



Gobierno de Chile  
Ministerio de Agricultura  
Corporación Nacional Forestal

# MANUAL PARA LA DETECCIÓN DE CUATRO PLAGAS FORESTALES Y LA LIBERACIÓN DE SUS BIOCONTROLADORES



Centro de Semillas, Genética e Investigaciones Entomológicas  
Conaf-Chillán  
2010

Este manual es propiedad de la  
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL

dependiente del  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
GOBIERNO DE CHILE

Permitida su reproducción total o parcial informando su  
fuente de origen

PUBLICACIÓN N°1

CENTRO DE SEMILLAS, GENÉTICA E INVESTIGACIONES ENTOMOLÓGICAS  
CHILLÁN

2010

Las fotografías que aparecen en este manual pertenecen al Centro de Semillas, Genética e Investigaciones Entomológicas de CONAF; han sido cedidas por sus autores para su publicación o tomadas de Internet en páginas de libre acceso.

# PRESENTACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

## 2. CONCEPTO DE PLAGA Y CONTROL BIOLÓGICO

### 2.1 Plaga

#### 2.1.1 Plagas forestales

#### 2.1.2 Impacto económico

#### 2.1.3 Manejo Integrado de Plagas

### 2.2 Control biológico

#### 2.2.1 Concepto

#### 2.2.2 Historia del control biológico en plantaciones forestales de Chile

#### 2.2.3 Tipos de biocontroladores

## 3. DESCRIPCIÓN DE LAS PLAGAS

### 3.1 Polilla del Brote del Pino

#### 3.1.1 Antecedentes generales del agente plaga

#### 3.1.2 Biología

#### 3.1.3 Ciclo de vida

#### 3.1.4 Distribución en Chile

#### 3.1.5 Signos y síntomas

#### 3.1.6 Daños

#### 3.1.7 Medidas de control

### 3.2 Taladrador del Eucalipto

#### 3.2.1 Antecedentes generales del agente plaga

#### 3.2.2 Biología

#### 3.2.3 Ciclo de vida

#### 3.2.4 Distribución en Chile

#### 3.2.5 Signos y síntomas

#### 3.2.6 Daños

#### 3.2.7 Medidas de control

### 3.3 Gorgojo del Eucalipto

#### 3.3.1 Antecedentes generales del agente plaga

#### 3.3.2 Biología

#### 3.3.3 Ciclo de vida

#### 3.3.4 Distribución en Chile

#### 3.3.5 Signos y síntomas

#### 3.3.6 Daños

#### 3.3.7 Medidas de control

### 3.4 Psílido o Pulgón del Eucalipto

#### 3.4.1 Antecedentes generales del agente plaga

#### 3.4.2 Biología

#### 3.4.3 Ciclo de vida

#### 3.4.4 Distribución en Chile

3.4.5 Signos y síntomas

3.4.6 Daños

3.3.7 Medidas de control

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LOS BIOCONTROLADORES PARA LAS PLAGAS ANTERIORES

##### 4.1 *Orgilus obscurator* Ness

4.1.1 Características generales del biocontrolador

4.1.2 Biología del insecto

4.1.3 Ciclo huésped-parasitoide

##### 4.2 *Avetianella longoi* Siscaro

4.2.1 Características generales del biocontrolador

4.2.2 Biología del insecto

4.2.3 Ciclo huésped-parasitoide

##### 4.3 *Psyllaephagus pilosus* Noyes

4.3.1 Características generales del biocontrolador

4.3.2 Biología del insecto

4.3.3 Ciclo huésped-parasitoide

##### 4.4 *Anaphes nitens* Hubber

4.4.1 Características generales del biocontrolador

4.4.2 Biología del insecto

4.4.3 Ciclo huésped-parasitoide

#### 5. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CRÍA DE LOS BIOCONTROLADORES EN LABORATORIO

5.1 Multiplicación de *Orgilus obscurator*

5.2 Multiplicación de *Avetianella longoi*

5.3 Multiplicación de *Psyllaephagus pilosus*

5.4 Multiplicación de *Anaphes nitens*

#### 6. LIBERACIÓN DE LOS BIOCONTROLADORES

6.1 Dosis de liberación de los parasitoides

6.2 Formas de liberación de los parasitoides

6.3 Condiciones ambientales favorables para la liberación

6.4 Materiales para el traslado de los parasitoides

6.5 Aspectos relativos al transporte

6.6 Manipulación de los parasitoides durante la liberación

6.7 Devolución de materiales al laboratorio

#### 7. EVALUACIÓN DE PARASITISMO DE LAS PLAGAS DESCRITAS

7.1 Polilla del Brote del Pino

7.2 Taladrador del Eucalipto

7.3 Psílido o Pulgón del Eucalipto

7.4 Gorgojo del Eucalipto

#### BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

A-1 Anexo Instructivos de liberación

A-2 Anexo Formularios de liberación

A-3 Anexo Instructivos de evaluación de parasitismo

A-4 Anexo Formularios de evaluación de parasitismo

## GLOSARIO

## PRESENTACION

El presente manual ha sido producido íntegramente en CONAF, utilizando la información más actualizada existente, pero sobre todo tomando como base la experiencia práctica de muchos de sus funcionarios, obtenida tanto en terreno como en laboratorio.

Se agradece a todos los que participaron en la producción de este documento en especial a los funcionarios del Centro de Semillas: Sra. Rosa Ramos Alarcón, quien tuvo a cargo la redacción general del manual; Sr. Hugo Rodríguez Salgado, quien elaboró los esquemas de los Ciclos Biológicos incluidos en este documento; Sra. Ruth Ramos Alarcón, funcionaria que colaboró en la búsqueda de antecedentes y su descarga desde Internet y el Sr. Julio Jarpa Parra, periodista del Centro, quien tuvo a su cargo el diseño y diagramación del manual. Finalmente, y no por ello de menor importancia, se agradece al Ingeniero Forestal de CONAF Santiago, Sr. Angelo Sartori Ruilova por su aporte de los modelos de formularios de liberación y de toma de muestras para evaluación de parasitismo.

Gustavo Moreno Díaz  
Chillán, Chile, julio del 2010

## 1. INTRODUCCION

El objetivo de este manual es entregar los procedimientos básicos que se requieren para llevar a cabo la detección y posteriormente la liberación de sus biocontroladores para cuatro plagas que afectan las plantaciones forestales en Chile y que fueron consideradas como las más importantes cuando se planificó la confección de este documento, a fines del año 2009. Además, son las únicas a cuyo control ha tenido acceso CONAF, desde que iniciara en forma sistemática la producción de biocontroladores, a mediados de la década del 90. Una de estas plagas afecta a *Pinus radiata* y las otras tres a *Eucalyptus globulus*. Estas dos especies forestales cubren una superficie del orden de 1,85 millones de hectáreas y son el sustento de la economía forestal del país.

Las plagas incluidas en este manual, junto con su control biológico respectivo, son las siguientes:

- ***Rhyacionia buoliana*** Den. et Schiff. – Polilla del brote de pino
- ***Phoracantha semipunctata*** Fabricius y ***P. recurva*** Newman – Taladrador del eucalipto
- ***Ctenarytaina eucalypti*** Maskell – Psílido del eucalipto
- ***Gonipterus scutellatus*** Gyllenhal – Gorgojo del eucalipto

Todos estos insectos, constituidos en plagas, han estado atacando a las plantaciones desde diferentes años de inicio de aquéllas y a través de vastas superficies establecidas. Uno de los pilares fundamentales del manejo sustentable de este valioso recurso es, precisamente, el buen estado sanitario del material plantado, por lo que el control de plagas debe considerarse como una actividad silvícola prioritaria.

El Centro de Semillas, Genética e Investigaciones Entomológicas, perteneciente a CONAF y ubicado en la ciudad de Chillán, en la Región del Bío-Bío, cuenta con un Laboratorio de Entomología desde el año 1994, el cual fue establecido para atender las necesidades de los pequeños forestadores, a los cuales se les han entregado los biocontroladores, sin costo alguno, durante los últimos 15 años. La producción de este material biológico, de acuerdo a las metas establecidas y a los estándares de calidad, es una de las tres funciones más importantes que se le han asignado de manera oficial a este Centro, por parte de la Dirección Ejecutiva de CONAF.

El presente manual está dirigido a todos los silvicultores, en general, pero principalmente a aquéllos que dedican parte de su vida al cultivo de plantaciones de pino y eucalipto. La detección oportuna es la clave del éxito para el control eficiente de las plagas, por lo cual toda persona que trabaja en plantaciones o que realiza labores de supervisión o de fiscalización en ellas debería contar con una guía auxiliar para detectar y, tal vez, avanzar en la identificación del agente plaga. Del mismo modo, toda persona que participe en actividades silvícolas debería estar capacitada para proceder a la liberación de los biocontroladores producidos en los laboratorios de las diversas empresas e instituciones. Por estas razones es que CONAF decidió crear este manual, el cual está en formato digital, posibilitando el acceso masivo de potenciales usuarios a esta importante herramienta. No obstante, si el usuario lo desea, podrá descargar este documento para utilizarlo como un libro convencional, impreso en papel.

Queda, pues, este documento, a disposición de todos aquéllos que lo deseen.

## 2. CONCEPTO DE PLAGA Y CONTROL BIOLÓGICO

## 2.1. PLAGA

El término “plaga” tiene un sentido marcadamente antropocéntrico, puesto que el hombre lo aplica a todo aquello que le hace daño (Selfa & Anento, 1997). Sin embargo, la noción de plaga se asocia casi exclusivamente con los insectos y otros artrópodos terrestres como los ácaros, aunque dentro de ellas deban incluirse también algunos invertebrados no artrópodos como nemátodos y gastrópodos, y determinados vertebrados tales como aves y roedores. Deben excluirse los microorganismos como virus y bacterias, además de los hongos, ya que los daños causados por ellos son denominados “enfermedades” (Selfa & Anento, 1997).

Generalmente, una gran abundancia de insectos conduce a la idea de plagas cuando vemos que destruyen una cosecha agrícola o una masa forestal. Sin embargo, el concepto de plaga no es tan sencillo. Es necesario estudiar la magnitud de las poblaciones de insectos, sus tendencias y fluctuaciones, considerando los efectos que ejercen sobre ellos los factores ambientales, bióticos y abióticos (Romanyk & Cadahia, 1992).

Los factores ambientales que de forma natural regulan las poblaciones de artrópodos normalmente son agrupados en torno a dos variables: el potencial biótico y la resistencia del medio, siendo la relación entre ambas la que indicará la abundancia poblacional de una determinada especie.

### Potencial biótico (P)

Es la habilidad que posee una especie para multiplicarse sin que exista fuerza contraria alguna que lo impida. Depende de factores tales como: tasa de fecundidad, generaciones al año y proporción de individuos de cada sexo.

### Resistencia del medio (R)

Son todos aquellos factores que contribuyen a disminuir la multiplicación de una especie. Estos factores pueden ser bióticos o abióticos. Como factores bióticos se pueden señalar las características nutricionales y fisiológicas de las plantas que son su fuente de alimentación, así como también las relaciones interespecíficas entre estas especies y otros animales tales como competencia, predación y parasitismo. Entre los factores abióticos están la temperatura, la humedad y el viento, los cuales intervienen en las fluctuaciones poblacionales de una determinada especie.

### Abundancia (A)

La abundancia de una especie viene determinada por el cociente entre ambas variables, potencial biótico y resistencia del medio, así  $A = P/R$  (Romanyk & Cadahia, 1992). En esta relación el numerador suele permanecer constante, ya que constituye una característica intrínseca de la población; por su parte, el denominador es cambiante puesto que resulta de la acción conjunta de una serie de factores ambientales.

En condiciones normales una población artropodiana vive a expensas de una especie vegetal sin que su número llegue a constituir una amenaza para el bosque. Para que la abundancia de dicha población se mantenga constante, tiene que haber un equilibrio entre los distintos factores que componen la variable R, de manera que el cambio de uno sea compensado por otro y su valor total quede situado entre pequeños límites de variación. Cuando R disminuye mucho, la relación se inclina a favor del insecto, ya que también aumenta mucho su abundancia, de manera que se dan las mejores condiciones para que aparezca el fenómeno plaga (Selfa & Anento, 1997).

Es importante señalar que la mayoría de los insectos que se encuentran en los bosques no

son plagas o lo son con una frecuencia más bien baja. En general, una población de insectos se convierte en problema si es lo suficientemente numerosa como para ocasionar daño significativo (Coulson y Witter, 1990).

### 2.1.1. PLAGAS FORESTALES

Para entender el concepto de plaga forestal es importante, en primer lugar, hablar sobre el equilibrio de un ecosistema forestal.

En un bosque conviven una serie de organismos vivos, tales como vegetales, animales, hongos, bacterias, etc., que juegan un rol importantísimo en la estabilidad de este conjunto que conforma un ecosistema forestal.

Toda población de organismos vivos posee un crecimiento que varía alrededor de ciertos límites, existiendo por parte del ecosistema una regulación natural que mantiene las poblaciones en equilibrio (Baldini *et al.*, 2005).

Es así como estos seres crecen, se multiplican y mueren dependiendo los unos de los otros y todos de los factores climáticos y edáficos de la estación. Cuando el desarrollo de esta biocenosis es normal y la actividad de unos organismos no compromete la existencia de los otros, se puede decir que en el bosque existe un equilibrio biológico y, tanto los componentes como la estructura del ecosistema, se conservan a lo largo del tiempo (Romanyk & Cadahia, 1992).

Este equilibrio, sin embargo, no es estático, sino dinámico, y puede romperse en cualquier momento de la vida del bosque, ya sea a causa de la acción nociva de algunos de los elementos vivos o por los factores climáticos adversos. La incidencia desfavorable del clima puede ser directa sobre la masa arbórea, o indirecta, cuando favorece la multiplicación de agentes nocivos (Romanyk & Cadahia, 1992).

Según Romanyk & Cadahia (1992), los desequilibrios más frecuentes que se registran en los bosques a cargo de los seres vivos son los ocasionados por los hongos patógenos y por los insectos fitófagos. La aparición masiva de estos últimos en un ecosistema forestal ocasiona el fenómeno denominado plaga forestal. Su aparición puede tener varias causas, siendo los factores climáticos los que influyen de manera importante sobre la reproducción masiva de los insectos, pero además hay otras causas que pueden favorecerla, tales como la abundancia en algún momento de cierto material adecuado para su reproducción, como por ejemplo, restos de madera o corteza después de una faena de cosecha de bosque, lo que favorece la multiplicación de insectos saprófagos; otra causa puede ser el debilitamiento de la masa arbórea, la desaparición o disminución de los enemigos naturales del insecto dañino, y en muchos casos, los mismos trabajos silvícolas mal programados.

### 2.1.2. IMPACTO ECONÓMICO

El impacto económico es el efecto de insectos fitófagos, enfermedades y otros agentes perjudiciales sobre el valor de bienes y servicios derivados de la producción forestal (Stark, 1979, citado por Coulson y Witter, 1990), produciendo cambios en algún producto forestal útil para la sociedad, en algún elemento de uso social necesario para la producción forestal o en la distribución e ingresos derivados de la comercialización de dichos productos (Lauschner, 1980, citado por Coulson y Witter, 1990; citado por Baldini *et al.*, 2005).

Los impactos económicos pueden clasificarse como primarios o secundarios. Un impacto primario se produce por la acción directa del agente, como por ejemplo la muerte de un árbol, mientras que uno secundario se presenta como resultado del primario, como lo son, por ejemplo, el

impacto sobre los recursos hidrológicos, sobre las actividades recreacionales, entre otros (Baldini *et al.*, 2005).

Según Cogollor (2000), para realizar un análisis de daño económico producido por una plaga forestal se deben considerar los siguientes conceptos: umbral de tolerancia y umbral económico de daño.

#### Umbral de tolerancia

El umbral de tolerancia es la densidad promedio de una población de insectos u hongos en un período largo, en el cual se producen daños económicamente permisibles. Esto se explica por el hecho de que la mayoría de las plantas pueden tolerar cierto grado de destrucción sin efectos aparentes en la condición fisiológica (Metcalf y Luckmann, 1990, citado por Baldini *et al.*, 2005).

#### Umbral económico de daño

El umbral económico de daño es la densidad más baja de la población que causa daños de importancia económica. Según Headley (1990), el concepto de umbral económico implica la idea de que cuando la población de una plaga alcanza cierto nivel, es ventajoso reducirlo por medio de un control. No obstante, el costo del control escogido debe ser menor que el valor de los daños que éste evite (Baldini *et al.*, 2005).

### 2.1.3. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Según Stark (1980) y Coulson (1981), citado por Coulson y Witter (1990), la teoría, el concepto y la metodología del Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha evolucionado durante los últimos años. Las definiciones más completas de MIP contienen cuatro puntos que son clave:

- 1.- Los fundamentos del MIP tienen como base los principios de la ecología.
- 2.- La metodología utilizada implica una combinación de tácticas que tienen como propósito suprimir o prevenir el crecimiento de la población. En conjunto, varias tácticas constituyen una estrategia para regular la distribución y abundancia de la población.
- 3.- El objetivo funcional es reducir o mantener en niveles tolerables las poblaciones de plagas. Para determinar los “niveles tolerables” se utilizan los valores económicos, ecológicos y sociales.
- 4.- El MIP es un componente del manejo total de los recursos forestales.

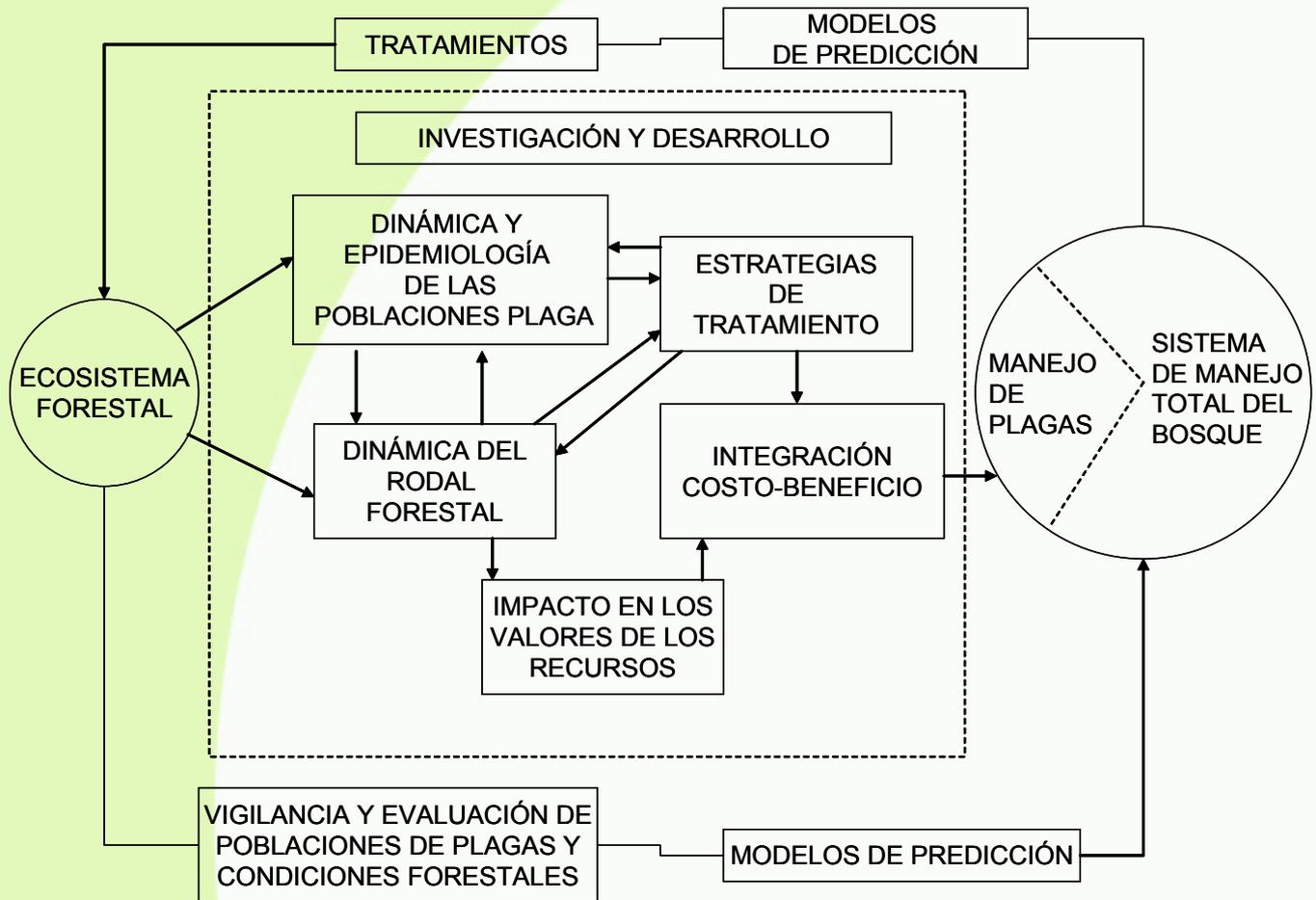
El MIP no es otra cosa que el manejo de las poblaciones de insectos y está orientado a mantener niveles poblacionales tolerables de los insectos plaga, ya sea reduciendo la reproducción o inmigración, o bien, aumentando la mortalidad o la emigración de estos insectos.

