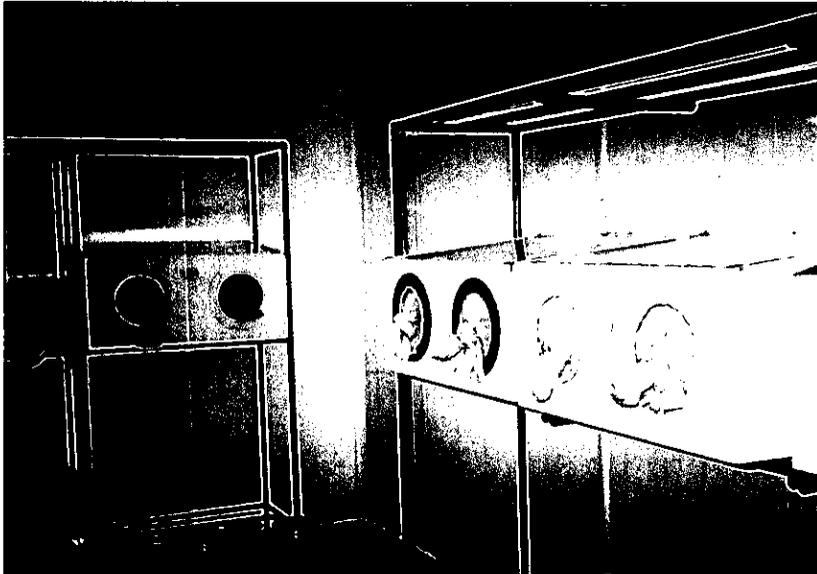


Fig. 1. Sala de crianza para el pié de cría.

En cada batería se añadieron 70 adultos de *Carpophilus hemipterus* sin sexar, obtenidos inicialmente en colectas realizadas en huertos de chirimoya de la zona; los adultos fueron mantenidos en postura durante 15 días para luego ser retirados de las baterías. La descendencia o F1 obtenida fue utilizada en las evaluaciones de dieta.

Una segunda sala se utilizó para la evaluación de dietas. En ella se modificó el tipo de estante metálico adaptándolo a repisas en las que se colocaron frascos transparentes como unidades de crianza.

En cada unidad se colocaron 5 parejas de *C. hemipterus* previamente sexados según características descritas por Hinton (1945). Cada frasco contenía 8 cm de altura de arena esterilizada y 250 g de pulpa de la dieta a evaluar, luego de colocados los insectos los frascos fueron tapados con muselina atada con elásticos, la muselina impide la salida de los insectos y permite una adecuada ventilación dentro del frasco. Para cada tratamiento se utilizaron diez repeticiones.

Los insectos fueron dejados en postura por siete días para luego ser retirados a modo de impedir que interfirieran con el resultado de producción de cada frasco.

Los frascos se mantuvieron bajo observación para determinar el momento de nacimiento de adultos en cada dieta, los ejemplares obtenidos fueron sexados, medidos y pesados y se registró el número total y la frecuencia de nacimientos de adultos en cada repetición.

Por efectos prácticos se determinó realizar la evaluación de adultos (sexo, medida y peso) sólo en diez de los adultos nacidos en cada frasco para un total de 100 por tratamiento lo que es totalmente representativo. Las medidas fueron tomadas con ayuda de un retículo ocular micro 10/100 div. colocado en la lupa estereoscópica y se pesaron en una balanza de precisión.

Los tratamientos realizados fueron:

### **Año 1**

- Chirimoya (*Annona cherimolla*)
- Lúcuma (*Pouteria lucuma*)
- Manzana (*Malus pumila*)

- Dieta artificial.

La dieta artificial utilizada fue la descrita por Dowd (1987) para crianza de *Carpophilus hemipterus* y evaluada por Alcaíno (1993) y Fernández (1996).

Para la preparación de 2500 g de dieta se utilizaron: 30 g de agar-agar diluidos en 1500 cc de agua destilada, 750g de poroto coscorrón, 63 g de levadura de cerveza, 101.25gr de germen de trigo, 3.37 ml de ácido fosfórico, 11.25 mg de ácido fólico, 9 mg de inositol, 26.55 gr de manitol, 6.3 gr de vitamina C, 28.12 cápsulas de visineral vitaminas-minerales y 225 mg de cotina.

Procedimiento seguido en la preparación: El poroto coscorrón se embebió en agua durante 24 hrs, moliéndose después en un molinillo eléctrico y se mezcló con el resto de la dieta, el agar-agar se agregó al agua destilada previamente calentada en anafre hasta 40° C, luego se añadió el agar-agar caliente al resto de los ingredientes homogenizando toda la mezcla, se dejó solidificar a temperatura ambiente.

El diseño estadístico corresponde a uno completamente aleatorio unifactorial con 10 repeticiones por tratamiento, los que presentan condiciones homogéneas. El factor en estudio corresponde a "Dieta de crianza", que a su vez tiene cuatro niveles que corresponden a las cuatro dietas..

Se utilizó un nivel de significancia del 5% y se realizó en primera instancia, el test de Kolmogorov- Smirnov para probar la normalidad de las observaciones. En los casos necesarios se efectuó un análisis de Varianza Unifactorial o la Prueba No- Paramétrica de Krusgall-Wallis. Para comparar los pares de medias se ejecutó la prueba de Intervalos Múltiples de Duncan.

## **Año 2**

- Chirimoya
- Manzana
- Higo
- Dieta artificial 2

De las dietas naturales (chirimoya, manzana y lúcuma) se tenían algunos antecedentes nacionales de su uso en la crianza de *C. hemipterus* (Alcaíno, 1993 y Fernández, 1996), demostrando estos autores la superioridad de chirimoya y lúcuma como sustratos alimenticios en la crianza de esta especie.

En el caso de la Dieta Artificial, se decidió sustituir la ocupada en el año anterior por varias razones: gran número de componentes algunos de difícil obtención, gran proliferación de hongos y resultados poco satisfactorios en la crianza del insecto.

Se ocupó una dieta descrita y recomendada por el Laboratorio de Genética de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México para la crianza de *Drosophila melanogaster*, con algunas modificaciones.

Para la preparación de 2500 g de dieta se utilizaron: 1500cc de agua destilada, 40g de agar- agar, 800g de azúcar, 635.89 g de harina de maíz, 317.79 g de levadura de cerveza.

Procedimiento seguido: Se mezcló el azúcar con la levadura de cerveza y la harina de maíz, el agar- agar se agregó al agua destilada previamente calentada y luego el agar-agar caliente se añadió al resto de los ingredientes, se dejó solidificar a temperatura ambiente.

### **Año 3**

- Chirimoya.

Teniendo como antecedentes los resultados obtenidos en los dos años anteriores, se modificó la propuesta inicial concentrando las evaluaciones en chirimoya por ser el mejor sustrato natural. El objetivo de estas evaluaciones fue ajustar algunos parámetros que pudieran optimizar la producción de insectos sobre el mejor sustrato alimenticio determinado.

Para este estudio se utilizaron tres cantidades diferentes de chirimoya: 100, 200 y 300 g en estado de sobremaduración, tres cantidades de insectos parentales: 10, 20 y 30 y tres tiempos de postura diferentes: 7, 14 y 21 días.

Los insectos fueron obtenidos a partir del pié de cría.

Cada unidad de crianza recibió una combinación diferente de sustrato, número de adultos parentales y tiempos de postura.

Las demás condiciones de crianza fueron similares a los años anteriores.

Una vez iniciados los nacimientos los insectos fueron contados y retirados con aspirador manual, llevándose registro por cada unidad de crianza.

El ensayo fue conducido como un diseño completamente al azar con arreglo multifactorial (3 x 3 x 3), totalizando 27 tratamientos con cuatro repeticiones (unidades de crianza) cada uno. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y la comparación de medias se hizo a través del test Tukey con un nivel de significancia del 5%.

## 2.- Evaluación de un Módulo de Crianza.

BIBLIOTECA CORFO

Esta evaluación se realizó en el Laboratorio de Control Biológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

Para ello se habilitó una sala de crianza equipándola con estantes metálicos, recipientes para crianza con arena y dieta, estufa eléctrica, extractor de aire, y termo-higrómetro para registrar las condiciones de crianza.

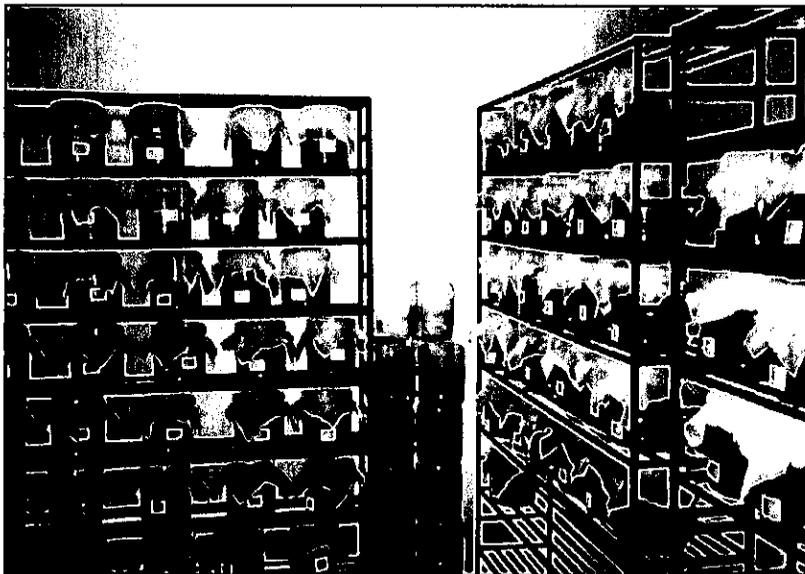


Fig. 2. Vista interior del Módulo de Crianza

Una vez habilitada la sala para la crianza se procedió a colocar en cada recipiente (frascos plásticos transparentes de 3.5 l) arena a una altura de 8 cm como sustrato de pupación y dieta. Se colocaron 10 parejas de *Carpophilus hemipterus* por recipiente y estos se taparon con muselina atada con elástico, los insectos se dejaron por 7 días en período de postura y luego fueron retirados.

Cada dos días los frascos eran revisados para ver el estado de humedad del suelo y humedecidos en caso necesario.

Las dietas ocupadas en la crianza fueron chirimoya (la mayor parte) y manzana. Se colocó 300 g de dieta por frasco por una vez, al inicio del ensayo.

