



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Evaluación de tratamientos silviculturales en el establecimiento de *Eucalyptus nitens* para controlar el daño ocasionado por “gusanos blancos” (escarabeidos).**

Patrocinante: Sra. Angélica Aguilar V.

Trabajo de titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de **Ingeniero Forestal**.

**JUAN ANDRES GOMEZ AMESTOY**

VALDIVIA  
2006

## CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		<b>Nota</b>
Patrocinante:	Sra. Angélica Aguilar	_____
Informante:	Sra. Dolly Lanfranco	_____
Informante:	Sr. Hernán Peredo	_____

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

---

Sra. Angélica Aguilar V.

## **AGRADECIMIENTOS:**

El autor desea agradecer a todas aquellas personas que con su enseñanza, apoyo y amistad hicieron posible la realización de esta tarea. Especial mención merecen:

Todo el cuerpo docente y personal administrativo de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile, por su dedicación y entrega durante mi formación profesional.

La Sra. Angélica Aguilar, profesora que motivó y apoyó en forma permanente la conclusión de este trabajo.

La empresa Forestal y Agrícola MonteAguila S.A., por el financiamiento prestado a este trabajo y sobre todo a su política de desarrollo profesional.

Mis colegas que permanentemente me apoyaron e incentivaron en el logro de esta meta. Especial agradecimiento para los Srs. Carlos Sierra, Juan Andrés Celhay, Jaime Rodríguez, Patricio Herranz y Richard Friz.

**- A DIOS :**

Le agradezco la oportunidad y la posibilidad.

**- A MI PADRE :**

Viejo, mi querido viejo, Santiago Gómez Luna (QEPD). A ti la dedico. Es lo menos que puedo hacer. Gracias por todo. Un abrazo. Nos vemos.

**- .... Y A MIS HIJOS :**

Mi padre era mi inspiración, mis hijos la motivación. Esas espinitas que nunca dejaron de clavar la conciencia por terminar esta etapa. Silenciosos. Lindos.

## ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 El establecimiento del eucalipto	3
2.2 Los “gusanos blancos” (escarabeidos) en Chile	4
2.2.1 Origen y distribución	4
2.2.2 Daño ocasionado	5
2.2.3 Métodos de control	6
3. DISEÑO DE INVESTIGACION	7
3.1 Descripción del área de estudio	7
3.1.1 Características edáficas	7
3.1.2 Características climáticas	7
3.1.3 Características vegetacionales	7
3.2 Establecimiento del ensayo	8
3.2.1 Aplicación de herbicidas	8
3.2.2 Aplicación de insecticida	8
3.2.3 Aplicación de fertilizante	8
3.3 Tratamientos	9
3.3.1 Epoca de plantación	9
3.3.2 Preparación de suelo	9
3.3.3 Control de malezas	10
3.4 Diseño experimental	11
3.5 Mediciones	12
3.5.1 Densidad poblacional del insecto	12
3.5.2 Sobrevivencia y desarrollo de la plantación	12
3.6 Análisis estadístico	13
4. RESULTADOS Y DISCUSION	14
4.1 Del insecto	14
4.1.1 Densidad poblacional	14
4.1.2 Desplazamiento lateral	16
4.2 De la plantación	16
4.2.1 Sobrevivencia	16
4.2.2 Desarrollo	19
4.3 Relación Insecto - Planta	20
4.4 Del entorno	23

5.	CONCLUSIONES	24
6.	BIBLIOGRAFIA	25
	ANEXOS	
1	Abstract	
2	Plano de ubicación del ensayo	
3	Esquema del ensayo	
4	Indice de Mortalidad del insecto. Fórmula matemática.	
5	Densidad Poblacional del insecto. Pre y Pos plantación.	
6	Densidad Poblacional del insecto. Hilera y entre-hilera de la plantación.	
7	Sobrevivencia y Desarrollo de la plantación.	
8	Resultados Estadísticos.	

## RESUMEN EJECUTIVO

Durante 1991, se realizó un ensayo de terreno en la Hacienda Rucamanqui de propiedad de Forestal y Agrícola Monte Aguila S.A., ubicada en la precordillera andina de la provincia de Bio Bio, Octava región, Chile.

El ensayo consistió en evaluar la factibilidad técnica de controlar el daño que ocasionan las larvas de escarabeidos (gusanos blancos) en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus nitens*.

Se aplicó un diseño factorial que consideró dos épocas de plantación: temprana (Junio) y tardía (Agosto); con dos prácticas de control de malezas mediante la aplicación de herbicidas: Total y en Faja de 1,2 metros de ancho en la hilera de plantación; para cuatro métodos de preparación de suelo: subsolado, subsolado con rastra de 1,2 metros de ancho, subsolado con doble rastra y subsolado con doble rastra más insecticida.

La identificación de especies de “gusanos blancos” indicó que un 98% correspondía a *Hylamorpha elegans* (Burm.)

El estudio concluyó que es factible controlar el daño ocasionado por los “gusanos blancos” en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus nitens*, mediante la práctica de distintas actividades de preparación de suelo en determinadas épocas del año.

El factor crítico resultante del estudio, en orden de asegurar tanto la sobrevivencia como el vigor de la plantación, fue la época del año.

Ante la presencia de “gusanos blancos”, la mejor alternativa es establecer una plantación tardía (Agosto) con lo cual se puede obtener una sobrevivencia de esta sobre el 90% respecto de una temprana (Junio) que alcanza sólo un 70%.

El método de preparación de suelo para establecer en una plantación tardía que asegure una óptima sobrevivencia y desarrollo de la plantación es con doble rastra en la hilera de plantación, sin la necesidad de aplicar insecticida.

Adicionalmente, este estudio no encontró alteración significativa de las densidades poblacionales del insecto ni de la sobrevivencia de la plantación como respuesta ante la presencia o ausencia de malezas en la entre-hilera de plantación.

Palabras clave: *Eucalyptus*, *Eucalyptus nitens*, gusanos blancos, daño radicular, *Hylamorpha elegans* (Burm.)

## 1. INTRODUCCIÓN

El eucalipto, originario de Australia y Malasia, ha sido introducido a varios países destacando España, Portugal, Nueva Zelandia, Chile, Brasil, Uruguay y Argentina, adaptándose a los más diversos suelos y climas (Lyon, 1990).

En Chile, debido a una serie de condiciones edafo-climáticas, las plantaciones de eucalipto se han concentrado en la zona centro-sur del país, es decir entre la Quinta y Décima Región, alcanzando a un total de 376.000 hectáreas (Instituto Forestal (INFOR), 2002).

Los proyectos de inversión forestal en Chile orientados a la obtención de fibra corta proveniente de plantaciones de eucalipto, se han desarrollado básicamente sobre *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, donde este último debido a su mayor resistencia a las heladas se orienta hacia suelos trumaos de la precordillera andina, lugar donde también encuentran su desarrollo los “gusanos blancos” (Col.: Scarabaeidae).

Estos insectos del suelo generalmente relacionados con la actividad agrícola, también dañan las plantaciones tempranas de Eucalipto, atacando al sistema radicular y ocasionando la muerte de la planta, daño de considerable importancia que sugiere la necesidad de buscar estrategias que contribuyan a su control.

Este daño hasta ahora solo ha sido de importancia durante el establecimiento de la plantación (primer año), no así en los años posteriores. Esto se manifiesta con un menor desarrollo de la plantación e incluso su muerte.

Estas plagas son típicamente insectos nativos y han sido generalmente originados de cultivos agrícolas y praderas, dañando al Eucalipto como un resultado de cambios en la estructura vegetal, la disponibilidad y las condiciones del sitio (Loch y Floyd, 2001).

Será necesario realizar la influencia de varios factores en el establecimiento como la época de la plantación, la preparación de suelo y el control de malezas interactuando con el ciclo de vida del insecto, sus preferencias alimenticias y enemigos naturales (Abbot, 1993).

Para el presente estudio se han planteado los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar la factibilidad técnica de controlar el daño ocasionado por larvas de escarabeidos (gusanos blancos) durante el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus nitens*, en la precordillera andina de Los Angeles (Octava Región, Chile).



Objetivos específicos:

- Evaluar diferentes técnicas de preparación de suelo, que aseguren una mayor sobrevivencia y desarrollo del *Eucalyptus nitens*.
- Comparar métodos de control de malezas y verificar la influencia que ellos tienen en la disminución del nivel poblacional del insecto.
- Determinar la época de plantación óptima que asegure un bajo nivel de ataque por larvas de escarabeidos.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 El establecimiento del eucalipto**

En los años recientes ha habido un rápido crecimiento en los requerimientos industriales por fibra de eucalipto, particularmente para pulpa y papel. Al mismo tiempo, ha surgido un creciente interés por desarrollar formas de explotar las altas tasas de crecimiento de estas plantaciones para productos de madera sólida o productos reconstituidos como los tableros de densidad media (Volker, 1995).

La posibilidad de plantar con árboles de rápido crecimiento, de altos rendimientos en biomasa para madera, pulpa o energía resultó en el desarrollo de un tipo particular de silvicultura forestal, usando técnicas más bien similares a la agricultura. En general, se diferencia de la silvicultura forestal tradicional, debido a las características fisiológicas de las especies forestales usadas y las técnicas utilizadas en la forestación, tendientes a la rodalización (Pereira, 1994).

En Chile, debido a que el eucalipto ha demostrado ser de rápido crecimiento, su aprovechamiento industrial se concentra en la producción de madera pulpable, madera aserrada, tableros y chapas (Barros, 1989), lo que ha permitido que las empresas forestales chilenas estén incorporando mayores superficies de terreno para establecer plantaciones de eucalipto y desarrollar en ellos una silvicultura intensiva (Toro, 1988), incorporándose a la producción extensas zonas tales como el secano interior de la zona central y sectores de precordillera andina de la zona centro-sur y sur (Barros, 1989).

El establecimiento de bosques de eucalipto en este amplio rango de condiciones de sitio presenta dificultades debido a las variadas condiciones de suelo y clima que imponen un medio muy riguroso, por lo que la aplicación de métodos adecuados para proveer a la planta de un medio favorable para su desarrollo inicial, especialmente de sus raíces, no sólo es recomendable sino que resulta indispensable (Prado y Wrann, 1988).

Un temprano objetivo de la silvicultura de las plantaciones de eucalipto es proveer condiciones de crecimiento que aceleren la expansión del sistema radicular, que favorezca un rápido desarrollo del cultivo, induzca la transición a follaje adulto y cause un temprano cierre de dosel (Neumann, 1993).

Algunas especies, puestas en un medio donde se han alterado las propiedades físicas y químicas del suelo, reflejan la capacidad de ganar una notable ventaja competitiva sobre otras. Esta práctica es denominada preparación de suelo, donde destacan entre otras actividades el cultivo, el control de malezas y la fertilización (Florence, 1996).

La preparación del suelo afecta el crecimiento de los árboles, por influir en muchos factores de importancia en el ecosistema, incluyendo las propiedades físicas del suelo, la humedad, la disponibilidad de nutrientes, además de la microflora y fauna, así como las condiciones para plagas y enfermedades son también alteradas (Kogan, 1993).

## 2.2 Los “gusanos blancos” (escarabeidos) en Chile

### 2.2.1 Origen y distribución

Estos insectos pertenecen a la superfamilia Scarabaeoidea, perteneciente al orden Coleóptera, suborden Polyphaga. En esta superfamilia se encuentran los más pintorescos miembros del orden Coleóptera, también los de mayor tamaño y algunas de las peores plagas en lo que al hombre concierne (Klots y Klots, 1960).

