

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO SILVICULTURA



**PROSPECCION DE ESPECIES NATIVAS QUE CRECEN BAJO UN
RODAL ADULTO DE *Pinus radiata* D. Don y *Cupressus macrocarpa*
Hartw. Y UN RODAL JOVEN DE *Eucalyptus globulus* Labill**

Por

JESSICA MARGOT SAAVEDRA SAAVEDRA

MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION – CHILE
2005

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO SILVICULTURA

**PROSPECCION DE ESPECIES NATIVAS QUE CRECEN BAJO UN
RODAL ADULTO DE *Pinus radiata* D. Don y *Cupressus macrocarpa*
Hartw. Y UN RODAL JOVEN DE *Eucalyptus globulus* Labill.**

Por

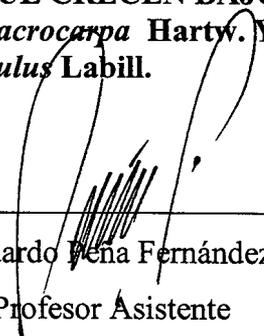
JESSICA MARGOT SAAVEDRA SAAVEDRA

MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL

CONCEPCION – CHILE
2005

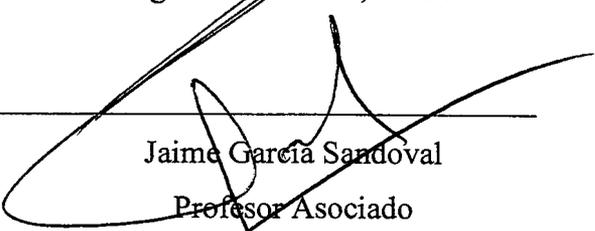
**PROSPECCION DE ESPECIES NATIVAS QUE CRECEN BAJO UN RODAL
ADULTO DE *Pinus radiata* D. Don y *Cupressus macrocarpa* Hartw. Y UN RODAL
JOVEN DE *Eucalyptus globulus* Labill.**

Profesor Guía



Eduardo Peña Fernández
Profesor Asistente
Ingeniero Forestal; M. Sc.

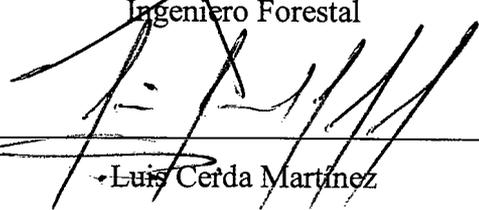
Profesor Guía



Jaime García Sandoval
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal

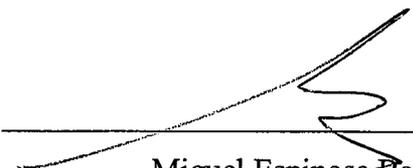
Director

Departamento Silvicultura



Luis Cerda Martínez
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



Miguel Espinosa Bancalari
Profesor Titular
Ingeniero Forestal; Ph. D.

Calificación de la memoria de título:

Eduardo Peña Fernández: 6,0 puntos (seis coma cero).

Jaime García Sandoval : 6,0 puntos (seis coma cero).

DEDICATORIA

**“Dedicado a Dios y mis padres
por haber hecho posible que
uno de mis sueños se cumpliera
y por estar siempre conmigo”.**

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos van dirigidos a todos aquellos que de alguna manera influyeron a que llegara a esta instancia de mi vida, especialmente a:

- Mis profesores guías, Eduardo Peña y Jaime García, por su apoyo y paciencia.
- Mi familia. A mis padres y hermanos, por su constante apoyo y confianza, especialmente a Paola por haberme acompañado a los terrenos que fueron necesarios para la realización de esta memoria. A mis tíos, María y Omar, por su cariño y preocupación constante.
- Mis amigas (os) y compañeros (as) que con su alegría y espontaneidad llenaron de momentos agradables esta etapa de mi vida.

ÍNDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	1
II. METODOLOGIA.....	4
2.1 Descripción de la zona de estudio.....	4
2.2 Prospección de la vegetación en terreno.....	5
2.3 Colecta de especies.....	6
2.4 Análisis de datos.....	7
III. RESULTADOS Y DISCUSION.....	8
3.1 Rodal adulto de <i>Pinus radiata</i> D. Don y <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.....	8
3.1.1 Estudio de la abundancia y presencia de las especies nativas que se encuentran establecidas.....	8
3.1.2 Estudio de la abundancia y presencia de la regeneración de especies nativas.....	10
3.1.3 Estudio de la relación cobertura de copa, cobertura del sotobosque y espesor de la litera forestal sobre la regeneración.....	13
3.1.4 Estructura vertical.....	14
3.2 Rodal joven de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.....	15
3.2.1 Estudio de la abundancia y presencia de especies nativas que se encuentran establecidas.....	15
3.2.2 Estudio de la abundancia y presencia de la regeneración de especies nativas.....	17
3.2.3 Estudio de la relación cobertura de copa, cobertura del sotobosque y espesor de la litera forestal sobre la regeneración.....	18
3.2.4 Estructura vertical.....	19

IV. CONCLUSIONES.....	21
V. RESUMEN.....	22
VI. ABSTRACT.....	23
VII. BIBLIOGRAFIA.....	24
VIII. APENDICE.....	27
IX. ANEXO.....	30

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Escala de Cobertura de Braun-Blanquet Modificada.....	6
2 Coeficientes de correlación (r) y de determinación (R ²) para rodal adulto.....	14
3 Coeficientes de correlación (r) y de determinación (R ²) para rodal joven.....	19
 <u>En el Apéndice</u>	
1 A Datos para el análisis de regresión para rodal adulto.....	27
2 A Datos para el análisis de regresión para rodal joven.....	28
3 A Alturas promedio de las especies establecidas en el rodal adulto.....	28
4 A Alturas promedio de las especies establecidas en el rodal joven.....	29

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Abundancia de las especies nativas establecidas bajo el rodal adulto.....	8
2 Presencia de especies nativas establecidas en las parcelas.....	9
3 Abundancia de la regeneración de las especies nativas bajo el rodal adulto.....	10
4 Presencia en las subparcelas de la regeneración de especies nativas.....	12
5 Abundancia de especies nativas establecidas bajo el rodal joven.....	15
6 Presencia de especies nativas establecidas en las parcelas.....	16
7 Abundancia de la regeneración de especies nativas bajo el rodal joven.....	17
8 Presencia en las subparcelas de la regeneración de especies nativas.....	18
<u>En el anexo</u>	
1 B Ubicación de los rodales estudiados.....	30

I INTRODUCCION

A partir del período de la conquista española comenzó la eliminación del bosque nativo, ya que existía abundante vegetación que impedía el desarrollo de la agricultura y ganadería, destruyéndose esta vegetación con el fin de habilitar terreno para realizar dichas actividades. La explotación del bosque nativo llevó a una fragmentación y reducción del área de estos bosques, transformándolos en un mosaico de restos de formaciones boscosas originales, praderas, cultivos agrícolas y plantaciones forestales (Gajardo 1999).

Con el D.L. 701 en el año 1974, sobre fomento forestal se dio un gran impulso para que se realizaran plantaciones con especies exóticas en forma masiva, ya que el estado bonificó un porcentaje de los costos que se incurren en la actividad de establecimiento de la plantación. Esto en algunos casos significó sustitución del bosque nativo o no permitió que sitios abandonados por la agricultura recuperaran la vegetación arbórea.

El establecimiento de plantaciones con especies exóticas ha llegado a ser menos aceptado ecológica, social y políticamente, especialmente con respecto al impacto ambiental negativo sobre la conservación de la biodiversidad. Pero por otro lado, una de las motivaciones para la forestación es el mejoramiento del medio ambiente a través de la conservación del suelo y la regulación de la hidrología (Hofstede 1998).