Para Ciesla (1998), citado por Baldini *et al.* (2005), el MIP consta de dos elementos básicos: un proceso de decisión y un proceso de acción. El proceso de decisión considera los aspectos poblacionales de una plaga, los objetivos del manejo del recurso y las consecuencias económicas, ecológicas y sociales de las distintas tácticas de control disponibles, siendo por lo general, el elemento más complejo en la elaboración de un MIP. Por su parte, el proceso de acción consiste en dos tipos de estrategias: la prevención y el control directo (supresión). La **prevención** incluye tácticas regulatorias, culturales y genéticas. La **supresión** se basa fundamentalmente en el uso de biocontroladores, químicos y técnicas de control mecánico.

La estructura del modelo conceptual general de un sistema de manejo integrado de plagas

forestales es presentado por Waters y Cowling (1976) en la Figura N°1 (Baldini *et al.*, 2005).

Figura N°1  
Modelo Conceptual General de un Sistema de Manejo Integrado de Plagas Forestales



## 2.2. CONTROL BIOLÓGICO

### 2.2.1. CONCEPTO

El control biológico de plagas forestales forma parte importante en un esquema de MIP y está basado, principalmente, en el uso de agentes biocontroladores que son enemigos naturales de los insectos plaga.

El concepto de control biológico parte de la base de que toda población natural está bajo un constante proceso de regulación, lo que se conoce como **control natural** (Baldini *et al.*, 2005). El control natural se define como el mantenimiento de la densidad de una población más o menos fluctuante de un organismo, dentro de ciertos límites superiores e inferiores definibles sobre un período de tiempo por la acción de factores abióticos y/o bióticos ambientales (De Bach, 1992; citado por Baldini *et al.*, 2005).

De Bach (1992), desde el punto de vista del manejo de plagas, define el control biológico como **“el estudio y utilización de parásitos, predadores y patógenos en la regulación de las densidades de las poblaciones del hospedero”** (Baldini *et al.*, 2005).

Según Baldini *et al.* (2005), existen tres métodos básicos para programas de control biológico: el biológico clásico, el de incremento y el de conservación.

**Control biológico clásico:** Implica la importación y establecimiento de enemigos naturales para proveer un control a largo plazo de plagas exóticas, y ocasionalmente, nativas.

**Control biológico de incremento:** Considera el esfuerzo de aumentar las poblaciones o los efectos beneficiosos de enemigos naturales liberándolos periódicamente para causar un efecto inmediato o posterior sobre las poblaciones de plagas. Incorpora también la manipulación del medio ambiente, incluyendo la provisión de hospederos o presas alternativas, la provisión de alimento o lugares de anidamiento, y la modificación de prácticas de manejo, a favor de los enemigos naturales.

**Control biológico de conservación:** Consiste en preservar y mantener los enemigos naturales mediante técnicas de manejo que reducen los efectos perjudiciales sobre éstos. La conservación se lleva a cabo, por lo general, alternando el uso de los patrones en la aplicación de pesticidas para preservar enemigos naturales e incrementar su efectividad. También se usan técnicas de manejo que ayuden a aumentar la longevidad y reproducción de los enemigos naturales.

Según Coulson y Witter (1990), para garantizar el éxito de un programa de control biológico, es importante la eficacia del enemigo natural, sea nativo o exótico, para lo cual tiene que cumplir ciertos requisitos fundamentales:

- Alta especificidad
- Buen potencial reproductivo
- Compatibilidad ecológica
- Sincronización de ciclos de vida
- Alta capacidad de búsqueda, aún con bajas densidades poblacionales de la plaga
- Alta capacidad de dispersión
- Carencia de hiperparásitos u otros enemigos secundarios
- Facilidad de cultivo.

## 2.2.2. HISTORIA DEL CONTROL BIOLÓGICO EN PLANTACIONES FORESTALES DE CHILE

La historia del control biológico de plagas forestales en Chile se inicia con la detección de la Polilla del Brote del Pino, *Rhyacionia buoliana*, plaga primaria del género Pinus que se caracteriza por causar graves deformaciones fustales llegando a ocasionar importantes daños económicos. Para enfrentar esta plaga se elaboró una estrategia de control biológico que permitió el ingreso, la multiplicación y liberación del parasitoide larval *Orgilus obscurator*, avispa de la familia Braconidae traído desde Europa por INIA y SAG, en el año 1986.

Más tarde se llevaría a cabo el control biológico del Taladrador del Eucalipto, *Phoracantha semipunctata*, ingresando al país el parasitoide de huevos *Avetianella longoi*, avispa de la familia Encyrtidae traído desde Sudáfrica por el SAG en el año 2000. En este mismo año fue detectada la plaga de los álamos *Tremex fuscicornis*, llamada comúnmente “Avispa de la madera de latifoliadas” e inmediatamente el SAG, junto a la Controladora de Plagas Forestales (CPF S.A.), introdujeron a Chile el parasitoide de larvas *Megarhyssa percellus* traído desde China.

En el año 2001 se lleva a cabo un nuevo ingreso, el del parasitoide *Psyllaephagus pilosus*, el que es multiplicado y liberado para el control biológico del Psílido del Eucalipto, *Ctenarytaina eucalypti*. Esta avispa es un representante de la familia Encyrtidae que parasita los primeros estadíos ninfales del psílido.

En el año 2001 fue detectada en Chile la importante plaga de los pinos, *Sirex noctilio*, llamada comúnmente “Avispa taladradora de los Pinos”. Más tarde, para hacerle frente, el SAG elaboró la estrategia de control biológico de la plaga, introduciendo al país los parasitoides de la familia

Ichneumonidae, *Megarhyssa nortoni* y *Rhyssa persuasoria*, además del nemátodo *Beddingia siricidicola* que han sido liberados en las regiones VIII, IX y X.

En el año 2003, luego de varios años transcurridos desde su detección en 1998, se dio inicio al programa de control biológico de una de las plagas más temidas del eucalipto, *Gonipterus scutellatus*. El SAG, junto a CPF S.A., cauteló el ingreso desde Sudáfrica del parasitoide de huevos *Anaphes nitens*, avispa de la familia Mymaridae que ha sido liberada entre las regiones V y IX. En ese mismo año, es introducido al país el parasitoide de ninfas *Psyllaephagus bliteus* para el control de *Glycaspis brimblecombei*, Psílido de los eucaliptos rojos, el que es traído desde México por CPF S.A., junto al SAG.

### 2.2.3. TIPOS DE BIOCONTROLADORES

Tradicionalmente, los biocontroladores utilizados en la regulación de plagas forestales están representados en los siguientes grupos:

#### Depredadores

La depredación es un tipo de relación interespecífica que consiste en la caza y muerte que sufren algunas especies (presa), por parte de otros organismos que se alimentan de ellos, los que son llamados depredadores o predadores. En la depredación hay una especie perjudicada (presa) y una beneficiada (depredador). En el caso de los insectos depredadores utilizados como reguladores de plagas, éstos se alimentan de otros insectos que dañan las plantaciones o bosques naturales, contribuyendo de manera importante a reducir su densidad poblacional. Son recomendados para bajar niveles poblacionales del agente plaga.

De acuerdo con Coulson y Witter (1990), las principales especies de insectos depredadores de insectos de árboles forestales pertenecen a los órdenes Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Hemiptera, Diptera, Orthoptera y Odonata.

#### Parasitoides

El parasitoidismo es una relación interespecífica intermedia entre la depredación y el parasitismo. Los parasitoides (en su gran mayoría insectos) como parte de su ciclo de vida depositan uno o varios huevos dentro o fuera del cuerpo de su hospedero (también por lo general un insecto), ocasionándole finalmente la muerte.

Los parasitoides han sido clasificados como:

- **Endoparasitoide:** la larva del parasitoide se alimenta y desarrolla en el interior del cuerpo del hospedero.
- **Ectoparasitoide:** la larva del parasitoide se alimenta externamente del cuerpo de su hospedero.
- **Solitario:** un solo parasitoide se alimenta de un solo hospedero.
- **Gregario:** varios parasitoides se alimentan de un solo hospedero, pudiendo desarrollarse la totalidad de ellos.
- **Superparasitoide:** diferentes hembras parasitoides de la misma especie ponen sus huevos en un mismo hospedero.
- **Multiparasitoide:** hembras parasitoides de diferentes especies ponen sus huevos en un mismo hospedero, pudiendo desarrollarse las distintas especies hasta el estado adulto.
- **Hiperparasitoide:** el hospedador corresponde a otro parasitoide.
- **Hiperparasitoide facultativo:** actúa como parasitoide, y cuando se ve en la necesidad, lo hace como hiperparasitoide.
- **Hiperparasitoide obligado:** necesita obligatoriamente desarrollarse a expensas de un pa-

rasitoide.

- **Parasitoide Koinobionte (Cenobionte):** en el mismo momento de realizarse la puesta la hembra no mata a su hospedero, siendo la larva la que le produce la muerte.
- **Parasitoide Idiobionte:** en el momento de realizarse la puesta la hembra mata a su hospedero.

Según Coulson y Witter (1990), las especies de insectos parasitoides pertenecen a cinco órdenes y más de 80 familias. No obstante, sólo dos órdenes, Hymenoptera y Diptera, incluyen familias cuyos miembros desempeñan una función importante como parásitos de plagas potenciales de árboles forestales y de sombra.

## Patógenos

Un patógeno es cualquier microorganismo capaz de ocasionar enfermedad. Los microorganismos relacionados con los insectos son los mismos tipos generales de los vertebrados. Los tipos más importantes de patógenos de insectos que se encuentran en los ecosistemas forestales son bacterias, virus, hongos y protozoos. La mayoría de los virus, bacterias y protozoos son ingeridos por los insectos durante la alimentación. Por su parte, los hongos, invaden al insecto a través de su integumento. Los virus y protozoos también son transferidos del adulto a la progenie a través del huevo (en el interior o sobre la cubierta de éste). Todos los patógenos pueden invadir al insecto a través de una herida (Coulson y Witter, 1990). Han sido utilizados como agentes patógenos para el control biológico de plagas bacterias como *Bacillus thuringiensis* y el virus de la poliedrosis nuclear (VPN). Como hongos entomopatógenos se pueden citar a *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*, especialmente en plagas de importancia agrícola. No obstante, los hongos entomopatógenos constituyen una buena alternativa para el control la regulación de plagas de importancia forestal.

Actualmente, además de estos patógenos, se está haciendo uso de los nemátodos como importantes agentes de biocontrol de plagas, siendo considerados como parásitos de insectos dañinos, por ejemplo la aplicación del nemátodo *Beddingia siricidicola* para el control biológico de la Avispa taladradora de los pinos, *Sirex noctilio*.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS PLAGAS

### 3.1. POLILLA DEL BROTE DEL PINO *Rhyacionia buoliana* Dennis & Schifferrmüller



#### 3.1.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL AGENTE PLAGA

La polilla del brote del pino, *Rhyacionia buoliana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae), es una plaga primaria del género *Pinus*, originaria de Europa y del Norte de Asia, que se caracteriza por preferir árboles jóvenes donde las larvas se alimenta de yemas y brotes tiernos, causándole graves daños que se traducen en serias deformaciones del fuste (Baldini *et al.*, 2005). Fue detectada en Chile por el SAG en el año 1985, en la localidad de Ensenada, en la X Región.

#### 3.1.2. BIOLOGÍA DEL INSECTO

Se trata de un insecto con desarrollo holometábolo o metamorfosis completa, por lo tanto, presenta 4 estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto.

**Huevo:** Es de pequeño tamaño, con aproximadamente 1 a 1,4 mm de diámetro, de forma oval, convexo en la parte superior y aplanado en la inferior. Cuando está recién puesto es de color amarillo crema y a medida que va madurando se torna de color anaranjado y más tarde de color café grisáceo, momento en que se ha desarrollado completamente la larva en su interior y está a punto de eclosionar.



**Larva:** El estado larval presenta 6 estadios de desarrollo que varían en tamaño y coloración, el primer estadio mide entre 2,2 y 3,4 mm, mientras que el estadio 6 puede alcanzar hasta 14 mm de longitud. Las larvas son de tipo eruciforme, de color café grisáceo en sus primeros estadios, tornándose más oscuras a medida que avanzan en su desarrollo.



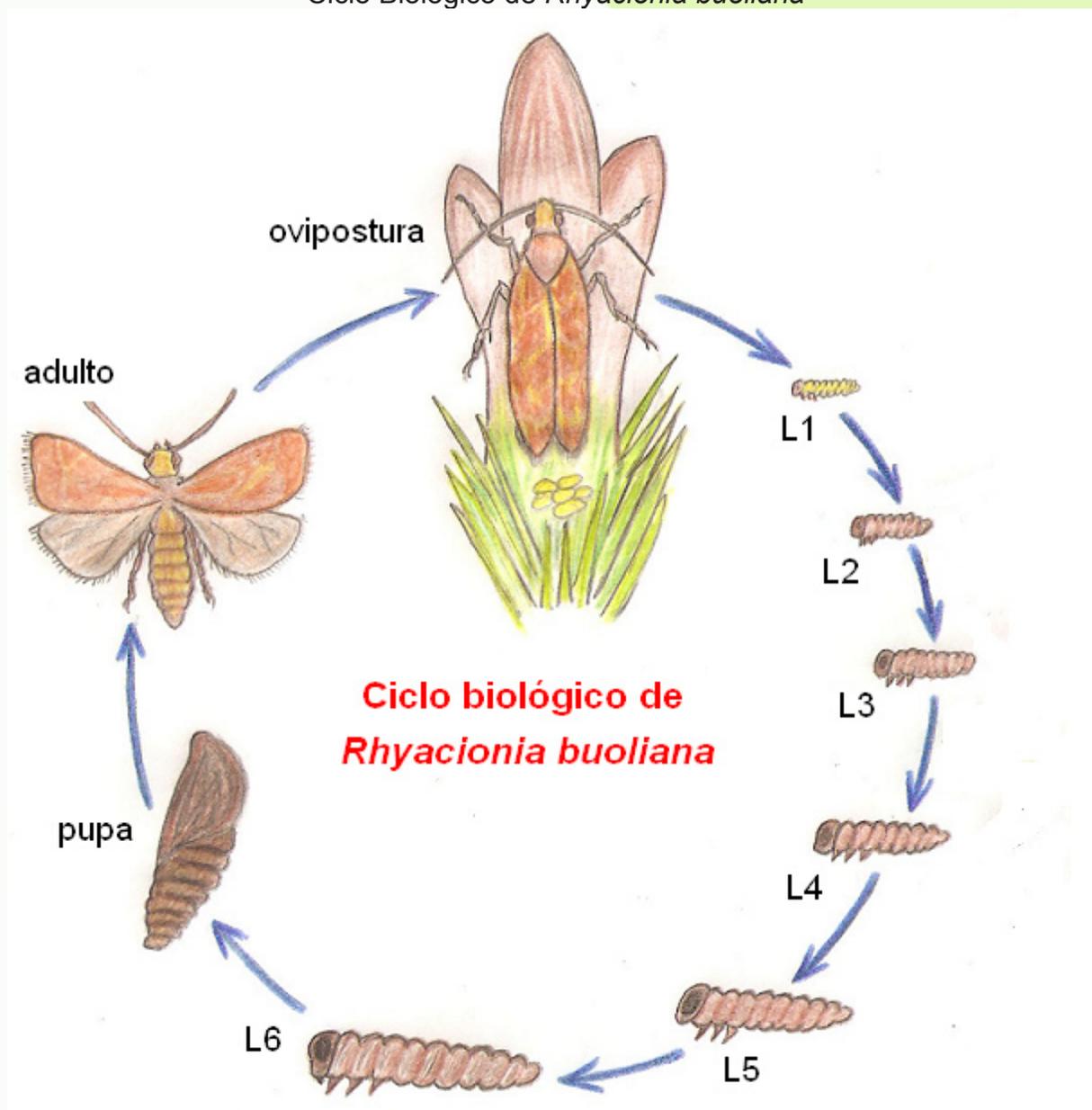
**Pupa:** Es de tipo obtecta, de color pardo rojizo claro, tornándose más oscuro a medida que aumenta su madurez. Tiene una longitud promedio de 8,5 mm. Presenta largas fundas que protegen las alas, pudiéndose observar a través de ellas las manchas rojizas de las alas del adulto que está por emerger.



**Adulto:** Es una polilla de pequeño tamaño que mide entre 10 y 20 mm de expansión alar, con la cabeza, el tórax y las patas de color crema.

### 3.1.3. CICLO DE VIDA

#### Ciclo Biológico de *Rhyacionia buoliana*

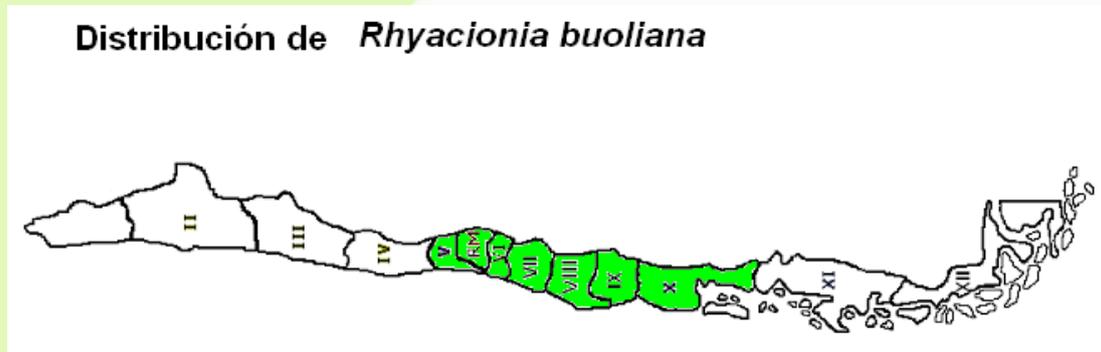


Pequeños cambios entre año y año o entre regiones por factores climáticos diversos, expanden el período larval de la polilla del brote, pero siempre ha conservado (más de 20 años de registro) su condición de especie univoltina (Lanfranco, 2010).

Los adultos vuelan desde mediados de primavera (Región del Libertador Bernardo O'Higgins – Región del Bío-Bío) o comienzos del verano y hasta fines del verano en el sur (Región de la Araucanía – Región de Los Lagos). Las larvas exhiben 6 estadios y están expuestas solamente algunas horas y en dos períodos: cuando emergen de los huevos, lo que puede ocurrir desde fines de Octubre y hasta fines de Febrero según las condiciones climáticas, y cuando migran desde las yemas/brotos del verano (que frenan su crecimiento precisamente por estar atacados) hasta brotes más succulentos, preferentemente de los estratos medio y superior, lo que suele suceder entre Agosto y Octubre del año siguiente (Ide y Lanfranco, 1994, 1996a; Huerta y Pérez, 1997). Es en primavera cuando las larvas de los estadios 3 a 6 consumen los brotes vorazmente y cuando se observan los mayores y más evidentes síntomas y signos de su presencia (Lanfranco, 2010).

### 3.1.4. DISTRIBUCIÓN EN CHILE

Se encuentra distribuida a lo largo de todas las plantaciones de pino insigne, entre las regiones V y X.



### 3.1.5. SIGNOS Y SÍNTOMAS

#### SIGNOS

- Restos de capullos en los brotes
- Adultos en la cercanía de los árboles o sobre ellos
- Larvas sobre las acículas

#### SÍNTOMAS

- Decoloración y caída de la hoja sobre la yema
- Abundante resinación
- Yemas dobladas en forma de gancho y decoloradas.