En Chile, las especies de “gusanos blancos” más comunes en los suelos agrícolas son: *Hylamorpha elegans* (Burm.) y *Phytoloema herrmanni* Germ., especies de origen chileno o por lo menos nativos de América del Sur. Estas dos especies se encuentran frecuentemente en los mismos biotopos y coexisten, además con otras especies nativas de “gusanos blancos” (Ramila, 1962).

Los nombres más comunes que reciben estos insectos son: “Pololos”, “San Juanes” o escarabajos durante su estado adulto y “Gallinas Ciegas” o “Gusanos Blancos” durante su estado larval; nombres comúnmente aplicados también en otros países (Fresard, 1992).

Para ambas especies, sus ciclos de vida son anuales, no siempre coincidente entre ambas según se puede apreciar en la Figura 1.

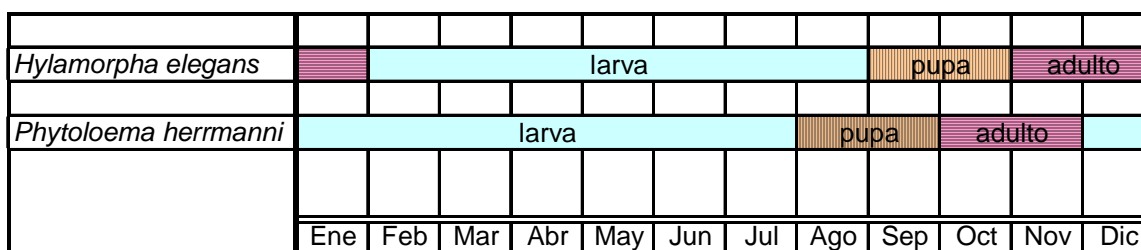


Figura 1. Ciclos estacionales aproximados

*Hylamorpha elegans* (Burm.) se distribuye desde la provincia de Ñuble hasta la provincia de Chiloé, la ovipostura se produce durante la primera quincena de Enero a una profundidad de 5 a 10 cm. El período larval comprende desde la segunda quincena de Enero hasta fines de Agosto, luego pupa hasta la emergencia de los adultos que ocurre en Noviembre y Diciembre. Los adultos se alimentan del follaje del Roble *Nothofagus obliqua* (Duran, 1952).

*Phytoloema herrmanni* Germ. se distribuye desde la provincia de Ñuble hasta la provincia de Valdivia, la ovipostura se produce en los meses de Octubre y Noviembre a una profundidad de 7 a 10 cm. El período larval se extiende hasta Agosto, luego pupa hasta la emergencia de los adultos que ocurre en Septiembre y Octubre. Los adultos no se alimentan, teniendo por tanto una corta vida (Duran, 1954).

### 2.2.2 Daño ocasionado

En Australia, los insectos de la familia Scarabaeidae son ampliamente conocidos como agentes de daño de las plantaciones de *Eucalyptus*, pero no en su estado larva sino de adulto como defoliadores, comúnmente llamados “escarabajos de Navidad” (Christmas beetles) (Stone, 1993).

En SudAfrica, se ha detectado la acción de “gusanos blancos” sobre plantaciones recién establecidas de *Eucalyptus grandis*, alcanzando un 13% de mortalidad de la plantación, convirtiéndose en la más importante peste del suelo (Govender, 1996).

En Chile, entre los insectos más perjudiciales para la agronomía están aquellos que actúan a nivel de las raíces o del cuello de la planta, donde es frecuente encontrar como agentes de daño, entre otros, a los “gusanos blancos” (Cisternas, 1986).

Las raíces son también la fuente de endógenas sustancias del crecimiento de las plantas, especialmente citoquininas y giberelinas. La importancia es que el daño al sistema radicular por los “gusanos blancos” no sólo implica la habilidad de absorber agua y nutrientes del suelo, sino que también reduce el suministro de estas sustancias que controlan la dominancia apical, la apertura estomatal, etc. (Wightman, Brier y Wright, 1994).

Se ha observado la destrucción total de plantaciones recién establecidas de *Eucalyptus nitens* debido a la acción del “gusano blanco”, lo que convierte a este insecto en un agente con alta potencialidad de daño (Celhay, \*).

Este daño se manifiesta fundamentalmente entre el establecimiento y el primer año de plantación, ocasionando importantes daños al sistema radicular de los *Eucalyptus*, alimentándose de las raicillas y raíces produciendo amarillez foliar, disminución del desarrollo (crecimiento) y finalmente la muerte de las plantas afectadas (Ipinza, 1992).

En los casos más severos, el sistema radicular es completamente devorado y la raíz principal es totalmente anillada hasta el nivel del suelo (Govender, 1996).

---

(\*) Celhay, J.A. 1991. Ingeniero Forestal. Jefe Establecimiento y Silvicultura, Forestal y Agrícola Monte Aguila S.A. Comunicación Personal.

### 2.2.3 Métodos de control

La población de estos insectos tiene un control natural basado en la acción antagónica que ejercen sobre los estados larvales un grupo de microorganismos (hongos, bacterias, nemátodos y protozoos), insectos (fam. Tachinidae y Asilidae) y aves como el Queltehue (*Vanellus chilensis*), Bandurria (*Theristicus melanopis*), Tiuque (*Milvago chimango*), Zorzal (*Turdus falklandii magellanicus*), entre otros. En conjunto, este complejo de enemigos naturales no reduce las poblaciones significativamente cuando los “gusanos blancos” alcanzan su mayor agresividad (Aguilera, 1990).

El control mecánico sobre los insectos del suelo, está asociado a las prácticas de labranza y rotación de este mismo, como métodos inherentes de la preparación del sitio previos al establecimiento de un cultivo (Daniels, 1971).

El control químico se efectúa por medio de la incorporación de diferentes tipos de insecticidas al suelo, resultando ser el método más efectivo debido a su fácil aplicación y rápida acción. Su efecto es inmediato, pues actúa directamente sobre las larvas en sus distintas etapas de desarrollo (Aguilera, 1990).

Las prácticas de control de malezas mediante la aplicación de herbicidas, afectan la fuente alimenticia del “gusano blanco” disminuyendo su densidad poblacional y por lo tanto la sobrevivencia y desarrollo de las plantaciones (Kard and Hain, 1987).

El control en plantaciones forestales ya establecidas, además de ser difícil, considera un costo elevado por lo cual las medidas de control preventivas son las más eficientes, ya sea antes de plantar o en el momento mismo de la plantación (San Martín, 1991).

### 3. DISEÑO DE INVESTIGACION

#### 3.1 Descripción del área de estudio

El ensayo se realizó en la Hacienda Rucamanqui, de propiedad de la empresa Forestal y Agrícola MonteAguila S.A., ubicada en la precordillera andina de la comuna de Tucapel, provincia de Bio-Bio, Octava Región, 37° 08' latitud Sur, 71° 49' longitud Oeste, altitud media 485 m.s.n.m. (Anexo 2).

La ubicación del área de estudio se obtuvo del Programa Fitosanitario de la empresa como resultado de una prospección previa realizada sobre aproximadamente 1.500 ha, en un sector de una superficie de 2,7 ha donde se encontró la mayor densidad poblacional del insecto (hasta 140 larvas/m<sup>2</sup>) y una distribución relativamente homogénea.

##### 3.1.1 Características edáficas

El ensayo se estableció en un suelo de capacidad de uso IIIr, serie Santa Bárbara, correspondiente a planos depositacionales no glaciales, de topografía ondulada en posición intermedia de lomajes. Suelo trumao profundo de cenizas volcánicas andesíticas y basálticas, estratificadas sobre tobas o conglomerados volcánicos. El relieve particular del ensayo es plano y el suelo presenta un porcentaje de materia orgánica de 19%.

##### 3.1.2 Características climáticas

La ubicación del ensayo está asociada a la presencia del distrito Agroclimático "Esperanza – Cerro de las Minas", con ubicación ecológica de Piedmont Precordillera.

Adicionalmente, la estación meteorológica de la Hacienda Rucamanqui, indica los siguientes valores:

- Temperatura máxima media anual: 20,8 °C
- Temperatura media anual: 12,7 °C
- Temperatura mínima media anual: 4,7 °C
- Humedad relativa media anual: 60,0 %
- Precipitación media anual (total): 1.832 mm

##### 3.1.3 Características vegetacionales

El uso anterior del suelo del área de estudio, ha sido cultivos agrícolas anuales. Adicionalmente, la vegetación arbórea perimetral está compuesta básicamente de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) asociado en forma de bosques nativos de protección, bosquetes y árboles aislados.

La presencia del Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) tiene una alta incidencia en la presencia de estos insectos, debido a que este constituye recurso alimenticio en su fase adulta.

### **3.2 Establecimiento del ensayo**

El ensayo consistió en el establecimiento de una plantación de *Eucalyptus nitens* en el año 1991, realizada en hileras separadas a tres metros con un distanciamiento de dos metros entre plantas (3m x 2m = 1667 plantas/ha). La viverización de estas plantas se realizó en almacigueras.

Todo el perímetro del ensayo se cercó con una malla metálica de 1,5 m de altura para impedir cualquier acción de animales que pudiesen alterar el estado, calidad y sobrevivencia de la plantación.

Toda la metodología propuesta en este estudio, se basó en las actividades operacionales propias de la empresa, que a continuación se detallan:

#### *3.2.1 Aplicación de herbicidas*

Como herbicida pre-plantación se utilizó ROUND-UP (MR Monsanto) herbicida sistémico de post-emergencia sin efecto residual, líquido soluble con ingrediente activo Glifosato (48% p/v) aplicado con el surfactante UNIFILM-707 (MR Custom Ch.).

Para el control post-plantación se utilizó SIMAZINA-500 (MR Drexel), herbicida de pre-emergencia de suspensión coloidal con ingrediente activo Simazina (50% p/v).

#### *3.2.2 Aplicación de insecticida*

Se utilizó un insecticida como patrón de comparación frente a los métodos mecánicos de control de larvas. El producto utilizado fue DIAZITOL-600 (MR Ciba Geigy), insecticida organo fosforado de contacto e ingestión con importante fase gaseosa. Líquido emulsible con ingrediente activo Diazinon (60% p/v).

Para la correcta acción de este insecticida era necesario incorporarlo al suelo, por lo que necesariamente había que considerar un cultivo (rastraje) posterior a su aplicación.

#### *3.2.3 Aplicación de fertilizante*

Inmediatamente después de la plantación, se fertilizó a base de Nitrógeno (N), Fósforo (P), y Potasio (K) además de otros microelementos, en una mezcla de aproximadamente 200 gramos por planta aplicada en dos hoyos laterales sobre la hilera.

### 3.3 Tratamientos

Se probaron cuatro métodos distintos de preparación de suelo, con dos tipos de control de malezas para dos épocas de plantación. La combinación de estas situaciones aquí descritas originó un tratamiento, y cada tratamiento se representó mediante una parcela.

Esto significó un total de 16 tratamientos, que se repitieron 3 veces cada uno, los que fueron dispuestos al azar mediante un diseño que se explica más adelante.

Cada parcela fue constituida por tres hileras de plantación de 30 m de largo cada una, lo que significa un total de 48 plantas medibles por parcela (ver Anexo 3.). Se utilizaron como bordes de parcela una hilera de plantación adicional.

#### 3.3.1 Época de plantación

Para las épocas de plantación se consideró una temprana (Junio) y otra tardía (Agosto), para ver el comportamiento con los distintos estadíos larvarios del insecto (Figura 2).