A las plantaciones se les acusa de ser desiertos verdes, lo que quiere decir que bajo ellas no debería crecer nada porque se trabaja en rodales puros y sólo con dos o tres especies (INFOR 2004), pero también hay quiénes dicen que poco se sabe sobre la estructura florística y vegetal que forman los ecosistemas boscosos artificiales (Ramírez et al. 1984).

CORMA (2004), considera que en Chile, los bosques de pino radiata y eucalipto presentan una diversidad biológica mayor de la que se cree, ya que la vida silvestre está aumentando paulatinamente gracias a los actuales esquemas de manejo, que permiten el

crecimiento de otras especies vegetales y con ello la existencia de aves y animales, por lo que la flora y la fauna se adaptan a las plantaciones manejadas, llegando a ser un refugio para la vida silvestre. En cambio para otros autores, las plantaciones no son hábitat para la fauna, ya que pájaros y otros animales habitan las plantaciones sólo cuando el bosque nativo logra regenerarse debajo de la copa de los pinos y eucaliptos (Díaz 2003).

A la fecha existirían algunas evidencias que indican que bajo las plantaciones puede ocurrir el establecimiento de especies nativas. Algunas informaciones datan del año 1933 en los Estados Unidos de Norteamérica, donde se reporta que especies latifoliadas invaden plantaciones de *Pinus strobus* que tenían a esa fecha 100 años de edad (Young 1933).

Esto mismo se ha reportado en Costa Rica donde la regeneración bajo plantaciones tropicales ha sido sugerida como una ruta que facilita la restauración de bosques naturales sobre terrenos deforestados degradados en el trópico, encontrándose bajo plantaciones de *Vochysia guatemalensis* y *V. ferruginea* una gran diversidad de especies arbóreas en comparación a la encontrada en pastizales abandonados (Powers et al. 1997). Una experiencia similar, de facilitación de establecimiento de Lenga (*Nothofagus pumilio*) se está realizando en Coyhaique (Chile) donde se espera que la regeneración ocurra en las fajas abiertas entre la plantación de coníferas (Anónimo 2005).

Con respecto a la diversidad vegetal que pueden establecerse bajo plantaciones, Geldenhuys (1997) encontró un total 170 especies nativas en plantaciones de eucalipto y pino en el Sur de Africa, de las cuales 62 eran de tipo arbóreo. En Colombia, Cavelier y Santos (1999) encontraron 26 especies nativas en una plantación de *Eucalyptus globulus* Labill.

En Chile, Gajardo (1999) en la VII región, encontró 122 especies en remanentes de bosque de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser y 101 especies en plantaciones de *Pinus*

radiata D. Don. En Valdivia (X región), Ramírez et al. (1984) encontraron en el sotobosque de una plantación de *P. radiata*, 55 especies nativas y 10 introducidas.

A pesar de las referencias en la literatura internacional, sobre la utilización o establecimiento de especies nativas bajo plantación, en Chile existe escasos reportes sobre este fenómeno y por la importancia que tiene la recuperación de especies nativas en áreas degradadas o sometidas a cultivos forestales intensivos, donde el bosque nativo esta fragmentado, y por el efecto positivo de esta vegetación sobre la biodiversidad de fauna, el presente estudio tiene como objetivo prospectar la vegetación nativa, arbórea y arbustiva, que se encuentra establecida y regenerándose bajo plantaciones de *Pinus radiata*- *Cupressus macrocarpa* Hartw. y *Eucalyptus globulus*, para determinar si efectivamente ocurre este fenómeno.

II METODOLOGIA

2.1. Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en dos rodales, uno de los cuáles corresponde a un rodal adulto de *Pinus radiata* D. Don y *Cupressus macrocarpa* Hartw. en 30 hectáreas y el otro, a un rodal joven de *Eucalyptus globulus* Labill. en 6 hectáreas. El primero localizado en el Cerro Caracol y el segundo, en el Fundo La Cantera y El Guindo de propiedad de la Universidad de Concepción (Figura 1 B). Ambos rodales se encuentran ubicados alrededor de la ciudad de Concepción y a una distancia menor de 1000 metros entre ellos.

La plantación adulta está dedicada a actividades deportivas y de esparcimiento, ya que recibe numerosas visitas de los habitantes de la ciudad de Concepción, además la comunidad aledaña colecta leña. A diferencia, la plantación joven tiene un objetivo productivo y su origen es de rebrote de tocón, es decir monte bajo con 5 años de edad.

La vegetación existente en la zona que fue definida como Bosque caducifolio de Concepción, el que se extiende por las laderas bajas y medianas de la cordillera de la Costa en la VIII región, con formaciones vegetales como *Nothofagus obliqua-Gomortega keule*, *Cytisus monspessulanus-Sarothamnus scoparius*, *Griselinia Scandens*, *Aster vahlii*, *Nothofagus obliqua-Persea lingue*, *Nothofagus obliqua-Cryptocarya alba*, *Nothofagus obliqua-Nothofagus dombeyi*, *Aextoxicon punctatum-Laurelia sempervirens*, *Lithrea caustica-Azara integrifolia*, *Drimys winteri-Blepharocalyx divaricatum*, *Aristotelia chilensis-Rubus ulmifolius* y *Ambrosia chamissonis-Distichlis spicata* (Gajardo 1995). En toda la provincia de Concepción existen aproximadamente 25.887,2 hectáreas de bosque nativo y 176.313,1 de plantaciones (CONAF y CONAMA 1999).

El suelo pertenece al grupo de los suelos graníticos, serie San Esteban, clasificación Orden Alfisoles sub-orden Xeralf, cuya morfología es montañosa disectada por quebradas, con pendientes promedios de 28% (Carrasco et al. 1993).

El clima es mediterráneo templado cálido, con precipitaciones variables que están ligadas al efecto de la gran altitud de las formaciones montañosas y de la posición fisiográfica en que se encuentre, fluctuando entre 1000 a 2500 mm/año (Serplac 1976 citado por Carrasco et al. 1993).

2.2. Prospección de la vegetación en terreno

La prospección se hizo entre los meses de Septiembre y Octubre del año 2004. La planificación se realizó con la ayuda de una fotografía digital de la empresa Aerodata de abril del 2004, escala 1:10000, facilitada por el Centro de Sistema de Información Geográfico (CENSIG) de la Facultad de Ciencias Forestales.

Para el estudio de la vegetación se realizó una prospección preliminar, por lo tanto no se trabajó con un número óptimo de parcelas ni con un error de muestreo dado. Para la prospección de la vegetación se hizo una parcela por hectárea, considerando que las plantaciones constituyen un área de estudio homogénea. Por lo tanto, en el rodal adulto de *P.radiata* y *C.macrocarpa* se realizaron 30 parcelas y, seis parcelas en el rodal joven de *E.globulus*, distribuyéndolas sistemáticamente en terreno.

Se establecieron parcelas cuadradas de 100 m² de superficie en las cuáles se analizó cobertura de copa y de sotobosque, composición de las especies nativas, estructura vertical y densidad. Para el caso de la regeneración dentro de ellas se establecieron cinco subparcelas de un metro cuadrado, ubicadas en el centro y en cada uno de sus vértices, considerando el número de individuos por especie y el espesor de la litera forestal, la que se midió con una regla, realizando previamente un corte hasta el suelo mineral. Para el estudio de las especies establecidas se consideraron aquellas que presentan una altura superior a un metro y, por lo tanto, la regeneración corresponde a aquellas inferiores a un metro. El Reglamento General del D.L. 701 señala que regeneración establecida es

aquella en que las especies han alcanzado un metro de altura en condiciones áridas o semiáridas o dos metros en circunstancias más favorables (CONAF 1999). En este estudio se consideró un metro de altura basándose en que los rodales estudiados, a diferencias del bosque nativo, no están sometidos a la acción de ramoneo durante la época invernal y, por lo tanto, una planta de un metro de altura tiene una alta probabilidad de establecerse en el sitio.