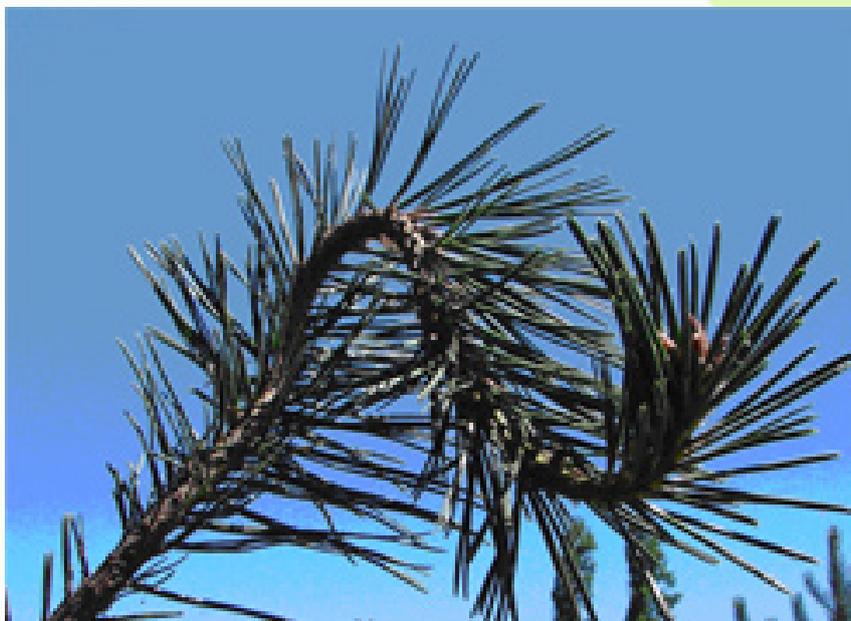


### 3.1.6. DAÑOS

La importancia económica del daño radica en que éste se centra en el ápice principal del árbol, responsable del crecimiento en altura y de la deformación del fuste recto para la producción

maderera. El daño puede causar pérdidas económicas superiores al 40% del volumen total de madera en la cosecha del rodal (Álvarez *et al.*, 1991; citados por Paredes *et al.*, 1998).

La plaga reduce el crecimiento y deforma el fuste de los árboles, lo que deprecia y transforma el uso de la madera, aumenta los costos y reduce el valor del material obtenido del raleo y cosecha final (Comité Nacional de Sanidad Forestal, 1993, citado por Baldini *et al* 2005).



### 3.1.7. MEDIDAS DE CONTROL

Para enfrentar esta plaga y, basándose en los principios básicos del MIP, se implementó una estrategia de control a nivel nacional que se basó principalmente en el uso del control biológico, lo que fue complementado con otros tipos de control como: químico, silvicultural, mecánico y legal, además del uso de técnicas de recuperación de forma de los árboles atacados que ayudaron, en gran parte, a minimizar las pérdidas económicas.

Como principal biocontrolador de la plaga se introdujo el parasitoide *Orgilus obscurator* Ness (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide larval que ha logrado ser exitoso en la regulación de las poblaciones de la polilla del brote.

### 3.2. TALADRADOR DEL EUCALIPTO *Phoracantha semipunctata* Fabricius y *P. recurva* Newman



#### 3.2.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL AGENTE PLAGA

*Phoracantha semipunctata* Fabricius y *Phoracantha recurva* Newman (Coleoptera: Cerambycidae) son especies originarias de Australia donde están presentes en bosques naturales de *Eucalyptus sp.* En Chile, estas especies se encuentran asociadas principalmente a las especies *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis*. *P. semipunctata* fue detectada en Chile en el año 1973, en San Felipe (V Región) y *P. recurva* fue detectada por el SAG en 1997, en la Región Metropolitana.

Son insectos que por su hábito alimenticio son clasificados como barrenadores de floema, siendo las larvas las que se alimentan de corteza, cambium y floema para posteriormente ingresar al xilema y continuar con su alimentación. Al completar su desarrollo, las larvas construyen cerca del floema su cámara pupal, de donde emergen posteriormente como imagos. Ambas especies son plagas de importancia económica debido a los severos daños ocasionados por las galerías y orificios de salida que provocan en la madera.

#### 3.2.2. BIOLOGÍA DEL INSECTO

Se describe la biología de la especie *semipunctata* y más adelante se presenta un cuadro con las principales diferencias entre el estado adulto de esta especie y de *recurva*.

Son insectos que presentan una metamorfosis completa o desarrollo holometábolo, es decir, tienen estados de huevo, larva, pupa y adulto.

**Huevo:** Mide aproximadamente 2,5 mm de longitud y 1mm de diámetro (Cogollor y Ojeda, 1981), de color marfil amarillento, oscureciéndose a medida que se acerca al momento de eclosión, de forma ovalada, con un extremo redondeado y el otro lanceolado (Cogollor, 1986). Están constituidos por una sustancia blanda, gelatinosa, sin estructuras definidas y sin corion aparente. Próximas a eclosionar, se hinchan tomando una forma cilíndrica (Chararas, 1969, citado por Baldini *et al.*, 2005).



**Larva:** De tipo cerambiciforme, ápoda, de color blanco amarillento pálido, algo lustrosa, con la porción saliente de la cabeza negra, excepto el clípeo, labro, maxilas, labios, palpos, y antenas que son de color castaño (Cogollor, 1986). De forma cilíndrica ovalada, dorsoventralmente aplanada. Presenta un total de seis estadios de desarrollo. El primer estadio larval ocurre al interior del huevo y mide de 1,5 a 2mm de longitud. Los restantes ocurren después de eclosionada la larva, llegando a medir hasta 35mm de largo con un ancho de protórax de 10mm (Friz, 1994; citado por Beèche *et al.*, 2003).



**Pupa:** Es del tipo exarata, de un color blanco crema, levemente aplanada, similar a la forma y tamaño del adulto, entre 20 y 30 mm de longitud y 9 mm de ancho, presentando el tegumento finamente estriado. Posee una consistencia gelatinosa, con una cubierta transparente y frágil, que va cambiando hasta adquirir el color y dureza del adulto, cuando se aproxima a mudar de estado de desarrollo (Cogollor, 1986).



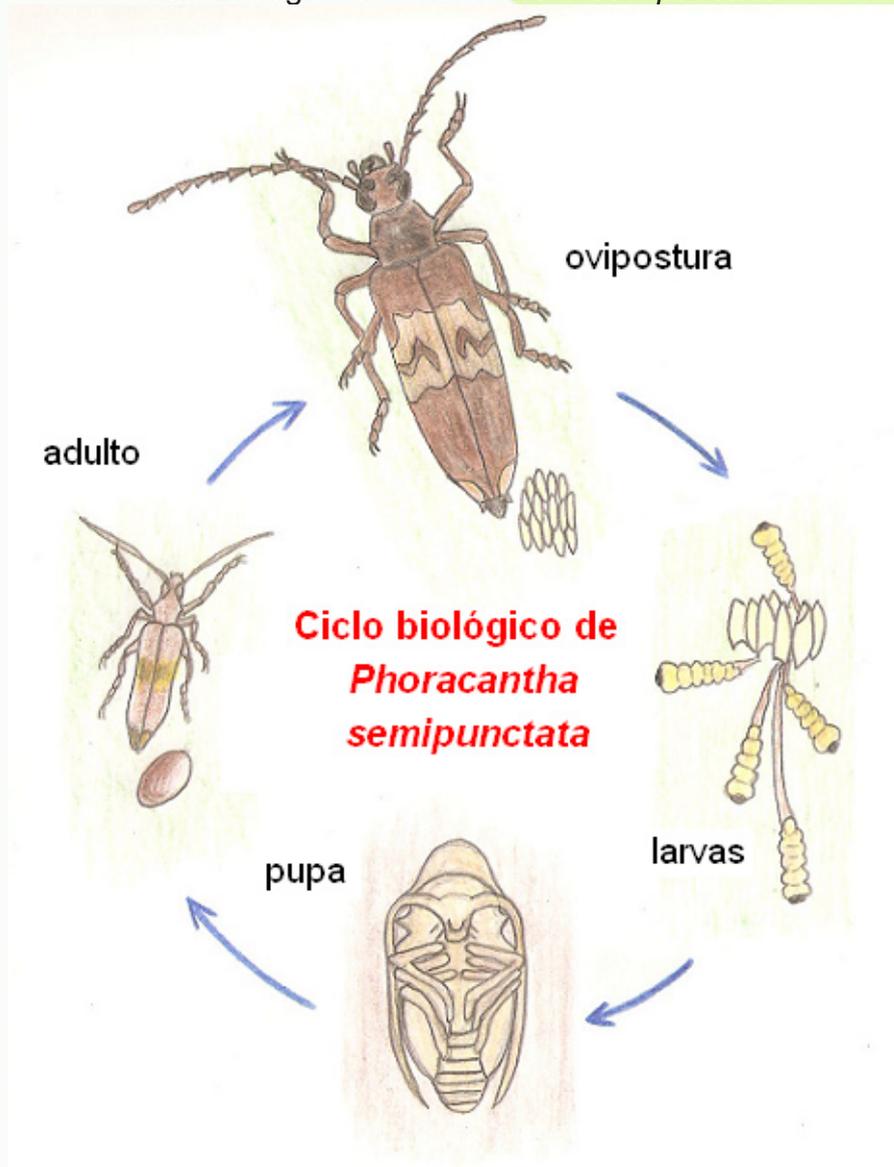
**Adulto:** Es subcilíndrico, de márgenes subparalelos y con un aplanamiento dorso ventral (Chararas, 1969), mide entre 14 a 30 mm de largo y 10 mm de ancho. El cuerpo es de color café oscuro brillante, con una banda transversal café amarillenta en la mitad de los élitros y dos puntuaciones semicirculares, del mismo color, al final de ellos. Sus antenas son filiformes, bastante más largas que el cuerpo y con una espina en cada artejo. Las antenas son notoriamente más largas en los machos que en las hembras (Cogollor, 1986).

Tabla N° 1: Principales diferencias entre *P. semipunctata* y *P. recurva* (Pérez y Pinar, 1999).

<i>P. semipunctata</i>	<i>P. recurva</i>
Antenas con baja cantidad de vellosidades, prácticamente glabras.	Posee gran cantidad de vellosidades doradas bajo la superficie de los segmentos de las antenas.
Las espinas de todos los segmentos son rectas.	La espina del segmento tres de la antena se encuentra curvada hacia adentro.
Coloración café oscura.	Color amarillento debido a la ausencia de coloración oscura en la parte superior de los élitros (al llegar a la cabeza).
Mancha en forma de zigzag al centro de los élitros.	Mancha en forma de un punto al centro de cada uno de los élitros.
Manchas en forma de ocelo en la parte baja de los élitros, de un pequeño tamaño, bien definidas.	Manchas en forma de ocelo en la parte baja de los élitros, de un mediano tamaño, no bien definidas.
Ausencia de una pequeña espina en la parte posterior del fémur ubicada en la parte dorsal.	Presenta una pequeña espina en la parte posterior del fémur ubicada en la parte dorsal.

### 3.2.3. CICLO DE VIDA

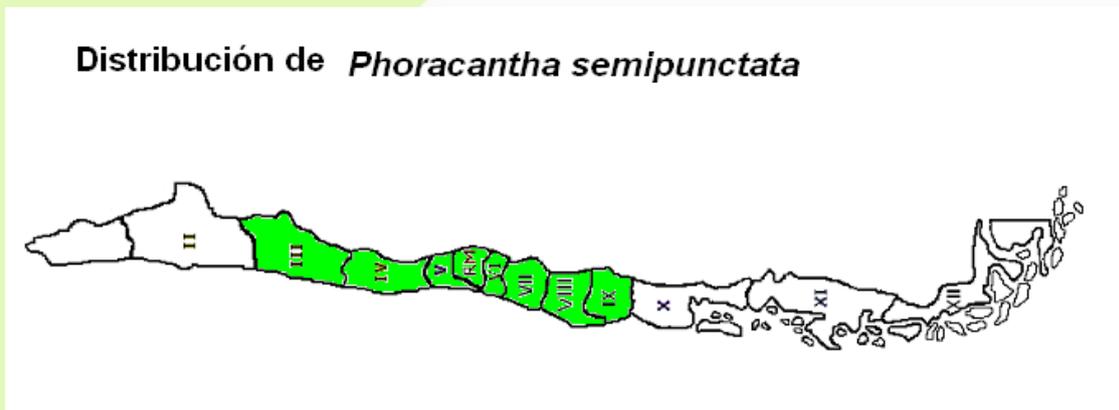
#### Ciclo Biológico de *Phoracantha semipunctata*



Las hembras oviponen en árboles debilitados, principalmente debido a sequía o estrés hídrico, en ramas o troncos cortados, con corteza aún ligeramente verde. Los huevos son depositados al crepúsculo, cuando hay temperaturas superiores a 16°C, bajo la corteza y en las axilas de las ramas en grupos que varían entre 15 a 120 huevos. Transcurridos 10 a 15 días, de los huevos emerge una pequeña larva que inmediatamente atraviesa la corteza y se instala por un tiempo en el cambium, para posteriormente continuar haciendo galerías que afectan de igual manera al floema que al xilema. Durante 4 a 6 meses las larvas construyen galerías que alcanzan 7 a 10 mm de diámetro y hasta 40 cm de largo, las que al principio son rectas y posteriormente pueden variar repentinamente su dirección sin un plan regular, profundizando en la madera de 3 a 10 mm y quedando con frecuencia llenas de aserrín, residuos y excremento. Cuando la larva está madura, efectúa una galería de profundización de 6,0 mm de ancho por 0,3 mm de alto y de 6 a 15 cm hacia el interior, dependiendo del diámetro del trozo (Goycoolea, 2010). La larva, antes de pupar, construye una celda usualmente en el floema, donde luego pasa entre 8 a 12 días como pupa, período en que se completa la metamorfosis y finalmente emerge el adulto realizando una galería de salida al exterior de 7 mm de diámetro (Artigas, 1994, citado por Goycoolea, 2010).

### 3.2.4. DISTRIBUCIÓN EN CHILE

*Phoracantha semipunctata* se encuentra distribuida entre la III y IX regiones y, por su parte, *P. recurva* está presente entre las regiones V y VII.



### 3.2.5. SIGNOS Y SÍNTOMAS

#### SIGNOS

- Presencia de los diferentes estados de desarrollo del insecto en el interior del fuste.
- Huevos en grietas de la corteza, bajo ésta o en la inserción de ramas.
- Restos del insecto en cualquiera de sus estados.

#### SINTOMAS

- Resinación en el fuste.
- Galerías en el fuste.
- Ramas, follaje y ápices decolorados o secos.
- Retoñación abundante en la base del árbol.
- Orificios de salida de los imagos.



### 3.2.6. DAÑOS

La madera dañada por *Phoracantha* pierde sus propiedades mecánicas por efecto de las múltiples galerías producidas por las larvas. Por otro lado, las galerías ejercen un efecto de “anillamiento” en los árboles, los que comienzan a perder vigor en forma gradual, decolorándose el follaje desde la copa y los ápices más tiernos hasta las raíces, produciendo el secamiento de la planta por interrupción del flujo de savia, confundiendo a menudo tal efecto con los provocados por la sequía. Los árboles secos pueden presentarse en forma aislada o agrupada, de un color amarillento fácilmente distinguible de los árboles sanos; tal condición dependerá de la gravedad e intensidad del ataque (Santa Cruz, 1977, citado por Baldini *et al.*, 2005).

Los árboles que sufren la infestación del cerambícido y logran sobrevivir al anillamiento y muerte, quedan debilitados y altamente susceptibles a ser reinfestados. La posibilidad que un árbol reinfestado pueda sobrevivir es muy remota (De Ferari, 1981; Gonzáles, 1984; Cogollor, 1986 citados por Contreras, 1993, citado por Baldini *et al.*, 2005).

El árbol anillado por el insecto muere en forma gradual pero rápida, detectándose sequedad y clorosis del follaje desde el ápice, llegando en muchos casos a producirse el descopamiento, aún cuando el árbol esté completamente verde (Drinkwater, 1974, citado por Baldini *et al.*, 2005). Los fustes muertos tienen la capacidad de producir rebrotes de cepa, de manera que es característico encontrar los árboles con el follaje seco y con abundante regeneración en la base del fuste (Cogollor, 1986).





### 3.2.7. MEDIDAS DE CONTROL

Para regular esta plaga se aplican tratamientos que van dirigidos a reducir la población. Lo que se hace es instalar “trampas cebo” de eucalipto con la finalidad de atraer a las hembras a oviponer en ellas. Estas trampas se hacen de trozas de eucalipto de alrededor de 1m de largo, las que son apiladas y cubiertas con las mismas ramas. Luego, estos desechos que contienen las oviposturas de *Phoracantha* son eliminados del lugar.

Sin embargo, la principal estrategia para el control de *Phoracantha* es la aplicación del control biológico mediante la liberación del parasitoide de huevos *Avetianella longoi* Siscaro (Hymenoptera: Encyrtidae), lo que ha dado muy buenos resultados tanto económica como técnicamente en el largo plazo.

Como manejo integrado de esta plaga se utilizan otros tipos de tratamientos, tales como: control silvicultural, cortas sanitarias, tratamientos de “Árbol cebo” y “Árbol cebo con insecticida”, además del control biológico con *Avetianella longoi*.

Un importante factor a considerar en el manejo de esta plaga es evitar plantaciones debilitadas por condiciones ambientales adversas, especialmente plantaciones ecológicamente mal ubicadas (en suelos pobres o deficientes) o con escaso manejo sanitario, debiéndose realizar actividades que favorezcan el fortalecimiento de las plantaciones, lo que sumado a la resistencia ambiental limitan considerablemente el potencial reproductivo del insecto Baldini *et al.*, 2005).

### 3.3. GORGOJO DEL EUCALIPTO *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal



#### 3.3.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL AGENTE PLAGA

*Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) es originario del Sudeste de Australia y Tasmania. Es considerado una de las plagas de eucalipto de mayor relevancia a nivel mundial. Tanto las larvas como los adultos del insecto se alimentan del follaje, ocasionando significativas disminuciones en el crecimiento de los árboles (Beèche *et al.*, 1999, citado por Baldini *et al.*, 2005).

En Chile fue detectado por el SAG en el año 1998, en la localidad de Termas de Jahuel, provincia de Los Andes, V Región. Actualmente, se encuentra distribuido entre la V y la X regiones.

#### 3.3.2. BIOLOGÍA DEL INSECTO

Estos insectos presentan una metamorfosis completa o desarrollo holometábolo, es decir, tienen estados de huevo, larva, pupa y adulto.

**Huevo:** De color amarillento, subcilíndrico, de 1,2 a 2 mm de longitud por 0,5 a 1 mm de diámetro, con los polos redondeados; corion liso, transparente y brillante (Bachiller *et al.*, 1981, citado por Baldini *et al.*, 2005). Los huevos se agrupan en números de 4 a 10, cubiertos por una cápsula negruzca denominada ooteca, la cual es depositada sobre las hojas más jóvenes del hospedero (CNICE, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005).



**Larva:** De tipo glabra, ápoda, convexa transversalmente y aplanada centralmente. Posee una cabeza negruzca, mientras que la cara dorsal presenta una coloración uniforme apareciendo numerosos puntos pardos en cada segmento (CNICE, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005). Al eclosionar del huevo tienen aspecto de oruga (Cordero y Santolamazza, 2002, citado por Baldini *et al.*, 2005). Presenta cuatro estadios larvarios; en los dos primeros, las larvas son de un color amarillo claro, con puntos negros en posición dorsal, con una longitud de entre 1,5-2,5 mm para el estadio 1 y 2,7-4,8 mm para el estadio 2 (Xunta de Galicia, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005). En el tercer y cuarto estadio la larva es de color amarillo verdoso, con dos bandas longitudinales oscuras a cada lado, siendo más acentuadas en el último estadio. Además, presenta los mismos puntos negros que en los anteriores estadios de desarrollo. La longitud del tercer y cuarto estadio es entre 5 a 7 mm y 7,5 a 12 mm respectivamente (Xunta de Galicia, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005). Característico de los estadios larvales es la secreción de un largo filamento negro, correspondiente a material de desecho o fecas (CNICE, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005).



**Pupa:** La pupa, de unos 8 mm de largo, es blanda y translúcida apenas formada. No se encuentra contenida en un capullo, y después de 24 horas se pigmenta de marrón a partir de las patas. Esta pigmentación avanza progresivamente hacia el resto de los apéndices y cuerpo (CNICE, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005).