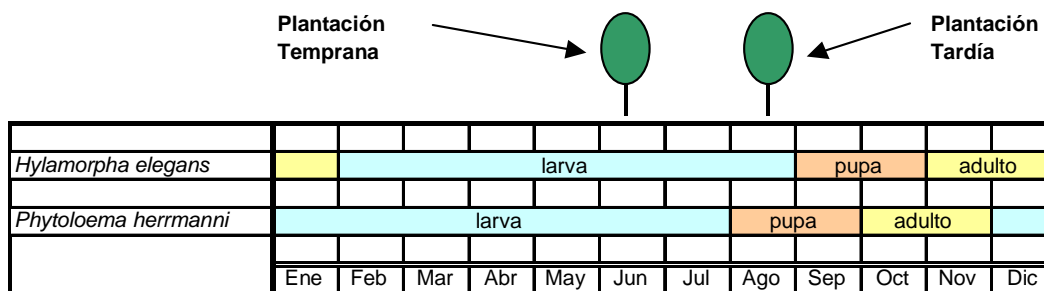


Figura 2. Épocas de plantación

#### 3.3.2 Preparación de suelo

En los métodos de preparación de suelo se combinaron distintas opciones con la particularidad que además permitieran efectuar un control mecánico y/o químico del insecto.

De tal forma se consideró un subsolado de 50 cm de profundidad, uno y dos cultivos de suelo con una rastra de 1,2 m de ancho alcanzando una profundidad de 10 cm (generando una faja en la hilera de la plantación) y la incorporación de un insecticida al suelo (Figura 3).



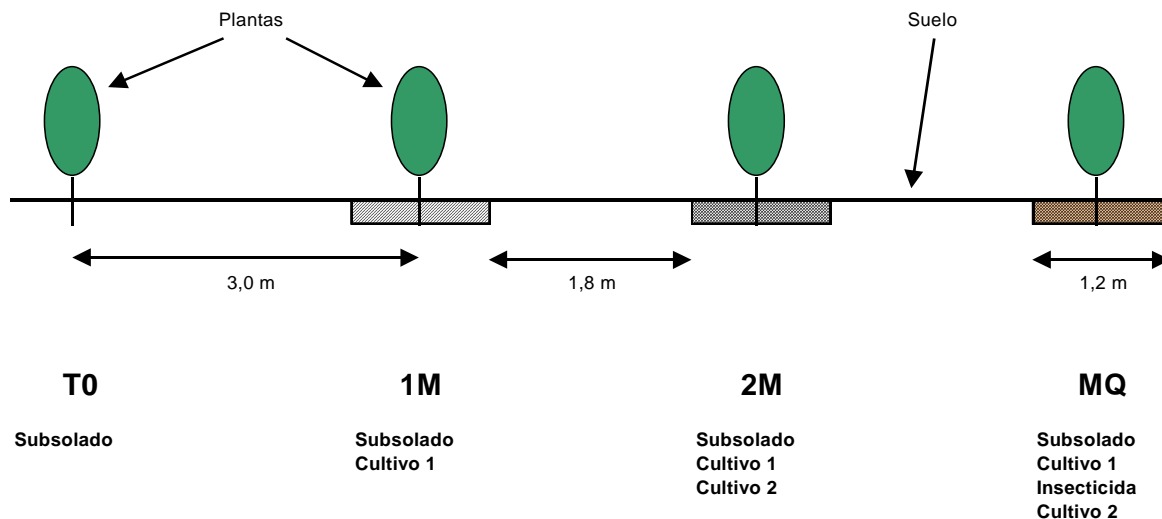


Figura 3. Métodos de Preparación del suelo.

Quedando entonces la preparación de suelo constituida de la siguiente forma:

- T0 : Subsulado
- 1M : Subsulado + Cultivo 1
- 2M : Subsulado + Cultivo 1 + Cultivo 2
- MQ : Subsulado + Cultivo 1 + Insecticida + Cultivo 2

### 3.3.3 Control de malezas

Los tipos de control de malezas se diferenciaron por la presencia o ausencia de una cubierta vegetal herbácea en las entre-hileras de la plantación, lo cual se consiguió mediante la aplicación de herbicidas en forma total (Total) o sólo en la faja del cultivo de 1,2 metros de ancho descrito anteriormente (Faja), en la hilera de plantación (Figura 4).

Quedando entonces el control de malezas constituido de la siguiente forma:

- T : Total
- F : Faja (sólo hilera de plantación)

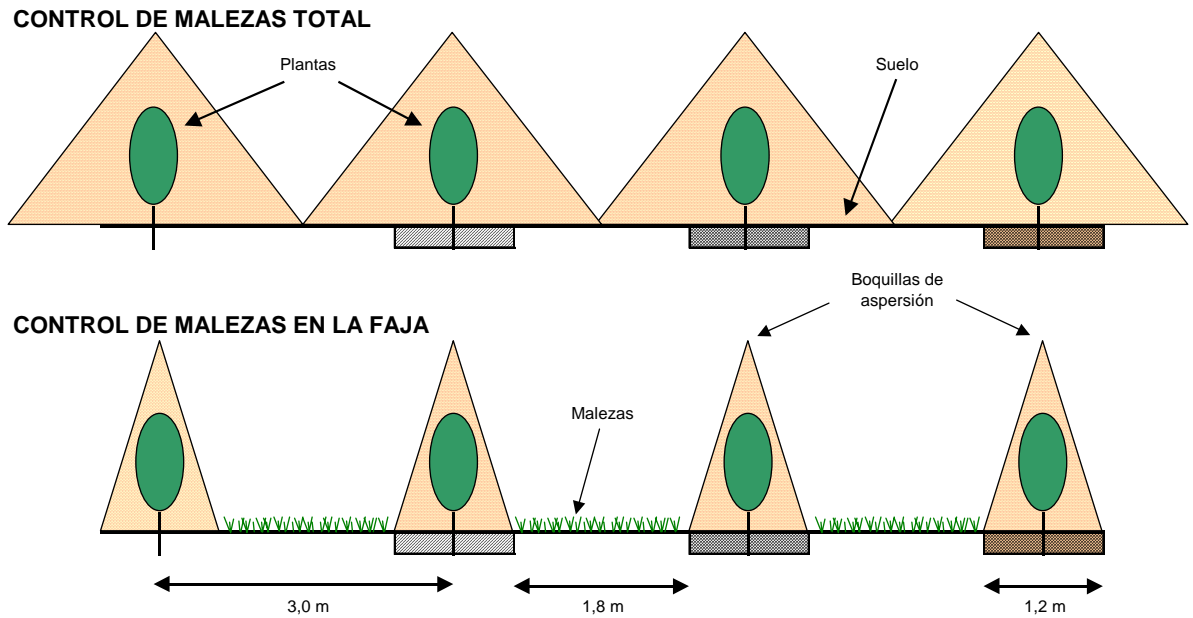


Figura 4. Métodos de control de malezas

### 3.4 Diseño experimental

Se realizó un experimento multifactorial con un diseño de parcela dividida, donde se consideraron tres factores con sus respectivos niveles, en tres repeticiones.

La Preparación de suelo como primer factor con los niveles anteriormente descritos: T0, 1M, 2M y MQ; el segundo factor considerado fue el Control de malezas con sus dos niveles también ya descritos: Total y Faja; finalmente la Epoca de plantación como tercer factor con sus dos niveles: Junio y Agosto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diseño experimental: Factores y Niveles

<u>FACTORES</u>	<u>NIVELES</u>
Preparación de suelo	T0 1M 2M MQ
Control de malezas	Total Faja
Epoca de plantación	Temprana (Junio) Tardía (Agosto)

La combinación de estos Factores y sus Niveles originaron un total de 16 tratamientos que se dispusieron en tres bloques (repeticiones), distribuidas al azar (Anexo 3.)

Entonces, cada bloque contiene los 16 tratamientos en forma de parcelas, lo que da un total de 48 parcelas para una superficie total del ensayo de 2,7 hectáreas.

### **3.5 Mediciones**

Los tratamientos fueron evaluados en base a dos consideraciones: la densidad poblacional del insecto; y la sobrevivencia y desarrollo de la plantación.

#### *3.5.1 Densidad poblacional del insecto*

La densidad poblacional del insecto se realizó mediante un conteo de larvas por muestreo absoluto del suelo en áreas de 20 x 20 x 30 centímetros de profundidad (Aguilera, 1990).

En cada parcela se muestrearon dos densidades poblacionales, una pre y otra post tratamiento, distanciadas por más de 30 días entre si para que tuvieran efecto sobre la población de larvas los tratamientos anteriormente descritos.

Con estas dos densidades poblacionales, se confeccionó un Índice de Mortalidad, expresado porcentualmente (Anexo 4.), para obtener una variación proporcional del número de larvas vivas entre las mediciones pre y post tratamiento.

Se tomaron tres muestras aleatorias en cada hilera de plantación, es decir nueve muestras por parcela, lo que originó una densidad promedio de insectos extrapolados al metro cuadrado y por parcela (Wratten and Fry, 1980).

Adicionalmente, para la primera época plantación (Junio), se realizó un muestreo de la densidad poblacional en la hilera y la entre hilera, 45 días después de la plantación aplicando el mismo muestreo anteriormente expuesto, para ver los efectos de Aglomeración de la población de larvas sobre la presencia o ausencia de malezas en la entre hilera.

Todas las larvas obtenidas en los muestreos fueron puestas en frascos con líquido preservante compuesto por alcohol al 70% y agua destilada (Vásquez, 1977). La identificación de las especies se realizó en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile.

#### *3.5.2 Sobrevivencia y desarrollo de la plantación*

La medición de efectividad de los tratamientos se evaluó a través de la sobrevivencia y desarrollo de la plantación, lo cual se realizó una vez finalizado el ciclo larvario del insecto (Noviembre).

La sobrevivencia de la plantación se realizó mediante el conteo de plantas vivas en forma totalizada para cada parcela, sobre la base de la cantidad de plantas plantadas, expresado en términos porcentuales.

El desarrollo de la plantación, se evaluó mediante el muestreo de tres plantas aleatorias en cada hilera de plantación, es decir nueve plantas por parcela, las que posteriormente se promediaron, para las variables que se indican a continuación:

- Para la parte aérea se midió el Diámetro de Cuello y la Altura, variables con las cuales se asimiló el crecimiento de la planta.
- Para la parte radicular se midió el Peso Radicular Fresco, como variable de relación directa al daño producido por el ataque del insecto.

### **3.6 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis exploratorio de la información destinado a validar y verificar los supuestos de normalidad de los datos y homogeneidad de varianzas, considerando que se trata de promedios.

Se detectaron gráficamente (diagrama de dispersión) algunas observaciones anómalas, las que fueron normalizadas mediante la transformación angular o de Bliss (Litle y Hills, 1976; citado por Friz, 1996).

Se realizó un análisis de varianza para las variables Índice de Mortalidad del insecto, Sobrevivencia de la plantación, Diámetro de Cuello, Altura y Peso radicular Fresco con cada uno de los factores considerados en el experimento.

Para aquellos factores que resultaron estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ), entonces se les aplicó el test de comparación múltiple de medias sobre sus respectivos niveles (test F de Ryan-Einot-Gabriel-Welsh).

Para la Aglomeración poblacional del insecto se realizó un análisis de varianza con el mismo nivel de significancia estadística anterior ( $p < 0,05$ ), tanto para la preparación de suelo como para el control de malezas, ambos con sus respectivos niveles, usando la prueba t-student para la comparación de medias.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Del insecto

La identificación de especies basada en las muestras recolectadas de “gusanos blancos”, indicó que un 98% de estos correspondían a *Hylamorpha elegans* (Burm.) (Col.: Scarabaeidae).