Para el estudio de la cobertura se utilizó la escala de Braun-Blanquet (Tabla 1). La composición consiste en una lista con las especies florísticas presentes y el porcentaje de abundancia que representan, obteniendo también la densidad de la plantación y de la regeneración de las especies nativas. La estructura vertical de los rodales se determinó midiendo la altura de los árboles presentes en la parcela.

TABLA 1. Escala de Coberturas de Braun-Blanquet Modificada (Metteucci y Colma 1982)

Descripción	Clase de Cobertura	Rango Clase de Cobertura
Continuo	5	mayor del 75%
Interrumpido	4	50 a 75%
Disperso	3	25 a 50%
Raro	2	15 a 25%
Muy raro	2	5 a 15%
Esporádico	1	1 a 5%
Casi ausente	r	menos de 1%

2.3. Colecta de especies

Para el reconocimiento de las especies existentes se recolectaron muestras para identificarlas donde se contó con la ayuda del profesor Dr. Roberto Rodríguez Ríos, Director del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción.

2.4. Análisis de los datos

En cada rodal se determinó el número de especies nativas que se encuentran creciendo bajo las plantaciones, estudiando tanto la abundancia como la presencia de aquellas que están regenerándose y establecidas. Entendiéndose por abundancia la cantidad de ejemplares o número de individuos de cada especie (Braun-Blanquet 1950), y la presencia como el número de veces (%) en que una especie es registrada en una cantidad determinada de parcelas (Donoso 1993).

Se estudió como la cobertura, ya sea de copas o del sotobosque, y el espesor de la litera forestal estarían influyendo en la regeneración de las especies, mediante regresión lineal simple (Tabla 1 A y Tabla 2 A), a través del modelo $y = a + b * x$, siendo “y” el número de individuos regenerados y “x” las variables estudiadas (cobertura de copa, cobertura de sotobosque y espesor de la litera forestal), utilizando la tabla de Hamilton (1990) para la interpretar el coeficiente de correlación y determinación.

La densidad se expresó como el número promedio de individuos por hectárea, obteniendo además de la regeneración el error de estimación.

III RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Rodal adulto de *Pinus radiata* D. Don y *Cupressus macrocarpa* Hartw.

3.1.1 Estudio de la abundancia y presencia de las especies nativas que se encuentran establecidas. Las plantas que se forman o aparecen poco después de la germinación se consideran establecidas cuando sobreviven y exhiben un crecimiento vigoroso. Este período de establecimiento puede ir de 1 a 3 años, después de la germinación, dependiendo de la especie y condición del lugar (Spurr y Barnes 1980). En este caso se considera que el reclutamiento de nuevos individuos ocurrió en forma permanente, ya que las alturas promedio por especie varían entre 6,3 a 1,4 metros (Tabla 3 A), utilizándose como criterio la altura de la planta. Este comportamiento está determinado por la presencia de especies semitolerantes o tolerantes a la sombra que regeneran aun bajo doseles cerrados.

Se encontraron 16 especies establecidas bajo el rodal adulto de pino-ciprés (Figura 1), pero cuatro de ellas, todas del tipo arbóreo, son las más abundantes alcanzando casi el 76%, éstas son *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pavón con un 42,1%, seguido por *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser con un 17,4%, *Peumus boldus* Mol. con un 10% y *Persea lingue* (Ruiz et Pavón) Nees con un 6,2%, las otras 12 especies están presente en menor proporción.

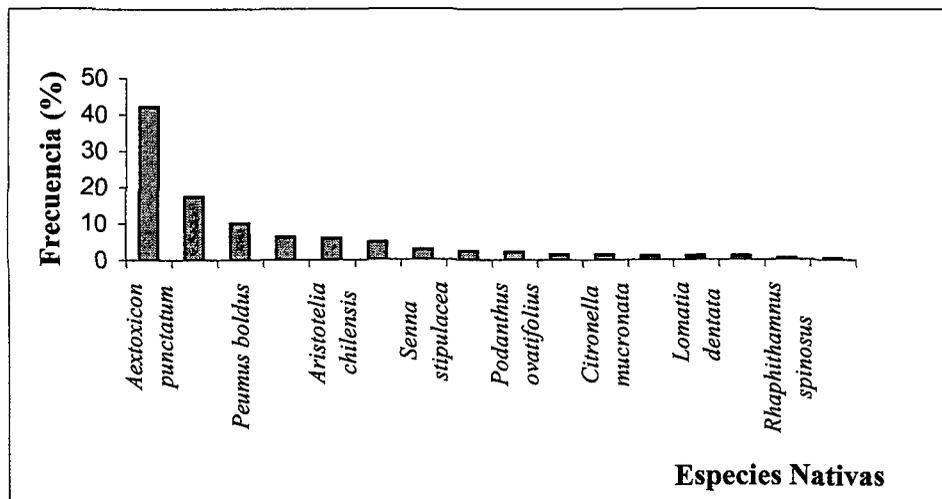


FIGURA 1. Abundancia de las especies nativas establecidas bajo el rodal adulto.

El análisis de la presencia de las especies (Figura 2), está referido al número de veces (%) en que una especie es registrada en las parcelas. Según Braun-Blanquet (1950), la presencia es la existencia más o menos permanente de una especie en todas las unidades de una comunidad vegetal. En el caso estudiado, las especies que se repiten en un mayor número de parcelas son las cuatro especies arbóreas que tienen la mayor abundancia, éstas son *A. punctatum* presente en el 80% de las parcelas, seguido por *C. alba* (56,7%), *P. boldus* (40%) y *P. lingue* (36,7%), aparecen también con una frecuencia importante *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz (26,7%) y *Escallonia pulverulenta* (Ruiz et Pavón) Pers. (20%), la primera de éstas es una especie muy común en Chile, registrando el resto de las especies una menor presencia.

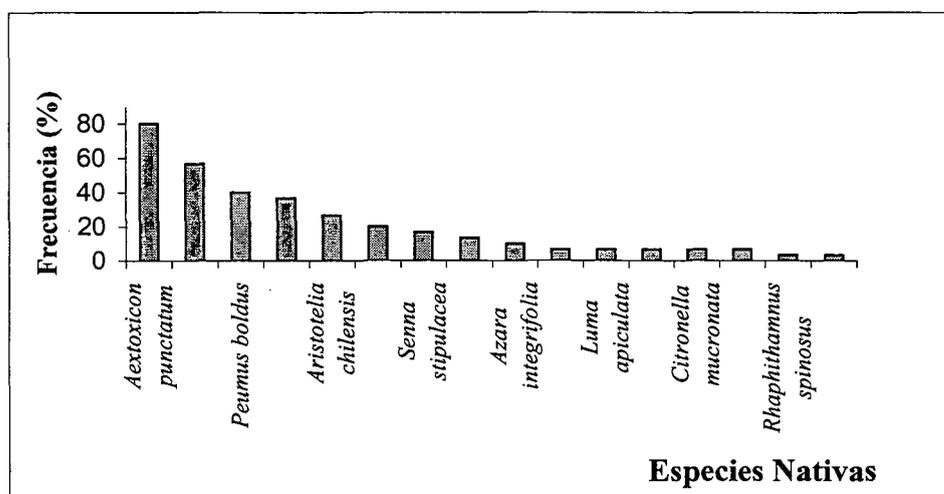


FIGURA 2. Presencia de las especies nativas establecidas en las parcelas.