A los 30 días, aproximadamente se produjo la emergencia de los primeros adultos. Se realizó un control diario de los adultos nacidos en cada frasco hasta el final del período de nacimientos, aproximadamente 17 días, y cada frasco agotado fue sustituido por uno nuevo.

Para evaluar la producción por frascos se tomaron grupos de diez dentro del módulo en periodos diferentes o sea se tomaron diez frascos, se siguió y contabilizó su producción y luego se tomaron otros diez, siempre partiendo desde el inicio de los nacimientos.

BIBLIOTECA CORFO

A partir de estas evaluaciones se determinó:

- Costo de implementación.
- Costo de reposición de materiales.
- Costo de la mano de obra ocupada para el manejo del módulo.
- Número de insectos producidos por recipiente.
- Número de insectos producidos por módulo.

La evaluación del módulo de crianza se realizó en el año 1 y 2 del proyecto.

### 3.- Evaluación de la eficacia de *Carpophilus hemipterus* como polinizante.

#### 3.1 Liberaciones en campo.

##### Metodología Año 1.

El estudio se realizó en dos huertos comerciales de Quillota: En el “Fundo La Palma”, perteneciente a la Universidad Católica de Valparaíso (huerto 1) y en un huerto perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso ( huerto 2).

En cada huerto se seleccionaron 10 árboles de tamaño homogéneo y contiguos enmarcando un bloque dentro del huerto.



Fig. 3. Ensayo de liberación de *C. hemipterus* en huerto.

El huerto 1 presentaba una superficie de 5 ha de las variedades Concha Lisa y Bronceada y el huerto 2 presentaba una superficie de 1 ha constituido por un jardín de variedades.

Los árboles seleccionados no se sometieron a polinización manual.

En cada huerto se seleccionaron otros 10 árboles, de similares características los que fueron sometidos al manejo tradicional de polinización, es decir, se le sacaron flores para obtener polen y se polinizaron manualmente de acuerdo al manejo tradicional.

Iniciada la floración se procedió a la liberación semanal de insectos polinizantes (*Carpophilus hemipterus*) en los huertos, la que se mantuvo hasta el fin de la floración, distribuyendo los insectos en diferentes cantidades de acuerdo a la curva de floración.

BIBLIOTECA CORFO

Las liberaciones en el huerto 1 partieron el 15 de diciembre de 1997 y terminaron el 18 de febrero de 1998.

En el huerto 2 la floración partió después que en el huerto 1, por lo que las liberaciones de insectos polinizantes comenzaron el 12 de enero y terminaron el 19 de febrero.

Para este primer año de estudio se estimó entregar 10.000 insectos por ha en cada huerto, calculando aproximadamente un insecto por flor a polinizar. Los insectos fueron liberados en el sector dónde se encontraban los árboles no polinizados manualmente pero se liberaron calculando la superficie total del huerto previendo que estos pudieran desplazarse por toda el área. Los insectos liberados fueron obtenidos del módulo de crianza y llevados al huerto en cajas de acrílico.

Se realizó una primera evaluación de la polinización a los 30 días de la última liberación de insectos, en esta etapa se realizó un recuento de frutos cuajados en los árboles polinizados manualmente y en los no polinizados manualmente.

Una segunda evaluación se hizo en la cosecha. En cada árbol se midió, el número total de frutos, peso total de la producción, distribución de calibres de acuerdo a los calibres comerciales y caracterización de la forma separándolos en simétricos y asimétricos.

## Metodología. Año 2

De acuerdo a los resultados de la primera temporada, en el segundo año de trabajo se realizaron algunas modificaciones en la metodología de los ensayos.

- Los huertos escogidos para estudio presentan una superficie similar, 1 ha.
- Los árboles seleccionados para ensayo fueron de la misma variedad, Concha Lisa.

Además en esta temporada se estimó entregar 30.000 insectos por ha para incrementar el número de posibles visitantes en las flores.

El estudio se planteó para ser realizado en dos huertos de chirimoyo. El huerto 1 corresponde a un huerto ubicado en la Comuna de La Cruz y el huerto 2 está ubicado en el sector de la Palma perteneciente a Quillota. En ambos huertos se seleccionaron 10 árboles de la variedad Concha Lisa a los que no se le practicó polinización manual y 10 árboles considerados como testigo que si fueron polinizados manualmente de acuerdo al manejo tradicional del huerto.

Producto de las dificultades que se produjeron con el establecimiento del pie de cría y la reproducción del insecto en el laboratorio no fue posible comenzar las liberaciones en el tiempo adecuado y fue necesario eliminar un huerto del estudio.

Se determinó continuar con el estudio en el huerto " La Cruz" por las condiciones que presentaba el huerto, los árboles eran de mayor tamaño, frondosos a causa de una poda ligera y con una presencia abundante de malezas, estas condiciones aparentemente son más propicias para la mantención de los polinizadores.

Las liberaciones de *C. hemipterus* en el campo comenzaron el día 1 de febrero y se mantuvieron hasta el fin de la floración, 9 de marzo, cubriendo todo el peak de floración del huerto.(Anexo 15 )

Se liberaron 23.847 insectos.

No fue posible llegar a los 30.000 insectos propuestos por las razones anteriormente descritas.

Pasados 30 días de la última liberación, se realizó la primera evaluación de cuaje de frutos.

Posteriormente se realizó una segunda evaluación en la cosecha. En cada árbol se midió el número total de frutos, peso total de la producción, distribución de calibres de acuerdo a los calibres comerciales y caracterización de la forma separándolos en simétricos y asimétricos.

### **3.2 Liberaciones en condiciones de confinamiento**

El ensayo se realizó en un huerto comercial de chirimoyos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso. Para ello se seleccionaron, en un diseño completamente al azar, 15 árboles de la Variedad Concha Lisa.

Luego de la poda que se practica en el manejo comercial del huerto, los árboles seleccionados fueron encerrados en jaulas construidas con madera y muselina, dejando una puerta para la entrada a la jaula, que facilitara la liberación de los insectos y la polinización manual en los casos que así lo requería.

Los árboles fueron aislados para evitar la entrada o salida de insectos en las jaulas con *C. hemipterus* y para evitar la entrada de insectos en las jaulas con polinización manual y en el testigo sin polinizar.

Se construyeron 15 jaulas de 3.3 m de ancho por 2.5 m de altura que corresponden a los tratamientos y repeticiones del ensayo.

Se realizaron los siguientes tratamientos:

T1: Polinización con *C. hemipterus*.

T2: Polinización manual comercial.

T3: Testigo sin polinizar.

Cada tratamiento contó con 5 repeticiones.

La polinización con insectos se realizó incorporando adultos de *C. hemipterus* en cada repetición de T1, según la frecuencia y distribución de la floración.



BIBLIOTECA CORFO

Fig. 4. Ensayo de árboles enjaulados.

Los adultos liberados en las jaulas fueron obtenidos de la producción del módulo de crianza.

La polinización manual se realizó de la misma forma que se realiza en el manejo tradicional del huerto.

Pasados treinta días se realizó una primera evaluación contando el número de frutos cuajados en cada árbol.

En la cosecha se realizó una evaluación final que incluyó:

- Número total de frutos.
- Peso total de la producción.
- Distribución de calibres de acuerdo a los calibres comerciales.
- Caracterización de la forma separándolos en simétricos y asimétricos.

Las liberaciones de *C. hemipterus* comenzaron el día 11 de enero y finalizaron el 29 de enero. Se cubrió prácticamente todo el período de floración que comenzó a ser relevante el 7 de enero y concluyó el 9 de febrero. Fueron liberados 1.500 insectos distribuyendo un total de 300 por árbol.

La polinización manual comenzó el 7 de enero y concluyó el 9 de febrero.

### 3.3 Estudio de caso: Evaluación de producción en un huerto comercial de chirimoyo con polinización natural.

Teniendo como antecedente observaciones realizadas en el manejo de huertos comerciales de chirimoyo, en la zona de Quillota- La Cruz, se determinó realizar este estudio para dar respuesta a algunas inquietudes en el tema de la polinización natural en esta especie de planta. Esta actividad no estaba contemplada en la propuesta inicial del proyecto pero se consideró de vital importancia como antecedente, en las nuevas estrategias a seguir respecto al tema.

El huerto en estudio pertenece a la Comuna de La Cruz y tiene una superficie de 6.5 ha plantadas con chirimoyo a los que no se le practica polinización manual dentro de su manejo tradicional.

Los árboles presentan una altura de 3.5- 4.0 m aproximadamente formados en base a emparronado, es decir, la antigua estructura de formación en que sus copas forman una especie de paraguas sobre la estructura de sostén, con una distancia de plantación de 8.5 x 8.5 m, el suelo permanece cubierto de malezas durante gran parte del período de floración y la fruta que cae es dejada bajo los árboles lo que propicia la crianza de insectos, entre ellos *Carpophilus hemipterus* que ha sido reportado en este huerto por varios autores, sobre fruta descompuesta en el suelo y visitando flores, entre ellos Rojas (1991), López (1992) y Uquillas (1994).

El estudio consistió en la evaluación de producción de fruta en 5 árboles seleccionados al azar dentro del huerto, evaluándose los siguientes parámetros:

- Número total de frutos.
- Peso total de la producción.
- Distribución de calibres de acuerdo a los calibres comerciales.
- Caracterización de la forma separándolos en simétricos y asimétricos.

La cosecha se realizó entre el 6 de octubre y el 30 de noviembre. La fruta fue llevada al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, aquí se procedió a pesar individualmente cada fruto con una balanza de precisión GSP-15. Se registró así mismo la simetría y asimetría de cada fruto y se contabilizó la producción de cada árbol.

Los resultados fueron comparados con producciones de huertos comerciales que se manejan con polinización manual.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

**AICAINO, R.** 1993. Evaluación de cinco sustratos naturales para crianza de *Carpophilus hemipterus* (Coleoptera : Nitidulidae) y estudio de su ontogenia. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 80 p.

**BARNES, D. and KALDOSTIAN, G.** 1940. Flight habits and seasonal abundance of dried – fruit insects. J. Economic Entomology 33(1): 115-119.

**CASTAÑEDA, V. A., PINEDA, S. G., REBOLLAR, A.** 1997. Búsqueda de insectos polinizadores del chirimoyo en los estados de México y Michoacán. Identificación. Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX, S. C. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Memoria 1997. Coatepec Harinas. México. 197-204.