#### 4.1.1 Densidad poblacional

De la recolección de muestras para establecer la densidad poblacional de *Hylamorpha elegans* (Burm.) Pre y Pos tratamiento (Anexo 5), se obtuvo una marcada diferencia entre las dos épocas del año que se realizó este estudio, alcanzando un promedio previo a los tratamientos de 100 larvas/m<sup>2</sup> para el mes de Junio, versus 48 larvas/m<sup>2</sup> encontradas en Agosto (Figura 5).

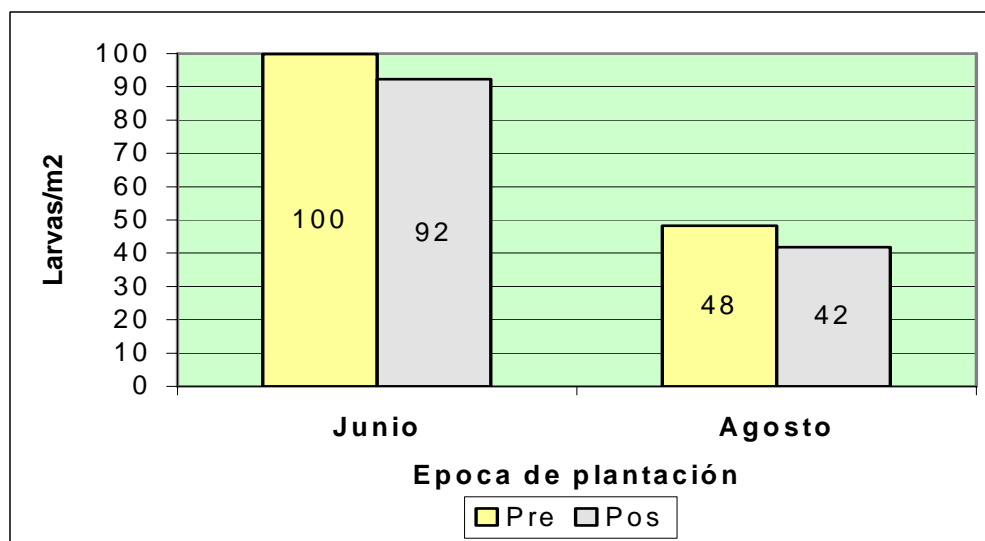


Figura 5. Cantidad de larvas, según época de plantación

La densidad poblacional de los huevos es siempre más alta que la densidad poblacional larval resultante de ellos, y en la misma forma en las etapas larvales posteriores, debido a que las larvas se ven afectadas por las condiciones ambientales y la presencia de antagonistas (Duran, 1954; citado por Fresard, 1992).

En la Figura 5 se puede apreciar claramente la mortalidad natural de este insecto a través del año, de Junio a Agosto, bajando su densidad poblacional prácticamente a la mitad. Cabe mencionar que en el muestreo realizado en Agosto, la presencia de pupas era casi nula.

Respecto al Índice de Mortalidad del Insecto (Anexo 4), que considera la variación poblacional del insecto Pre y Pos tratamiento para los tres factores considerados en este estudio: Epoca de plantación, Control de Malezas y Preparación de Suelo; el análisis de varianza sólo resultó estadísticamente significativo para este último.

Esto indica que al momento de establecer la plantación, sólo se redujo significativamente la población de larvas mediante las actividades realizadas en la Preparación de Suelo.

Para determinar entonces el efecto específico de estas actividades sobre la mortalidad del insecto, se aplicó el test de comparación múltiple de medias para sus cuatro niveles, resultando significativamente distinto sólo el tratamiento que considera la incorporación de insecticida: MQ (Figura 6).

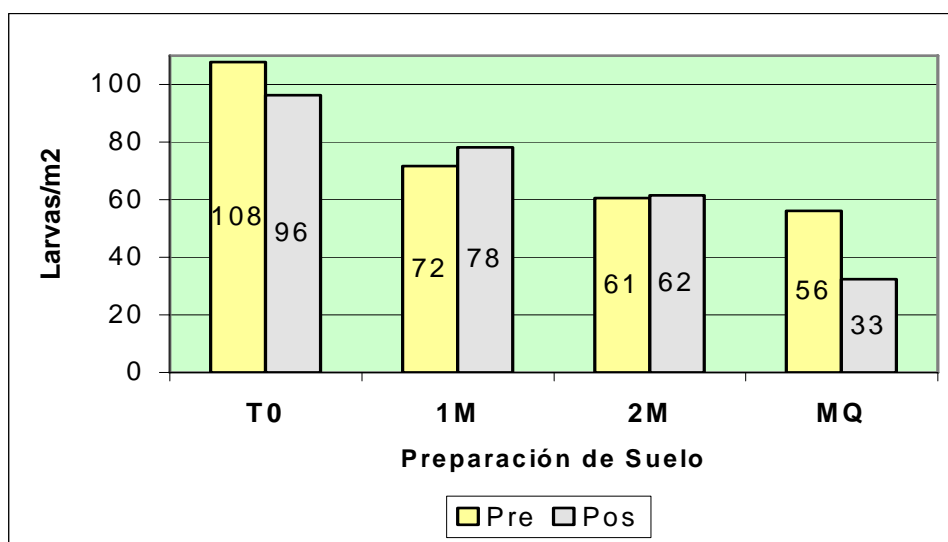


Figura 6. Cantidad de larvas vivas, según Preparación de suelo.

Esto indica que las prácticas de labranza y cultivo del suelo, no producen un efecto estadísticamente significativo sobre la disminución poblacional del insecto, sólo la aplicación de insecticida logró una disminución relevante.

Es decir, los métodos mecánicos aplicados, por sí solos no resultaron significativos de destacar como métodos de control poblacional de “gusanos blancos”.

En forma adicional, se pudo observar que inmediatamente después de realizar la práctica de cultivo del suelo (rastraje), los “gusanos blancos” descubiertos no tardaron más de 30 minutos en volver a enterrarse.

#### *4.1.2 Desplazamiento lateral*

El segundo análisis que se realizó a la población del insecto, fue la posible variación que esta pudiera experimentar respecto a la presencia o ausencia de alimento en forma de cubierta vegetal (malezas) en las entre-hileras de plantación, contrastada con la hilera de plantación que sólo cuenta con eucaliptos, pudiendo estos atraer a los insectos generando un posible desplazamiento lateral.

Realizado el análisis de varianza que compara las densidades poblacionales del insecto en la hilera de plantación versus la entre-hilera (Anexo 6), con los controles de maleza total y en faja, no resultó estadísticamente significativo el hecho de que la entre-hilera se encontrara con o sin malezas que sirvieran de alimento alternativo al *Eucalyptus*.

Cabe mencionar que este análisis se efectuó exclusivamente para la época de plantación temprana: Junio, lo que indica que al menos para esa época del año, los “gusanos blancos” tendrían por tanto una escasa o nula movilidad lateral. O al menos indicaría que las plantas de eucalipto no serían lo suficientemente atractivas para desplazarse.

Considerando este mismo análisis sobre los tratamientos aplicados de Preparación de suelo, nuevamente resulta estadísticamente significativo el tratamiento con insecticida (MQ). Esto se debe exclusivamente a la reducción de la densidad poblacional del insecto en la hilera producida por la mortalidad causada por el insecticida.

## **4.2 De la plantación**

### *4.2.1 Sobrevivencia*

Aunque si bien es cierto que la sobrevivencia de una plantación obedece a una serie de condiciones bioedafoclimáticas, se observó que la totalidad de las plantas muertas a la fecha de la evaluación (fin de año) se debió a la acción de los “gusanos blancos”, mediante la constatación del daño radicular (Figura 7).

Se puede apreciar en la Figura 7, la total destrucción de la masa radicular de la planta de eucalipto, quedando físicamente solo la raíz principal aunque descortezada. Cabe mencionar que se observaron hasta cuatro larvas alimentándose de las raíces de un eucalipto, pero era suficiente solo una larva para dejarla en estas condiciones.

Con este ataque, las plantas de eucalipto reaccionan obviamente inhibiendo su crecimiento, pero curiosamente no mueren inmediatamente. Estas comienzan a defoliarse desde abajo hacia arriba. Nuevamente se puede apreciar en la Figura 7 como ante la ausencia casi total de raíces, las plantas mantienen sus últimas hojas apicales verdes.



Figura 7. Daño radicular.

Respecto a la Supervivencia de la plantación (Anexo 7), que considera la proporción de plantas vivas respecto del total plantado, resultaron estadísticamente significativos (análisis de varianza) los factores Época de plantación y Preparación de suelo, no así el Control de malezas.

Considerando que la mortalidad de la plantación se debió exclusivamente a la acción de los “gusanos blancos”, lo anterior indica que las prácticas de Control de malezas no inciden en la acción del insecto sobre las plantas, y por consiguiente en su supervivencia.

Para determinar los efectos específicos que inciden sobre la Supervivencia de la plantación, se aplicó el test de comparación múltiple de medias para los factores Época de plantación y Preparación de suelo, con sus niveles correspondientes.

Para la Época de plantación, se puede apreciar una diferencia estadísticamente significativa entre ambas medias, logrando la plantación tardía (Agosto) la mayor supervivencia que alcanzó a 92% respecto de la plantación temprana (Junio) con sólo 70% (Figura 8).

Cabe recordar que el nivel poblacional del insecto previo al establecimiento para la plantación temprana (Junio) era de 100 larvas/m<sup>2</sup>, en contraste con la plantación tardía (Agosto) que alcanzó a 48 larvas/m<sup>2</sup>.

La relación entre la Supervivencia de la plantación (Época) versus la densidad poblacional del insecto se verá más adelante.



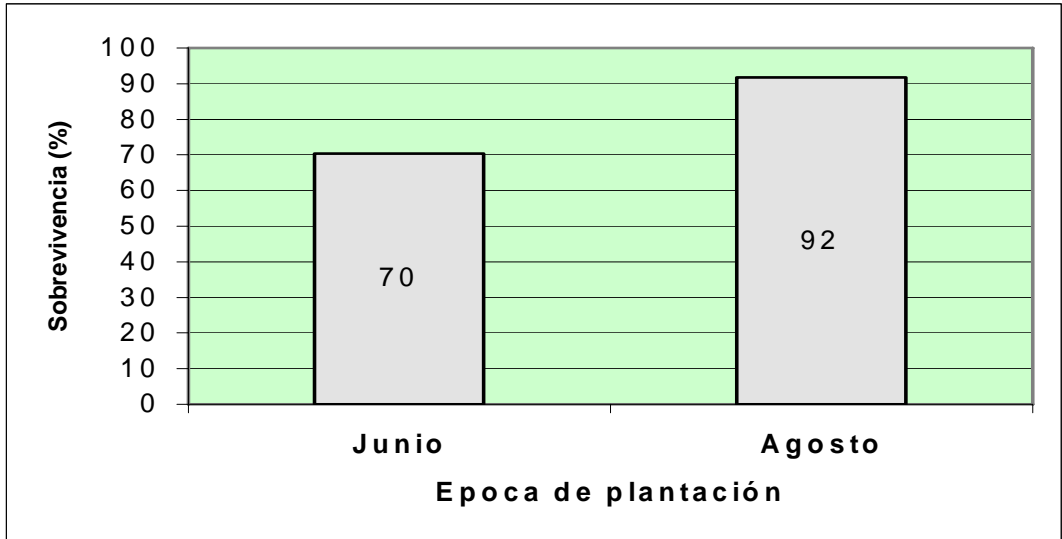


Figura 8. Sobrevivencia de la plantación, según época de plantación.