La mayoría de las especies arbóreas y arbustivas que se encuentran establecidas bajo esta plantación adulta de pino radiata y ciprés, corresponde a aquellas descritas para el Bosque Caducifolio de Concepción, el cuál se extiende por la Cordillera de la Costa de Concepción (Gajardo 1995). Estos resultados indicarían que a pesar que el estrato dominante ha sido reemplazado por especies exóticas, una proporción importante de la flora nativa ha sido capaz de persistir bajo dicha cobertura arbórea o en las zonas de protección. La presencia de vegetación nativa bajo la plantación por si sola no es buen indicador que en el futuro la regeneración incrementará, porque esto tiene una fuerte influencia del manejo posterior de la plantación (Haggar et al. 1997). Debido a

plantaciones de alta densidad, cosechas frecuentes y manejo intensivo de los residuos pueden anular o destruir completamente la regeneración.

3.1.2 Estudio de la abundancia y presencia de la regeneración de especies nativas.

En la plantación adulta de pino-ciprés se encontraron regenerando 10 especies (Figura 3), siendo más abundante *C. alba* y *A. punctatum* con un 45,8% y 27,6% respectivamente. Estas especies tienen las características de ser tolerantes ya que son capaces de regenerarse bajo su propia sombra y la de otras especies (Donoso 1990).

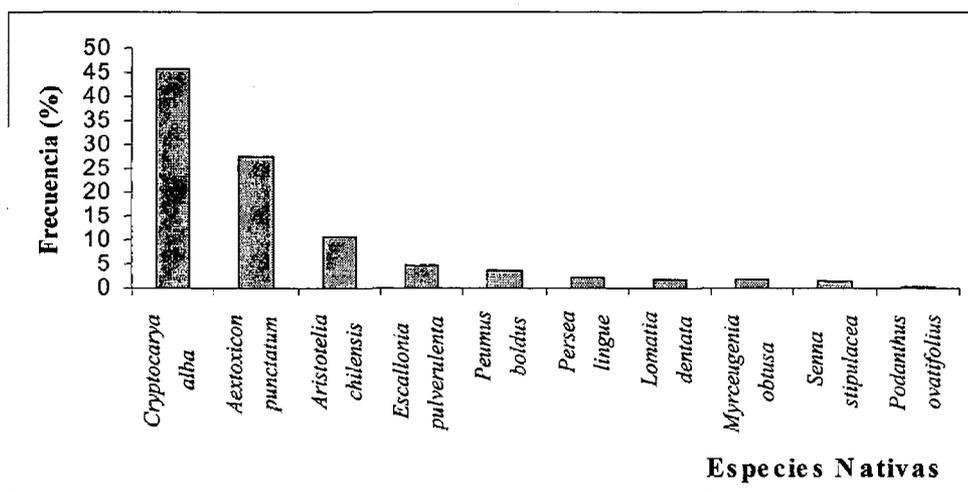


FIGURA 3. Abundancia de la regeneración de las especies nativas bajo el rodal adulto.

La densidad promedio de la regeneración bajo el rodal adulto fue de 14.000 individuos por hectárea, con una desviación estándar de 1.900 individuos por hectárea y un error de 21,9%. Si se compara con el Reglamento Técnico del D.L. 701, que considera que un método de corta ha regenerado exitosamente el bosque cuando se establecen al menos 3.000 plantas por hectárea (CONAF 1999), la regeneración presente en la plantación adulta supera en más de 4 veces a la aceptada por la normativa legal para bosque nativo. Sin embargo, algunas de las especies presentes no cumplirían con la normativa y solo *A. punctatum* y *C. alba* tendrían presencia en la mayor parte del área prospectada (Figura 2).

En el 54% de las subparcelas no se encontró regeneración de las especies antes mencionadas, lo que se puede deber a que a ese lugar no llegan sus semillas o porque se encuentra ocupado por especies distintas a las arbustivas o arbóreas, tales como *Chusquea quila*, *Lardizabala biternata*, *Boquilla trifoliolata*, *Viola capillaris*, *Lapageria rosea*, *Rubus ulmifolius*.

Al menos siete de las especies arbóreas y arbustivas nativas encontradas bajo el dosel del rodal adulto no se están regenerando (*Azara integrifolia* Ruiz et Pavón, *Lithrea caustica* (Mol.) Hooker et Arnott, *Luma apiculata* (DC.) Burret, *Citronella mucronata* (Ruiz et Pavón) D. Don, *Nothofagus obliqua* (Mirbel) Oerst., *Rhaphithamnus spinosus* (Juss.) Moldenke, *Acrisione denticulada* (Hook. Et Arn) B. Nord.), dos de las causas que podrían explicar esta ausencia de regeneración sería la falta de árboles padres y la alta densidad de cobertura de copa que puede inhibir a especies intolerantes como lo es el *N. obliqua*.

Los árboles adultos que pudieran estar generando la regeneración son escasos y representan a dos especies, *A. punctatum* y *C. Alba*, encontrándose dos y tres individuos respectivamente para toda el área prospectada. Expresada esta presencia en individuos por hectárea correspondiente a 17 individuos, lo que sería mayor en comparación con lo que establece el Reglamento Técnico del D.L. 701 que señala para el método de corta de árbol semillero se debe dejar un mínimo de 10 árboles por hectárea (CONAF 1999). Lo que si hay que considerar es la distribución que estos tendrían en terreno, ya que sólo están presentes en 4 parcelas, los individuos de *A. punctatum* fueron registrados en una misma parcela y, los de *C. alba* en parcelas distintas. En este aspecto, no tendrían un potencial para abastecer un amplio rango de terreno con semillas porque su dispersión es por gravedad pero recibe cierta ayuda por la dispersión que realizan las aves.

Al estudiar la presencia de la regeneración (Figura 4), al igual que en el establecimiento, se repiten las mismas especies que presentan mayor abundancia y presencia en las subparcelas. Para este caso *C. alba* está presente en el 66,7% y *A. punctatum* en el 60%.

Del total de las especies encontradas regenerándose, el 90% corresponde a las que se encuentran establecidas, la excepción es *Myrceugenia obtusa* (DC.) Berg.

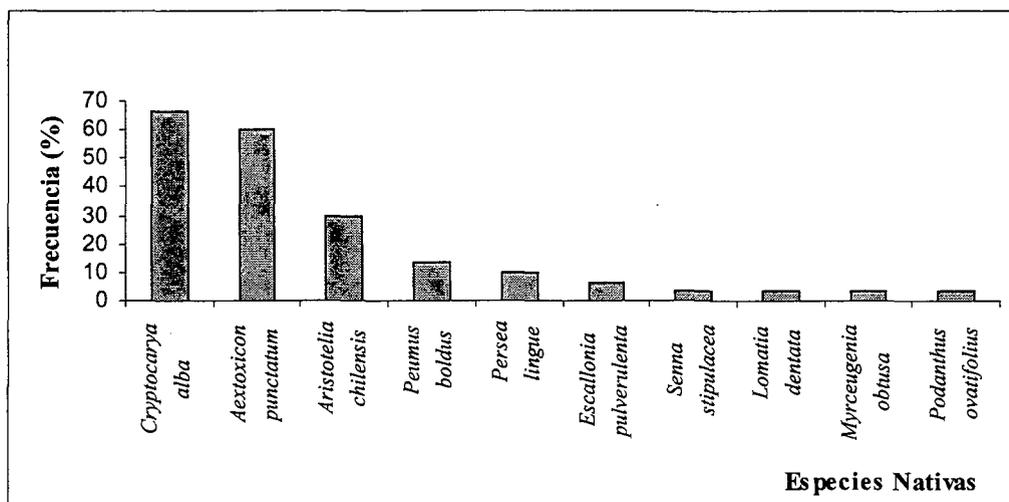


FIGURA 4. Presencia en las subparcelas de la regeneración de especies nativas.