BIBLIOTECA CORFO

**DE BACH, P.** 1979. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Octava Edición. México, C. E. C. S. A.

**DOBSON, R.** 1954. The species of *Carpophilus*. Stephens (Col. Nitidulidae) associated with stored products. Bull. Entomol. Res. 45: 389-402.

**DOWD, P. F.** 1987. A Labor- Saving Method for Rearing the Dried Fruit Beetle ( Coleoptera : Nitidulidae) on Pinto Bean- Based Diet. J. Econ. Entomol. , 49 (2) : 219-230.

**EL-KADI, E., ZAZOU, H., ELDEEB, A. and HAMMAD, S. M.** 1962. The biology of the dried- fruit beetle, *Carpophilus hemipterus* L. (Coleoptera : Nitidulidae). J. Agric. Res. 10 : 19-42 .

**FERNÁNDEZ, D.** 1996. Evaluación de tres sustratos naturales y tres artificiales para la crianza de *Carpophilus hemipterus* (Coleoptera : Nitidulidae) y de su potencial polinizador del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 86 p.

**GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G.** 1993. El cultivo del chirimoyo. Valparaíso, Ediciones Universitarias de Valparaíso. 145 p

- GAZIT, S.; GALON, I. and PODOLER, H.** 1982. The rol of nitidulid beetles in natural pollination of *Annona* in Israel. *J. Amer. Soc. Hort. Sco.* 107(5): 849-852.
- GEORGE, A.; NISSEN, R.; IRONSIDE, D. and ANDERSON, P.** 1989. Effect of nitidulid beetles on pollination and fruit set of *Annona* spp. *Hybrids. Scientia Horticulturae* 39: 289-299.
- HERMOSO, J.M., SORIA, J.T., GONZÁLEZ, J. A. y FARRÉ, J. M.** 1990. Datos sobre Polinización natural de Chirimoyo. Influencia de la plantación intercalar de Maiz. I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. *Fruticultura Vol. III.*
- HERMOSO, J. M., PÉREZ DE OTEIZA, A., FARRÉ, J. M.** 1997. Estudios sobre Polinización de Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill. ) en España. *Memorias del Congreso Internacional de Annonaceas. Chapingo . México, 43-51.*
- HINTON, H. E.** 1945. *Carpophilus hemipterus* (Linnaeus) , In A monograph of the beetles associated with stored products, 87-95 p.
- HOPPING, M. E.** 1982. Pollination and fruit set of cherimoya. *The Orchardist of New Zeland, March:* 56-59
- LÓPEZ, E. y ROJAS, R.** 1992. Artrópodos asociados a la floración del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en la localidad de Quillota, Quinta Región, Chile. *Acta Ent. Chilena* 17 : 101-106.
- LÓPEZ, E. y UQUILLAS, C.** 1997. *Carpophilus hemipterus* (COLEOPTERA: NITIDULIDAE) como agente polinizante de chirimoyo (*Annona cherimolla* Mill.) bajo condiciones controladas.
- MC. GREGOR, S.** 1976. *Insect pollination of cultivated plants.* Washington, United States Department of Agriculture. 411 p. (Agriculture Handbook N° 496)
- METCALF, W. y FLINT, W.** 1980. *Insectos destructivos e insectos útiles.* 13 Edición. México, C. E. C. S. A. 1208 p.

**NADEL, J.; PEÑA, J. and HABECK, D.** 1989. Insect pollination of atemoya in Florida. Florida Entomologist Soc. 72(1): 207-211.

**NADEL, H. y PEÑA, J. E.** 1994. Identity, Behavior, and Efficacy of Nitidulid Beetles (Coleoptera : Nitidulidae) Pollinating Commercial Annona Species in Florida. Entomological Society of América, 23 (4) : 879-886.

**PODOLER, H.; GALON, I. and GAZIT, S.** 1984. The rol of nitidulid beetles in natural pollination of annonas in Israel. Acta Oecologica Decol. Applic. 5(4): 369-381

**PODOLER, H.; GALON, I. and GAZIT, S.** 1985. The effect of atemoya flowers on their pollinators nitidulid beetles. Acta Oecologica Decol. Applic. 6(39): 251-258.

**PRADO, E. C.** 1987. El Género *Carpophilus* Stephens ( Coleoptera : Nitidulidae) en Chile. Rev. Chilena Ent., 15 : 27-32.

**PRADO, E. C.** 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Santiago, INIA, 203 p. (Boletín Técnico N° 169).

**ROJAS, R.** 1991. Fauna de artrópodos asociada a la floración del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) y evaluación del efecto polinizador de *Carpophilus hemipterus* (Coleoptera : Nitidulidae). Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota. 103 p.

**SAAVEDRA, E.** 1977. Influence of pollen grin stage at the time of hand pollination as a factor on fruit set cherimoya. Horstscience 12(2): 117-118.

**SAZO, P.** 1991. Caracterización y primera determinación del ciclo fenológico del chirimoyo (*Annona cherimola*. Mill) cv. Bronceada para la zona de La Palma, Quillota, V Región. Taller de Titulación Ing. Agr. ,Universidad Católica de Valparaíso , Facultad de Agronomía.

**SCHROEDER, C. A.** 1941. Hand pollination effects in cherimoya. Calif. Avocado Soc. Yearbook. 94-98 p.

**STRIDE, G.** 1953. On the nutrition of *Carpophilus hemipterus*. L. Trans. Roy. Entomol. Soc. London. 104: 171-194.

**SORIA, J.T., HERMOSO, J. M. y FARRÉ J. M.** 1993. Estudios sobre Polinización Natural de Chirimoyo. Efectos de la plantación intercalar de Maíz en distintas zonas ecológicas. II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Zaragoza, 147- 155.

**TATE, K. G. and OGAWA, J. M.** 1975. Nitidulid Beetles as Vectors of *Monilia Fructicola* in California Stone Fruits. *Phytopathology*, 65 : 977- 983.

**UQUILLAS, M.** 1994. Estudios preliminares de *Carpophilus hemipterus* ( Coleoptera : Nitidulidae) como agente polinizador del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en la zona de la Palma, Quillota, V Región Chile. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 87 p.

La Carta Gantt de Actividades se muestra en el Anexo 12.

## D) RESULTADOS

### 1. Evaluación de dietas para la crianza de *Carpophilus hemipterus*.

#### 1.1 Año 1

Los sustratos evaluados en esta temporada fueron: chirimoya, lúcuma, manzana y dieta artificial y los resultados se muestran a continuación en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Efecto de tres sustratos naturales y uno artificial sobre la crianza de *C. hemipterus*.**

BIBLIOTECA CORFO

	SUSTRATOS			
	Chirimoya	Manzana	D. artificial	Lúcuma
Número promedio de adultos	305.8 A	61.40 B	35.40 B	366.11 A
Duración ciclo de vida	32.10 A	39.30 B	50.11 C	32.56 A
% nacimientos primeros 15 días	99.05 A	76.21 B	85.63 C	90.67 AC
Largo del adulto (mm)	2.29 A	2.21 B	2.27 A	2.48 C
Ancho del adulto (mm)	1.12 A	1.06 B	1.00 C	1.12 A
Peso del Adulto (mg)	2.69 A	2.45 B	2.48 B	2.94 C

(\*) Letras iguales señalan sustratos iguales con un nivel de significancia del 5%.

Según los resultados anteriores, en relación al número de adultos obtenidos, lúcuma y chirimoya fueron los mejores sustratos, siendo superiores a manzana y dieta artificial en los que se obtuvo un número mucho menor de insectos, siendo entre ellos estadísticamente iguales.

La diferencia en el número de adultos obtenidos en las distintas dietas puede explicarse por las características nutritivas, físicas y químicas de los sustratos utilizados, ya que como señalan algunos autores, la dieta del insecto adulto afecta la producción de huevos ( De Bach, 1979).

Un factor muy importante es la humedad del sustrato (Anexo 4), la dieta artificial recién elaborada presentó un menor porcentaje de humedad inicial que los sustratos naturales y sufrió una rápida deshidratación, lo que pudo afectar la mortalidad de las larvas. Como indica Stride (1953), una cantidad de agua en el alimento menor a 34% reduce la tasa de crecimiento de las larvas e incrementa considerablemente la mortalidad.

A pesar que la lúcuma presentó inicialmente un menor porcentaje de humedad que la manzana y la chirimoya, este sustrato presenta una deshidratación lenta, que permite una buena alimentación tanto de los adultos como de las larvas.

En relación al pH (Anexo 4), no se observó diferencia en estos sustratos ya que la lúcuma con pH 5,31, similar al de la dieta artificial (5.35) presentó el mayor número de adultos y la chirimoya con el pH más bajo (4.32), presentó un alto número de adultos a diferencia de la manzana que con pH 4.62 produjo menor cantidad de insectos.

La dieta artificial no se consideró en esta comparación, ya que al deshidratarse rápidamente impide una adecuada alimentación y oviposición de los adultos; un punto crítico en la crianza en base a dietas artificiales parece ser su rápida deshidratación y la colonización de hongos, los que generan una excesiva cantidad de esporas que impiden una normal oviposición y eclosión de los huevos puestos en la superficie.

Los mejores resultados con los sustratos lúcuma y chirimoya podrían explicarse porque aportan mayor cantidad de carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas

(Anexo 5), elementos que son fundamentales en el crecimiento y desarrollo de los insectos (Stride, 1953 ; Metcalf y Flint, 1980).

En cuanto a la duración del ciclo de vida para *C. hemipterus* , este se comportó como sigue: 32.1 días para chirimoya, 32.56 días para lúcuma, 39.30 días para manzana y 50.11 días para dieta artificial; por tanto el ciclo de vida del insecto fue más corto para chirimoya y lúcuma los que no difieren estadísticamente entre sí.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Fernández (1986), quién encontró diferencia entre lúcuma, membrillo y tomate, lo que indica que el sustrato influye en la duración del ciclo de vida, siendo la lúcuma la que demoró menos tiempo en originar la descendencia.

Por otro lado los resultados obtenidos difieren de los observados por Alcaíno (1993), quién no encontró diferencia estadística significativa entre los sustratos probados (chirimoya, lúcuma, tomate, níspero).