Respecto de la Preparación de suelo, se puede destacar que resulta estadísticamente significativo la realización del cultivo del suelo (rastra) en orden a obtener mejores resultados en la Sobrevivencia de la plantación (Figura 9).

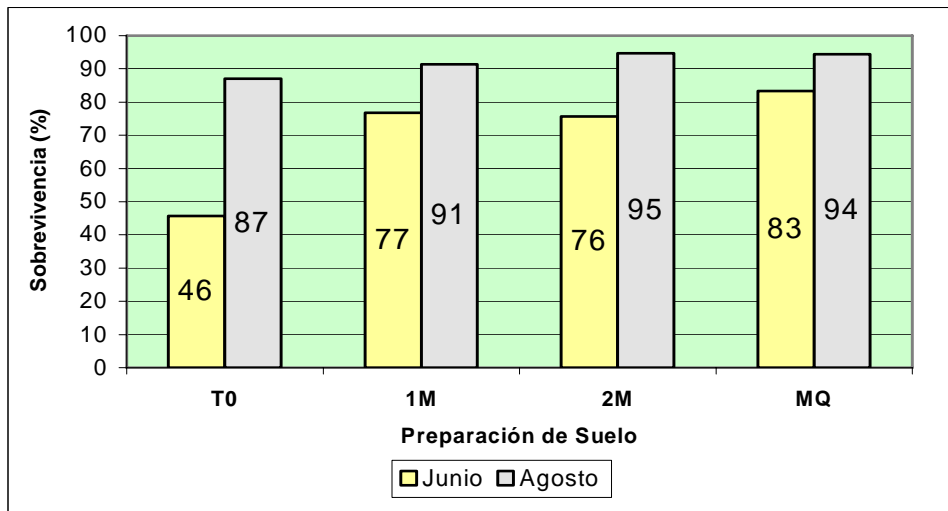


Figura 9. Sobrevivencia de la plantación, según preparación de suelo.

Se puede observar como el cultivo del suelo facilita el establecimiento de la masa radicular y logra una mayor Sobrevivencia de la plantación, aún bajo la acción del insecto.

#### 4.2.2 Desarrollo

Las variables analizadas para evaluar el crecimiento y desarrollo de la plantación fueron, para la parte aérea: Diámetro Altura de Cuello y Altura; y para la parte subterránea: Peso Radicular Fresco.

De todas estas variables consideradas, sólo el Diámetro de Cuello resultó con alguna significancia estadística, según el análisis de varianza; y para esta sólo el factor Preparación de suelo resultó significativo.

Del respectivo análisis de comparación múltiple de medias, se puede observar la diferencia estadística entre el tratamiento con subsolado solamente (T0) y los tratamientos con doble cultivo de suelo e insecticida (2M y MQ).

Este resultado significa un mayor desarrollo de esta variable en los tratamientos con doble cultivo del suelo. Como ilustración de lo anterior, se presenta la Figura 10:

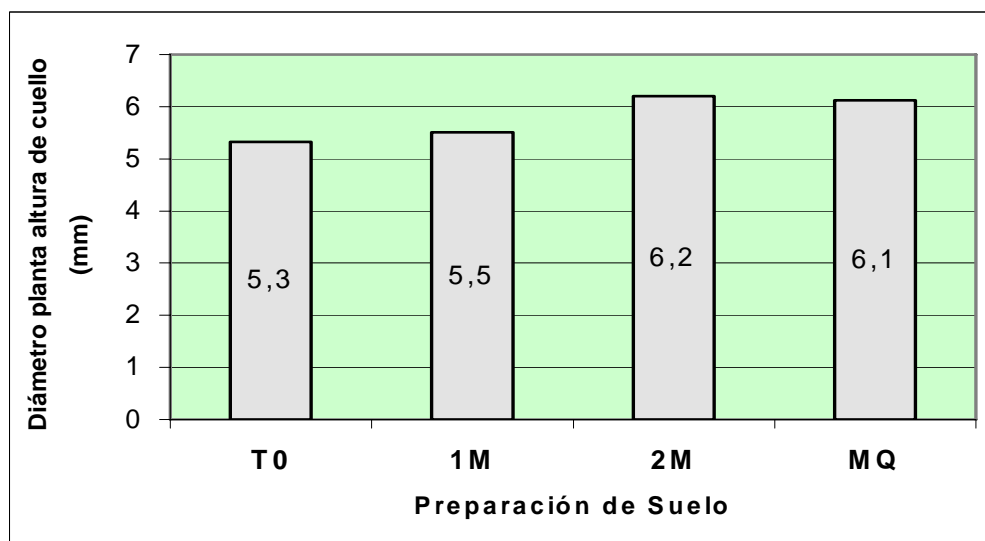


Figura 10. Diámetro de cuello, según preparación de suelo.

Esto indicaría que las prácticas de cultivo de suelo facilitarían un mayor desarrollo radicular, lo que incide también sobre el crecimiento inicial de la planta, reflejado en el Diámetro de cuello.

Para la variable Altura, si bien no se encontró significancia estadística, se observó que los mayores valores se relacionaban con el tratamiento de doble cultivo de suelo e insecticida.

Cabe mencionar que si bien no se encontró significancia estadística asociada a la Epoca de plantación, se debe recordar que la plantación temprana (Junio) sufrió una

mayor mortalidad por la acción del insecto, asociada esta a una mayor densidad poblacional.

Es decir, las plantas sobrevivientes establecidas en Junio continuaron bajo la acción del “gusano blanco”, no matándolas pero sufriendo un retraso en su crecimiento, ya que al ser analizadas estadísticamente con las plantadas en Agosto, no se encontró diferencia en su desarrollo.

### 4.3 Relación Insecto - Planta

Resulta interesante relacionar la información obtenida del insecto contrastada con la sobrevivencia y desarrollo de la plantación.

Como se pudo apreciar (Figura 5), se obtuvo una mayor densidad poblacional de insectos durante el mes de Junio (100 larvas/m<sup>2</sup>) en relación con Agosto (48 larvas/m<sup>2</sup>), concretamente el doble.

Por otra parte, la sobrevivencia de la plantación (Figura 8), respecto también a la época de establecimiento, tuvo una marcada diferencia entre la plantada en Junio (70%) respecto de Agosto (92%).

Por lo tanto, existe una clara relación entre la sobrevivencia de la plantación respecto a la densidad poblacional del insecto, basado en la época de establecimiento (Figura 11).

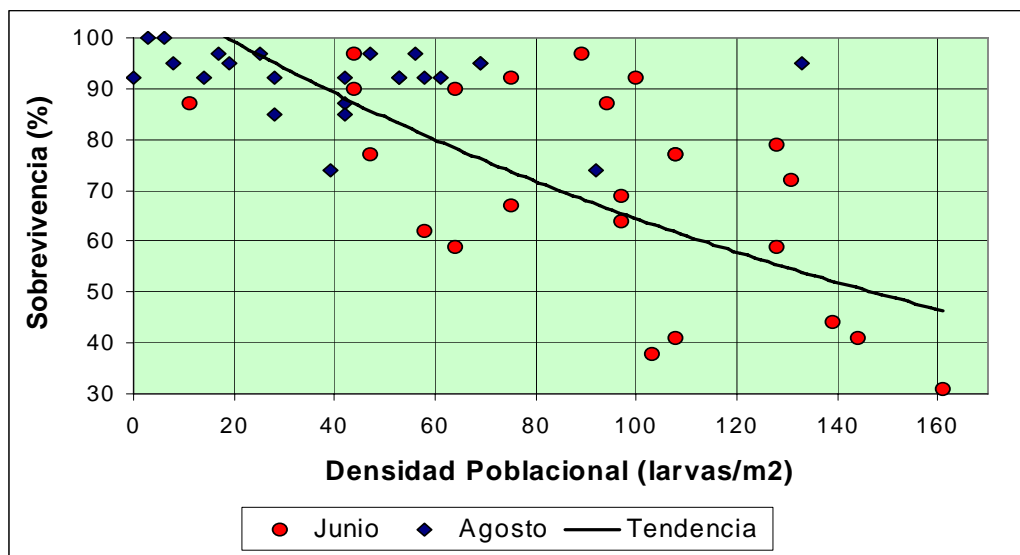


Figura 11. Sobrevivencia de la plantación versus densidad poblacional del insecto.

Se puede apreciar claramente como una mayor sobrevivencia de la plantación está directamente influenciada por una menor densidad poblacional del insecto, lo cual queda también claramente establecido según la época del año.

Cabe considerar que durante las primeras etapas de desarrollo larval el insecto se alimenta exclusivamente de materia orgánica y no de las raíces de las plantas, sino este va siendo progresivo resultando muy perjudicial durante los meses de Junio y Julio cuando ya han alcanzado su tercer estadio larval (Duran 1976; citado por Fresard, 1992).

Es decir, en orden a lograr una mayor sobrevivencia de la plantación de eucaliptos, ante la presencia de “gusanos blancos”, la época de establecimiento por si sola resulta fundamental.

Ahora bien, si la época de establecimiento resulta clave para la sobrevivencia de la plantación, las plantas sobrevivientes seguirán bajo la influencia del insecto, comprometiendo su sistema radicular (Figura 12).

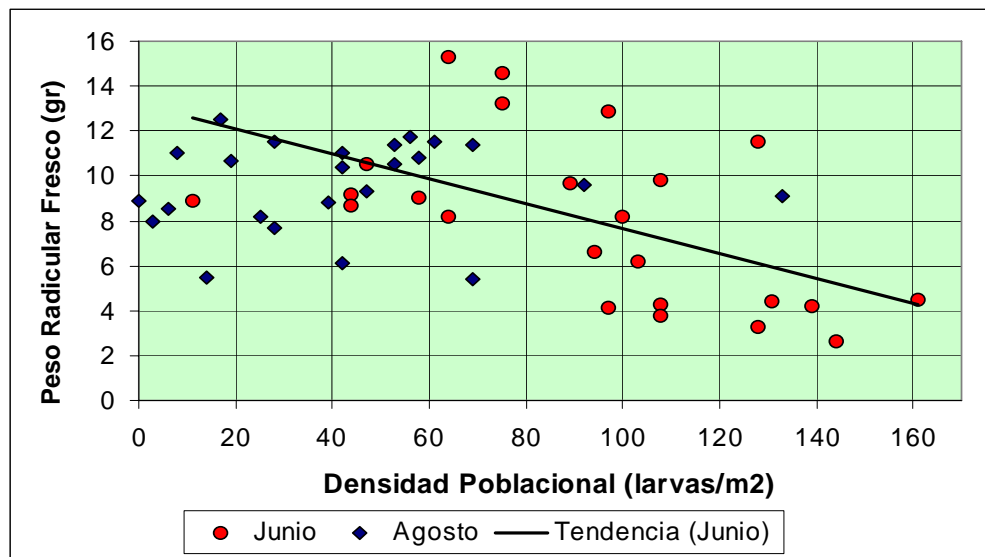


Figura 12. Peso radicular fresco versus densidad poblacional del insecto.

Se puede apreciar que existe una clara relación entre una mayor densidad poblacional del insecto con un menor peso radicular, como reflejo de un menor desarrollo radicular debido a la presencia del insecto.

Esto se hace especialmente notorio nuevamente para la época de Junio, cuando se encontró la mayor densidad poblacional del insecto.

Es decir, las plantas sobrevivientes de la época de establecimiento temprana (Junio), continuaron con la presencia de las larvas, pero estas afectaron su desarrollo radicular.