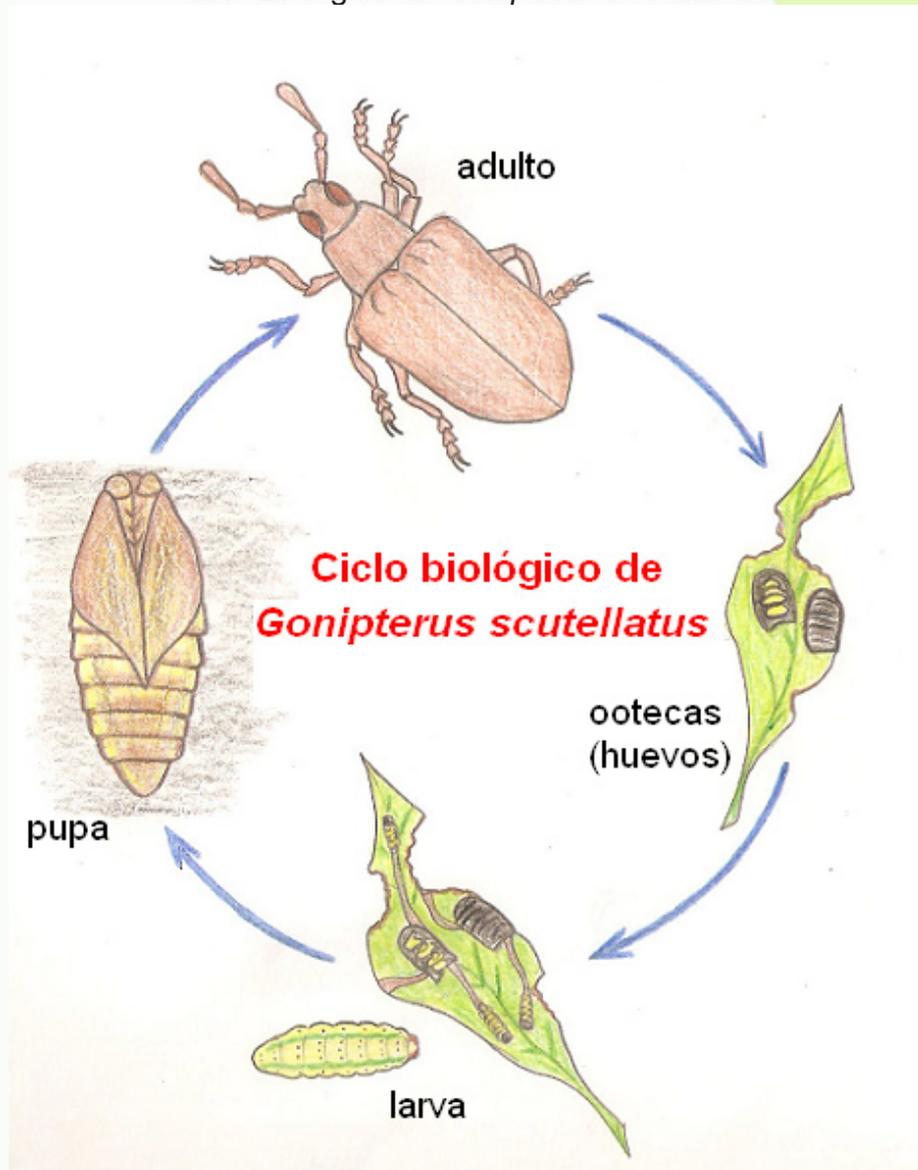


**Adulto:** Cabeza prolongada, con apéndices bucales en su extremo distal. Posee un aparato bucal masticador que se adhiere a los bordes de la hoja, alimentándose del perímetro de ésta,

dándole un aspecto lobulado, pudiendo también alimentarse de brotes y yemas. El tamaño de los adultos oscila entre 7 y 9 mm de longitud y 4 a 5 mm de ancho, siendo los machos más pequeños que las hembras (CNICE, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005). Éstos varían en su coloración desde un rojo tostado claro con una banda transversal dorsal en los élitros cuando son jóvenes, a un castaño oscuro grisáceo uniforme cuando son más viejos. El tórax presenta una banda mediana más escamosa y clara (Bachiller *et al.*, 1981, citado por Baldini *et al.*, 2005).

### 3.3.3. CICLO DE VIDA

Ciclo Biológico de *Gonipterus scutellatus*



El estado adulto sobrevive el invierno escondido bajo corteza, pero para el área en que se encuentra actualmente en Chile se ha observado actividad durante todo el año. Una vez disponibles brotes nuevos y con posterioridad al apareamiento, las hembras inician la postura de huevos. La hembra coloca los huevos sobre la faz de las hojas nuevas en árboles de más de un año. La postura la efectúan en hileras de 2 a 14 huevos, con un promedio de 7 a 9 según localidad, adheridos a la hoja por una secreción anal gelatinosa y luego recubiertos por sucesivas capas de material excretado, conformando una especie de ooteca que adquiere consistencia y coloración oscura con el tiempo (Elgueta, 2010). El período embrionario dura entre 10 a 20 días, al cabo del cual nacen pequeñas larvas. Las larvas recién eclosadas atraviesan la hoja sobre la cual se adhiere la postura para salir por la cara opuesta procediendo a alimentarse del tejido epidérmico de las hojas,

dispersándose en el limbo de la misma al iniciarse la alimentación (Bachiller *et al.*, 1981, citado por Baldini *et al.*, 2005), normalmente en la dirección de la nervadura foliar (Beèche *et al.*, 1999; citado por Baldini *et al.*, 2005).

La excreción de las larvas tiene forma de hilos o cordoncillos parduscos, adhiriéndose éstas al dorso del individuo. Las larvas del primer y segundo estadio se alimentan de la epidermis de las hojas que se encuentran bajo su cuerpo; en cambio, en el tercer y cuarto estadio se alimentan de todo el limbo (Bachiller *et al.*, 1981; citado por Baldini *et al.*, 2005). En los estadios larvales más visibles consume la superficie de la hoja actuando como una especie de esqueletizador, dejando marcas mucosas a su paso y muy frecuentemente portando sus propias excretas en forma de largos filamentos recurvados. El adulto en cambio, come toda la estructura de la hoja, partiendo de su borde de tal forma que le da un aspecto irregularmente dentado a lo que queda de ellas.

Transcurridos los 4 estadios larvales, en un estado prepupal de menor actividad, se dejan caer al suelo penetrando en éste hasta profundidades de 2 a 5 cm y ahí preparan una celda, consolidada internamente con mucus, en la cual efectúan la pupación. Desde ahí emerge el adulto quedando su salida evidenciada por la presencia de un agujero subcircular. Estas cámaras pupales se presentan tanto en sitios sometidos a irrigación frecuente, como en aquellos que sólo reciben precipitaciones; en este último caso las posibilidades de completar el ciclo son menores por la gran dureza del terreno (Elgueta, 2010).

Para Chile, Lanfranco y Dungey (2001) y Estay *et al.* (2002), citado por Baldini *et al.* (2005) indican la ocurrencia de tres a cuatro generaciones. Los datos de terreno y de laboratorio contrastados evidencian que en la Región de Valparaíso se presentan, con seguridad, tres generaciones en el ciclo anual: una de verano a inicios de otoño (de densidad mediana), otra de invierno y la última, que alcanza la mayor densidad poblacional, de primavera. Otros máximos de actividad detectados en algunas de las localidades, de muy corta duración temporal y de menor magnitud, podrían ser interpretados como indicadores de la ocurrencia de una generación adicional, en el caso de confluir factores climáticos como temperatura benigna y alta humedad, confluencia que parecería no ser la regla climática para la zona. Considerando las altas densidades que alcanzan durante el máximo de actividad, son las generaciones primaverales y estivales las que provocan el mayor daño en el follaje. Cabe destacar que en todo el período anual se observó brotación continua de árboles atacados, condición determinante para la presencia activa de adultos observada en el mismo lapso. Este hecho puede llegar a posibilitar postura de huevos en períodos distintos de los habituales; alternativamente la ausencia de brotación puede limitar la postura de huevos, como lo sugiere Loch (2006), citado por Baldini *et al.* (2005) para la región suroeste de Australia, disminuyendo el número de generaciones.

A latitudes mayores, la norma es que se presente un menor número de generaciones, con un período notorio y largo de inactividad invernal. En plantaciones experimentales formadas con semillas provenientes de distintas latitudes, se ha encontrado que para el caso de algunas especies de eucaliptos, la extensión del daño por efecto de *G. scutellatus* es inversamente proporcional a la altitud de la cual provienen las semillas (Richardson y Meakis, 1986, citado por Baldini *et al.*, 2005).

### 3.3.4. DISTRIBUCIÓN EN CHILE

Esta plaga se encuentra distribuida entre la Región de Valparaíso y la Región de Los Ríos (Valdivia).

## Distribución de *Gonipterus scutellatus*



### 3.3.5. SIGNOS Y SÍNTOMAS

#### SIGNOS

- Presencia de ootecas sobre las hojas y ramillas.
- Presencia de larvas del insecto sobre las hojas, ramillas, ramas y corteza.
- Gran presencia de adultos del gorgojo en apareamiento sobre ramas y ramillas.

#### SÍNTOMAS

- Presencia de hojas parcialmente comidas por adultos y/o larvas del insecto.
- Pérdida de brote apical.



### 3.3.6. DAÑOS

Tanto las larvas como los adultos se alimentan de las hojas causando severas defoliaciones, principalmente en las hojas recién formadas (IEFC, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005). Los adultos festonean los filodios, devoran los brotes apicales y yemas florales, produciendo intensas defoliaciones con las consiguientes pérdidas de productividad y crecimiento del arbolado (Bachiller *et al.*, 1981, citado por Baldini *et al.*, 2005). La alimentación de éstos puede causar la muerte del brote apical y deformaciones de las ramillas terminales, tronco y copa del árbol afectado (IEFC, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005). En todo caso, la sensibilidad de los árboles varía mucho con su vigor y el nivel de población del insecto (Mansilla, 1992, citado por Baldini *et al.*, 2005). Por su parte, las larvas en sus primeros estadíos dañan la epidermis de ambas caras de los filodios y des-

pués consumen todo el limbo.

Dadas las características del ataque, el insecto no llega a matar el árbol directamente, ya que éste tiende a recuperarse y brotar nuevamente; sin embargo, la defoliación puede inducir a situaciones de estrés en el arbolado (IEFC, 2004, citado por Baldini *et al.*, 2005), favoreciendo la susceptibilidad al ataque de otros agentes patógenos (Cordero *et al.*, 1999, citado por Baldini *et al.*, 2005) y aumentar el riesgo de instalación de plagas secundarias como *Phoracantha spp* (Baldini *et al.*, 2005).



### 3.3.7. MEDIDAS DE CONTROL

En Chile, el control de *G. scutellatus* se ha enfocado de tres formas: control legal, control químico y control biológico (Beèche *et al.*, 1999).

El objetivo del control legal es evitar la dispersión del insecto, mediante el control del transporte de maderas, plantas y substratos infestados. Por su parte, el control químico aún está en evaluación debido, principalmente a las restricciones que imponen las certificaciones forestales en Chile. No obstante, fueron aplicados algunos productos en los inicios del control de la plaga, principalmente para reducir niveles poblacionales en áreas contiguas a las rutas de alto movimiento de medios de transporte y mientras que se lograba establecer el control biológico de la plaga.

Para el control biológico, SAG y CPF S.A. introdujeron al país el parasitoide de huevos *Anaphes nitens* Hubber (Hymenoptera: Mymaridae), traído desde Sudáfrica. Debido a que los niveles de parasitismo alcanzados por el parasitoide no fueron los esperados, en el año 2003 se realizó la reintroducción de un biotipo de *A. nitens* que es más resistente a las bajas temperaturas, lo que aumentaría el pool genético del biocontrolador en Chile (Baldini *et al.*, 2005).

### 3.4. PSILIDO DEL EUCALIPTO *Ctenarytaina eucalypti* Maskell



#### 3.4.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL AGENTE PLAGA

*Ctenarytaina eucalypti* Maskell (Hemiptera: Psyllidae) es originario del Sudeste de Australia y Tasmania. Sin embargo, su descripción fue hecha por Maskell a través de especímenes colectados de *Eucalyptus globulus* en Nueva Zelanda (Maskell, 1980, citado por Baldini *et al.*, 2005). El daño provocado por este insecto está relacionado con su hábito alimenticio, ya que se trata de un insecto succionador de la savia de hojas juveniles sésiles y brotes provocando su deformación, marchitez y desecación, llegando incluso a provocar la muerte de plantas jóvenes. El daño más relevante es la pérdida de plantas en viveros como consecuencia de la desecación paulatina de ápices, brotes y hojas sésiles (Goycoolea *et al.*, 2002, citado por Baldini *et al.*, 2005).

#### 3.4.2. BIOLOGÍA DEL INSECTO

*Ctenarytaina eucalypti* presenta un ciclo de vida con metamorfosis incompleta y tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto (Goycoolea *et al.*, 2002).

**Huevo:** Sus dimensiones son en promedio de 0,4 mm de largo por 0,16 mm de ancho. Tienen forma oval, alargada y presentan un pedicelo inferior corto y cónico por el que quedan unidos a la planta. Recién puestos son de un color lechoso, brillante, presentando una consistencia aguada, ligeramente viscosa. Con su desarrollo se tornan de un tono amarillento y próximos a la eclosión se ponen de un color anaranjado, observándose a través del corion los ojos de la ninfa (Cadahía, 1980).



**Ninfa:** Antes de alcanzar el estado de adulto, la ninfa pasa por cinco estadios claramente diferenciados, que se distinguen principalmente por el desarrollo de pterotecas (pteros: ala; tecas: lo que envuelve al ala). Éstos fueron descritos detalladamente por Olivares (2000):



**Primer estadio ninfal:** Se caracteriza por ser inmóvil, de ojos rojos, cuerpo amarillo, sin presencia de pterotecas, tibia y tarso fusionados.

**Segundo estadio ninfal:** Se caracteriza por presentar movimiento, de ojos rojos, cuerpo amarillo, presencia de setas alrededor del cuerpo, ausencia de pterotecas, tibia y tarso fusionados.

**Tercer estadio ninfal:** Se caracteriza por el comienzo del desarrollo de pterotecas, cuerpo amarillo con manchas púrpuras, tibia y tarso fusionados.

**Cuarto estadio ninfal:** Presenta gran desarrollo de pterotecas, tibia y tarso fusionados.

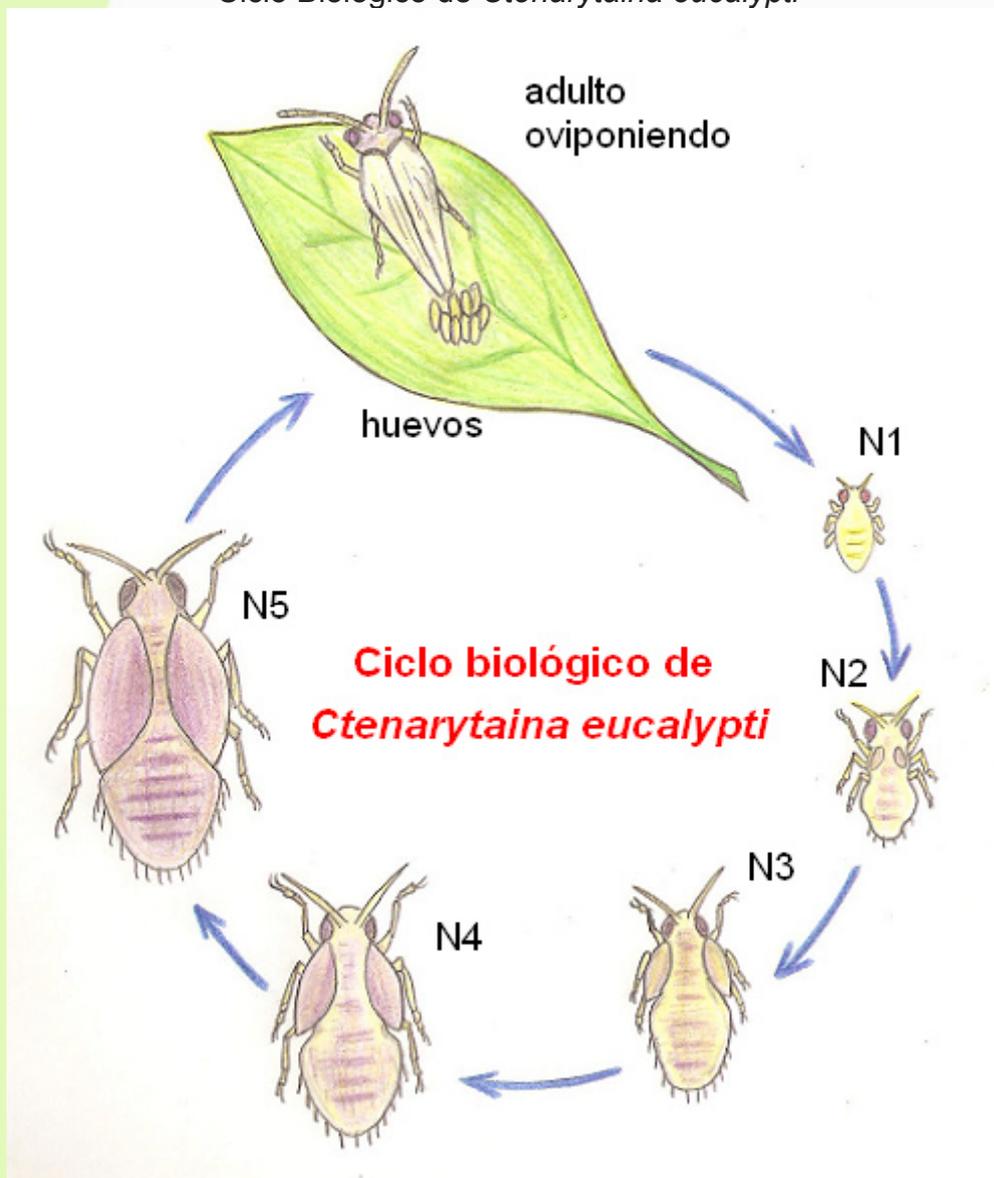
**Quinto estadio ninfal:** Desarrollo completo de pterotecas, gran movimiento, tibia y tarso unisegmentados.

Existe una gran diferencia entre las ninfas del primer y quinto estadio no sólo por su tamaño, sino por su coloración general. A medida que van cambiando de estadio su color se va tornando gris (Goycoolea *et al.*, 2002). Las ninfas del último estadio son las de mayor tamaño y poseen una gran movilidad, con ojos de color castaño rojizo. El tercio final del abdomen, las antenas y las alas vestigiales son de una tonalidad castaño verdoso (Meza y Baldini, 2001a).

**Adulto:** El adulto es de 1,5 a 2 mm de largo, asemejándose a una pequeña cigarra o áfido alado. Son insectos de rápidos movimientos combinados de salto y vuelo (Meza y Baldini, 2001a). La cabeza es ancha con ojos compuestos bien desarrollados; antenas largas con diez artejos, de color amarillo, con las puntas negras y rostro corto trisegmentado. Su aparato bucal es del tipo succionador, con forma de un fino tubo. Su cuerpo es de color púrpura oscuro, con bandas transversales amarillas sobre la parte alta y baja del abdomen, desde el costado inferior de la cabeza y tórax. El tórax, bastante globoso, presenta dos pares de alas membranosas, siendo de mayor consistencia las anteriores que las posteriores, dispuestas en forma de tejado durante el reposo. Las patas, son de color amarillo oscuro, presentan fémures fuertes y tibias comprimidas terminadas en cortas cerdas apicales. El abdomen es alargado y en su parte terminal posee las armaduras genitales bien diferenciadas en machos y hembras (Zondag, 1982; Ramírez *et al.*, 1992; Citados por Meza y Baldini, 2001a).

### 3.4.3. CICLO DE VIDA

Ciclo Biológico de *Ctenarytaina eucalypti*



La hembra deposita los huevos en los botones axilares, en la base de hojas terminales y secundariamente en tallos. La postura promedio es de 60 huevos (en un rango de 20 a 100). Una vez eclosionados, las ninfas se van alimentando en brotes, hojas y tallos juveniles y producen fila-

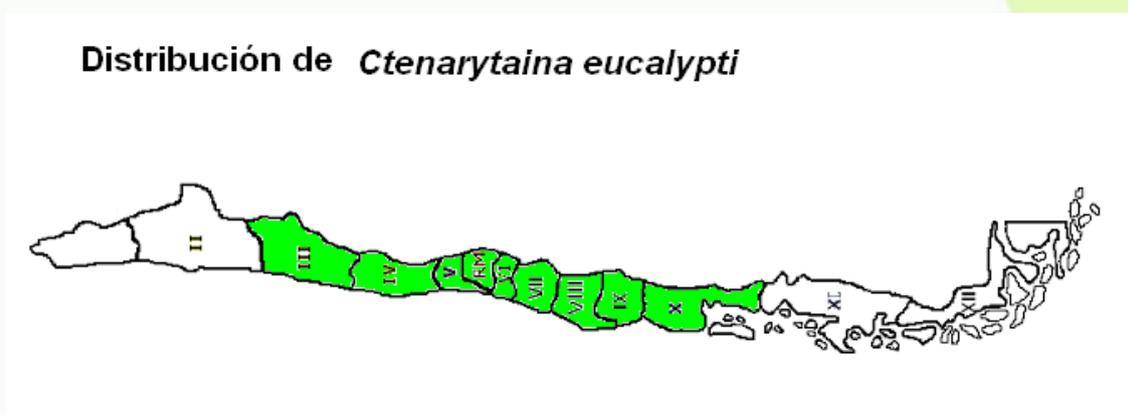
mentos algodonosos azucarados a partir del tercer estadio (Sáiz, 2010).

Según Olivares (2002), presenta entre 8 a 10 generaciones anuales y todos sus estadios se encuentran durante todo el año, presentándose una superposición de ellos.

El ciclo de vida de *C. eucalypti* se completa aproximadamente en un mes en climas templados (18°C y 70% HR), lo que se traduce en una conducta reproductiva polivoltina, cuya magnitud depende de las condiciones ambientales. Bajo condiciones extremas como en los países del norte europeo, la especie puede presentarse como univoltina (Alma y Arzone, 1988; Hodkinson, 1999; SAG, 1999; Chauzat, 2000; Meza y Baldini, 2001; citado por Sáiz, 2010).