El tiempo que demora el inicio de los nacimientos y la concentración de los mismos en el período inicial (primeros 15 días) es afectado por varios factores como el sustrato alimenticio y las condiciones de temperatura y humedad relativa en que se realiza la crianza. En este estudio la temperatura y H.R. fueron similares para todos los sustratos por tanto las diferencias encontradas deben explicarse por la composición nutritiva del sustrato, ya que como indica Stride (1953), las larvas sólo pueden desarrollarse rápidamente en aquellos alimentos que tienen un alto contenido de agua y azúcar, siendo la dieta artificial, a diferencia de los sustratos naturales, pobre en azúcar y humedad.

En cuanto a la concentración de nacimientos en los primeros 15 días, chirimoya y lúcuma presentaron los mejores resultados con más del 90% de nacimientos en este período.

Analizando estos parámetros se puede concluir que chirimoya y lúcuma son los sustratos más adecuados para la reproducción de *C. hemipterus* en condiciones de laboratorio por cuanto en ellos se obtiene el mayor número de insectos en un menor período de tiempo y la descendencia total en menos días lo que hace más eficiente la crianza.

En relación al tamaño y peso de los insectos obtenidos con las distintas dietas se puede señalar que lúcuma produce insectos de mayor calidad en cuanto a tamaño y peso, seguido de chirimoya. Estos parámetros pueden ser relevantes para la crianza en laboratorio por cuanto se esperaría una mayor fecundidad en insectos de mayor tamaño.

## 1.2 Año 2

En este período se evaluaron algunos sustratos de la temporada anterior (chirimoya y manzana) y otros fueron sustituidos, como es el caso de lúcuma que aunque resultó ser un buen sustrato en el crecimiento y desarrollo de *C. hemipterus* presenta una limitación importante para su obtención por ser escaso y de alto costo.

La dieta artificial, según se describe en la metodología, también fue sustituida.

Se evalúan por tanto en este período los sustratos: chirimoya, manzana, higo y dieta artificial 2. Los resultados se muestran a continuación en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Efecto de tres sustratos naturales y uno artificial sobre la crianza de *C. hemipterus*.**

	SUSTRATOS			
	Chirimoya	Manzana	D. artificial 2	Higo
Número promedio de adultos	282.0	114.3	582.2	238.1
Duración ciclo de vida	28.0	38.0	30.0	27.0
% nacimientos primeros 15 días	100	94.83	92.32	100
Largo del adulto (mm)	2.05	2.18	2.50	2.00

Ancho del adulto (mm)	0.98	1.00	1.06	0.99
Peso del Adulto (mg)	2.52	2.78	3.58	2.70

De acuerdo a los resultados anteriores, en relación al número de adultos obtenidos, dieta artificial 2 y chirimoya fueron los mejores sustratos, seguidos de higo que presentó valores muy similares a chirimoya, manzana presentó los peores resultados.

Con relación a la temporada anterior, se produjo menor cantidad de insectos sobre dieta chirimoya lo que puede atribuirse a que la fruta ocupada en el ensayo presentó problemas de maduración y rápida invasión de patógenos, sin embargo *C. hemipterus* presentó un ciclo de vida corto, de 28 días y se logró un 100 % de nacimientos en los primeros 15 días sobre esta dieta.

A pesar de que los resultados con manzana fueron inferiores al resto de los sustratos se observó un comportamiento mejor con esta dieta en esta temporada, obteniéndose el doble de adultos con mayor tamaño y peso que en el año anterior, además el 94.83 % de los adultos nació en los primeros 15 días después de comenzados los nacimientos, en el año anterior solo se logró el 76.21 %. Se corrobora un ciclo de vida más largo con este sustrato que con el resto de los evaluados.

Con higo se lograron resultados muy similares a chirimoya en todos los parámetros medidos, por tanto debe tenerse en cuenta este sustrato como un alternativa importante en la crianza de *C. hemipterus*, la dificultad con su uso esta dada porque es un sustrato disponible por menos tiempo y es más escaso.

Si analizamos los resultados del análisis de laboratorio (Anexo 6), podemos ver que el pH, % de humedad, y sólidos solubles son muy similares para higo y manzana lo que hace pensar que estas características de las dietas no influyeron en los resultados obtenidos ya que higo se comportó notablemente mejor como dieta que manzana.

La dieta artificial 2 resultó ser la mejor de las evaluadas, superando los resultados obtenidos con el resto de las dietas, en la temporada anterior y en la presente. Con esta dieta se logró una cantidad importante de adultos nacidos (582.2, como promedio), en corto tiempo con un ciclo de vida de 30 días y con más del 90% de los adultos nacidos dentro de los primeros 15 días, los ejemplares obtenidos fueron notoriamente mayores. Esta dieta estuvo constituida fundamentalmente por carbohidratos y azúcar lo que confirma la importancia de estos elementos en la alimentación de larvas (Stride, 1953).

Los resultados superiores obtenidos con la dieta artificial 2 respecto a la dieta 1 pueden explicarse por la composición nutritiva de las mismas, fundamentalmente la diferencia en los contenidos de azúcar. Otro factor importante que pudo influir es el tiempo entre la preparación y el uso de la dieta, que en el caso de la dieta 2 fue más corto o de uso inmediato, además en la dieta 2 la proliferación de hongos fue prácticamente nula y este fue un elemento negativo con el uso de la dieta artificial 1. El contenido de humedad, mencionado como importante en los resultados de la crianza, fue muy similar para las dos dietas artificiales ocupadas (54.09 % para la dieta 1 y 56.00% para la dieta 2) por lo que este factor no influyó en los resultados observados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los dos años de estudio con las distintas dietas naturales, chirimoya, manzana, lúcuma e higo, puede concluirse que chirimoya es un sustrato recomendable para la crianza de *Carpophilus hemipterus* ya que presenta características físicas, químicas y nutritivas que favorecen su crecimiento y desarrollo, además es un sustrato disponible por un largo período de tiempo que corresponde con la necesidad del insecto para la polinización del chirimoyo. Lúcuma e higo podrían ser sustratos alternativos valiosos si se dispone de ellos.

Manzana, a pesar de no tener los mejores resultados en crianza puede ser muy útil en la mantención de pies de crías y cuando no se disponga de las alternativas anteriores, además en condiciones invernales con alta humedad relativa, es un sustrato poco atacado por hongos que interfieren en la reproducción del insecto. Otro aspecto positivo de esta dieta es su disponibilidad durante todo el año y su bajo costo.

### 1.3 Año 3

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de dietas en los dos primeros años de estudio, durante esta temporada se estimó realizar algunas evaluaciones para optimizar la producción de insectos sobre dieta chirimoya por ser un buen sustrato para el crecimiento y desarrollo de *C. hemipterus* y por ser una dieta de bajo costo y disponible durante un largo período de tiempo.

Para la evaluación se utilizaron tres cantidades diferentes de chirimoya. 100, 200 y 300g en estado de sobremaduración, tres cantidades de insectos parentales: 10, 20 y 30 y tres tiempos de postura diferentes: 7,14 y 21 días.

Los resultados obtenidos en este ensayo se presentan en el Cuadro 3.

BIBLIOTECA CORFO

**Cuadro 3. Efecto de tres niveles de sustrato, insectos parentales y tiempo de postura sobre la crianza de *C. hemipterus*.**

TRATAM.	NIVELES (gm+adultos+días)	N° PROMEDIO ADULTOS	
1	100 + 10 +7	254.75	ABCDEFGHI
2	100 +10 +14	36.75	A
3	100 +10 +21	206.75	ABCDEFGH
4	100 +20 +7	396.00	HIJKL
5	100 +20+14	174.50	ABCDEFGH
6	100 +20 +21	160.50	ABCDEFGH
7	100 +30 +7	247.75	ABCDEFGHI
8	100 +30 +14	232.75	ABCDEFGHI
9	100 +30 +21	37.50	A

10	200 +10 +7	288.75	ABCDEFGHIJ
11	200 +10 +14	182.00	ABCDEFGH
12	200 +10 +21	229.75	ABCDEFGHI
13	200 +20 +7	257.25	ABCDEFGHI
14	200 +20 +14	315.75	DEFGHIJK
15	200 +20 +21	261.25	ABCDEFGHI
16	200 +30 +7	611.75	LM
17	200 +30 +14	516.50	JKLM
18	200 +30 +21	306.00	BCDEFGHIJK
19	300 +10 +7	363.75	FGHIJKL
20	300 +10 +14	314.25	CDEFGHIJK
21	300 +10 +21	558.25	KLM
22	300 +20 +7	476.25	IJKLM
23	300 +20 +14	331.25	EFGHIJK
24	300 + 20 +21	110.75	ABCDE
25	300 + 30 +7	701.50	M
26	300 +30 +14	368.75	GHIJKL
27	300 + 30 +21	286.00	ABCDEFGHIJ

(\*) Letras iguales señalan sustratos iguales con un nivel de significancia del 5%.

Según puede observarse, el tratamiento 25 fue el que produjo mayor cantidad de adultos promedio (701.50), aunque debe señalarse que estadísticamente no se aprecian diferencias significativas entre este y los tratamientos 16, 21, 17 y 22. La producción de estos tratamientos oscila entre 476.25 y 701.50 y corresponden a cinco combinaciones utilizando 200 o 300 g de chirimoya y las tres combinaciones de tiempo y número de adultos.

Los tratamientos 2 y 9 produjeron la menor cantidad de individuos y fueron estadísticamente iguales entre sí.

Se puede afirmar con base en el test Tukey que el tratamiento 25 fue el más productivo con un promedio de 701.5 adultos, los tratamientos 2 y 9 los de resultados más bajos (36.75 y 37.25 adultos, respectivamente) y todos aquellos tratamientos con medias entre 110.75 y 611.75, resultaron ser estadísticamente una situación intermedia, aunque numéricamente se observó grandes diferencias entre ellos.

Al suministrar 300 g de sustrato con 20 y 30 adultos durante 21 días se esperaba obtener las mayores cantidades de insectos dado que hay mayor número de hembras en postura durante un mayor tiempo con abundante alimento. Sin embargo los resultados obtenidos fueron intermedios a bajos, lo que se explica por una gran competencia entre larvas debido a una mayor oviposición, que puede generar mortalidad por sobrepoblación (Dowd, 1987), siendo la cantidad de sustrato insuficiente para una pupación completa.

Según De Bach (1979), los insectos sometidos durante sus estados de desarrollo a estrés por hambre o sobrepoblación, son más susceptibles a mortalidad, ya sea por enfermedades o virus latentes, lo que puede explicar en parte la menor producción de adultos sobre cantidades bajas de sustrato alimenticio con altos niveles de postura.