Las especies que presentan mayor presencia en las parcelas son de tipo arbórea, lo que indica que están distribuidas en toda el área y que ellas constituirían la vegetación en el futuro, si el rodal de pino-ciprés fuera cosechado en forma selectiva con el fin de privilegiar las especies nativas que se encuentran bajo la plantación original, ya que en el 10% de las parcelas hay un nuevo estrato de *P. radiata* con una altura promedio de 8,4 metros, también hay que considerar que *Acacia melanoxylon* R. Brown, al ser una especie invasora, está presente en el 40% de las parcelas lo que se podría constituir en una impedimento para que la vegetación se establezca en el sitio, alcanzando una altura promedio de 6,3 metros, con una altura máxima de 10,5 metros y, una mínima de 2 metros.

Las especies más comunes de encontrar, tanto regenerándose como establecidas, son tolerantes o semitolerantes, esto se debe a que ellas son capaces de soportar la sombra y realizar el máximo de fotosíntesis en condiciones de baja intensidad luminosa (Donoso 1990). La presencia de las especies intolerantes, como *Nothofagus obliqua* (Mirbel) Oerst., se debe a que el rodal presenta una densidad de 287 árboles por hectárea, donde el 69,4% es pino radiata y el 30,6% es ciprés, y al ser árboles adultos y en un estado de madurez avanzada su copa viva se concentra en la parte superior lo que permite que

existan sectores en que la luz directa llegue al suelo. Sin embargo, *N. obliqua* no registra regeneración lo que indicaría que la cantidad de luz no es suficiente para que se establezca la regeneración.

En general, las especies que se encuentran, tanto regenerándose como establecidas, corresponden a *A. punctatum* y *C. alba*, por lo que se deduce que son éstas las más comunes de encontrar al realizar un recorrido en el área de estudio.

3.1.3 Estudio de la relación cobertura de copa, cobertura del sotobosque y espesor de la litera forestal sobre la regeneración. Este estudio esta referido a cómo estas variables afectarían la regeneración de las especies, es decir, al número de individuos que se puede encontrar por metro cuadrado.

Entendiéndose por cobertura de una especie la proporción de terreno que es ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada (Greig-Smith (1964) citado por Metteucci y Colma (1982)).

En general existe escasa relación entre las tres variables estudiadas y la regeneración (número de individuos por metro cuadrado) (Tabla 2), siendo débil para cobertura de copa y espesor de litera forestal. La cobertura de sotobosque muestra una relación moderada (Hamilton 1990), a pesar que la cobertura de copa cubre un 65,8% de la superficie del terreno y la cobertura del sotobosque un 55,2%. Una explicación para esta correlación está dado por el tipo de especie que se regenera que en su mayoría son especies tolerantes o semitolerantes a la sombra y una cobertura de 66% no es impedimento incluso para las semitolerantes como es demostrado para *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en la Reserva Nacional Malalcahuello (Peña et al. 2004). El espesor de la litera promedio fue 3,3 centímetros lo que no debería ser un impedimento para que especies se regeneren y establezcan, y además la descomposición de la materia orgánica se ve favorecida por la baja densidad de la plantación que es en promedio de 287 árboles por hectárea.

El espesor de la litera forestal, en plantaciones de coníferas, junto a la escasa disponibilidad de luz, es considerado un impedimento para la regeneración o establecimiento de sotobosque (Hofstede 1998). En el caso estudiado el espesor de la litera fue de 3,3 cm en promedio, considerándose bajo en comparación a los encontrados en otras zonas como Valdivia donde se encontró un espesor de hasta 15 centímetros (Julio 1992).

TABLA 2. Coeficientes de correlación (r) y de determinación (R^2) para rodal adulto.

Variables	r	R^2
Cobertura de copa	0,01	0,00
Cobertura de sotobosque	0,22	0,05
Espesor litera forestal	0,02	0,00

3.1.4 Estructura vertical. Se pudieron distinguir cuatro estratos en el rodal adulto, donde *P. radiata* está presente en dos de ellos, por lo que el rodal presenta dos edades para dicha especie, correspondiendo la edad menor a regeneración de los individuos adultos.

- En el estrato superior se encuentran las especies de *P. radiata* y *C. macrocarpa* con una altura media de 30,6 metros.
- En el siguiente estrato se encuentra regeneración de *P. radiata*, en el 10% de las parcelas, con una altura media de 8,4 metros.
- En un tercer estrato están las especies establecidas con una altura media de 3,3 metros, obteniendo una mayor altura promedio *C. alba* con 6,3 metros y la menor, *C. mucronata* con 1,4 metros (Tabla 3 A). También en este estrato se encuentra aromo *A. melanoxydon* presente en el 40% de las parcelas con 6,3 metros.
- En el estrato inferior, hasta 1 metro de altura, se encuentran la regeneración de especies nativas. También se encuentra en este estrato la presencia de *C. quila*, *L. biternata*, *B. trifoliolata*, *V. capillaris*, *L. rosea*, *R. ulmifolius*.

3.2. Rodal joven de *Eucalyptus globulus* labill.

En general, se esperaría encontrar escasa regeneración, porque según Lima (1990) citado por Hofstede (1998), *E. globulus* no deja crecer nada bajo su copa por que es una especie alelopática, ya que sus hojas poseen fenoles que inhiben el crecimiento de otras especies. Pero en contradicción a esto Cavelier y Santos (1999), en Colombia, encontraron 26 especies nativas en una plantación de *E. globulus* no expresándose los efectos alelopáticos que han sido reportados en otras plantaciones. La primera afirmación es real cuando se trabaja a alta densidad de rodales pero es la consecuencia de limitaciones en la radiación mas que problemas alelopáticos, en rodales abiertos es común encontrar sotobosque bajo *E. globulus*.

3.2.1 Estudio de la abundancia y presencia de especies nativas que se encuentran establecidas. En el estudio se encontraron 9 especies establecidas (Figura 5), siendo la especie más abundante *A. chilensis* con un 62,1%, lo que se debe a que una cobertura de copa promedio de 37,5% para *E. globulus*, no es impedimento para colonizar y establecerse en el lugar luego de la cosecha. El resto de las especies son menos abundantes y más tolerantes.

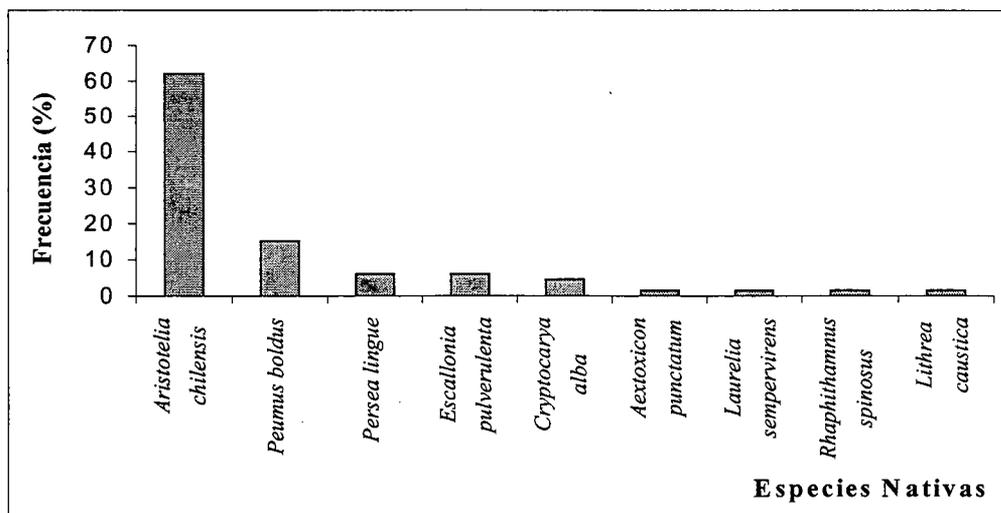


FIGURA 5. Abundancia de especies nativas establecidas bajo el rodal joven.