Si el desarrollo radicular fue afectado, entonces también se debió afectar el desarrollo aéreo de la plantación (Diámetro de cuello y Altura) como consecuencia directa de lo anterior.

A continuación se presenta la relación observada entre el crecimiento o desarrollo radicular, expresado a través de su peso, y el desarrollo aéreo, expresado a través del Diámetro de cuello (Figura 13).

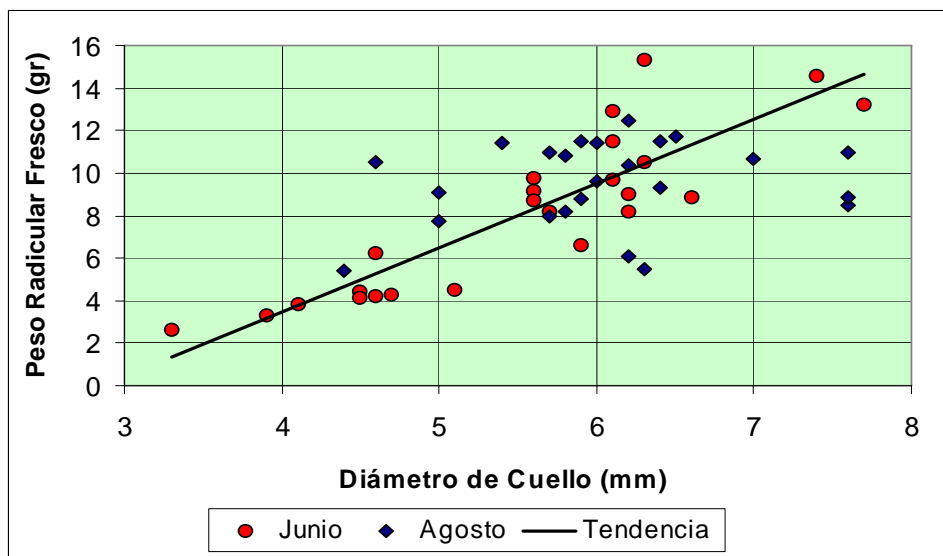


Figura 13. Peso radicular fresco, versus Diámetro de cuello.

Se puede apreciar claramente como el desarrollo radicular tiene consecuencia directa en el desarrollo de la parte aérea, ya que un mayor peso radicular se traduce en un mayor Diámetro de cuello.

Por lo tanto, el impacto que produce la mayor densidad poblacional del insecto, aparte de afectar directamente la sobrevivencia de las plantas de eucalipto, las sobrevivientes se ven afectadas en su desarrollo radicular lo que se traduce en menor desarrollo también aéreo.

Esto es, a mayor cantidad de “gusanos blancos”, menor será el crecimiento obtenido de la plantación, como consecuencia de su desarrollo, especialmente notorio en la época de establecimiento temprana (Junio), con niveles sobre 60 larvas/m<sup>2</sup>.

De esta forma se puede entonces relacionar las consecuencias directas de los niveles poblacionales del insecto sobre el desarrollo de la plantación.

Significando entonces que, aparte de la sobrevivencia de las plantas, la presencia de “gusanos blancos” en mayores densidades poblacionales afecta directamente al desarrollo radicular del eucalipto.

Esta disminución del crecimiento de la raíz se refleja en un menor Diámetro de cuello de las planta, lo que finalmente también repercute en su volumen final.

Es decir, las plantas establecidas en Junio, ante una mayor presencia de larvas, sufren una mayor mortalidad, y las que sobreviven ven afectado su desarrollo.

#### **4.4 Del entorno**

El autor no quiere dejar de lado un aspecto, que quizás no cuantitativo, pero no por eso menos importante para el entendimiento de esta problemática: el entorno.

Cabe considerar que al momento de tomar la decisión de establecer una plantación de Eucalyptus, una de las tantas interrogantes del silvicultor son: ¿Se maximizará su desarrollo/crecimiento?, ¿cómo aseguro la fitosanidad de la plantación?.

En orden de resguardarse ante la acción de “gusanos blancos”, resulta fundamental considerar la interacción de dos factores relevantes: vegetación aledaña y uso anterior de la tierra.

Como ya se ha mencionado, *Hylamorpha elegans* (Burm.) en su fase adulta se alimenta de las hojas de Roble (*Nothofagus obliqua*), por lo tanto se crea la relación de cercanía entre estos árboles y el lugar en que las hembras de estos insectos finalmente ovipositarán.

Por otro lado, las hembras de estos insectos han de preferir un suelo no-compacto para la oviposición, es decir, las actividades humanas que signifiquen remoción del suelo (labranza) permiten una menor resistencia fisico-mecánica, siendo de mayor preferencia. Este es el motivo por qué se le relaciona a esta larva como un agente dañino para la actividad agrícola.

La interacción de estos dos factores en un sitio deberán hacer tomar al silvicultor el debido resguardo para notar la presencia de este insecto en el suelo, mediante la realización de muestreos como la descrita en este estudio, antes de realizar la plantación.

## 5. CONCLUSIONES

- Del presente estudio se puede concluir que es factible controlar el daño ocasionado por larvas de escarabeidos, comúnmente conocidos como “gusanos blancos”, en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus nitens*.
- La identificación de especies basada en las muestras recolectadas de “gusanos blancos”, indicó que un 98% de estos correspondían a *Hylamorpha elegans* (Burm.)
- Ante la presencia de “gusanos blancos”, el factor crítico resultante de este estudio en orden a asegurar tanto la sobrevivencia como el crecimiento de la plantación de eucaliptos, fue la época del año, concretamente establecer una plantación tardía (Agosto), lo que asegurará una sobrevivencia sobre el 90% y de buen vigor. En esta época la densidad poblacional del insecto disminuye a la mitad, y está próximo a entrar en su estado de pupa.
- Para asegurar la mayor sobrevivencia de la plantación, ante la presencia de gusanos blancos, las distintas actividades de preparación de suelo, e incluso la aplicación de insecticida, son prácticamente irrelevantes al considerar una época de plantación tardía. Esto es de suma relevancia considerando el ahorro de costos que estas prácticas significan, como también el evitar alteraciones ecológicas colaterales por la aplicación de productos químicos (insecticidas).
- Es decir, si al momento de establecer una plantación temprana de *Eucalyptus nitens* (Junio) y ante la presencia de densidades poblacionales de “gusanos blancos” mayores a 40 – 50 larvas/m<sup>2</sup>, pueden aplicarse las actividades de preparación de suelo mencionadas en este estudio, e incluso aplicar insecticidas, con lo cual sólo se asegurará una sobrevivencia de la plantación de 80% aproximadamente.
- Además, las plantas sobrevivientes establecidas tempranamente estarán bajo la acción del insecto lo cual influirá negativamente en su desarrollo (crecimiento), el cual es comparable con el desarrollo obtenido de plantaciones establecidas tardíamente (Agosto), lo cual tampoco avala una plantación temprana.
- Adicionalmente, este estudio no encontró alteración significativa de las densidades poblacionales del insecto ni de la sobrevivencia de la plantación como respuesta ante la presencia o ausencia de malezas en la entre-hilera de plantación.
- Es decir, para establecer plantaciones de *Eucalyptus nitens* (primer año), en suelos donde el uso anterior de la tierra eran cultivos agrícolas, y en cercanías de Roble *Nothofagus obliqua*, este estudio recomienda hacer un muestreo del suelo para establecer la presencia de “gusanos blancos”, y si es así aplicar los métodos aquí descritos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Abbott, I. 1993. Insect pest problems of eucalypt plantations in Australia. 6. Western Australia. *Australian Forestry*. 56(4): 381-384
- Aguilera, A. 1990. Situación de los gusanos blancos (Coleoptera: Scarabeidae) asociados a plantaciones de Eucalyptus en la Hacienda Rucamanqui. Los Angeles, Chile. 14 p. (mimeografiado)
- Barros, S. 1989. Introducción. Capítulo I. *In: Prado, J.A.; Barros, S. (eds.). Eucalyptus, principios de silvicultura y manejo. Instituto Forestal / Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile. pp. 1-2*
- Bashford, R. 1993. Insect pest problems of eucalypt plantations in Australia. 4. Tasmania. *Australian Forestry*. 56(4): 375-377
- Cid, L.; Mora A.; Valenzuela, M. 1990. Inferencia Estadística. Concepción, Universidad de Concepción.
- Cisternas, E. 1986. Descripción de los estados preimaginales de escarabeidos asociados a praderas antropogénicas de la zona sur de Chile. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Agrarias. 119 p.
- Daniels, N. 1971. Detection of insecticidal residue and control of soil insects. *Journal of Economic Entomology*. 64(1): 175-177
- Duran, L. 1952. Aspectos ecológicos de la biología del San Juan verde, *Hylamorpha elegans* (Burm.) y mención de las demás especies perjudiciales en Cautín. *Agricultura Técnica (Chile)*. 12(1): 24-36
- Duran, L. 1954. La biología de *Phytoloema herrmanni* Germ. y mención de otros escarabeidos perjudiciales a la agricultura en las provincias australes de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 1:5-20
- Duran, L. 1976. Problemas de la entomología agrícola en Chile austral. *Agro Sur (Chile)*. 4(2): 119-127
- Florence, R.G. 1996. Ecology and silviculture of eucalypt forests. Sidney (Australia), The Australian National University, Department of Forestry. 413 p.
- Fresard, M.E. 1992. Aspectos biológicos de *Hylamorpha elegans* Burmeister y fitofagia de larvas de dos especies de escarabeidos en plantas de trigo. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Agrarias. 145 p.



- Friz, R. 1991. Antecedentes del impacto de los gusanos blancos en el establecimiento de *Eucalyptus* spp. en la precordillera andina. *In: Actas I Jornadas de Sanidad Forestal: Antecedentes Fitosanitarios en Eucalyptus y Bosque Nativo*. Valdivia (Chile), Octubre 30-31 de 1991. Valdivia, UACH.
- Friz, R. 1996. Control químico de gusanos blancos en plantaciones de Eucalyptos. Tesis Ing. For. Concepción, Universidad de Concepción, Fac. de Cs. Forestales. 55 p.
- Gerding, M. s.a. Evaluación del daño de insectos en praderas. Santiago (Chile). pp.: 171-177 (mimeografiado)
- González, R.H. 1989. Insectos y Acaros de importancia Agrícola y Cuarentenaria en Chile. Santiago, Universidad de Chile - BASF. 310 p.
- Govender, P. 1996. Soil pest complex and its control in the establishment of commercial plantations in South Africa. *In: Symposium on Impact of diseases and insect pests in tropical forests*. Peechi (India), Noviembre 23-26 de 1996. IUFRO. pp. 406-415
- Instituto Forestal. 2002. Estadísticas forestales 2001. 145 p. Boletín Estadístico 84.
- Instituto Forestal. 2002. Disponibilidad de madera pulpable de eucalipto en Chile: 2001 – 2018. 30 p. Informe Técnico 168.
- Ipinza, R. 1992. Algunas consideraciones sobre la protección fitosanitaria en el cultivo de los eucaliptos. Corporación Nacional Forestal. Documento Técnico N° 61. Santiago.
- Kard, B.; Hain, F. 1987. White Grub (Coleoptera: Scarabaeidae) Densities, Weed Control Practices, and Root Damage to Fraser Fir Christmas Trees in the Southern Appalachians. *Journal of Economic Entomology*. 80 (5): 1072-1075
- Klots, A.; Klots, E. 1960. Los insectos. Barcelona (España), Seix Barral S.A. 337 p.
- Kogan, M. 1993. Manejo de malezas en plantaciones forestales. Santiago (Chile), Pontificia Universidad Católica de Chile. 277 p.
- Loch, A.D.; Floyd, R.B. 2001. Insect pests of Tasmanian blue gum, *Eucalyptus globulus globulus*, in south-western Australia: History, current perspectives and future prospects. *Austral Ecology*. 26(5): 458-466
- Lyon, A. 1990. Análisis del efecto de la fertilización en plantaciones de un año de *Eucalyptus globulus* Labill, en los suelos volcánicos de la VIII región. Tesis Ing. For. Santiago, Universidad de Chile, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. 112p.