Al mantener los adultos parentales durante 21 días pero sólo con 10 individuos, es decir, con cinco hembras en postura, se espera una menor cantidad de huevos, pero las larvas resultantes tienen más alimento a su disposición y la metamorfosis a adulto aumenta.

También se obtienen buenos resultados al inocular 20 y 30 adultos pero bajando el tiempo de permanencia a 7 y 14 días. Esto se debe a un mayor número de hembras en postura pero durante un tiempo más corto, produciendo una cantidad de larvas adecuada a la capacidad sustentadora del sustrato.

Al disminuir el sustrato a 200 g inoculando 30 adultos durante 7 y 14 días de postura, se obtuvo excelentes resultados que estadísticamente son iguales a los alcanzados con 300 g, el mismo número de insectos y tiempo de oviposición.

Según lo anterior, bajo las condiciones del ensayo se pueden obtener las máximas cantidades de individuos utilizando 200 o 300 g indistintamente, siempre que la cantidad de adultos sea la mayor y los períodos de postura menores, o bien inoculando 10 insectos y aumentando los tiempos de oviposición.

BIBLIOTECA CORFO

El aumento de 7 a 14 y 21 días de postura disminuye el número de adultos finales, lo que se acentúa al disminuir el sustrato de 300 a 100g, independientemente del número de hembras inoculadas inicialmente, esto se debe a que al aumentar el número de permanencia de los adultos parentales se genera una mayor competencia por alimento y espacio debido a un mayor tiempo de postura y además competencia entre adultos parentales y larvas por el mismo sustrato de alimentación. También hay que considerar que aunque exista oviposición después de dos semanas, el sustrato de alimentación está mas reducido por su consumo y deshidratación.

Comparando la producción de individuos adultos de *C. hemipterus* en este ensayo con respecto a los resultados del año 1 y 2 sobre dieta chirimoya, se obtuvo una cantidad máxima promedio de 701.5 insectos, muy superior a los resultados logrados en el año 1 con 305.8 adultos en promedio y 282.00 adultos en el año 2. Por tanto se confirma que la cantidad de sustrato, número de adultos parentales y días de postura influye de manera importante en los resultados obtenidos en la crianza.

## 2.- Evaluación de un Módulo de Crianza.

### AÑO 1.

Todos los costos están referidos a la producción de una generación de insectos. En la etapa de liberaciones es posible completar dos generaciones de *Carpophilus hemipterus*, pensando en un ciclo de vida para la especie cercano a los 30 días. Esto es posible lograrlo si se trabaja con condiciones de temperatura y humedad que fluctúan alrededor de 25° C y 60 % HR y además si se cuenta con una dieta adecuada para su desarrollo, de acuerdo a nuestros resultados, puede ser chirimoya, lúcuma, higo y dieta artificial 2.

En la evaluación del módulo de crianza se tomaron en cuenta los siguientes parámetros establecidos en la metodología:

- a) Costo de implementación de la sala de crianza
- b) Costo de reposición de materiales
- c) Costo de la mano de obra ocupada para el manejo del módulo
- d) Número de insectos producidos por recipiente
- e) Número de insectos producidos por módulo

#### a) Costo de implementación de una sala de crianza.

ITEM	UNIDADES	VALOR UNITARIO	TOTAL (\$)
Construcción de sala	1	1.050.200	1.050.200
Frascos	672	260	174.720
Estufa	1	30.000	30.000
Extractor	1	40.000	40.000
Termostato	1	36.998	36.998
Termo-higrómetro	1	28.890	28.890
Estantes metálicos	6	80.000	480.000

Muselina	56 m	3.100	173.600
<b>TOTAL</b>			<b>2.014.408</b>

---

**b) Costo de materiales para una generación.**

MATERIALES	COSTO (\$)
Dieta	60.300
Arena	7.392
Elásticos	1.344
<b>TOTAL</b>	<b>69.036</b>

Los costos anteriormente expuestos están referidos a valores del año 1997.

**c) Costo de la mano de obra ocupada para el manejo del módulo.**

En el primer año de trabajo ( INFORME DE AVANCE 1) se estimaron los costos de mano de obra en base a que la obtención de la descendencia completa para una generación de *Carpophilus hemipterus* se logra en 60 días, y por tanto como es posible lograr dos generaciones estaríamos hablando de 4 meses con un costo para esa fecha de \$ 160. 000 por generación.

Considerando todo el proceso de colecta, mantención del pié de cría y la producción comercial como tal del insecto, es adecuado contemplar un obrero especializado a tiempo completo para esta labor, con un costo actual estimado en \$ 100.000 mensuales por 12 meses.

**d) Número de insectos producidos por recipiente.**

Fueron evaluados 40 frascos con dieta chirimoya y 10 con manzana. Para chirimoya se obtuvo un promedio de 673.27 adultos por frasco y con manzana 85.6 adultos por frasco, estos resultados confirman la importancia en la elección de la dieta en la reproducción comercial de *Carpophilus hemipterus*.

### e) Número de insectos producidos por módulo.

Si tenemos en cuenta que en el módulo de crianza establecido pueden colocarse 672 frascos que pueden producir 673.27 adultos como promedio, en cada generación pueden obtenerse 452.256 insectos por módulo.

### AÑO 2

En el segundo año de trabajo se realizó una segunda evaluación del módulo de crianza específicamente para la parte de producción de insectos ya que los costos de implementación de la sala de crianza, costo de reposición de materiales y el costo de la mano de obra, fueron similares al año anterior.

En este caso se evaluaron 14 frascos con dieta chirimoya y 18 con manzana.

Se obtuvo un promedio de 467.07 adultos por frasco con dieta chirimoya y 75.52 adultos con dieta manzana, lo que equivale a una producción por módulo de 313.871 insectos para chirimoya y 50.749 insectos con dieta manzana, en una generación.

Como puede observarse los resultados de producción de insectos con chirimoya fueron inferiores al año anterior. Esto podría deberse a la calidad de la fruta utilizada, ya que fue necesario ocupar fruta de cosecha tardía dentro de la estación la cuál presentó una madurez poco uniforme e invasión rápida de patógenos de post-cosecha.

A pesar de los resultados de producción con chirimoya en esta temporada, esta dieta sigue siendo muy superior a manzana para la crianza comercial de *C. hemipterus*.

Debe tenerse en cuenta que en el período en que se realiza la reproducción del insecto y las liberaciones (octubre a febrero, correspondiendo con la floración del chirimoyo) no siempre se cuenta con la disponibilidad de chirimoya en estado fresco para cubrir toda la producción necesaria, por lo que es recomendable disponer de un sustrato alternativo que la sustituya.

Manzana es una dieta que permite la reproducción del insecto de forma adecuada además de poseer bajo costo y disponibilidad durante todo el año, pero no es recomendable para la crianza comercial debido a que el ciclo de vida de *C. hemipterus* es mucho más largo sobre esta dieta y la producción de insectos es mucho menor.

Por tanto, deben considerarse otras alternativas, como almacenar chirimoya en condiciones refrigeradas para cubrir todo el período en que se necesita o disponer de una dieta artificial adecuada.

De acuerdo a la producción de insectos que es posible obtener en el módulo de crianza con las metodologías empleadas, se puede señalar que en un módulo de producción comercial es posible obtener entre 300.000 y 450.000 insectos por generación.

Para la estimación del costo de producción se han considerado los siguientes supuestos:

BIBLIOTECA CORFO

- a) **Mano de obra:** Se ha considerado un obrero especializado con dedicación de tiempo completo para la colecta a campo de *Carpophilus hemipterus*, establecimiento del pie de cría y desarrollo de la crianza comercial y obtención de los adultos para ser liberados, se ha asignado un valor de \$ 100.000 mensuales para la mano de obra.
- b) **Costo de materiales de reposición:** Según los parámetros establecidos anteriormente se estima un costo de \$ 140.000 por módulo (70.000 por cada generación).
- c) **Niveles de producción:** Se consideran dos niveles de producción de acuerdo a nuestros resultados: 600.000 insectos y 900.000 por módulo, por temporada.

#### **Costo de producción por insecto:**

Considerando los supuestos anteriores y asumiendo una vida útil de 5 años para la implementación de la sala se determina el siguiente costo por insecto:

a) Implementación de la sala :	2.014.408 (5 años)
b) Costo reposición de materiales: 140.000 por año =	700.000 (5 años)
c) Costo de la mano de obra 100.000 mensuales =	6.000.000 (5 años)
d) Total costo producción por 5 años	8.714.408
e) Sumando 10 % de gastos adicionales por “varios”	<b>9.585.848</b>

De acuerdo a nuestros resultados la producción mínima de insectos en 5 años podría ser de 3.000.000 de insectos con un costo unitario de \$ 3.1, la producción máxima en cinco años sería de 4.500.000 con un costo de \$ 2.1.

### **3.- Evaluación de la eficacia de *Carpophilus hemipterus* como polinizante.**

#### **3.1- Liberaciones en campo. Año 1**

##### Huerto N° 1 “Fundo La Palma”

Aunque se había propuesto entregar 50.000 ejemplares de *C. hemipterus*, en este huerto (10.000 por hectárea), no fue posible debido a un atraso producido en la obtención de los insectos.

Fueron liberados 41.185 insectos, cubriendo totalmente el período de mayor floración del huerto que estuvo comprendido desde el 15 de diciembre de 1997 al 19 de febrero de 1998.

Pasados 30 días de la última liberación de insectos se realizó la evaluación de cuaja de frutos, esta fue preliminar para tener una idea general de los resultados de la polinización y sirvió como antecedente a la evaluación final de la cosecha. Para el análisis fue eliminado un árbol de los tratamientos por estar enfermo.

En los 9 árboles no polinizados manualmente se obtuvo un total de 166 frutos lo que equivale a un promedio de 18.44 frutos por árbol.

En los árboles testigo polinizados manualmente se contabilizaron 529 frutos que equivalen a 52.9 frutos por árbol.

La cosecha del huerto se realizó entre los meses de julio y octubre de 1998 y los resultados pueden observarse en el Anexo 7, en el se refiere la información respecto a:

- Número de frutos
- Peso de los frutos en Kg
- Distribución de calibres
- Forma de los frutos.

La distribución de calibres se realizó utilizando como referencia la clasificación comercial de una Empresa Exportadora (Anexo 8 ).