Bajo el rodal joven se esperaría encontrar varias especies más intolerantes formando el sotobosque, pero hay que considerar que existen especies invasoras como *Cytisus*

monspessulana (L.) Koch y *R. ulmifolius* que coloniza los suelos descubiertos invadiéndolos por completo, también está presente *A. melanoxylon* en el 33,3% de las parcelas.

Es *Aristotelia chilensis* la especie que más se repite en las parcelas, en el 83,3% de ellas y *P. boldus* en el 66,7% (Figura 6).

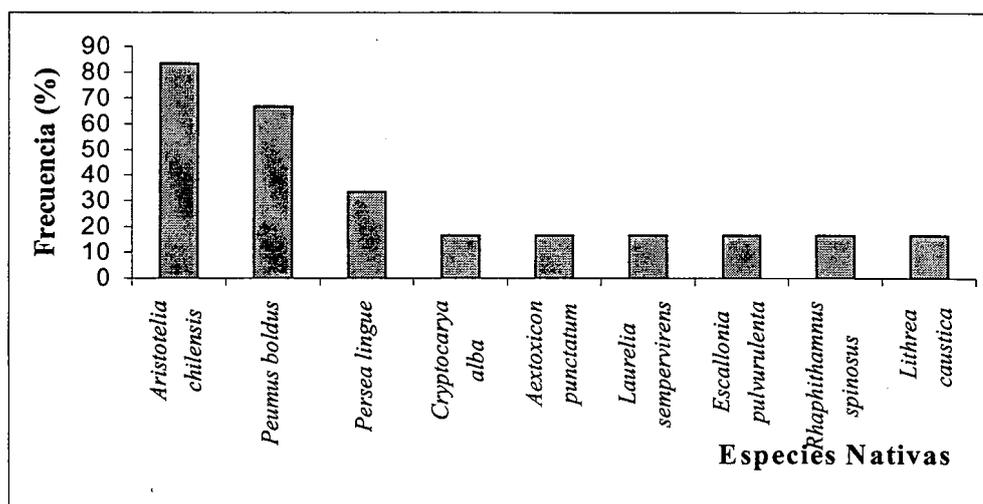


FIGURA 6. Presencia de especies nativas establecidas en las parcelas.

Por lo tanto, la especie que más se establece en estas condiciones es *A. chilensis*, ya que presenta una mayor abundancia y una mayor distribución en el área, considerándose una especie pionera e invasora (Donoso 1990).

Haber encontrado al menos 9 especies bajo el dosel de *E. globulus* no concuerda con aquellas aseveraciones que indican que la alelopatía generada por *E. globulus* tiene efecto negativo sobre el establecimiento de otras especies al interior de este tipo de rodales (Spurr y Barnes 1980, Hofstede 1998). El menor número de especies, comparado con el rodal adulto que no ha sufrido intervención en los últimos 50 años, se explicaría porque el rodal joven ha sido sometido a una corta a tala rasa en los últimos 15 años, proceso que habría dañado la regeneración de nativas y facilitó la invasión de exóticas.

3.2.2 Estudio de la abundancia y presencia de la regeneración de especies nativas.

En promedio la regeneración corresponde a 4.300 individuos por hectárea con un error de 37,3%. En el 73,3% de las subparcelas no se encontró regeneración de las especies, lo que se debe a que el lugar es ocupado por especies invasoras como *C. monspessulana* y *R. Ulmifolius*, y de acuerdo a Pauchard y Alaback (2002), junto a *Ulex europaeus*, en la zona sur de Chile, éstas afectan la regeneración de especies nativas, haciendo que sea mínima debajo de los densos matorrales de éstas, desplazando flora y fauna nativa.

De las 10 especies nativas presentes en el rodal se encontró regenerando cuatro de ellas (Figura 7), donde el mayor número de individuos corresponde a *A. chilensis* (69,2%), seguido por *C. alba* (15,4%), *P. lingue* y *P. boldus* en igual proporción (7,7%). Todas estas especies se encuentran establecidas, aunque del total establecidas sólo el 44,4% se está regenerando.

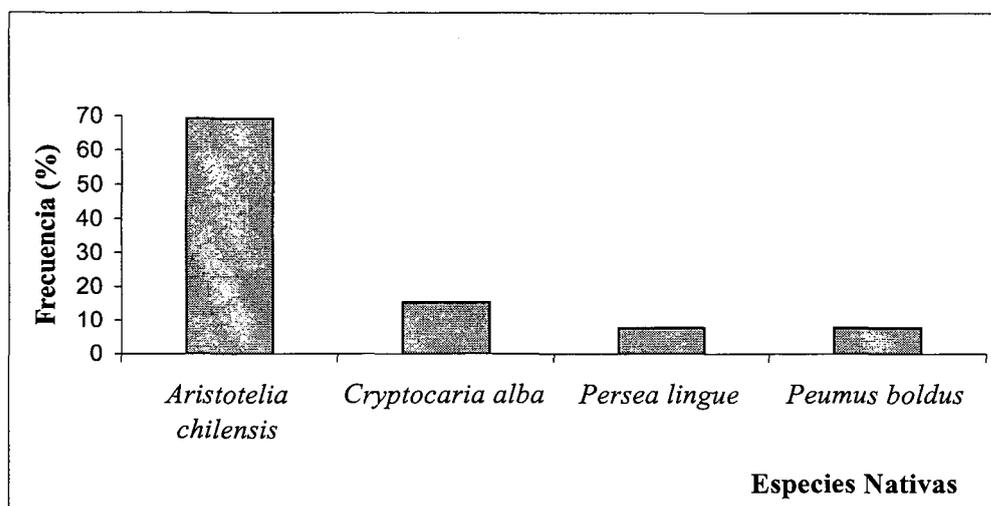


FIGURA 7. Abundancia de la regeneración de especies nativas bajo el rodal joven.

La especie que presenta mayor regeneración es *A. chilensis*, así como también es la de mayor distribución (Figura 8). Lo que se debe a que los animales (mamíferos, principalmente roedores, y aves) se alimentan de su fruto y al ser la semilla indigerible las diseminan cada vez que excretan, siendo una especie invasora y pionera de áreas quemadas o taladas, es frecuentemente diseminada a grandes distancias (Donoso 1990).

Encontrándose *A. chilensis* presente en el 50% de las subparcelas y el resto de las especies en el 33,3% de ellas.

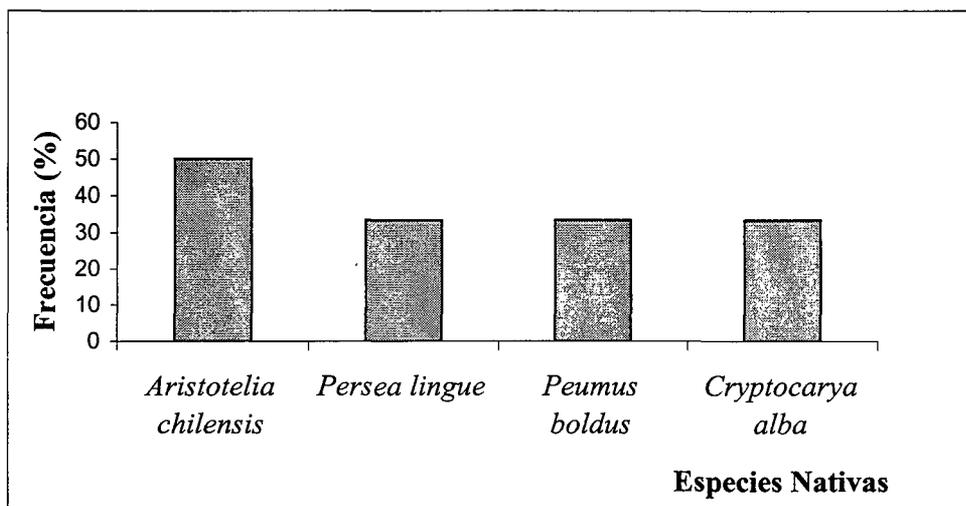


FIGURA 8. Presencia en las subparcelas de la regeneración de especies nativas.