- Neumann, F.G. 1993. Insect pest problems of eucalypt plantations in Australia. 3. Victoria. Australian Forestry. 56(4): 370-374
- Pereira, J. S. 1994. Eucalyptus for biomass production in Europe. *In: Eucalyptus for biomass production. Commission of the European Communities. Lisboa, Portugal.*
- Phillips, C.L. 1993. Insect pest problems of eucalypt plantations in Australia. 5. South Australia. Australian Forestry. 56(4): 378-380
- Prado, J.A. 1989. Establecimiento de plantaciones. Capítulo VI. *In: Prado, J.A.; Barros, S. (eds.). Eucalyptus, principios de silvicultura y manejo. Instituto Forestal / Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile. pp. 57-78*
- Prado, J. A.; Wrann, J. 1988. La importancia de la preparación del sitio y la fertilización en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus. *In: Actas Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus. Viña del Mar (Chile), Junio 9-10 de 1988. Viña del Mar, CORFO / INFOR.*
- Ramila, J. 1962. Control químico de los gusanos blancos, gusanos alambre y otros insectos del suelo que atacan el cultivo del trigo. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía.
- Ramírez, O.; Baldini, A.; Friz, R. 1992. Daños Bióticos y Abióticos en Eucalipto: Guía de Reconocimiento. CONAF / CORMA / Forestal y Agrícola MonteAguila S.A.
- Roger, F. 1995. Christmas beetle. *In: Insect Pests of Eucalypts, identification leaflets. Australia, CSIRO, Division of Entomology.*
- San Martín, L. 1991. Informe preliminar prospección gusano blanco, Hacienda Rucamanqui. Los Angeles (Chile). 6 p. (mimeografiado)
- Stone, C. 1993. Insect pest problems of eucalypt plantations in Australia. 2. New South Wales. Australian Forestry. 56(4): 363-369
- Toro, J. 1988. Efecto de la fertilización en el desarrollo inicial de plantaciones de Eucalyptus en Chile. *In: Actas Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus. Viña del Mar (Chile), Junio 9-10 de 1988. Viña del Mar, CORFO / INFOR.*
- Vásquez, J. 1977. Antagonistas de Larvas de Scarabaeidae presentes en las praderas de la provincia de Valdivia. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Agrarias.

- Villalobos, F.J. 1999. The sustainable management of white grubs (Coleoptera: Melolonthidae) pest of corn in "El Cielo" Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Journal of Sustainable Agriculture*. 14(1): 5-29
- Volker, P. 1995. *Eucalypt plantations: Improving Fibre Yield and Quality*. Habart (Australia), IUFRO. 488 p.
- Wightman, J.A.; Brier, H.B.; Wright, G.C. 1994. The Effect of root damage caused by simulated white grub attack on the growth, yield and water-use of groundnut plants. *Plant and Soil*. 160(2): 267-275
- Wratten, S.; Fry, G. 1980. *Field and Laboratory Exercises in Ecology*. Edward Arnold. Scotland. 227 p.
- Wylie, F.R.; Peters, B.C. 1993. Insect pest problems of eucalypt plantations in Australia. 1. Queensland. *Australian Forestry*. 56(4): 358-362

## **ANEXOS**

Anexo 1

Abstract.

## SUMMARY

During 1991, a field experiment was made at a 16,000 ha farm called Rucamanqui, which belongs to Forestal y Agrícola Monte Aguila S.A., located on the foothills of the Andes Mountains, Bio Bio province, Eight Region, Chile.

The trial consisted in evaluating the technical feasibility of controlling the damage occasioned by scarabaeidae larvae (white grubs) on the plantation establishment of *Eucalyptus nitens*.

A factorial design was applied which considered two plantation periods: early (June) and late (August); with two weed control practices made by herbicide application: total and 1.2 meters wide strip on the plantation rows; for four soil preparation methods: ripping, ripping with 1.2 meters soil disc cultivation, ripping with double 1.2 meters soil disc cultivation, and ripping with double 1.2 meters soil disc cultivation plus insecticide.

The identification of the “white grub” species showed that 98% corresponded to *Hylamorpha elegans* (Burm.)

The study concluded that is feasible to control the damage occasioned by the “white grubs” in the establishment of plantations of *Eucalyptus nitens*, by the application of different activities of soil preparation in determined periods of the year.

The critical factor resulted from this study, in order to assure either the plantation survival and its vigour, was the year period.

Before the presence of “white grubs”, the best alternative is to establish a late plantation (August) in which it may obtain a survival over 90% respect to an early one (June) which reaches only 70%.

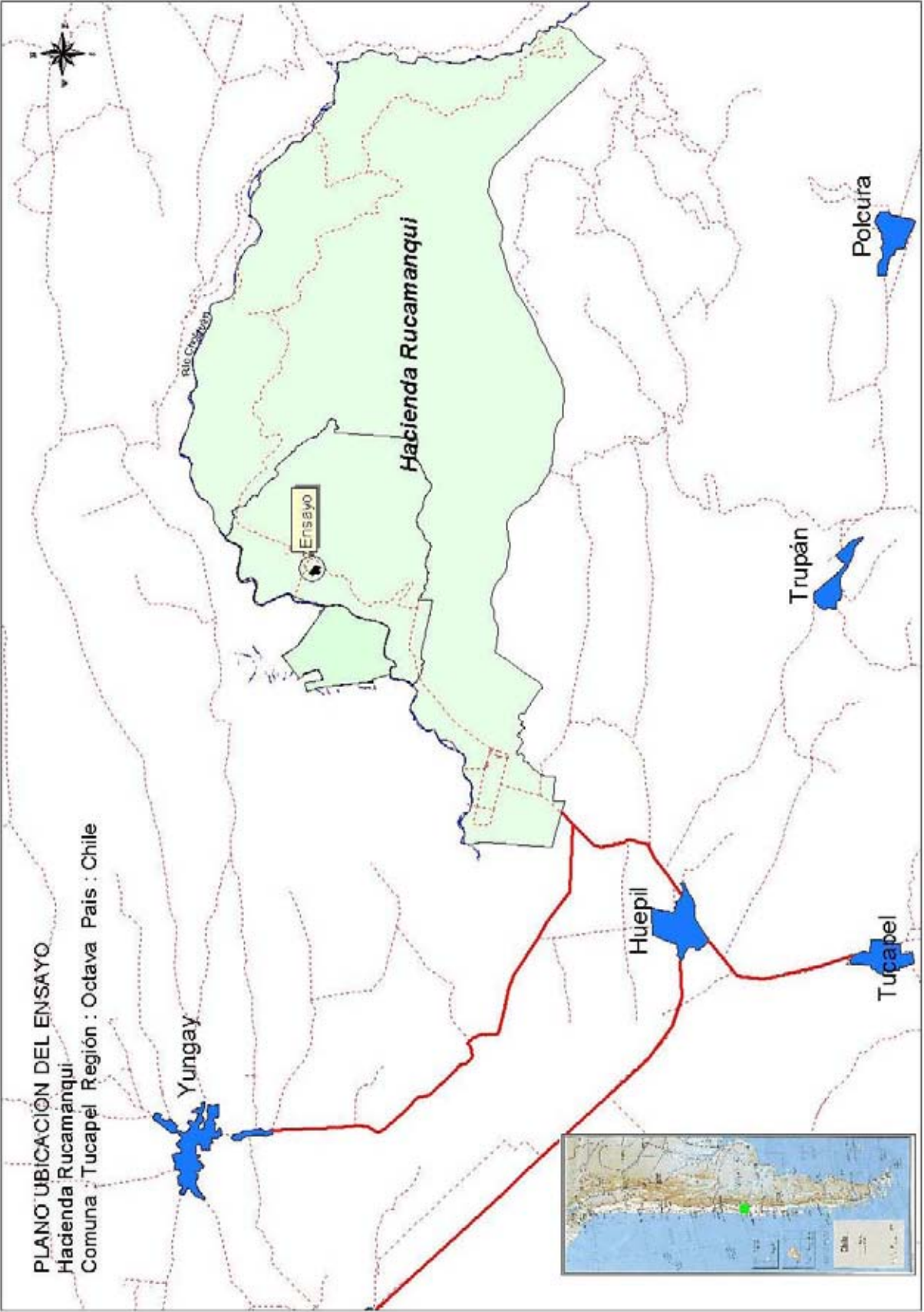
The soil preparation method to apply in a late plantation that ensures an optimum survival and development of the plantation is ripping with double 1.2 meters soil disc cultivation on the plantation row, without the need of insecticide application.

Additionally, this study did not found a significant alteration of the insect population densities either of the plantation survival as a response of the presence or absence of weeds in the plantation inter-rows.

**Keywords:** Eucalyptus, *Eucalyptus nitens*, white grubs, root damage, *Hylamorpha elegans* (Burm.)

## Anexo 2

Plano de ubicación del ensayo.





## Anexo 3

Esquema del ensayo.

## TRATAMIENTOS

J	J	J	J	A	A	A	A	A	A	A	A	J	J	J	J
T	T	F	F	F	T	T	T	T	F	T	T	T	F	T	F
MQ	2M	2M	1M	TO	2M	1M	MQ	1M	1M	TO	2M	1M	MQ	MQ	TO

J	J	J	J	A	A	A	A	A	A	A	A	J	J	J	J
T	T	F	F	F	T	F	F	F	F	T	F	F	T	T	F
TO	1M	TO	MQ	2M	TO	1M	MQ	MQ	2M	MQ	TO	2M	2M	TO	1M

J	J	J	J	A	A	A	A
T	T	F	T	T	T	T	F
2M	1M	MQ	TO	MQ	TO	2M	TO

J	J	J	J	A	A	A	A
F	T	F	F	T	F	F	F
TO	MQ	1M	2M	1M	MQ	1M	2M

Norte



### DIAGRAMA DE PARCELA

X	X	X	X	X
X	1	17	33	X
X	2	18	34	X
X	3	19	35	X
X	4	20	36	X
X	5	21	37	X
X	6	22	38	X
X	7	23	39	X
X	8	24	40	X
X	9	25	41	X
X	10	26	42	X
X	11	27	43	X
X	12	28	44	X
X	13	29	45	X
X	14	30	46	X
X	15	31	47	X
X	16	32	48	X
X	X	X	X	X

### EPOCA DE PLANTACION:

J: Junio

A: Agosto

### CONTROL DE MALEZAS:

T: Total

F: En la Faja

### TRATAMIENTOS:

TO: Subsulado

1M: Subsulado + Cultivo 1

2M: Subsulado + Cultivo 1 + Cultivo 2

MQ: Subsulado + Cultivo 1 + Insecticida + Cultivo 2

### PARCELA:

- Espaciamiento: 3 x 2 m

- Area: 408 m<sup>2</sup>

- N° de Plantas: 72

- N° de Plantas medibles: 48

## Anexo 4

Indice de mortalidad del insecto. Fórmula matemática.