#### 3.4.4. DISTRIBUCIÓN EN CHILE

*Ctenarytaina eucalypti* se encuentra distribuido prácticamente en todas las plantaciones de *Eucalyptus globulus* del país.



#### 3.4.5. SIGNOS Y SÍNTOMAS

##### SIGNOS

- Presencia de colonias del psílido
- Lanosidades en los brotes nuevos
- Presencia de depredadores como larvas de sírfidos y avispas “chaqueta amarilla”, alimentándose de las ninfas.

##### SÍNTOMAS

- Desecación paulatina de las hojas
- Marchitez y deformación de las hojas
- Bifurcación de las guías terminales
- Retardo en el crecimiento de la planta
- Aparición de fumagina, hongo que disminuye la capacidad fotosintética de las hojas.



### 3.4.6. DAÑOS

Al alimentarse de los fluidos vitales de la planta, *C. eucalypti* provoca la desecación paulatina de las hojas, las que se marchitan, retuercen y deforman, adquiriendo un color grisáceo negruzco (Cadahía, 1980; citado por Asenjo, 2002, citado por Baldini *et al.*, 2005). Además, la alimentación del psílido puede causar daño agudo, como la inhibición de la formación del rebrote y la distorsión en la forma de las nuevas hojas (Dahlsten, 1996, citado por Baldini *et al.*, 2005).

Los daños más severos se verifican cuando los crecimientos son más lentos y se prolonga la permanencia del follaje juvenil, especialmente en las hojas sin pecíolo. Los brotes tiernos llegan a secarse, generando bifurcaciones de las guías terminales de la planta. En la zona de ataque se produce una abundante secreción azucarada que facilita la aparición de fumagina, hongo con aspecto de hollín que disminuye la capacidad fotosintética de la planta (Porcile, 1998; citado por Meza y Baldini, 2001a). Además, el insecto puede ocasionar daños indirectos a su hospedante, inyectando a través de la savia virus, bacterias y otras enfermedades (Queiroz *et al.*, 1999; citados por Asenjo, 2002, citado por Baldini *et al.*, 2005).

Observaciones en Chile indican que *C. eucalypti* sólo puede ser considerada una plaga en las áreas de menores precipitaciones, es decir, desde la VIII Región al norte. En las regiones IX y X, aún cuando se encuentra atacando en altas poblaciones, por efecto del rápido crecimiento del eucalipto, la planta se recupera en una o dos temporadas, independiente del daño sufrido cuando presenta hojas sésiles (Baldini *et al.*, 2005).



#### 3.4.7. MEDIDAS DE CONTROL

En Chile se han aplicado técnicas de control integrado, obteniéndose mejores resultados con el control biológico, utilizándose para ello al parasitoide de ninfas *Psyllaephagus pilosus* Noyes (Hymenoptera: Encyrtidae), el que incluso actúa como biopesticida, lo cual obliga a repetir las liberaciones en el campo (Baldini *et al.*, 2005).

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LOS BIOCONTROLADORES PARA LAS PLAGAS ANTERIORES

#### 4.1. *Orgilus obscurator* Ness



Hembra de *Orgilus obscurator*

##### 4.1.1. Características Generales del biocontrolador

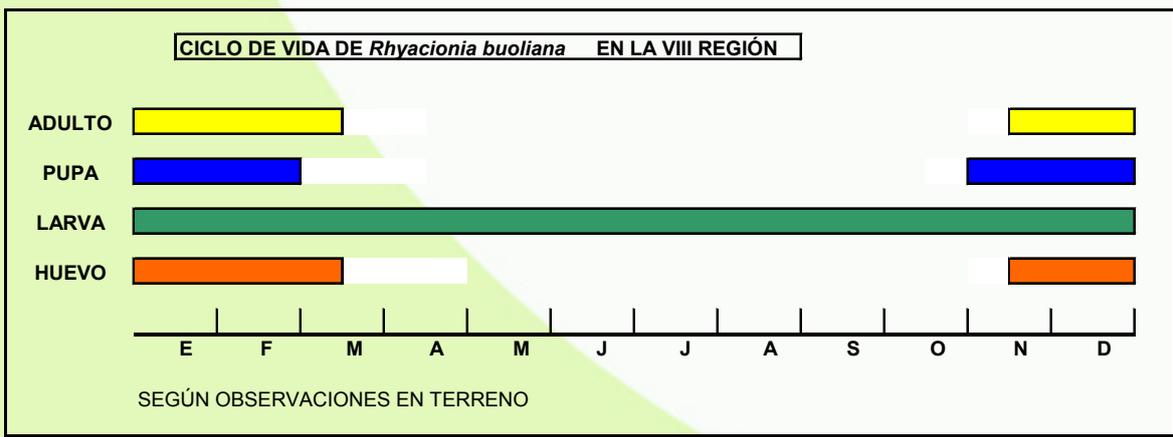
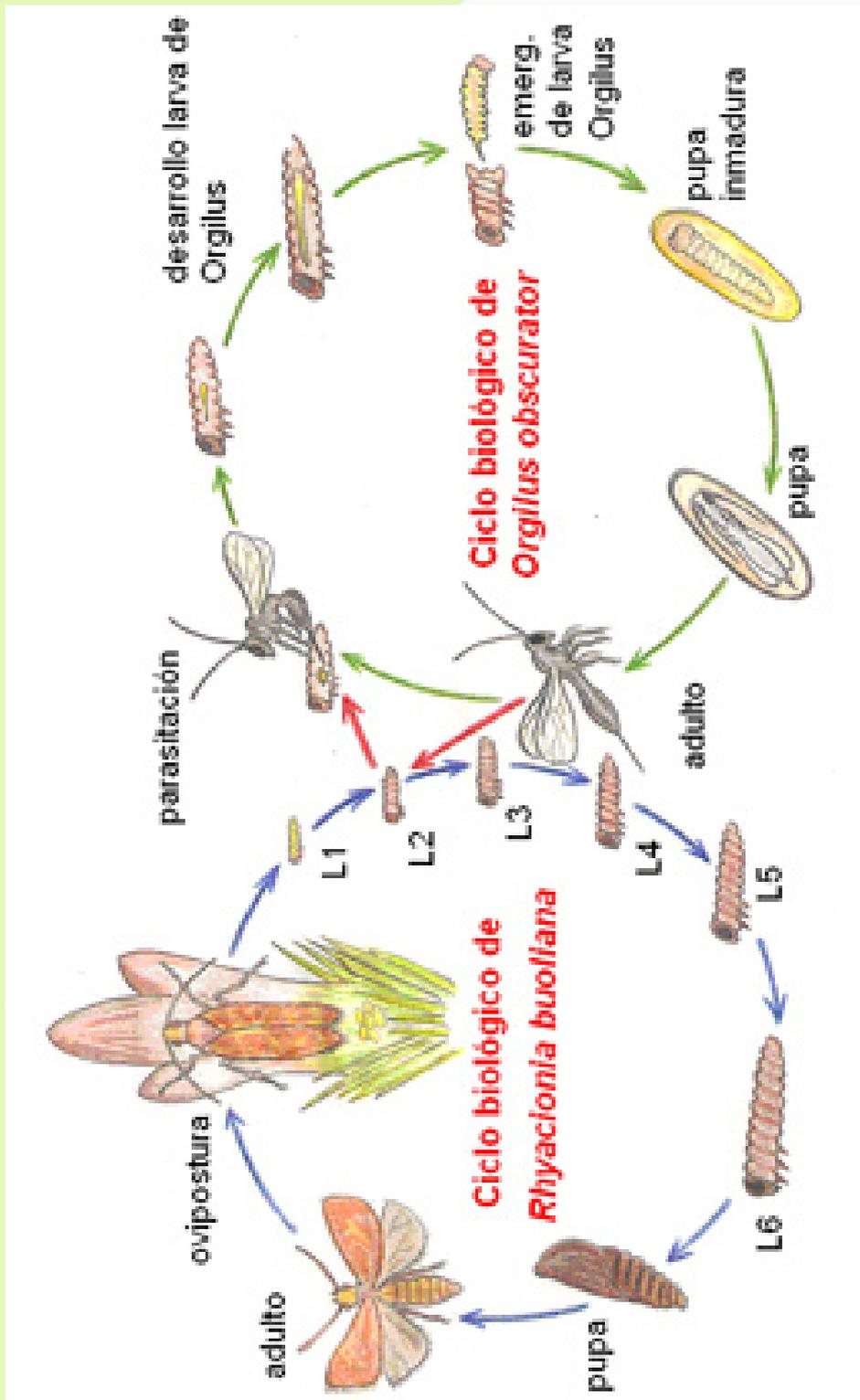
*Orgilus obscurator* es una avispa de la familia Braconidae originaria de Europa y Asia que parasita el estado larval de la polilla del brote del pino. La introducción a Chile de este parasitoide fue realizada entre los años 1986 y 1992. Para esto se realizaron colectas en España, Australia, Hungría, Inglaterra, Italia, Francia y Checoslovaquia, lo que ha permitido el establecimiento de varios ecotipos del parasitoide, que han cubierto distintas localidades y condiciones climáticas del país (Cisternas y Villagra, 1991; 1994; 1995; Cisternas, 1996; citados por Paredes *et al.*, 1998).

##### 4.1.2. Biología del insecto

*O. obscurator* es un endoparásito solitario que ataca los primeros estados larvarios de la plaga, presenta una generación al año (univoltino) y alcanza una alta eficiencia de parasitismo cuando la densidad de la plaga comienza a disminuir. Además, posee gran adaptación a diversas condiciones climáticas, sus hembras son longevas y tiene un alto potencial biótico con un excelente grado de sincronización con la plaga. La especie posee una alta capacidad de competencia con otros parasitoides, permitiendo una buena efectividad (Cisternas y Villagra, 1991; 1994; 1995; Cisternas, 1996; citados por Paredes *et al.*, 1998).

Estudios realizados por Ide y Lanfranco (1997), citado por Baldini *et al.*, (2005), determinaron que si los adultos de *O. obscurator* se alimentan de las especies *Achillea millefolium* L. (millenramas), *Conium maculatum* L. (cicuta), *Daucus carota* L. (zanahoria silvestre), *Prunilla vulgaris* L. (hierba mora) e *Iberis amara* L. (amara) aumentan su longevidad.

4.1.3. Ciclo huésped-parasitoide



## 4.2. *Avetianella longoi* Siscaro



Hembra de *Avetianella longoi* (vista ventral)

### 4.2.1. Características generales del biocontrolador

El himenóptero *A. longoi* es originario de Australia y corresponde a una diminuta avispa de 1,5 y 1,6 mm de longitud, de color negro, que parasita los huevos de *Phoracantha sp.*, bajo la corteza de los árboles. Las avispas adultas tienen un cuerpo aplanado que les permite desplazarse bajo la corteza suelta de los eucaliptos para alcanzar los huevos del cerambícido. Las larvas se desarrollan alimentándose del interior del huevo de su huésped, para posteriormente pupar en el mismo.

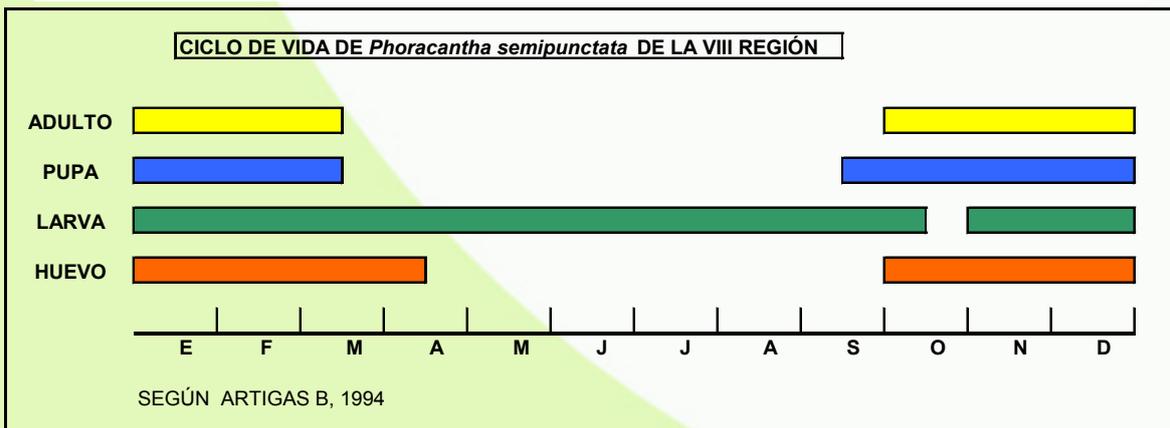
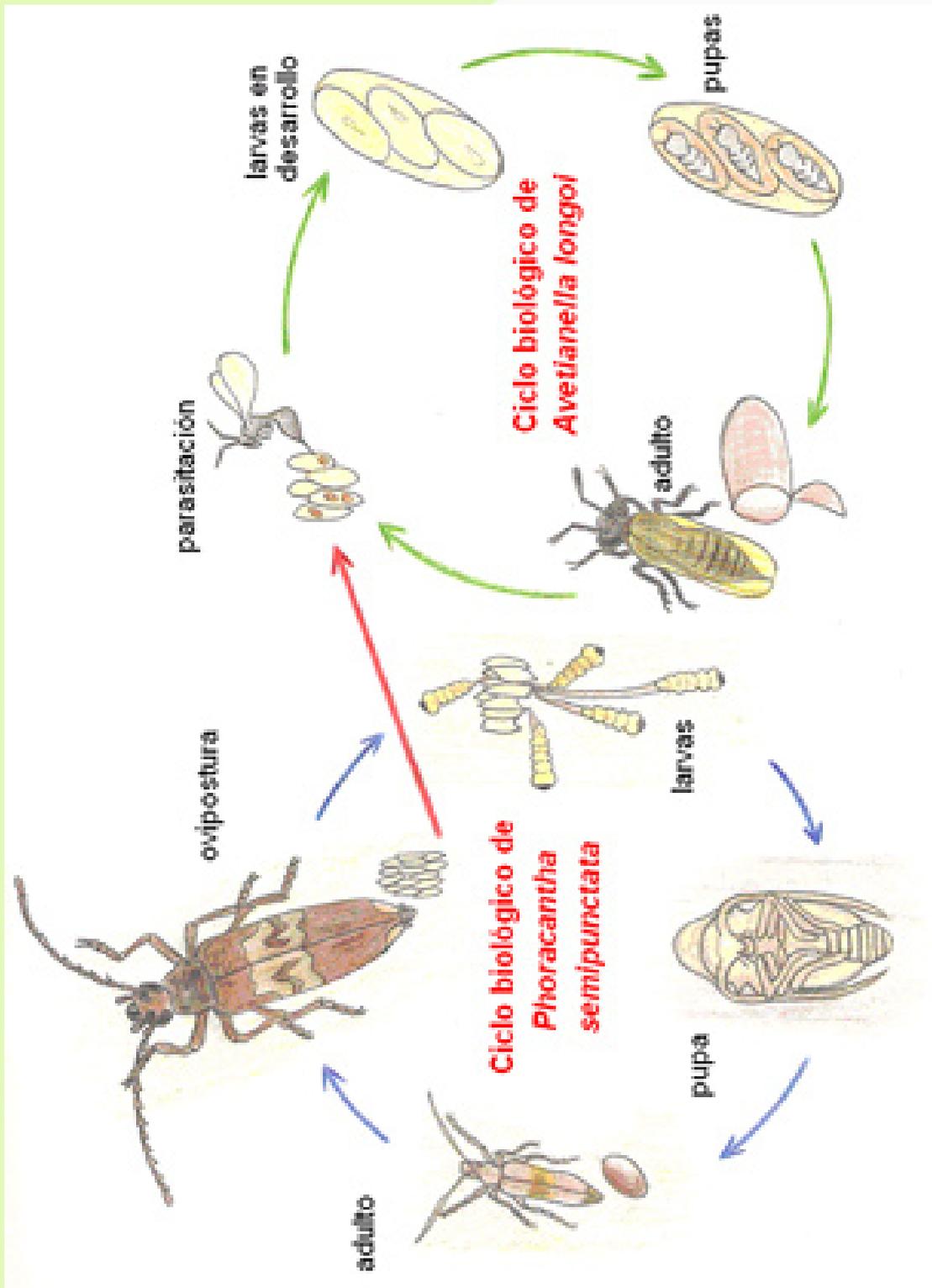
*A. longoi* posee una alta capacidad de dispersión y una gran habilidad para localizar huevos del barrenador; además, debido a su alta capacidad reproductiva y corto ciclo de vida, *A. longoi* puede aumentar rápidamente su población, siempre y cuando exista un número suficiente de huevos de la plaga donde oviponer.

### 4.2.2. Biología del insecto

Estudios realizados por Hanks *et al.* (1996), demostraron que a una temperatura de 25° C el tiempo de desarrollo de huevo a adulto del biocontrolador es de 16 días aproximadamente, teniendo los imagos un período de vida de 26 días. Las hembras de *A. longoi* tienen una fecundidad de entre 200 a 250 huevos, con una oviposición de 10 huevos por día en hembras jóvenes de entre 1 y 10 días de edad. Mientras que en hembras de más de 20 días de edad la capacidad reproductiva disminuye en un 50% (Baldini *et al.*, 2005).

Una vez adulto, *A. longoi* realiza un agujero de emergencia en la cáscara del huevo, utilizando sus mandíbulas. Se ha observado que hasta 5 avispas pueden completar su desarrollo en un huevo del barrenador (Hanks *et al.*, 1996, citado por Baldini *et al.*, 2005).

4.2.3 Ciclo huésped-parasitoide



#### 4.3. *Psyllaephaus pilosus* Noyes



Adulto *Psyllaephaus pilosus*

##### 4.3.1. Características generales del biocontrolador:

*P. pilosus* es un solitario parasitoide interno de aproximadamente 1 mm de longitud, de color negro con iridiscencia verdosa. Además, es un rápido volador y activo buscador del agente plaga (Hodkinson, 1999, citado por Baldini *et al.*, 2005). El insecto es nativo de las partes más frías de Australia meridional y Tasmania. Sin embargo, el parasitoide había sido clasificado anteriormente a partir de especímenes colectados en Nueva Zelanda por Noyes en 1988, concluyéndose que había ingresado a este país junto con su hospedero (Hodkinson, 1999, citado por Baldini *et al.*, 2005).