Como puede observarse los resultados en el número de frutos obtenidos fueron muy superiores en los árboles polinizados manualmente respecto al tratamiento con insectos , lográndose prácticamente el doble de frutos.

Se obtuvo una diferencia importante en el rendimiento entre el tratamiento y el testigo, el testigo produjo 2.5 veces más kilogramos de fruta que el tratamiento sin polinización manual, aún cuando el rendimiento del testigo fue inferior a un rendimiento comercial óptimo (produjo un equivalente a 5.229 Kg/ha para 277 árboles/ha estimados y se tiene como valores óptimos referenciales alrededor de 14.000 Kg/ha). En el tratamiento con insectos se logró un rendimiento estimado de 2.210 Kg/ha.

Tanto en el tratamiento como en el testigo se observa una mala distribución de calibres, con un predominio de calibre tercera sobre el 64 % de los frutos. No hay diferencias importantes en le resto de los calibres, extra, primera y segunda, entre tratamiento y testigo.

En cuanto a forma se logró mejores resultados en el tratamiento sin polinización manual con un 49.1% de frutos simétricos, mientras que el testigo sólo logró un 36% de frutos simétricos. Estos resultados son destacables si se tiene en cuenta que una de las ventajas que se le atribuye a la polinización manual es el logro de frutos simétricos.

## Huerto 2. Fundo “Estación Experimental”

En este huerto fue posible liberar la cantidad de insectos propuesta e incluso más de lo considerado. Fueron liberados 11.701 insectos en el período comprendido entre el 12 de enero de 1998 y el 19 de febrero de 1998.

En la evaluación de cuaja realizada 30 días después de la última liberación se contabilizaron 42 frutos en los árboles tratamiento, lo que equivale a 4.2 frutos por árbol y 721 frutos en los polinizados manualmente para un promedio de 72.1 frutos por árbol.

Los resultados de la cosecha en este huerto se muestran en el Anexo 9.

En cuanto al número de frutos producidos, se obtuvo notablemente menor cantidad en el tratamiento con *C. hemipterus* que en los polinizados manualmente, equivalente a 16.2 veces menos.

BIBLIOTECA CORFO

Si se traducen los resultados a rendimiento total por hectárea, en este huerto se obtuvo un rendimiento total adecuado en los árboles testigo polinizados manualmente, estimándose un rendimiento de 14.320 Kg/ha. En el tratamiento con *C. hemipterus* se logró un rendimiento estimado de 498.6 Kg/ha lo que equivale a 27.9 veces menos que el testigo.

La distribución de calibres se considera deficiente en ambas condiciones, ya que más del 50 % de la producción obtenida pertenece al calibre tercera.

Respecto a la forma de los frutos no hubo diferencias entre testigo y tratamiento y en ambos el mayor número de frutos corresponde a frutos simétricos (sobre el 70%).

Si comparamos los resultados obtenidos en los dos huertos en estudio, puede señalarse que en ambos la polinización manual fue superior al tratamiento con insectos, sin embargo se aprecia una notable diferencia en el tratamiento con insectos entre los dos huertos, respecto al número de frutos logrados (huerto 1, 48.33 frutos promedio por árbol y en el huerto 2, 12.4 frutos/árbol). Si analizamos las cantidades de insectos liberados en ambos huertos podemos ver que en el huerto 1 se liberó menos de lo previsto, no así en el huerto 2 donde se

entregó incluso más de los 10.000 insectos/ha planificados, estos resultados nos hacen pensar que el número de insectos liberados no influyó en el número de frutos logrados y probablemente las diferencias se deban a condiciones de manejo de los huertos.

### 3.2 Liberaciones a campo de *C. hemipterus*. Año 2

Las liberaciones a campo en esta temporada se realizaron en el huerto “ La Cruz”, estas comenzaron el día 1 de febrero y se mantuvieron hasta el fin de la floración, 9 de marzo, cubriendo todo el peak de floración del huerto. Se liberaron 23.847 insectos.

No fue posible liberar los 30.000 insectos propuestos debido a dificultades con la reproducción del insecto en el pié de cría.

BIBLIOTECA CORFO

Resultados de la evaluación de cuaja de frutos:

En los árboles no polinizados manualmente, se contabilizaron 179 frutos para un promedio de producción por árbol de 19.8.

En los árboles testigo, polinizados manualmente, 1.203 frutos que representa un promedio de 133.66 por árbol.

La cosecha fue realizada entre el 8 de octubre de 1999 y el 11 de noviembre de 1999 y los resultados se muestran en el Anexo 10.

Según los resultados la polinización manual fue superior a la polinización con insectos ya que la producción promedio por árbol fue de 129.5 frutos con polinización manual y 20.42 frutos con insectos.

Esto se puede traducir en un rendimiento por hectárea de 8.196 Kg/ha para los árboles polinizados manualmente y 955 Kg/ha para los no polinizados ( considerando una distancia de plantación de 6 x 6), lo que equivale a 8.58 veces más rendimiento con polinización manual.

Por otra parte el rendimiento obtenido con polinización manual puede calificarse de insuficiente si se compara con cifras promedio de huertos comerciales que obtienen rendimientos del orden de 14.000 Kg/ha.

En relación a términos de calidad, no se encontraron diferencias entre los calibres extra y primera en ambos tratamientos.

Se aprecia un predominio de calibre tercera en los dos tratamientos, siendo este mayor en el tratamiento sin polinización manual (80.25, respecto a 61.7% obtenido con polinización manual).

Ambos tratamientos presentaron un predominio de frutos simétricos, que corresponde a más del 75% de la cosecha.

### **3.3 Ensayo de liberaciones de *C. hemipterus* en árboles enjaulados.**

Según se menciona en la metodología este ensayo contó con tres tratamientos correspondientes a: T 1. Polinización con *C. hemipterus*, T2. Polinización manual comercial y T3. Testigo sin polinizar.

Todos los tratamientos contenían 5 repeticiones.

Las liberaciones de *C. hemipterus* comenzaron el día 11 de enero y finalizaron el 29 de enero de 1999. Se cubrió prácticamente todo el período de floración que comenzó a ser relevante el 7 de enero y concluyó el 9 de febrero. Fueron liberados 1.500 insectos distribuyendo un total de 300 por árbol.

La polinización manual comenzó el 7 de enero y concluyó el 9 de febrero.

Al igual que en los ensayos anteriores de liberaciones a campo se realizó una evaluación de cuaja de frutos pasados 30 días de la última liberación y los resultados se muestran como sigue:

T1. Polinización con *C. hemipterus*, se contabilizaron 59 frutos, para una producción promedio por árbol de 11.8 frutos

T2. Polinización manual comercial, se contabilizaron 594 frutos, para un promedio por árbol de 118.8 frutos.

T3. Testigo sin polinizar, 14 frutos, para un promedio de 2.8 frutos por árbol.

Los resultados obtenidos en la cosecha respecto a número de frutos, peso y simetría se muestran a continuación en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Resultados de la cosecha . Ensayo de árboles enjaulados.  
Huerto "Estación Experimental"**

Tratamientos	Nº de frutos (X)	Peso de frutos (g) (X)	Simetría % (X)
T1 Polinización con insectos	21.0 B	424.9 A	80 A
T2 Polinización manual	125.4 C	421.1 A	83.7 A
T3 Polinización natural (sin insectos, sin polin. manual)	4.2 A	340.5 B	42.8 B

BIBLIOTECA CORFO

(X) Promedio de 5 repeticiones. Test de separación de medias con un nivel de significancia del 5%.

En términos de número de frutos logrados, la polinización manual fue significativamente superior a la polinización con insectos y a la polinización natural. Por su parte la polinización con insectos se mostró significativamente superior a la polinización natural, lo que indica que hay un efecto importante de los insectos en la polinización, aunque inferior a lo que se obtiene con polinización manual.

En relación al peso de los frutos se lograron resultados estadísticamente similares con polinización manual y con insectos, estos resultados fueron superiores a los logrados con polinización natural.

Los tratamientos con polinización manual y con insectos dieron los mejores porcentajes de frutos simétricos siendo similares estadísticamente entre si y superiores a lo obtenido con polinización natural.

De modo general en todos los ensayos realizados durante el proyecto , los frutos producidos con polinización con *C. hemipterus* fueron en su gran mayoría simétricos, resultando en más del 70% de los frutos dentro de esta categoría, en todos los ensayos y superando en algunos casos a la polinización manual, este es un resultado interesante si se tiene en cuenta una opinión generalizada de que la polinización con insectos produce frutos asimétricos en su mayoría.



Fig. 5. Frutos obtenidos con polinización por *Carpophilus hemipterus*.

A continuación se muestran los resultados de la distribución de calibres para los tratamientos realizados.

**Cuadro 4. Distribución de calibres. Ensayo de árboles enjaulados.**

Tratamientos	Calibres %			
	Extra	Primera	Segunda	Tercera
T1 Polinización con insectos	19.0	29.5	7.6	43.8
T2 Polinización manual	7.0	55.8	18.8	18.3
T3 Polinización natural (sin insectos, sin polin.manual)	9.5	28.6	—	61.9

BIBLIOTECA CORFO

De los resultados obtenidos se observa que los mayores porcentajes de fruta de menor calibre (tercera) se produjeron en los tratamientos con polinización natural y con *C. hemipterus*. En este sentido, con la polinización manual se obtuvo el mayor porcentaje de frutos con calibre primera, de mayor valor comercial.

Por otra parte, llama la atención que en el tratamiento con *C. hemipterus* se obtuvo un alto porcentaje de frutos de calibre extra, muy por encima de los otros tratamientos, de tal modo que si se comparan los calibres extra y primera juntos, el tratamiento con *C. hemipterus* se logra diferenciar mejor del tratamiento con polinización natural ( 40.5% y 30.1% respectivamente).

La polinización manual presenta como ventaja el asegurar una buena cuaja y la obtención de buenos calibres, lo cual se vio reflejado en estos resultados considerando que un 62.8 % de los frutos en este tratamiento correspondieron a calibres extra y primera.

Aún cuando la polinización con insectos se mostró superior a la polinización natural (sin insectos, ni polinización manual), sigue siendo inferior a la polinización manual lo que podría deberse a una insuficiencia en la cantidad de insectos liberados o a factores medioambientales poco favorables para la actividad y el comportamiento de los insectos, especialmente por un posible aumento de la temperatura al interior de la jaulas de aislamiento lo que podría haber afectado la actividad polinizadora de los insectos.