El hecho que sólo cuatro de las nueve especies nativas presentes en el rodal joven de *E. globulus* muestra regeneración, se explicaría por la alta densidad de *R. ulmifolius* y *C. monspessulana* en el área y posiblemente al impacto negativo de dos intervenciones de cosecha en los últimos 30 años (Peña 2004¹). Estas intervenciones crean condiciones más extremas de luz y humedad que puede limitar el establecimiento de la regeneración, y por otro lado puede ocurrir la eliminación de los árboles semilleros. Este rodal presenta un origen de rebrote de tocón desde el año 2000.

3.2.3 Estudio de la relación cobertura de copa, cobertura del sotobosque y espesor de la litera forestal sobre la regeneración. Entre la cobertura de copa y la regeneración de especies no hay relación (Tabla 3), ya que en promedio la cobertura de copa de *E. globulus* es de 37,5% con una densidad de 1900 árboles por hectárea, además las especies nativas encontradas, similar al rodal adulto, son especies tolerantes o semitolerantes que no son afectadas por la cobertura de copa. Sin embargo, la cobertura de sotobosque presenta una relación moderada y el espesor de la litera forestal una

¹ Comunicación personal. Profesor de Ecología Forestal. Facultad Ciencias Forestales. Universidad de Concepción.

relación clasificada como fuerte (Hamilton 1990), lo que se explicaría ya que el sotobosque presenta una cobertura promedio de 83,3%, encontrándose invadido por *C. monspessulana* casi en su totalidad y por *R. ulmifolius*, y el espesor de la litera forestal fue en promedio de 4,9 centímetros, encontrándose en algunos sectores desechos de la cosecha anterior como corteza y por la estructura laminar que presenta la litera debido al posicionamiento de las hojas de *E. globulus*.

TABLA 3. Coeficientes de correlación (r) y de determinación (R^2) para rodal joven.

VARIABLES	r	R^2
Cobertura de copa	0,00	0,00
Cobertura de sotobosque	0,27	0,07
Espesor litera forestal	0,52	0,27

3.2.4 Estructura Vertical. Se distinguieron 4 estratos, al igual que en el rodal adulto de pino-ciprés:

- El estrato superior es ocupado por *E. globulus* con una altura media de 7,2 metros.
- En un segundo estrato se encuentra presente *A. melanoxylon* en un 33,3% de las parcelas con una altura promedio de 4,3 metros.
- En un tercer estrato están presentes las especies nativas establecidas con una altura promedio de 1,8 metros, presentando la mayor altura *E. pulverulenta* con 2,5 metros y la menor altura *R. spinosus* con 1,3 metros (Tabla 4 A). También esta presente *C. monspessulana* con una altura promedio de dos metros.
- En el estrato inferior (menor a un metro) se encontró la regeneración de especies nativas, estando también presentes *R. ulmifolius* y *Ugni molinae* Turcz.

En ambos rodales estudiados se confirma la presencia y regeneración de especies nativas bajo cultivos forestales, a pesar que los rodales son muy diferentes desde el punto de

vista de especie, edad e intervenciones sívcolas o de cosecha. Los resultados encontrados aportan valiosa información que puede ser utilizada en la restauración de especies nativas en áreas muy degradadas, donde solo el proceso de facilitación realizado por los cultivos forestales facilita el establecimiento de especies nativas (Haggar et al. 1997; Geldenhuys 1997). Este sería el caso de trabajos de regeneración de lenga bajo plantaciones de coníferas exóticas realizado en Coyhaique (Anónimo 2005).

IV CONCLUSIONES

- Las plantaciones estudiadas de *Eucalyptus globulus* Labill. y *Pinus radiata* D. Don-Cupressus macrocarpa Hartw. permiten que otras especies, especialmente nativas, se establezcan bajo ellas.
- Las especies nativas, regenerándose y establecidas, corresponden a tolerantes o semitolerantes y por esto, en general, existe escasa correlación entre la regeneración y la cobertura de copa, del sotobosque y del espesor de la litera forestal.
- Ambos rodales, independiente de su edad, presentan cuatro estratos verticales. El superior ocupado por la especie plantada. Para el rodal adulto en el segundo estrato está *Acacia melanoxylon* R. Brown y un nuevo estrato de *P. radiata* y para el rodal joven solo esta *A. melanoxylon*. en el siguiente están las especies nativas establecidas y en el estrato inferior se encuentra la regeneración de las especies nativas junto a otras especies acompañantes.
- Ambos rodales muestran una importante presencia de especies invasoras como *Cytisus monspessulana* (L.) Koch, *Rubus ulmifolius* Schott y *A. melanoxylon* que afectarían la regeneración de las especies nativas, las dos primeras presentes en el 100% de las parcelas del rodal joven y la última en el 40% de las parcelas del rodal adulto y en el 33% del rodal joven.

V RESUMEN

Se realizó una prospección sobre la especies nativas, arbóreas y arbustivas, que se establecen bajo plantaciones de especies introducidas en dos rodales diferentes, una plantación joven de *Eucalyptus globulus* Labill. y una plantación adulta de *Pinus radiata* D. Don y *Cupressus macrocarpa* Hartw., ambos ubicado en la ciudad de Concepción, VIII región, Chile.

La intensidad de prospección fue una parcela por hectárea con tamaño de parcela de 100 m², dentro de las cuáles se establecieron cinco subparcelas de un m² cada una para estudiar la regeneración. También se analizó como la cobertura de copa, del sotobosque y el espesor de la litera forestal influían sobre el número de individuos que se encontraban regenerando.

Se encontró en la plantación adulta un total de 16 especies establecidas y 10 especies regenerándose, donde las principales son *Aextoxicon punctatum* Ruiz et pavón y *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser. En la plantación joven se encontraron nueve especies establecidas y cuatro regenerándose, siendo la más importante *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. En la plantación adulta se encontró una escasa relación entre las tres variables estudiadas (copas, sotobosque y litera forestal) y la regeneración, influyendo más la cobertura del sotobosque. En cambio en la plantación joven la variable con más alta relación fue el espesor de la litera forestal, teniendo la cobertura de copa una nula relación. Los resultados permiten concluir que, a pesar de la alta cobertura de copa y competencia de especies invasoras, un importante número de especies nativas semitolerantes es capaz de establecerse bajo las plantaciones estudiadas.

VI ABSTRACT

A prospection on native arboreal species and shrubs established under plantations of introduced species in two different stands, a young plantation of *Eucalyptus globulus* Labill and an adult plantation of *Pinus radiata* D. Don and *Cupressus macrocarpa* Hartw it was realized. Both stand located in the urban/rural interface of Concepcion city, VIII region, Chile.

The intensity of the prospection was one 100 m²-plot per hectare, with five sub-plot of one square meter each one to study regeneration. Also how the canopy cover, understory and the thickness of forest litter affect regeneration of native species was analyzed.