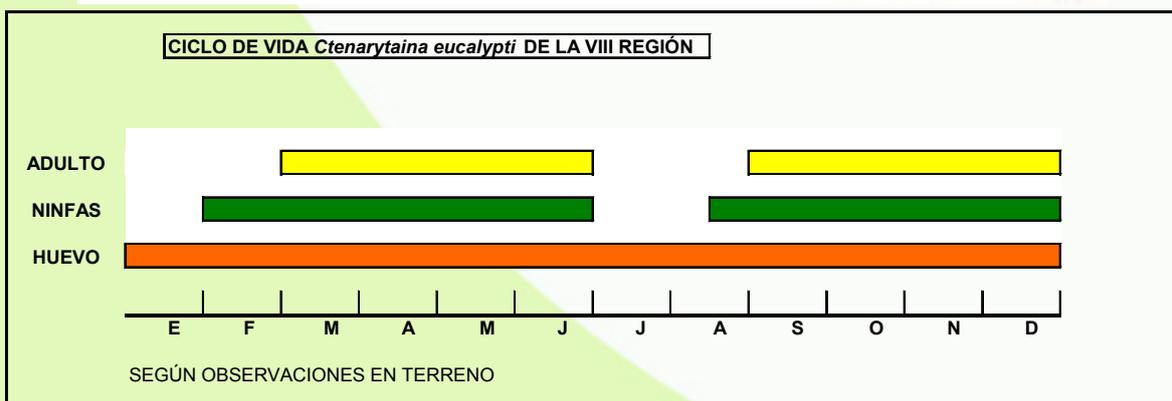
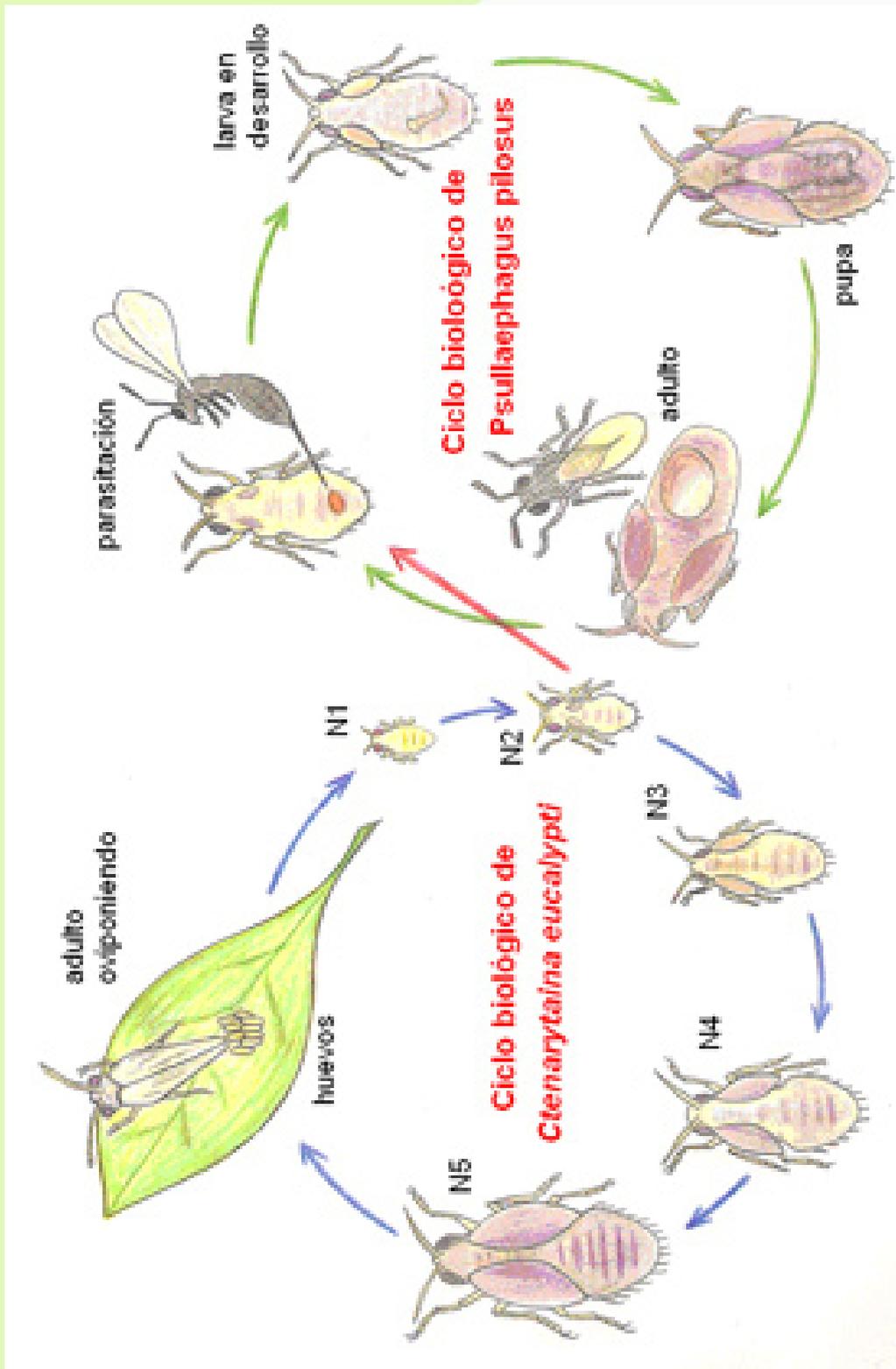
##### 4.3.2. Biología del insecto

De acuerdo a observaciones realizadas en el laboratorio de entomología de CONAF, las hembras parasitan los primeros estadios ninfales del psílido. A través de disecciones de ninfas de segundo instar se encontraron larvas y huevos del parasitoide en su interior.

Para alimentarse, éstas provocan heridas en el cuerpo de su víctima mordiéndolo o insertando su ovipositor (Chauzat *et al.*, 2001, citado por Baldini *et al.*, 2005). De estas lesiones, la avispa lame la hemolinfa exudada y los fluidos internos del psílido (Dahlsten *et al.*, 1996, citado por Baldini *et al.*, 2005).

Para el parasitoide es importante la sobrevivencia de su huésped, por lo que no destruye inmediatamente los órganos esenciales de la ninfa (Chauzat *et al.*, 2001, citado por Baldini *et al.*, 2005). La larva se alimenta del contenido del cuerpo del psílido, primero inmovilizando y enseguida matándolo, desarrollando el proceso de pupación dentro de los restos momificados de la ninfa (Robinson, 1970; Dahlsten, 1996; citados por Hodkinson, 1999, citado por Baldini *et al.*, 2005). Luego de tres semanas, a una temperatura promedio de 25° C, completa su desarrollo (Dahlsten *et al.*, 1996, citado por Baldini *et al.*, 2005), emergiendo una avispa adulta desde un pequeño agujero situado la mayoría de las veces dorsalmente en el abdomen del psílido, el cual confecciona utilizando su aparato bucal (Chauzat *et al.*, 2001, citado por Baldini *et al.*, 2005).

4.3.3. Ciclo huésped-parasoide



#### 4.4. *Anaphes nitens* Hubber



*Anaphes nitens* parasitando

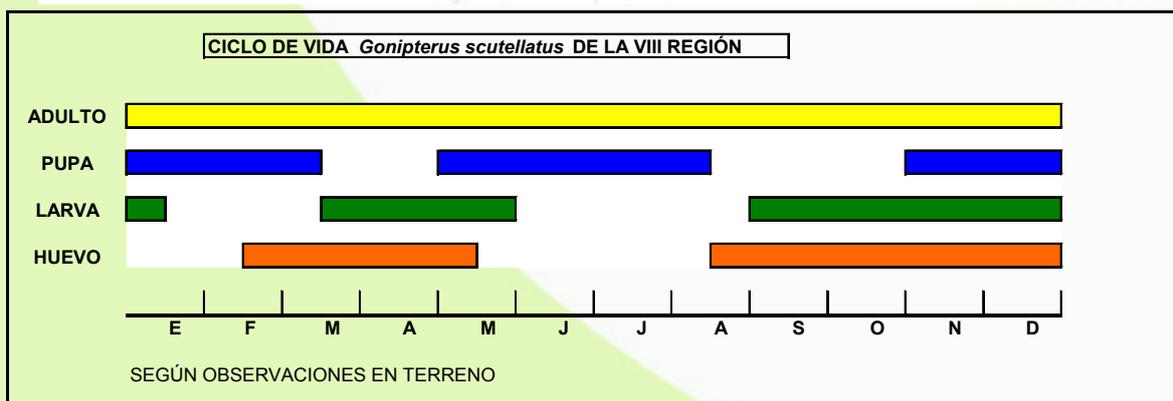
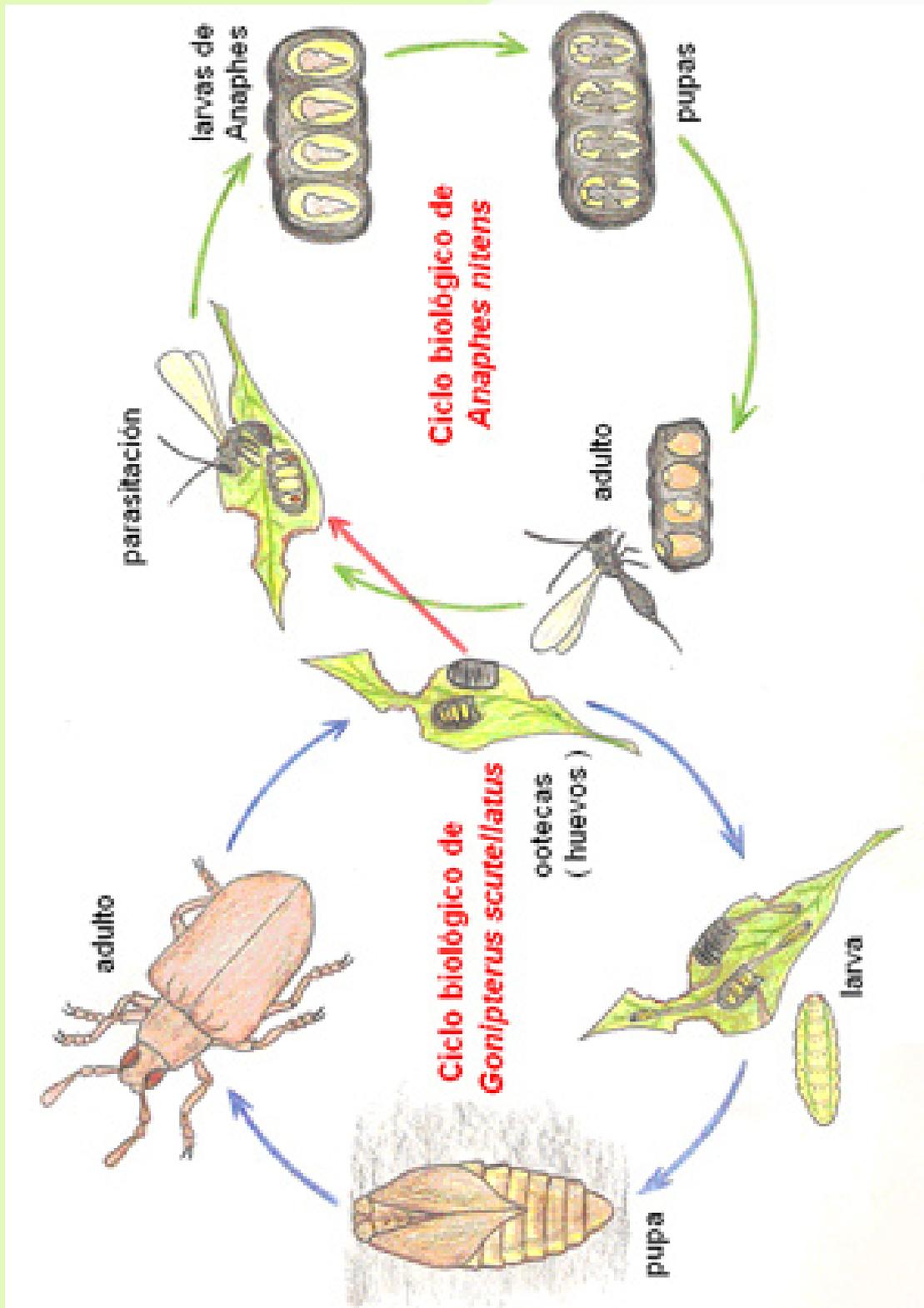
##### 4.4.1. Características generales del biocontrolador

*A. nitens* es un himenóptero solitario de color negruzco, su cuerpo posee una longitud entre 0,8 a 1 mm. Las antenas son de color negro, de tipo filiforme con 13 artejos en el caso del macho, y del tipo clavada con 10 artejos en el caso de la hembra. Las alas son transparentes, con numerosas vellosidades en su borde, existiendo una aureola subproximal que está delimitada por una banda pardusca situada oblicuamente (Xunta de Galicia, 2005, citado por Baldini *et al.*, 2005).

##### 4.4.2. Biología del insecto

En general presenta un total de 17 generaciones anuales. Los adultos son maduros sexualmente desde los primeros momentos de vida, iniciándose la cópula y la parasitación por parte de la hembra a los pocos minutos de completar sus estadios de desarrollo. La emergencia de los adultos de *A. nitens* ocurre entre 11 y 20 días después de la parasitación, pudiendo vivir hasta 20 días (Mansilla *et al.*, 1998; citados por Xunta de Galicia, 2005, citado por Baldini *et al.*, 2005).

4.4.3. Ciclo huésped-parasitoide



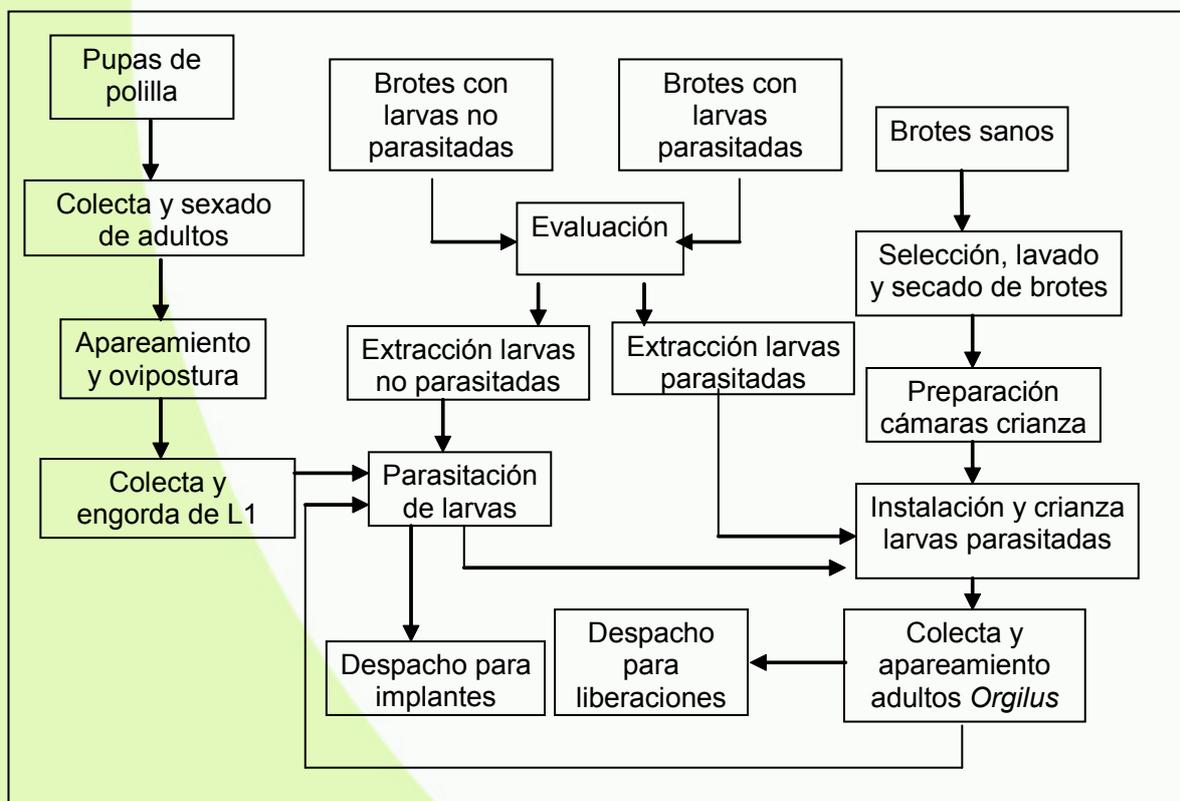
## 5. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CRÍA DE LOS BIOCONTROLADORES EN LABORATORIO

De acuerdo con Ramos (Lanfranco y Ruiz, 2010), en Chile se han utilizado tres sistemas de crianza diferentes que pueden ser clasificados como: sistema cerrado, sistema abierto y sistema mixto. El **sistema cerrado** corresponde a las crianzas efectuadas dentro de un laboratorio, bajo condiciones controladas, técnica que se ha utilizado para el caso de la Polilla del brote del pino y su parasitoide *Orgilus obscurator*. El **sistema abierto** contempla el desarrollo de los insectos en el exterior, dentro de jaulas o invernaderos de crianza, en donde están expuestos a condiciones ambientales más o menos naturales; éste es el caso del Psílido del eucalipto y su biocontrolador *Psyllaephagus pilosus*. En el **sistema mixto** se complementan los sistemas abierto y cerrado para desarrollar las diferentes etapas del ciclo de vida del insecto, sistema que es utilizado para el Tala-drador del eucalipto y su parasitoide *Avetianella longoi*.

### 5.1 Multiplicación de *Orgilus obscurator*

Este parasitoide se reproduce utilizando un sistema cerrado, en el que todas las etapas de desarrollo del insecto son criadas bajo condiciones de laboratorio. Todo el proceso de cría de *O. obscurator* está representado en el esquema N° 1

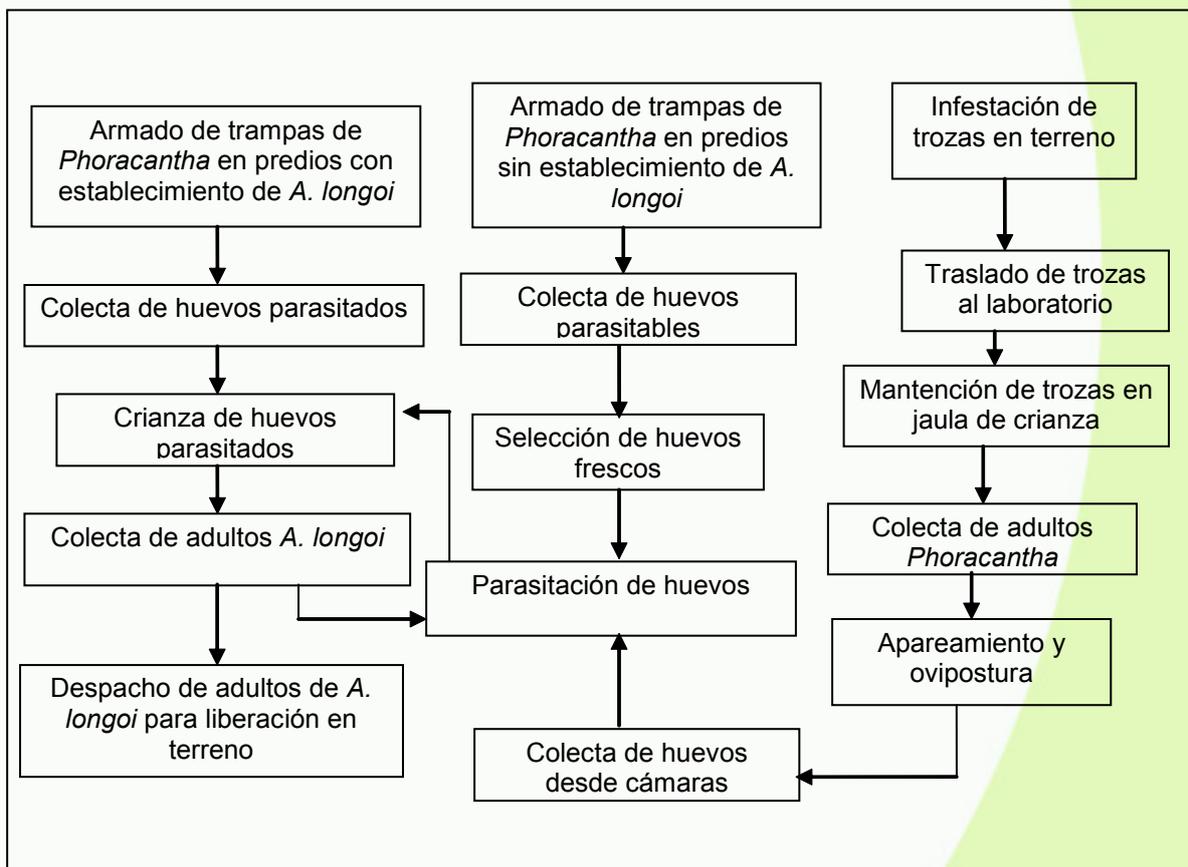
Esquema N°1  
Proceso de Producción *O. obscurator* en laboratorio



## 5.2 Multiplicación de *Avetianella longoi*

*A. longoi* es multiplicado mediante un sistema mixto, contemplándose una parte del proceso reproductivo en terreno y la otra en laboratorio. En el esquema N° 2 se muestran las principales etapas para la reproducción de este parasitoide.