### **3.4 Estudio de caso: Evaluación de producción en un huerto comercial de chirimoyo con polinización natural.**

Según mencionamos en la metodología este es un huerto comercial con características particulares de manejo, dónde no se poliniza manualmente y se logran cosechas de alto rendimiento.

Se conoce de la presencia de altas poblaciones de *Carpophilus hemipterus* presentes durante gran parte del año en el huerto, lo que fue corroborado en nuestro estudio.

Nuestro objetivo fue evaluar la cosecha y compararla con resultados de huertos que se manejan de forma tradicional y con polinización manual, los resultados obtenidos se muestran en el Anexo 11.

En relación al número de frutos obtenidos se puede señalar que el huerto no presenta problemas de cuaja ya que se obtuvo un promedio de 416.6 frutos por árbol, cifra estimada como apropiada considerando que para una polinización manual se poliniza una cantidad similar de flores por árbol adulto en plena producción. Es decir, la eficacia de la polinización manual, estimada en un 60-80% en huertos comerciales, es comparativamente mayor a la eficacia de la polinización con insectos puesto que estas disponen de una mayor cantidad de flores. Un árbol adulto produce sobre 1.500 flores (Uquillas, 1994).

Sin embargo, la menor eficacia de insectos en la polinización resultó en un número adecuado de frutos al disponer ellos de una abundante floración.

Al analizar la producción en kilogramos y proyectarla a rendimiento por hectárea en el huerto, se puede concluir que esta llegaría a 13.800 Kg/ha con un total de 138 árboles, lo cual está en un rango normal de producción.

Se observa una distribución de calibres algo distinta a lo que se obtiene en huertos polinizados. En estos (INFORME N° 2) se obtuvieron distribuciones de calibres con predominio de calibre tercera pero con un máximo de 61.7 % de fruta dentro de esta calificación ("Fundo La Palma") y 55.8% en la "Estación Experimental". En el huerto analizado con polinización natural, el calibre tercera fue de un 69.9%.

Las condiciones de manejo natural de este huerto son perjudiciales para la obtención de mejores calibres. Tanto el riego por inundación así como la escasa fertilización y la ausencia de poda tienden a envejecer el árbol y darle menores condiciones para una buena nutrición de la fruta. Esto podría explicar la diferencia de aproximadamente 10% de fruta de bajo calibre respecto a huertos con polinización manual y manejo agronómico adecuado.

La obtención de fruta en el huerto sin polinización manual sólo puede ser atribuida a una polinización natural que podría tener su origen en una o ambas de las siguientes posibilidades.

Por una parte, la participación de insectos polinizadores, entre ellos *C. hemipterus*, poseen condiciones favorables para su desarrollo en el huerto. Estas son: presencia de fruta en descomposición en el suelo sobre las cuales desarrollan su ciclo reproductivo, condiciones de alta humedad del suelo y malezas que impiden la deshidratación rápida de las frutas del suelo lo que permite que desarrollen su ciclo biológico completo lo que no ocurre en huertos con alta radiación solar sobre este y que provoca deshidratación rápida de la fruta impidiendo que el insecto complete su desarrollo.

El segundo aspecto incidente está dado por una posible autofecundación de flores, producto de una coincidencia de ambas fases sexuales (Farré et al., 1976, citados por Gardiazábal y Rosenberg, 1993), debido a un atenuamiento de la dicogamia por condiciones de alta H.R. y temperaturas moderadas. Las características particulares de este huerto, como el gran tamaño de los árboles, su forma de paraguas, así como el suelo cubierto de malezas durante gran parte del período de floración, pueden generar una condición microclimática especial bajo

la canopia y entre los árboles, que en la mayor parte del huerto se emboscan entre sí. Este fenómeno es confirmado en observaciones hechas sobre árboles de chirimoyo emboscados, sin polinización manual, con alta cuaja natural, atribuyéndosela al traslape de sexos por condiciones de mayor H.R. y moderación de temperaturas, debido al emboscamiento.

Se sabe que la fase femenina receptiva de la flor se acorta bajo condiciones de alta temperatura o/y baja humedad ambiental (Schröder, 1943, citado por Gardiazábal y Rosenberg, 1993). En condiciones de altas temperaturas en los meses de floración, se acentúa la dicogamia de esta especie, aunque también hay un efecto en el resecamiento de los pistilos por una H.R. más baja, lo que reduce la fase receptiva.

Las condiciones ambientales generadas por el manejo del huerto favorecen no sólo la reproducción de *C. hemipterus* sino también la actividad de visita en las flores y de permanencia en el huerto, lo que combinado con las condiciones de mayor receptividad del estigma para el polen podrían explicar el rendimiento del huerto.

BIBLIOTECA CORFO

Los resultados observados en este huerto son alentadores para continuar investigando las causas que ocasionan los rendimientos de cosecha observados, en condiciones que no se poliniza manualmente. Es de vital importancia para la empresa patrocinadora (XILEMA S. A.) y para el equipo de investigadores continuar esclareciendo las dudas respecto al tema y es por eso que durante el año en curso y fuera del actual proyecto, se lleva a cabo un ensayo en el huerto referido que tiene como objetivo determinar en que medida el insecto polinizador *Carpophilus hemipterus* es determinante para los resultados de producción logrados en este huerto.

Para ello, se seleccionaron 10 árboles de tamaño similar eligiendo en cada uno de ellos 2 ramas de orientación norte. Una de ellas se encerró en una manga de estructura metálica recubierta con muselina para impedir el ingreso de insectos polinizantes. La otra se dejó libre al acceso de insectos polinizantes.

Previamente se realizó en cada rama un recuento de flores para comparar con el número de frutos que se obtendrá a la cosecha.

Como se había mencionado, este huerto se caracteriza por tener una buena producción comercial y un manejo caracterizado por una estructura de parrón, ramas largas, árboles sombríos, suelo enmalezado.

Paralelamente, se montó el mismo ensayo en un sector del huerto de chirimoyos de la Estación Experimental "La Palma" en que se evalúa un manejo de poda diferente a lo convencional, dejando los árboles mas emboscados. En estas condiciones, la temporada 99 de cosecha se obtuvo una buena producción sin polinizar manualmente. Se pretende así conocer si esta producción es efecto de la humedad ambiental, es la participación de *C. hemipterus* o una combinación de ambos.

Como complemento a los estudios desarrollados en el proyecto y a las proyecciones de nuevos estudios en el tema, se espera evaluar el efecto de liberaciones a campo abierto. Para ello, se utilizarán dos huertos de un mismo productor de la zona de La Cruz en que se hizo el Estudio de caso.

Ambos huertos poseen las mismas características de manejo y no son polinizados manualmente.

En uno de ellos se liberarán *C. hemipterus* masivamente mientras en el otro no se intervendrá con liberaciones. A la cosecha se compararán las producciones de 10 árboles de cada huerto seleccionados previo a la floración.

BIBLIOTECA CORFO

## E) IMPACTOS DEL PROYECTO.

Aún cuando al término del proyecto no se ha logrado el objetivo de sustituir la polinización manual por el uso comercial de *C. hemipterus*, se logró determinar el rol de ellos como polinizantes del chirimoyo y se determinó una metodología de crianza masiva en laboratorio, que podría abastecer requerimientos de eventuales usuarios, con dietas tanto artificiales como naturales.

Por otra parte, el costo unitario de producción permite a XILEMA pensar en una buena alternativa comercial si se tiene en cuenta el costo de producción de otros insectos (*Cryptolaemus montrouzieri* para el control de Chanchito blanco) cuyo costo alternativo de control químico es cercano al del control biológico.

En el caso del chirimoyo, un costo de \$ 500.000 por hectárea en polinización manual es equivalente al costo de producción de alrededor de 250.000 insectos. Comparativamente puede llegar a constituir una opción económica muy interesante tanto para XILEMA como para los usuarios si se logra avanzar en el manejo de ellos en el campo, aspectos aún no resueltos y que deberán seguir investigándose.

Los resultados obtenidos a la fecha han sido y seguirán siendo informados en Congresos Nacionales e Internacionales, serán también publicados en artículos científicos, y parte de ellos han sido informados y publicados como Talleres de Estudiantes de Agronomía de La Universidad Católica de Valparaíso.



(ANEXO N° 1)

**RESÚMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS  
PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**FECHA** 29-02-2000

**1.- ANTECEDENTES GENERALES**

<b>CÓDIGO PROYECTO</b>	96-0913
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b>	“Evaluación de <i>Carpophilus hemipterus</i> (Coleoptera: Nitidulidae) como polinizante del chirimoyo”.
<b>EMPRESA</b>	XILEMA S.A.
<b>INFORME DE AVANCE N°</b>	3
<b>TOTAL INFORMES AVANCE</b>	3

BIBLIOTECA CORFO

**2.- CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES**

<b>2.1.- ACTIVIDADES PROGRAMADAS (Según Términos de Referencia)</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Evaluación de dieta.</li><li>2. Crianza comercial</li><li>3. Colecta campo</li><li>4. Liberaciones</li><li>5. Evaluación de la polinización</li><li>5.1 Evaluación de cuaja</li><li>5.2 Evaluación de la cosecha</li><li>6. Informe</li></ol>
<b>2.2.- ACTIVIDADES EFECTIVAMENTE DESARROLLADAS</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Actualización de la información</li><li>2. Pie de cría</li><li>3. Colecta a campo</li><li>4. Liberaciones</li><li>5. Evaluación de la polinización</li><li>5.1 Evaluación de cuaja</li><li>5.2 Evaluación de la cosecha</li><li>6. Estudio de caso</li><li>7. Informe</li></ol>



(ANEXO N° 2)

**CUADRO RESÚMEN GASTOS REALES  
PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

**1.- ANTECEDENTES GENERALES**

<b>CÓDIGO PROYECTO</b>	96-0913
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b>	“Evaluación de <i>Carpophilus hemipterus</i> (Coleoptera: Nitidulidae) como polinizante del chirimoyo”.
<b>EMPRESA</b>	XILEMA S. A.
<b>INFORME DE AVANCE N°</b>	3
<b>TOTAL INFORMES AVANCE</b>	3

**2.- CUADRO RESÚMEN DE GASTOS**

<b>PARTIDAS DE COSTO</b>	<b>GASTOS PROGRAMADOS MILES (\$)</b>	<b>GASTOS REALES ACUMULADOS MILES (\$)</b>
<b>PERSONAL DE INVESTIGACIÓN</b>	5.220	5.220
<b>PERSONAL DE APOYO</b>	0	360
<b>SERVICIOS, MATERIALES Y OTROS</b>	2.391	3.566
<b>USO DE BIENES DE CAPITAL</b>	1.275	600
<b>ADQUISICIÓN DE BIENES DE CAPITAL</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>8.886</b>	<b>9.746</b>

(\*) Se entiende por Gasto Real del Proyecto a todos los gastos realizados durante el desarrollo del proyecto, inclusive aquellos no previstos y que han debido ser financiados con mayores aportes de la(s) empresa(s).