**Indice de Mortalidad del Insecto.  
Fórmula Matemática.**

$$M = \frac{\text{Pre V} - \text{Post V}}{\text{Pre V}} * 100$$

Donde :

M = Porcentaje (%) de Mortalidad de "gusanos blancos".

Pre V = Número de "gusanos blancos" vivos, previos al tratamiento.

Post V = Número de "gusanos blancos" vivos, posterior al tratamiento.

## Anexo 5

Densidad Poblacional del insecto. Pre y Pos tratamiento.

**Densidad Poblacional del Insecto.  
Pre y Pos Tratamiento.**

TRATAMIENTO				DENSIDAD POBLACIONAL	
BLOQUE N°	EPOCA PLANT.	CONTROL MALEZAS	PREP. SUELO	LARVAS VIVAS / M2	
				PRE	POS
1	J	T	TO	161	108
1	J	T	1M	114	128
1	J	T	2M	133	97
1	J	T	MQ	89	58
1	J	F	TO	125	128
1	J	F	1M	117	108
1	J	F	2M	78	108
1	J	F	MQ	47	44
1	A	T	TO	100	92
1	A	T	1M	42	58
1	A	T	2M	47	61
1	A	T	MQ	42	17
1	A	F	TO	64	133
1	A	F	1M	64	42
1	A	F	2M	50	47
1	A	F	MQ	47	19
2	J	T	TO	181	144
2	J	T	1M	97	131
2	J	T	2M	119	75
2	J	T	MQ	108	47
2	J	F	TO	211	161
2	J	F	1M	119	139
2	J	F	2M	42	64
2	J	F	MQ	111	94
2	A	T	TO	61	69
2	A	T	1M	53	42
2	A	T	2M	53	56
2	A	T	MQ	36	25
2	A	F	TO	69	53
2	A	F	1M	39	53
2	A	F	2M	64	69
2	A	F	MQ	58	28
3	J	T	TO	75	97
3	J	T	1M	69	100
3	J	T	2M	53	64
3	J	T	MQ	44	11
3	J	F	TO	108	103
3	J	F	1M	97	89
3	J	F	2M	39	75
3	J	F	MQ	61	44
3	A	T	TO	100	39
3	A	T	1M	42	42
3	A	T	2M	31	8
3	A	T	MQ	28	3
3	A	F	TO	39	28
3	A	F	1M	8	6
3	A	F	2M	17	14
3	A	F	MQ	0	0

J: Plantación de Junio  
A: Plantación de Agosto  
T: Control Malezas Total  
F: Control Malezas en Faja

TO: Subsulado  
1M: TO + Cultivo 1  
2M: 1M + Cultivo 2  
MQ: 2M + Insecticida

PRE: Pre Plantación  
POST: Post Plantación

## Anexo 6

Densidad Poblacional del insecto. Hilera y entre-hilera de la plantación.

**Densidad Poblacional del Insecto.  
Hilera y entre-hilera de la plantación.**

TRATAMIENTO				DENSIDAD POBLACIONAL	
BLOQUE N°	EPOCA PLANT.	CONTROL MALEZAS	PREP. SUELO	LARVAS VIVAS / M2	
				HILERA	ENTRE-HILERA
1	J	T	TO	119	47
1	J	T	1M	122	31
1	J	T	2M	64	75
1	J	T	MQ	39	36
1	J	F	TO	108	44
1	J	F	1M	111	81
1	J	F	2M	83	78
1	J	F	MQ	33	58
2	J	T	TO	81	83
2	J	T	1M	81	78
2	J	T	2M	72	69
2	J	T	MQ	25	103
2	J	F	TO	133	142
2	J	F	1M	69	64
2	J	F	2M	61	94
2	J	F	MQ	39	81
3	J	T	TO	83	31
3	J	T	1M	58	69
3	J	T	2M	72	72
3	J	T	MQ	44	50
3	J	F	TO	122	64
3	J	F	1M	44	47
3	J	F	2M	58	72
3	J	F	MQ	22	44

J: Plantación de Junio  
A: Plantación de Agosto  
T: Control Malezas Total  
F: Control Malezas en Faja

TO: Subsolado  
1M: TO + Cultivo 1  
2M: 1M + Cultivo 2  
MQ: 2M + Insecticida

HILERA: Hilera de la Plant.  
ENTRE-HILERA: Entre-hilera de la plant.



## Anexo 7

Sobrevivencia y Desarrollo de la plantación.

### Sobrevivencia y Desarrollo de la plantación.

TRATAMIENTO				DESARROLLO DE LA PLANTACION				
BLOQUE N°	EPOCA PLANT.	CONTROL MALEZAS	PREP. SUELO	SOBREV (%)	D.A.C. ( mm )	ALTURA ( cm )	VOLUMEN ( cm <sup>3</sup> )	RAIZ ( gr )
1	J	T	TO	41	5,6	23,2	1,9	9,8
1	J	T	1M	79	3,9	17,7	0,7	3,3
1	J	T	2M	69	6,1	24,0	2,3	12,9
1	J	T	MQ	62	6,2	20,7	2,1	9,0
1	J	F	TO	59	6,1	24,5	2,4	11,5
1	J	F	1M	77	4,7	18,3	1,1	4,3
1	J	F	2M	77	4,1	14,6	0,6	3,8
1	J	F	MQ	90	5,6	25,3	2,1	9,2
1	A	T	TO	74	6,0	24,2	2,3	9,6
1	A	T	1M	92	5,8	22,9	2,0	10,8
1	A	T	2M	92	5,9	23,0	2,1	11,5
1	A	T	MQ	97	6,2	24,2	2,4	12,5
1	A	F	TO	95	5,0	22,1	1,4	9,1
1	A	F	1M	87	6,2	25,2	2,5	10,4
1	A	F	2M	97	6,4	27,0	2,9	9,3
1	A	F	MQ	95	7,0	29,1	3,7	10,7
2	J	T	TO	41	3,3	16,7	0,5	2,6
2	J	T	1M	72	4,5	20,4	1,1	4,4
2	J	T	2M	67	7,4	26,4	3,8	14,6
2	J	T	MQ	77	6,3	31,6	3,3	10,5
2	J	F	TO	31	5,1	23,5	1,6	4,5
2	J	F	1M	44	4,6	23,9	1,3	4,2
2	J	F	2M	59	6,3	27,3	2,8	15,3
2	J	F	MQ	87	5,9	30,0	2,7	6,6
2	A	T	TO	95	6,0	25,8	2,4	11,4
2	A	T	1M	85	5,7	21,8	1,9	11,0
2	A	T	2M	97	6,5	24,5	2,7	11,7
2	A	T	MQ	97	5,8	21,3	1,9	8,2
2	A	F	TO	92	5,4	24,9	1,9	11,4
2	A	F	1M	92	4,6	25,0	1,4	10,5
2	A	F	2M	95	4,4	19,5	1,0	5,4
2	A	F	MQ	85	5,0	24,2	1,6	7,7
3	J	T	TO	64	4,5	22,1	1,2	4,1
3	J	T	1M	92	6,2	24,6	2,5	8,2
3	J	T	2M	90	5,7	26,9	2,3	8,2
3	J	T	MQ	87	6,6	36,0	4,1	8,9
3	J	F	TO	38	4,6	22,9	1,3	6,2
3	J	F	1M	97	6,1	31,1	3,0	9,7
3	J	F	2M	92	7,7	39,2	6,1	13,2
3	J	F	MQ	97	5,6	25,8	2,1	8,7
3	A	T	TO	74	5,9	26,9	2,5	8,8
3	A	T	1M	92	6,2	24,1	2,4	6,1
3	A	T	2M	95	7,6	28,0	4,2	11,0
3	A	T	MQ	100	5,7	25,6	2,2	8,0
3	A	F	TO	92	6,4	28,6	3,1	11,5
3	A	F	1M	100	7,6	38,7	5,9	8,5
3	A	F	2M	92	6,3	27,4	2,8	5,5
3	A	F	MQ	92	7,6	37,1	5,6	8,9

J: Plantación de Junio  
A: Plantación de Agosto  
T: Control Malezas Total  
F: Control Malezas en Faja

TO: Subsulado  
1M: TO + Cultivo 1  
2M: 1M + Cultivo 2  
MQ: 2M + Insecticida

D.A.C.: Diámetro de Cuello  
RAIZ: Peso radicular fresco

## Anexo 8

Resultados Estadísticos.

# RESULTADOS ESTADISTICOS

## 1) DEL INSECTO:

### Indice de Mortalidad del insecto:

#### **Analisis de Varianza**

Factor	Nivel	Pr > F
Epoca de plantación	Junio, Agosto	0.1643
Control de malezas	Total, Faja	0.1176
Preparación de suelo	TO, 1M, 2M, MQ	0.0023

Significancia estadística ( $p < 0,05$ )

#### **Comparación Múltiple de Medias**

[ Factor: Preparación de suelo ]

Grupo	Nivel	Media
A	MQ	45.8
B	TO	4.1
B	1M	-6.0
B	2M	-7.9

### Densidad Poblacional, hilera v/s entre-hilera:

#### **Analisis de Varianza**

Control de malezas	Nivel	Pr > F
Faja	hilera, entre-hilera	0.3078
Total	hilera, entre-hilera	0.4511

Significancia estadística ( $p < 0,05$ )

#### **Analisis de Varianza**

Preparación de suelo	Nivel	Pr > F
TO	hilera, entre-hilera	0.2036
1M	hilera, entre-hilera	0.3536
2M	hilera, entre-hilera	0.9688
MQ	hilera, entre-hilera	0.0428

Significancia estadística ( $p < 0,05$ )

## **2) DE LA PLANTACION:**

### **Sobrevivencia de la plantación:**

#### **Analisis de Varianza**

Factor	Nivel	Pr > F
Epoca de plantación	Junio, Agosto	0.0001
Control de malezas	Total, Faja	0.6688
Preparación de suelo	TO, 1M, 2M, MQ	0.0001

Significancia estadística ( $p < 0,05$ )

#### **Comparación Múltiple de Medias**

[ Factor: Epoca de plantación ]

Grupo	Nivel	Media
A	Agosto	91.8
B	Junio	70.3

#### **Comparación Múltiple de Medias**

[ Factor: Preparación de suelo ]

Grupo	Nivel	Media
A	MQ	88.8
A	2M	85.1
A	1M	84.0
B	TO	66.3

### **Diámetro de Cuello:**

#### **Analisis de Varianza**

Factor	Nivel	Pr > F
Epoca de plantación	Junio, Agosto	0.1782
Control de malezas	Total, Faja	0.8120
Preparación de suelo	TO, 1M, 2M, MQ	0.0471

Significancia estadística ( $p < 0,05$ )

#### **Comparación Múltiple de Medias**

[ Factor: Preparación de suelo ]

Grupo	Nivel	Media
A	2M	6.23
A	MQ	6.17
A B	1M	5.55
B	TO	5.35

**Altura de la plantación:**

**Analisis de Varianza**

Factor	Nivel	Pr > F
Epoca de plantación	Junio, Agosto	0.9452
Control de malezas	Total, Faja	0.0676
Preparación de suelo	TO, 1M, 2M, MQ	0.1251

Significancia estadística ( $p < 0,05$ )

**Peso radicular fresco:**

**Analisis de Varianza**

Factor	Nivel	Pr > F
Epoca de plantación	Junio, Agosto	0.1908
Control de malezas	Total, Faja	0.3591
Preparación de suelo	TO, 1M, 2M, MQ	0.2123

Significancia estadística ( $p < 0,05$ )