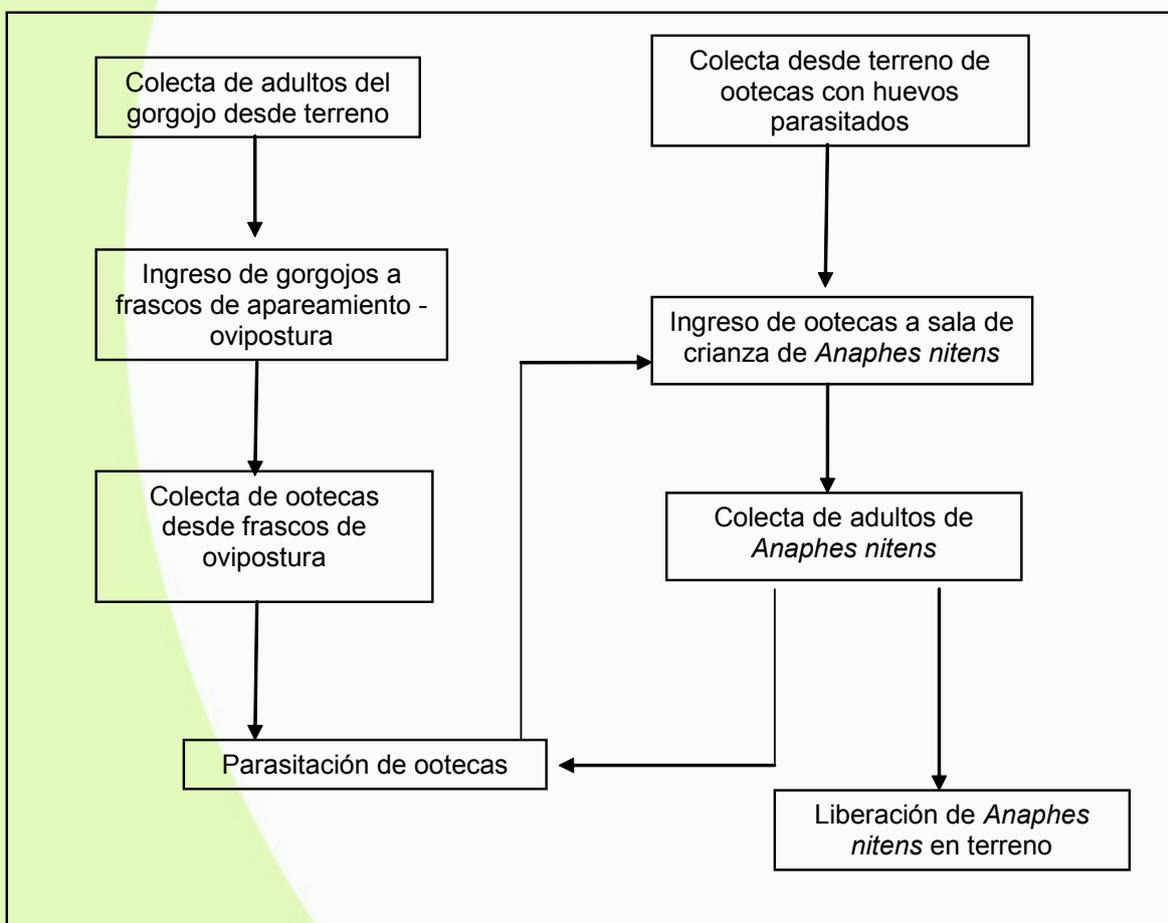
Esquema N°2  
Proceso de Producción *A. longoi* en laboratorio



### 5.3. Multiplicación de *Anaphes nitens*

El sistema utilizado para la multiplicación de *A. nitens* corresponde a un sistema cerrado, aunque también se puede reproducir en un sistema abierto, lo que correspondería a la **técnica de repique**. Ésta consiste en coleccionar desde plantaciones de eucalipto ootecas con huevos parasitados naturalmente y trasladarlos al laboratorio donde se ingresan a una sala de crianza hasta la emergencia de las avispas. En el esquema N° 3 se muestra el sistema cerrado para la multiplicación del parasitoide.

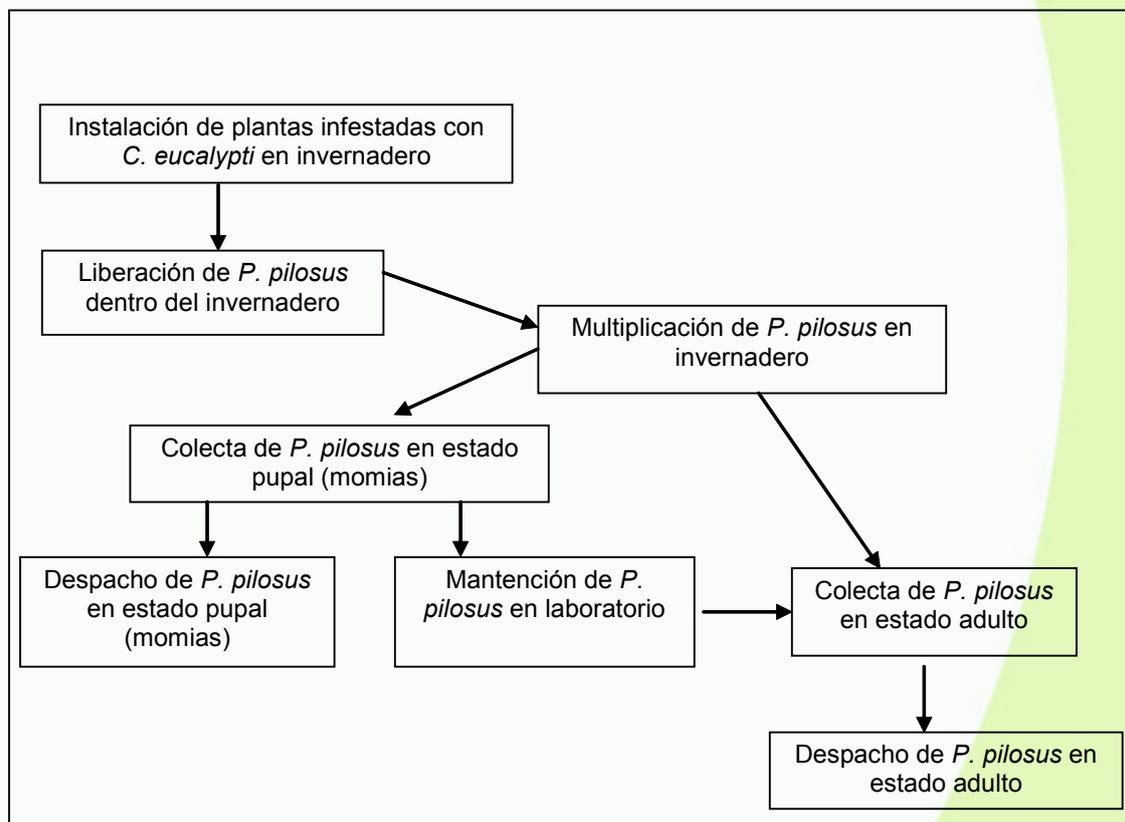
Esquema N°3  
Proceso de Producción *A. nitens* en laboratorio



#### 5.4. Multiplicación de *Psyllaephagus pilosus*

*P. pilosus* es multiplicado en un sistema abierto, es decir, todas las etapas de su desarrollo se llevan a cabo en un invernadero, bajo condiciones prácticamente naturales. El sistema se muestra en el esquema N° 4

Esquema N°4  
Proceso de Producción *P. pilosus* en laboratorio



## 6 LIBERACIÓN DE LOS BIOCONTROLADORES

## 6.1 Dosis de liberación de los parasitoides

En general, la dosis de liberación se determina en función del grado de infestación del agente plaga o de su densidad poblacional. Para los predios de pequeños propietarios que, generalmente, no superan las 15 hás., se ha establecido en CONAF una dosis por punto de liberación que, para cada caso corresponde a la siguiente:

*Orgilus obscurator*: 20 hembras por punto.

*Avetianella longoi*: 100 avispas en estado adulto o pupal por punto.

*Anaphes nitens*: 100 avispas en estado adulto por punto.

*Psyllaephagus pilosus*: 100 pupas o “momias” por punto.

En superficies mayores se mantiene la densidad de un punto cada 15 hectáreas. Estas cifras son meramente referenciales, pudiéndose aumentar dependiendo del grado de infestación en el predio.

## 6.2 Formas de liberación de los parasitoides

Comúnmente, se usan 2 formas de liberación determinadas, principalmente, por el tipo de parasitoide a liberar y por el tiempo que transcurre durante su traslado hasta su destino final. De tal forma que para el caso de avispas menos resistentes a las condiciones de transporte, como ocurre con *Psyllaephagus pilosus*, la forma de liberación se lleva a cabo en su estado pupal (momias); de este modo se asegura que no sean deterioradas durante su traslado y emerjan en forma natural una vez liberadas en terreno.

Por otro lado, la distancia que deben recorrer los parasitoides para llegar a destino es determinante en algunos casos, como por ejemplo *Avetianella longoi*, avispa que, en estado adulto, no resiste más de un día en el tiempo de su traslado; por tal razón, es despachada y liberada en forma de pupas. Así, está definido en CONAF que la forma de liberación ideal para cada parasitoide de acuerdo a la Región en que se liberará es la siguiente:

Estado de Desarrollo Ideal del Parasitoide para su Liberación por Región

Parasitoide/Región	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XIV
<i>O. obscurator</i>	-	-	adulto	adulto	adulto	adulto	-	-	-
<i>A. longoi</i>	pupa	pupa	adulto	adulto	adulto	adulto	adulto	-	-
<i>A. nitens</i>	-	-	adulto						
<i>P. pilosus</i>	pupa	pupa	pupa	pupa	pupa	pupa	pupa	pupa	pupa

Nota: Recomendado por CONAF en Chile

## 6.3 Condiciones ambientales favorables para la liberación

Éstas se refieren a dos aspectos principales: el biológico y el físico. El aspecto biológico se relaciona con el momento oportuno de la liberación que no es más que otra cosa que cautelar la sincronización huésped-parasitoide; generalmente existe un rango de tiempo en que se recomienda hacer las liberaciones y en este aspecto hay que tener cuidado con los extremos, es decir, asegurarse de que el ciclo del hospedero (agente plaga) se haya iniciado y, lo más importante, que el estado “parasitable” esté presente en el lugar de liberación y en cantidades que le faciliten a las avispas el encuentro de su hospedero; de igual modo ocurre con el término o disminución del estado parasitable en el ciclo del hospedero, donde no es conveniente hacer liberaciones.

Las condiciones físicas corresponden a las de tipo climático como lo son: temperatura y precipitaciones, principalmente. Se recomienda realizar las liberaciones en horas del día en que las temperaturas no sean extremas, temperaturas bajas pueden producir aletargamiento de los parasi-

toides, dificultando su liberación; por otro lado, temperaturas muy altas pueden alterar y aumentar su normal actividad provocándoles desgaste, cierto grado de estrés y hasta la muerte.

Para el caso de las precipitaciones, es recomendable no realizar liberaciones en días de intensa lluvia, principalmente porque puede deteriorar a los insectos en el momento en que se intenta liberarlos.

#### 6.4 Materiales para el traslado de los parasitoides

Los parasitoides requieren ser tratados con mucha delicadeza, por tal razón son trasladados en contenedores que le proporcionen condiciones que nos aseguren que llegarán bien a su destino final. De esta forma, se utilizan neveras de pluma vit para su traslado que, generalmente, es vía encomiendas por empresas cargo. A su vez, los parasitoides van dentro de envases de vidrio o de plástico, tales como tubos de ensayo o potes con tapa rosca y en el interior de las neveras se colocan paquetes de hielo (ice-pack) que le proporcionan una baja temperatura (6-8°C), con el fin de provocar en ellos aletargamiento durante su traslado, disminuyendo considerablemente las posibilidades de que se dañen y mueran.

#### 6.5 Aspectos relativos al transporte

Como se mencionó anteriormente, la forma más común de traslado de los parasitoides es a través de empresas que realizan envío de encomiendas, las que por lo general, hacen viajes durante la noche. En ocasiones y, cuando se da la posibilidad, los parasitoides son retirados en el laboratorio y trasladados por los propios encargados de hacer la liberación, lo que garantiza, en gran medida, que llegarán en buenas condiciones a su lugar de destino. En todo caso, no es mucho lo que se puede hacer para los despachos a grandes distancias, con la condición de mantener bajos los costos.

#### 6.6 Manipulación de los parasitoides durante la liberación

Como se trata de insectos muy frágiles como lo son la mayoría de las avispas parasitoides, es necesario tener algunas precauciones con el material biológico (parasitoides dentro de su contenedor) al momento de realizar las liberaciones:

- **Revisar el material biológico antes de salir a liberarlo:** Esto es con la finalidad de comprobar personalmente el estado en que han llegado los insectos porque puede ocurrir que vengán con algún problema desde el laboratorio o que les haya afectado el traslado.
- **Mantener siempre el material biológico dentro de su contenedor (nevera, cooler, etc.):** Es conveniente mantenerlos siempre a una temperatura moderada, que es la que llevan en el interior de la nevera, puesto que se trasladan con ice-packs, lo que se recomienda para evitar el desgaste que les ocasiona el aumento de temperatura dentro de los tubos o frascos.
- **No exponer el material biológico a temperaturas extremas:** Nunca se debe dejar las neveras con los parasitoides en su interior dentro del vehículo, especialmente en verano, debido a que la temperatura allí alcanza niveles que son letales para los insectos (sobre 24°C); tampoco se recomienda dejar las neveras en lugares donde les llegue el sol directo, por la misma razón anterior.
- **Realizar las liberaciones durante el día:** Desde el momento en que las avispas son recepcionadas, tratar, en lo posible, de liberarlas en el mismo día. No es conveniente dejar avispas en estado adulto para ser liberadas al día siguiente, lo que sí se puede hacer para el caso de liberaciones de las avispas en estado de pupa, cuando corresponda (*Avetianella longoi* y *Psyllaephagus pilosus*).

- **Evitar, en lo posible, la manipulación directa de las avispas:** No es recomendable tratar de tomar las avispas para apurar su liberación, para ello se pueden utilizar pinceles finos (N°0) para ayudarlas a salir de los envases.

#### 6.7 Devolución de materiales al laboratorio

Todos los materiales utilizados en el despacho de los parasitoides deben ser devueltos al laboratorio de entomología, especialmente las neveras, ice-pack, tubos de ensayo y frascos de plástico, en un plazo razonable que no supere los 7 días desde su recepción.

En el Anexo N° A-1 se describe la metodología para la correcta liberación de los parasitoides y en el Anexo N° A-2 se entrega el formulario que se debe utilizar para el registro de todas las liberaciones.

## 7. EVALUACIÓN DE PARASITISMO DE LAS PLAGAS DESCRITAS

Todo programa de control biológico debe contemplar evaluaciones de parasitismo y, en lo posible, estudios de densidad poblacional del agente plaga que se está controlando. Esta actividad es fundamental para conocer el avance del parasitoide en estudio y su efecto sobre la dinámica poblacional del agente plaga. Además, dado que durante los análisis de parasitismo es posible detectar a tiempo posibles hiperparásitos u otros endoparasitoides que estén compitiendo con el parasitoide principal y que, eventualmente, pudieran causar un efecto favorable para el agente plaga, el seguimiento mediante evaluaciones anuales es fundamental.

Las evaluaciones de parasitismo se llevan a cabo en el laboratorio de entomología y las muestras son tomadas por personal del programa de control fitosanitario de las regiones y provincias que están llevando a cabo programas de liberación de parasitoides. Para ello, se cuenta con instructivos para la toma de muestras y formularios de evaluación de parasitismo.

En el Anexo N°A-3 se describe la metodología para la toma de muestras y envío al laboratorio y en el Anexo N°A-4 se entrega el formulario que se debe utilizar para el registro de la toma de muestras para evaluación de parasitismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-BALDINI, A., G. COGOLLOR, A. SARTORI y J. AGUAYO. 2005. Control biológico de plagas forestales de importancia económica en Chile. CONAF-FIA. Santiago. Chile. 205 p.
- 2.-BALDINI, A., A. SARTORI, R. RAMOS, A. DURÁN. 2003. Control biológico de plagas forestales de importancia económica en Chile: El caso de los pequeños y medianos productores. Ministerio de Agricultura. CONAF. Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal. Santiago. Chile. 48 p.
- 3.-BEËCHE, M., C. GOYCOOLEA, S. ROTHMANN, A. SANDOVAL, S. IDE Y S. ESPINOZA. 2003. Detección y control biológico de los taladradores del eucalipto en Chile, *Phoracantha semipunctata* Fabricius y *Phoracantha recurva* Newman (Coleoptera: Cerambycidae). Servicio Agrícola y Ganadero y Controladora de Plagas Forestales S.A. Chile. 43 pp.
- 4.-BEËCHE, M., A. SANDOVAL, S. ROTHMANN, J. RAVANALES, C. CERECEDA, R. MUÑOZ, G. OLIVERA, L. CORVALÁN, G. GALARCE Y A. SAN MARTÍN. 1999. Detección y control del gorgojo del eucalipto en Chile, *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). Servicio Agrícola y Ganadero. Chile. 43 pp.
- 5.-CADAHIA, D. 1980. Proximidad de dos nuevos enemigos de los *Eucalyptus* en España. Boletín del servicio de defensa contra plagas e inspección fitopatológica. 6 (2). España. 165 – 192 pp.
- 6.-COGOLLOR, G. Y P. OJEDA. 1981. Un insecto taladrador del eucalipto, *Phoracantha semipunctata* Fabr. (Coleoptera: Cerambycidae). Corporación Nacional Forestal. Universidad de Chile. Nota Técnica: Año 2 N°6. Chile. 4 pp.
- 7.-COGOLLOR, G. 1986. *Phoracantha semipunctata* en plantaciones de *Eucalyptus* spp., Revisión bibliográfica. Corporación Nacional Forestal y Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Documento de trabajo N°6. Santiago, Chile. 43 pp.
- 8.-COULSON, R. y J. WITTER. 1990. Entomología Forestal. Ecología y Control. Noriega Editores. Estados Unidos. 751 pp.
- 9.-ELGUETA, M. 2010. *Gonipterus scutellatus* El “Gorgojo del eucalipto” (Coleoptera: Curculionidae) en Chile. In: LANFRANCO, D. y C. RUIZ (eds.). Entomología Forestal en Chile. Ediciones Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. pp: 425-442.
- 10.-GODFRAY, H.C.J. 1994. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. University Press. Princeton. New Jersey. ISBN 0-691-03325-0.
- 11.-GOYCOOLEA, C., M. BEËCHE, P. GONZÁLEZ, S. ROTHMANN Y J.R. ULLOA. 2002. Detección y control del psílido de los Eucaliptos *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera: Psyllidae). Servicio Agrícola y Ganadero y Controladora de Plagas Forestales S.A. Chile. 25 pp.
- 12.-GOYCOOLEA, C. 2010. *Phoracantha semipunctata* Fabricius. In: LANFRANCO, D. y C. RUIZ (eds.). Entomología Forestal en Chile. Ediciones Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. pp: 385-398.
- 13.-MANSILLA, J. 1992. Presencia sobre *Eucalyptus globulus* Labill de *Gonipterus scutellatus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) en Galicia. Bol. San. Veg. Plagas, 18(3): 547 – 554 pp.
- 14.-MEZA, P. Y A. BALDINI. 2001A. Dos nuevos Psílidos en Chile *Ctenarytaina eucalypti* y *Blastopsylla occidentalis*. Corporación Nacional Forestal. Documento Técnico N°9. Chile. 34 pp.
- 15.-OLIVARES, T. 2000. *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell 1980): El psílido del eucalipto en Chile

(Hemiptera: Sternorrhyncha: Psylloidea: Spondyliaspinae). Gayana 64 (2). Chile. 239 – 241 pp.

16.-PAREDES, M., E. CISTERNAS, M. GERDING Y V. BECERRA. 1998. Resultados preliminares de diversidad genética en poblaciones de *Orgilus obscurator* presentes en Chile. En: Congreso Internacional de Plagas Forestales (1998, Pucón, Chile). Actas. Corporación Nacional Forestal. Chile. 258 – 269 pp.

17.-PÉREZ, C. Y A. PINAR. 1999. Antecedentes sobre *Phoracantha recurva* (Coleoptera: Cerambycidae) Taladrador del Eucalipto. Corporación Nacional Forestal, Nota Técnica: Año 19 N°36. Chile. 7pp.

18.-RAMOS, R. 2010. Experiencias de la Corporación Nacional Forestal en la crianza de insectos para fines de control biológico. In: LANFRANCO, D. y C. RUIZ (eds.). Entomología Forestal en Chile. Ediciones Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. pp: 283-300.

19.-ROMANYK, N. y D. CADAHIA. (COORDS.). 1992. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

20.-SÁIZ, F. 2010. *Ctenarytaina eucalypti* (Hemiptera: Psyllidae), plaga de *Eucalyptus globulus*. In: LANFRANCO, D. y C. RUIZ (eds.). Entomología Forestal en Chile. Ediciones Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. pp: 443-458.

21.-SELFA, J. y J. L. ANENTO. 1997. Plagas agrícolas y forestales. Bol. S.E.A., nº20 (1997): 75-91. España.

ANEXOS

## A-1 Anexo Instructivos de liberación

### INSTRUCTIVO PARA LIBERACIÓN DE *Avetianella longoi*

El parasitoide *Avetianella longoi* se puede liberar en terreno de dos formas distintas:

a) En forma de adultos

Se despachan en tubos de ensayo que contienen 50 avispas por tubo, los que van tapados con un género que les proporciona aireación. Se liberan 100 adultos por punto de liberación.

#### Instrucción

Destape el tubo y deje escapar a las avispas. En caso de ser necesario, utilice un pincel fino para ayudar a las avispas a salir, sin dañarlas.

b) En forma de pupas maduras del parasitoide

Se despachan pupas maduras del parasitoide que están a punto de eclosionar. Las pupas van adheridas a trozos de corteza de eucalipto dentro de un frasco de plástico y, cada trozo de corteza lleva un alfiler que servirá para fijarlo a un árbol al momento de su liberación. Cada frasco contiene 100 pupas del parasitoide.

#### Instrucción

Abra el frasco y saque con cuidado los trozos de corteza que contienen las pupas; mediante el alfiler, fije cada trozo de corteza en el fuste de un árbol, asegurándose de que queden bajo la sombra, donde las pupas no queden expuestas al sol directo.

La técnica de liberación de pupas se recomienda para las regiones más alejadas, principalmente, por el tiempo que se tardan en llegar a su destino y por las temperaturas altas que afectan significativamente la sobrevivencia de *Avetianella longoi*.