**DETALLE MENSUAL DE GASTOS DEL PROYECTO**  
(Valores en pesos)

PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL	TOTAL MENSUAL				TOTAL ACUMULADO
			T 1	T 2	T 3	T 4	
<b>PERSONAL</b>	a) Director	1.200.000	300.000	300.000	300.000	300.000	1.200.000
<b>INVESTIGACIÓN</b>	b) Investig. Responsable	1.200.000	300.000	300.000	300.000	300.000	1.200.000
	c) Co. Investig.	2.400.000	600.000	600.000	600.000	600.000	2.400.000
	d) Coordinador	420.000	105.000	105.000	105.000	105.000	420.000
<b>Subtotal</b>		<b>5.220.000</b>	1.305	1.305	1.305	1.305	<b>5.220.000</b>
<b>PERSONAL DE APOYO</b>	a) Obrero	360.000	90.000	90.000	90.000	90.000	360.000
	b)						
	c)						
	d)						
<b>Subtotal</b>		<b>360.000</b>	90.000	90.000	90.000	90.000	<b>360.000</b>
<b>SERVICIOS</b>	a) Análisis Laboratorio	8.000			8.000		8.000
<b>MATERIALES</b>	b) Arena	20.000		20.000			20.000
<b>Y OTROS</b>	c) Mat. Vidrio	50.000	50.000				50.000
	d) Fruta	157.988			253.994	253.994	507.988
	e) Dieta	50.000					0
	f) Muselina	936.168		416.168			416.168
	g) Análisis Est.	280.000	150.000		150.000	150.000	450.000
	h) Difusión	200.000				250.000	250.000
	i) Viáticos	480.000	120.000	120.000	120.000	120.000	480.000
	j) Gastos gene.	879.166	219.791	219.791	219.792	219.792	879.166
	d) Imprevistos	504.858	126.214	126.214	126.215	126.215	504.858
<b>Subtotal</b>		<b>3.566.180</b>	666.005	902.173	878.001	1.120.001	<b>3.566.180</b>
<b>USO BIENES DE CAPITAL</b>	a) Salas y Laboratorio	600.000	150.000	150.000	150.000	150.000	600.000
<b>Subtotal</b>		<b>600.000</b>	150.000	150.000	150.000	150.000	<b>600.000</b>
<b>ADQUISICIÓN BIENES DE CAPITAL</b>	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
<b>Subtotal</b>							
<b>TOTAL</b>		<b>9.746.180</b>	2.211.005	2.447.173	2.422.999	2.664.999	<b>9.746.180</b>



\_\_\_\_\_  
**REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA**

\_\_\_\_\_  
**CONTADOR**

La información que respalda la presente rendición se encuentra disponible en el Departamento de Contabilidad de la empresa para cualquier consulta o revisión por parte de FONTEC u otro organismo fiscalizador  
Declaro bajo juramento que los datos contenidos en esta Declaración de Gastos son verídicos. Asimismo, declaro conocer las disposiciones relativas a sanciones en caso de suministrar información incompleta, falsa o errónea.



(ANEXO N° 3)

### IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

<b>CÓDIGO PROYECTO</b>	<b>DEL</b> 96-0913
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b>	“ Evaluación de <i>Carpophilus hemipterus</i> (Coleoptera: Nitidulidae) como polinizante del chirimoyo”
<b>EMPRESA</b>	XILEMA S. A.

IMPLEMENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO
(Señalar los principales resultados obtenidos en el proyecto y las acciones que se desarrollarán para implementarlo productivamente)
<p>No es posible implementar los resultados obtenidos a uso comercial, por cuanto aún no se ha logrado reemplazar la polinización manual actual por el uso de insectos polinizantes (<i>Carpophilus hemipterus</i>), en términos de cantidades de ellos necesarios para lograr una producción comercial adecuada.</p> <p>Los resultados obtenidos pueden resumirse en:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Se determinó una dieta artificial (dieta artificial 2) y una dieta natural (chirimoya) como las mejores para la producción masiva de <i>Carpophilus hemipterus</i>.</li><li>2. Se determinó una metodología de crianza masiva para <i>C. hemipterus</i>.</li><li>3. Se determinó que el costo de producción en un módulo de crianza masiva haría a esta alternativa muy rentable tanto para la empresa como para el productor.</li><li>4. Se determinó que <i>C. hemipterus</i> tiene un papel relevante en la polinización natural del chirimoyo y que con su uso es posible obtener fruta de calibres y formas comerciales similares a la polinización manual, aunque aún en volúmenes comerciales insuficientes.</li></ol>

BIBLIOTECA CORFO

## ANEXO 4.

Análisis realizado a los sustratos al inicio del estudio. Año 1

---

	% Humedad	pH	Sol.solubles
Lúcuma	64.48	5.31	26.5
Manzana	81.70	4.62	16.2
Chirimoya	77.55	4.32	15.65
D.Artificial	54.09	5.35	*

---

Laboratorio de suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso

## ANEXO 5

Tabla nutritiva de algunos sustratos  
gr o mg / 100gr.

	CHIRIMOYA	LÚCUMA	MANZANA
pH	4.5	5.5	4.5
CHO (gr)	22.0	25.0	15.0
Humedad (gr)	75.7	64.8	84.0
Calorías	56.0	122.0	58.0
Mat. Seca (gr)	24.3	35.2	16.0
Cenizas (gr)	1.0	0.9	0.3
FC (gr)	1.8	1.0	*
Grasas (gr)	0.1	0.5	0.4
ENN (gr)	11.7	31.4	*
Prot. (gr)	1.0	1.4	0.3
Ca (mg)	24.0	16.0	6.0
P (mg)	47.0	26.0	10.0
Na (mg)	9.0	*	*
K (mg)	206.0	470.0	*
Fe (mg)	0.4	0.4	0.0
Niacina (mg)	0.75	2.2	0.2
Riboflavina (mg)	0.14	0.14	0.03
Tiamina (mg)	0.06	0.01	0.04

Fuente: Feeds and Nutrition

## ANEXO 6.

Análisis realizado a los sustratos al inicio del estudio. Año 2

---

	% Humedad	pH	Sol.solubles
Higo	87.49	5.81	14.60
Manzana	87.22	4.42	14.60
Chirimoya	79.68	4.27	21.40
D.Artificial	56.00	5.78	32.00

---

Laboratorio de suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso

## ANEXO 7

Resultados de la cosecha. Ensayo de liberaciones de *C. hemipterus* en el campo. Año 2 Huerto1. Fundo " La Palma".

Tratamientos	N° de frutos/árbol (promedio)	Peso Kg/árbol (promedio)	Calibres (%)				Simetría (%)	
			Extra	Primera	Segunda	Tercera	Simétrico	Asimétrico
T 1 Sin polini. Manual	48.33	7.98	2.9%	10.1%	9.8%	77.0%	49.1%	50.8%
T 2 Polinización Manual (testigo)	83.6	18.88	1.5%	19.1%	17.5%	61.7%	36%	63%

(\*) Los resultados para T1 son en base a 9 repeticiones.

(\*) Los resultados para T 2 son en base a 10 repeticiones.

## ANEXO 8

Clasificación de frutos según su calibre para Mercado Nacional.

CATEGORÍAS	PESO DE LOS FRUTOS
Extra	750 g
Primera	350-750 g
Segunda	250-350 g
Tercera	Menor de 250 g

## ANEXO 9

Resultados de la cosecha. Ensayo de liberaciones de *C. hemipterus* en el campo. Año 2  
Huerto 2. Fundo " Estación Experimental".

Tratamientos	N° de frutos/árbol (promedio)	Peso Kg/árbol (promedio)	Calibres ( %)				Simetría ( %)	
			Extra	Primera	Segunda	Tercera	Simétrico	Asimétrico
T 1 Sin polini. Manual	12.4	1.82	0.8%	11.2%	6.4%	81.4%	70.2%	29.3%
T 2 Polinización Manual (testigo)	202	51.71	0.9%	25.9%	17.1%	55.8%	73.4%	26.5%

(\*) Los resultados son en base a 10 repeticiones para cada tratamiento.

## ANEXO 10

Resultados de la cosecha. Ensayo de liberaciones de *C. hemipterus* en el campo. Año 3  
Huerto: " La Cruz"

Tratamientos	N° de frutos/árbol (promedio)	Peso Kg/árbol (promedio)	Calibres ( %)				Simetría ( %)	
			Extra	Primera	Segunda	Tercera	Simétrico	Asimétrico
T 1 Sin polini. Manual	20.42	3.45	-	13.1%	6.5%	80.2%	79%	21%
T 2 Polinización Manual (testigo)	129.5	29.59	0.7%	15.4%	22.0%	61.7%	74.9%	25.1%

(\*) Los resultados para T 1 son en base a 7 repeticiones

(\*) Los resultados para T 2 son en base a 2 repeticiones  
( Cada repetición formada por un árbol)

## ANEXO 11

Estudio de caso. Manejo del huerto sin polinización manual  
Resultados de la cosecha. Huerto "EMA"

N° de árboles evaluados	N° de Frutos	Peso (Kg)	Calibres				Simetría	
			Extra	Primera	Segunda	Tercera	Simétrico	Asimétrico
1	697	177.140	9	168	103	417	463	234
2	512	166.844	3	89	100	320	429	83
3	346	52.225	3	11	23	309	225	121
4	195	32.860	2	14	18	161	117	78
5	333	71.154	0	53	50	230	222	111
<b>TOTAL</b>	<b>2.083</b>	<b>500.223</b>	<b>17</b>	<b>335</b>	<b>294</b>	<b>1.437</b>	<b>1.456</b>	<b>627</b>
Equivalencia en Porciento			0.8%	16.1%	14.1%	69%	69.9%	30.1%