## INSTRUCTIVO PARA LIBERACIÓN DE *Anaphes nitens*

Antes de realizar cualquier liberación se debe tener la seguridad de que en el lugar seleccionado para ello exista el estado parasitable del insecto a controlar. En este caso, debe haber huevos del gorgojo recién puestos, lo que se puede reflejar a través de la actividad reproductiva del gorgojo, es decir, cuando se observa que hay apareamientos y oviposturas (ootecas presentes).

El parasitoide *Anaphes nitens* es liberado en forma de adultos.

Los parasitoides se despachan en tubos de ensayo que contienen 50 avispas por tubo, tapados con un género fino que les proporciona aireación. Se liberan entre 100 y 200 adultos por punto de liberación.

### Instrucción

Para liberarlos, destape el tubo y deje escapar a las avispas. En caso de ser necesario, utilice un pincel fino para ayudar a los parasitoides a salir, sin dañarlas.

La técnica de liberación de adultos se realiza en todas las regiones, sin embargo, si hubiera que despacharlos a regiones muy alejadas y calurosas, habrá que considerar el envío del parasitoide en estado pupal debido a que los adultos son vulnerables a temperaturas altas, las que afectan significativamente su sobrevivencia.

## INSTRUCTIVO PARA LIBERACIÓN DE *Orgilus obscurator*

El parasitoide *Orgilus obscurator* se libera en forma de adultos y corresponde sólo a las hembras fecundadas.

Las hembras son transportadas en frascos de plástico que contienen 20 avispas cada uno. Los frascos van dentro de una nevera de plumavit provista de ice-pack en su interior.

### Instrucción

Abra los frascos y deje escapar a las avispas, ayudándolas con un pincel fino en caso necesario.

La técnica de liberación de adultos se recomienda para todas las regiones del país debido a que estas avispas resisten bien viajes de 1 día de duración. No obstante, no se deben exponer a altas temperaturas, ya que, al igual que la mayoría de los parasitoides, afecta su sobrevivencia.

## INSTRUCTIVO PARA LIBERACIÓN DE *Psyllaephagus pilosus*

El parasitoide *Psyllaephagus pilosus* se libera en forma de pupas maduras, llamadas comúnmente “momias”, las que corresponden a ninfas de *Ctenarytaina eucalypti* parasitadas por *P. pilosus* que están adheridas a trozos de hojas de eucalipto.

Las momias se transportan en frascos de plástico pequeños tapados con 2 tipos de género distintos: uno muy fino, tipo velo o visillo, que va encima y el otro, más abierto, que va debajo, ambos amarrados con una liga. El primero se utiliza para evitar que las avispas que logren emerger escapen durante su transporte y el segundo es para proteger a las pupas de posibles depredadores durante su estadía en terreno. Cada frasco contiene 50 pupas del parasitoide y la dosis de liberación por punto es de 100 pupas.

### Instrucción

Saque el género superior de cada frasco y, mediante una amarra, fije el frasco a una rama de algún árbol en el lugar de su liberación. Procure que los frascos queden bajo la sombra donde no queden expuestos al sol directo.

En caso de haber amenaza de lluvia durante la liberación o en los días posteriores a ella, se recomienda poner los frascos boca abajo para evitar que se llenen de agua, lo que provocaría la muerte de las pupas.

La técnica de liberación de pupas se recomienda para todas las regiones del país debido a que estas avispas son muy frágiles en estado adulto, y muy vulnerables a las altas temperaturas que afectan significativamente su sobrevivencia.

		<b>Ficha de toma de muestra para la evaluación del nivel de parasitismo de biocontroladores</b>	
		Ficha N°	
<b>Antecedentes generales</b>			
Región		Propietario	
Provincia		Predio	
Comuna		ROL	
Localidad			
<b>Antecedentes de Liberación</b>			
Fecha		Parasitoide a evaluar (NC)	
<b>Toma de muestras en terreno</b>			
Ejecutor		Fecha instalación trampa ( <i>Phoracantha spp.</i> )	
Encargado del programa		Fecha de toma de muestra	
Fecha de envío al laboratorio			
<b>Observación:</b>			

<b>Coordenadas en UTM</b>	
X	
Y	
Altitud	
Datum	



### A-3 Anexo Instructivos de evaluación de parasitismo

#### EVALUACIÓN DE PARASITISMO POR *Avetianella longoi* SOBRE *Phoracantha* spp.

##### 1. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS

###### a) Fecha de toma de muestras

La fecha de evaluación depende de cómo se está dando el ciclo biológico del taladrador en cada región. Se evalúa entre los meses de Enero, Febrero y Marzo, cuando está presente el estado de huevo, el que es utilizado para la evaluación.

###### b) Ubicación de los predios a evaluar

Se eligen predios en los que se haya liberado *Avetianella longoi*.

###### c) Preparación de las trampas

Se construye 1 a 2 trampas por predio con el fin de concentrar la postura de huevos. Para construir una trampa se cortan 2 árboles sanos, de los que se obtienen trozas de 1 m. de largo. A éstas se le realizan incisiones, con el fin de provocar en ellas una mayor emanación de sustancias volátiles que logren atraer a las hembras. Luego, las trozas son apiladas en forma de cubo y se cubren con las ramas de los eucaliptos volteados.

###### d) Colecta de huevos

La colecta de huevos se realiza después de 7 a 8 días y consiste en extraer, con un cortaplumas, trozos de corteza que presenten oviposturas, teniendo cuidado de no dañar los huevos. Luego, éstos son colocados en placas Petri, las que se envuelven en papel para evitar que se abran.

###### e) Identificación de las muestras a evaluar

El material recolectado por predio se identifica con: nombre del predio, propietario, coordenadas geográficas, comuna, provincia, etc. De esta forma se envía al laboratorio para su evaluación.

###### f) Cuidados en el embalaje y despacho de material

Todo el material recolectado se pone en una nevera de plumavit, con un ice-pack en su interior, teniendo el cuidado de que las placas queden fijas dentro de la nevera. Para ello, se puede poner papel entre las placas que sirva para protegerlas.

##### 2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PARASITISMO

La evaluación de parasitismo se mide a partir de las muestras con las oviposturas, actividad que se lleva a cabo en el Laboratorio de Entomología.

###### a) Análisis en laboratorio

Las muestras con los huevos son traspasadas a tubos rotulados con los antecedentes del predio. Son dejados en una sala a 20-22°C y diariamente son observados para seguir su evolución.

###### b) Medición del parasitismo

Se contabiliza la totalidad de los huevos y larvas de *Phoracantha* recepcionados por muestra y, luego desde la crianza, se obtiene el dato de los huevos parasitados. Así, se obtiene el porcentaje de parasitismo por *A. longoi* arrojado por muestra.

## EVALUACIÓN DE PARASITISMO POR *Anaphes nitens* SOBRE *Gonipterus scutellatus*

### 1. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS

#### a. Fecha de toma de las muestras

La fecha ideal para el envío de muestras al laboratorio es entre los meses de Octubre y Noviembre de cada año, momento en que se encuentra el estado de huevo del gorgojo, apto para su evaluación.

#### b. Ubicación de los predios a evaluar

Se eligen predios infestados por el Gorgojo del eucalipto y en los que se haya liberado *Anaphes nitens*.

#### c. Colecta de material

Idealmente, se extraen muestras de 50 ootecas por predio, las que son enviadas al Laboratorio de Entomología.

#### d. Identificación de las muestras a evaluar

Las muestras se deben identificar con: nombre del predio, propietario, coordenadas geográficas, comuna, provincia, etc. De esta forma, se envían al laboratorio.

#### e. Cuidados en el embalaje y despacho de material

Para su traslado, las muestras son puestas en envases de sobres de papel y enviadas lo antes posible al laboratorio. El envío se realiza por empresas de encomienda; es recomendable indicar a los responsables del transporte sobre el cuidado que se debe tener con la encomienda por lo frágil del material biológico.

### 2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PARASITISMO

#### a. Análisis en laboratorio

En laboratorio, las muestras con las ootecas son puestas en placas Petri y dejadas en crianza a una temperatura entre 20-22°C, debidamente rotuladas.

#### b. Medición del parasitismo

El nivel de parasitismo de cada muestra se mide a través de los datos obtenidos del total de ootecas dejadas en crianza y del total de adultos de *Anaphes nitens* emergidos, mediante una fórmula de porcentaje.

## EVALUACIÓN DE PARASITISMO POR *Orgilus obscurator* SOBRE *Rhyacionia buoliana*

### 1. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS

#### a. Fecha de toma de las muestras

La fecha ideal para el envío de muestras al laboratorio es entre los meses de Abril y Agosto de cada año, momento en que se encuentra el estado larval de la polilla, apto para su disección y evaluación.

#### b. Ubicación de los predios a evaluar

Se eligen predios infestados por la Polilla del brote y en los que se haya liberado *Orgilus obscurator*.

#### c. Colecta de material

Idealmente, se extraen 40 brotes más un porcentaje (30%), para asegurar un número suficiente de larvas para disección, los que son enviados al Laboratorio de Entomología.

#### d. Identificación de las muestras a evaluar

Las muestras se deben identificar con: nombre del predio, propietario, coordenadas geográficas, comuna, provincia, etc. De esta forma, se envían al laboratorio.

#### e. Cuidados en el embalaje y despacho de material

Para su traslado, las muestras son puestas en envases de papel grueso y enviadas lo antes posible al laboratorio. El envío se realiza por empresas de encomienda; es recomendable indicar a los responsables del transporte sobre el cuidado que se debe tener con la encomienda por lo frágil del material biológico.

### 2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PARASITISMO

#### a. Análisis en laboratorio

En laboratorio, se extraen las larvas de las muestras y se fijan en alcohol etílico al 70%; luego se guardan debidamente rotuladas. Posteriormente, se disectan y se observan bajo la lupa para determinar la presencia o ausencia de la larva de *Orgilus obscurator*.

#### b. Medición del parasitismo

El nivel de parasitismo de cada muestra se mide a través de los datos obtenidos del total de larvas disectadas y del total de larvas que se encuentran parasitadas mediante una fórmula de porcentaje.

## EVALUACIÓN DE PARASITISMO POR *Psyllaephagus pilosus* SOBRE *Ctenarytaina eucalypti*.

### 1. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS

#### a) Fecha de envío de las muestras

Los meses para evaluar a este parasitoide son: Mayo, Junio, Septiembre y Octubre.

#### b) Ubicación de los predios a evaluar

Se seleccionan los predios en los que se haya liberado el controlador biológico *Psyllaephagus pilosus*.

#### c) Toma de muestras

Se colectan 10 brotes al azar, por predio, el que se recorre, evitando los extremos o bordes. Los brotes son puestos en una bolsa de papel para su traslado al laboratorio.

#### d) Identificación de las muestras a evaluar

Cada muestra se debe identificar con: nombre del predio, propietario, coordenadas geográficas, comuna, provincia, etc. De esta forma, se envían al laboratorio para su evaluación y registro de la información.

#### e) Cuidados en el embalaje y despacho de material

Las muestras se guardan en una nevera de plumavit, con un ice-pack en su interior y se despacha de inmediato al laboratorio.

### 2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PARASITISMO

La evaluación de parasitismo se mide a partir de los ejemplares inmaduros (ninfas), actividad que se lleva a cabo en el Laboratorio de Entomología.

#### a) Análisis en laboratorio

Los brotes son puestos en un frasco de plástico con su identificación, en espera de su evaluación. Para ello, antes que todo, se extraen los ejemplares adultos que emerjan al llegar al laboratorio, sean del psílido o del parasitoide, debido a que sólo se consideran los estados inmaduros para evaluar el parasitismo, con los que se procede como se describe a continuación:

- Ninfas parasitadas o “momias”: se contabilizan como parasitoides.
- Ninfas móviles en estadio 2, 3 y 4: se fijan en alcohol 70° para su disección.
- Ninfas en estadio 1: no se incluyen en el universo de la muestra debido a que, pudiendo estar parasitadas, no es posible disectarlas, por su diminuto tamaño.
- Huevos: no se incluyen en el universo muestral debido a que no son de interés por la avispa en ese estado de desarrollo, es decir, no son parasitables.

#### b) Medición del parasitismo.

El resultado del nivel de parasitismo se obtiene a través de la disección de las ninfas, dejando fuera del universo tanto las ninfas en estado 1 como los huevos y adultos.



**GOBIERNO DE CHILE**  
INSTITUTO NACIONAL FORESTAL

## Ficha de liberación de biocontrolador

Ficha N°

<b>Antecedentes generales</b>	<b>Propietario</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	
<b>Región</b>	<b>Predio</b>	<b>X</b>	
<b>Provincia</b>	<b>ROL</b>	<b>Y</b>	
<b>Comuna</b>		<b>Altitud</b>	
<b>Localidad</b>		<b>Datum</b>	
<b>Rodal (Plantación)</b>			
<b>Especie</b>	<b>Edad (años)</b>		
<b>Superficie ha.</b>	<b>Tipo de manejo</b>		
<b>Bosque Nativo</b>			
<b>Especie</b>	<b>Tipo Forestal</b>		
<b>Superficie ha.</b>			
<b>Plaga</b>			
<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>		
<b>Biocontrolador</b>			
<b>Nombre científico</b>	<b>N° Liberación</b>		
<b>Nombre común</b>	<b>Machos</b>		
	<b>Hembras</b>		
	<b>Total</b>		
<b>Liberación</b>	<b>Encargado</b>		
<b>Ejecutor</b>			
<b>Observación:</b>			

## GLOSARIO

**Agente plaga:** Es cualquier organismo vivo que es considerado una plaga.

**Ala vestigial:** Corresponde a las alas de insectos que están en desarrollo, las que no son funcionales.

**Artejo:** Cada una de las piezas articuladas entre sí de las que se forman los apéndices de los artrópodos.

**Biocenosis:** Asociación biológica que comprende plantas y animales en un ambiente común. Es la parte viva de un ecosistema.

**Biocontrolador:** Organismo vivo que es capaz de regular el tamaño de una población de otro organismo que es considerado una plaga.

**Cambium:** Tejido vegetal específico de las plantas leñosas, situado entre la corteza y el leño compuesto por una capa única de células embrionarias. Es responsable de formar, hacia el interior el xilema y hacia fuera el floema.

**Cerambiciforme:** Tipo de larva característica de Cerambycidae y algunas otras familias de Coleoptera, de forma cilíndrica o subcilíndrica, con patas torácicas rudimentarias o sin ellas y provistas de tubérculos apezonados dorsales y ventrales que facilitan su progresión.

**Ciclo de vida:** Etapas de desarrollo biológico de una especie desde el estado de huevo hasta el adulto.

**Clípeo:** Región de la cabeza bajo la frente de un insecto. Área del cráneo en la cual el labro se inserta.

**Clorosis:** Amarillamiento anormal del follaje, con frecuencia síntoma de alguna deficiencia mineral, infección viral, anillamiento de tallo o raíz o escasez de luz.

**Control biológico:** Es la utilización de parásitos, depredadores y patógenos en la regulación de la densidad de una población que es considerada plaga. Utilización de sus propios enemigos naturales para combatir insectos perjudiciales.

**Control natural:** Es la regulación de las poblaciones de especies que habitan en un ecosistema, las que se mantienen en equilibrio. Esta regulación está dada tanto por factores bióticos como abióticos presentes en dicho ecosistema.

**Corion:** Corresponde a la membrana exterior que recubre el embrión de un huevo en desarrollo.

**Densidad Poblacional:** Cantidad de individuos pertenecientes a una determinada población, por unidad de superficie o de otra naturaleza. Por ejemplo, número de insectos por árbol.

**Dorsoventral:** Es el eje direccional entre el vientre y el dorso del cuerpo de un animal que posee simetría bilateral.

**Eclosión:** Corresponde a la emergencia de una larva de insecto u otro artrópodo desde el interior del huevo.

**Ecología** En forma etimológica ecología es el estudio de los organismos en el lugar donde habitan. En general, se dice que la ecología es la ciencia que estudia las interrelaciones entre los organismos y su ambiente.

**Ecosistema:** Unidad que se encuentra en la naturaleza y que está formada por los factores físico-químicos del hábitat o biotopo y por organismos vivos o biocenosis

**Élitros:** Son el primer par de alas gruesas y resistentes que en reposo protegen al segundo par. Son propias del orden Coleoptera.

**Entomopatógeno:** Organismo causante de enfermedades de los insectos, normalmente son bacterias, virus, protozoos u hongos.

**Eruciforme:** Larva con forma de oruga.

**Esclerito:** En los artrópodos, un esclerito es una placa endurecida de cutícula (esclerotizada, formada por quitina y proteínas) que forma parte de su exoesqueleto y se encuentra delimitada por suturas, surcos o articulaciones.

**Exarata:** Es un tipo de pupa caracterizada por presentar los apéndices libres y claramente visibles.

**Filodio:** Es un pecíolo (ver más adelante) dilatado y laminar que sustituye a la lámina de la hoja, por lo general totalmente abortada

**Floema:** Tejido conductor encargado del transporte de nutrientes orgánicos, especialmente azúcares, producidos por la parte aérea fotosintética hacia las partes basales subterráneas

**Fuste:** Se refiere al tronco de un árbol

**Glabro:** Desprovisto absolutamente de pelo o vello

**Hemolinfa:** Es el líquido circulatorio de los invertebrados. Es análogo a la sangre en vertebrados.

**Hiperparásito:** Es un insecto que es parásito de otro parásito. Es frecuente entre los miembros de la superfamilia Chalcidoidea en el orden Hymenoptera.

**Hospedero:** Es cualquier organismo que es parasitado por otro.

**Imago:** Es la forma adulta de los insectos.

**Instar:** Es la forma asumida por un insecto en el stadium, entre dos mudas.

**Labro:** En los insectos y crustáceos, el labro (labrum) o labio superior es un esclerito dorsal impar del aparato bucal que recubre las mandíbulas. Por su parte posterior su une al clípeo por el surco clípeo-labral, lo que le permite cierta movilidad.

**Lanceolada:** Aplícase a órganos laminares, como hojas, brácteas, pétalos cuya forma se asemeja al hierro de las lanzas

**Limbo:** En algunos casos alude a la lámina de la hoja; en otros casos se refiere a la parte libre de los pétalos, en las corolas simpétalas, es decir, en que estos pétalos están soldados en una sola pieza

**Nemátodo:** Propio o relacionado con el filo de vermes pseudocelomados, caracterizados por ser gusanos redondos con un tubo digestivo, tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y no segmentado con simetría bilateral.

**Obtecta:** Es un tipo de pupa en el cual los apéndices del cuerpo están cubiertos por tegumento endurecido en forma muy compacta, con el abdomen movable.

**Ocelo:** Ojos simples presentes en la cabeza de los insectos, compuestos de un solo lente. Pueden variar entre 0 y 3.

**Ooteca:** Cámara más o menos endurecida en la que colocan sus huevos las hembras de insectos.

**Oviposición:** Es la acción de oviponer, es decir, de colocar huevos.

**Parásito:** Es cualquier animal que vive a expensas de otro, generalmente alimentándose de él.

**Parasitoide:** Especie cuyos integrantes viven en una etapa de su ciclo a expensas de un solo individuo hospedante, causándole la muerte.

**Patógeno:** Es un microorganismo (bacterias, virus, hongos) que le causa una enfermedad a otro organismo, pudiendo causarle la muerte.

**Plaga:** Es una denominación con un sentido antropocéntrico para referirse a los organismos que ocasionan daño. En sentido amplio, el concepto de plaga se refiere a cualquier ente biótico que el hombre considera perjudicial a su persona o a su propiedad.

**Plaga forestal:** Es cualquier especie, raza o biotipo de planta, animal o agente patógeno que daña las plantas que existen en los bosques.

**Pecíolo:** Estructura que une la lámina de la hoja a la base foliar o al tallo

**Pedicelo:** Pequeña estructura que se encuentra presente en la flor de las inflorescencias compuestas

**Población:** Grupo de individuos u organismos (en dasonomía son árboles) de la misma especie, que ocupan un área determinada y entre los cuales se producen cruzamientos genéticos y una posterior descendencia

**Poliedrosis Nuclear:** Es una enfermedad que afecta a los insectos producida por un virus de la familia Baculoviridae y que les provoca la muerte.

**Polivoltina:** Especie que presenta varias generaciones al año.

**Predator:** Organismo animal que ataca y se alimenta de otras especies animales (presa), causándoles la muerte.

**Saprófago:** Organismo que se alimenta de materia orgánica en descomposición.

**Sesil:** Cualquier órgano o parte orgánica que carece de pie o soporte (un sinónimo sería sentado)

**Seta:** Pelo algo tieso y no muy corto que poseen algunas plantas

**Seta táctil:** Es un tipo de receptor mecánico por medio del cual un insecto recibe información de su entorno.

Univoltina: Especie que presenta una generación al año.

Xilema: Tejido vegetal leñoso de conducción que transporta líquidos de una parte a otra de las plantas vasculares.

[www.centrodesemillas-conaf.cl](http://www.centrodesemillas-conaf.cl)