Under the adult plantations a total of 16 and 10 species established and regenerating respectively was found, the main are *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pavón and *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser. In the young plantation nine and four species established and regenerating were found respectively, being the most important *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. In the adult plantation there is a low relationship between the three variables (canopy cover, understory cover and thickness of the forest litter) and regeneration, understory cover has more influence. However, in the young plantation the variable with a higher relationship was forest litter thickness, having the canopy cover a null effect relationship. Despite of the stand high density and the exotic species invasion an important number of secondary native plants are able to establish under the plantations studied.

VII BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo. 2005. Pinos se transforman en árboles nodriza para lengas en Aysen. Chile Forestal. 309:57.
2. Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología Vegetal: Estudio de las comunidades vegetales. Ediciones Acme Agency. Francia.
3. Carrasco, P.; J. Millán y L. Peña. 1993. Suelos de la Cuenca del Río Biobío Características y Problemas de Uso. Universidad de Concepción. Chile.
4. Cavelier, J. y C. Santos. Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. Publicado en 1999, citado en diciembre de 2004. Disponible en <http://www.ots.duke.edu/tropibiojnl/claris/47-4/cavalier.htm>
5. CORMA. 2004. Plantaciones Forestales y su Contribución Ambiental. Sin fecha de Publicación, citado en diciembre de 2004. Disponible en <http://www.corma.cl/chile-forestal/ambient.html>
6. CONAF. 1999. Decreto Ley N° 701 sobre Fomento Forestal y Ley de Bosques.
7. CONAF y CONAMA. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe regional Octava Región. Santiago. Chile.
8. Díaz, I. 2003. Más falso que el bosque de pino. Publicado el 20 de marzo de 2003, citado en diciembre de 2004. Disponible en <http://www.lauca.usach.cl/ima/bosque.htm>.

9. Donoso, C. 1990. Ecología Forestal: El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. Santiago. Chile.
10. Donoso, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina: Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria. Santiago. Chile.
11. Gajardo, A. 1999. Contribución al conocimiento de la flora asociada a remanentes de bosque nativo y plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en la VII región. Documento Técnico(124). Revista Chile Forestal. N° 269.
12. Gajardo, R. 1995. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. 1° Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
13. Geldenhuys, C. 1997. Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province, South Africa. *Forest Ecology and Management* 99: 101-115.
14. Haggard, J.; K. Wightman y R. Fisher. 1997. The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 99(1/2): 55-64.
15. Hamilton, L.C. 1990. Modern data analysis: A first course in applied statistics. Brook/Cole Publishing Company. California, USA.
16. Hofstede, R. 1998. Impactos ecológicos de plantaciones forestales. Publicado en 1998, citado en diciembre de 2004. Disponible en <http://www.condensan.org/e-foros/paramos2/Ponencia%20Rhsemana2.htm>
17. INFOR. 2004. Sector Forestal Chileno 2002-2003. Recurso Forestal. Sin fecha de publicación, citado en diciembre de 2004. Disponible en <http://www.infor.cl>

18. Julio, G. 1992. Estudio de propiedades físicas de modelos de combustibles forestales. Instituto Forestal. Santiago, mayo 1992.
19. Metteucci, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Washington. D.C.
20. Pauchard, A. y P. Alaback. 2002. La amenaza de las plantas invasoras. Revista Chile Forestal. N° 289: 13-15.
21. Peña, E.; A. Pauchard; M. Hidalgo; M. San Martín; A. Maturana y M. Segovia. 2004. Evidencias de invasión de especies arbóreas exóticas en Chile. En Segundo Congreso de las Ciencias Forestales. Valdivia. Noviembre 10-13.
22. Powers, J.; J. Haggard y R. Fisher. 1997. The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness in 7-year-old plantations in Costa Rica. Forestry Ecology and Management 99: 43-54.
23. Ramírez G.; H. Figueroa; R. Carrillo y D. Contreras. 1984. Estudio fitosociológico de los estratos inferiores en un bosque de Pino (Valdivia, Chile). Revista Bosque (5) 2: 65-81.
24. Spurr S. y E. Barnes. 1980. Ecología Forestal. AGT Editor SA. México.
25. Young, V.A. 1933. Harwood invasion in a comparatively old white pine afforested area. Ecology 14 (1). 61-69.

VIII APENDICE

TABLA 1 A. Datos para análisis de regresión para rodal adulto.

Nº parcela	cob.copa (%)	cob.sotob(%)	reg.prom(indiv/m ²)	Litera (cm)
1	37,5	87,5	4,2	5,0
2	62,5	3,0	2,4	2,3
3	62,5	87,5	4,0	5,1
4	62,5	3,0	0,0	6,5
5	62,5	87,5	0,0	2,8
6	62,5	87,5	0,2	5,1
7	87,5	15,0	2,0	4,8
8	37,5	87,5	0,4	1,6
9	37,5	62,5	0,0	4,4
10	62,5	37,5	9,0	2,5
11	37,5	87,5	0,6	2,3
12	87,5	62,5	0,2	1,1
12	62,5	62,5	2,6	2,0
13	62,5	15,0	2,6	1,1
14	62,5	3,0	2,4	5,7
15	87,5	87,5	0,8	3,5
16	87,5	37,5	0,6	4,2
17	62,5	15,0	2,8	5,1
18	62,5	62,5	2,0	5,3
19	87,5	37,5	1,4	1,8
20	37,5	62,5	0,6	4,6
22	62,5	62,5	0,4	1,7
23	87,5	87,5	1,4	3,9
24	37,5	87,5	1,6	1,9
25	62,5	62,5	0,8	2,1
26	87,5	62,5	2,2	3,3
27	87,5	62,5	0,4	3,2
28	87,5	15,0	4,2	3,4
29	62,5	62,5	3,4	2,9
30	87,58	62,5	1,8	2,0

TABLA 2 A. Datos para análisis de regresión para rodal joven.

Nº parcela	cob.copa (%)	cob.sotob.(%)	reg.prom(indiv/m ²)	Litera(cm)
1	37,5	87,5	0,0	2,8
2	37,5	62,5	0,2	6,6
3	37,5	87,5	0,8	2,8
4	37,5	87,5	0,2	3,3
5	37,5	87,5	1,4	3,4
6	37,5	87,5	0,0	10,8

TABLA 3 A. Alturas promedio de las especies establecidas en el rodal adulto.

Especie	Nº de indiv.	Altura promedio (m)
<i>Cryptocarya alba</i>	50	6,3
<i>Lomatia dentata</i>	3	5,3
<i>Lithea caustica</i>	7	4,5
<i>Escallonia pulverulenta</i>	14	4,5
<i>Aextoxicon punctatum</i>	122	4,3
<i>Nothofagus obliqua</i>	3	4,2
<i>Peumus boldus</i>	29	4,1
<i>Aristotelia chilensis</i>	17	3,8
<i>Persea lingue</i>	18	2,9
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	1	2,2
<i>Senna stipulacea</i>	8	2,1
<i>Luma apiculata</i>	4	2,1
<i>Pothanthus ovatifolius</i>	6	1,9
<i>Acrisione denticulata</i>	1	1,8
<i>Azara integrifolia</i>	3	1,6
<i>Citronella mucronata</i>	4	1,4
<i>Acacia malanoxylon</i>	34	6,3

TABLA 4 A. Alturas promedio de las especies establecidas en el rodal joven.

Especie	Nº de indiv.	Altura promedio (m)
<i>Escallonia pulverulenta</i>	4	2,5
<i>Lithrea caustica</i>	1	2,2
<i>Laurelia sempervirens</i>	1	2,0
<i>Aristotelia chilensis</i>	41	1,9
<i>Aextoxicon punctatum</i>	1	1,7
<i>Peumus boldus</i>	10	1,5
<i>Cryptocarya alba</i>	3	1,4
<i>Persea lingue</i>	4	1,4
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	1	1,3
<i>Acacia malanoxylon</i>	13	4,3

IX ANEXO

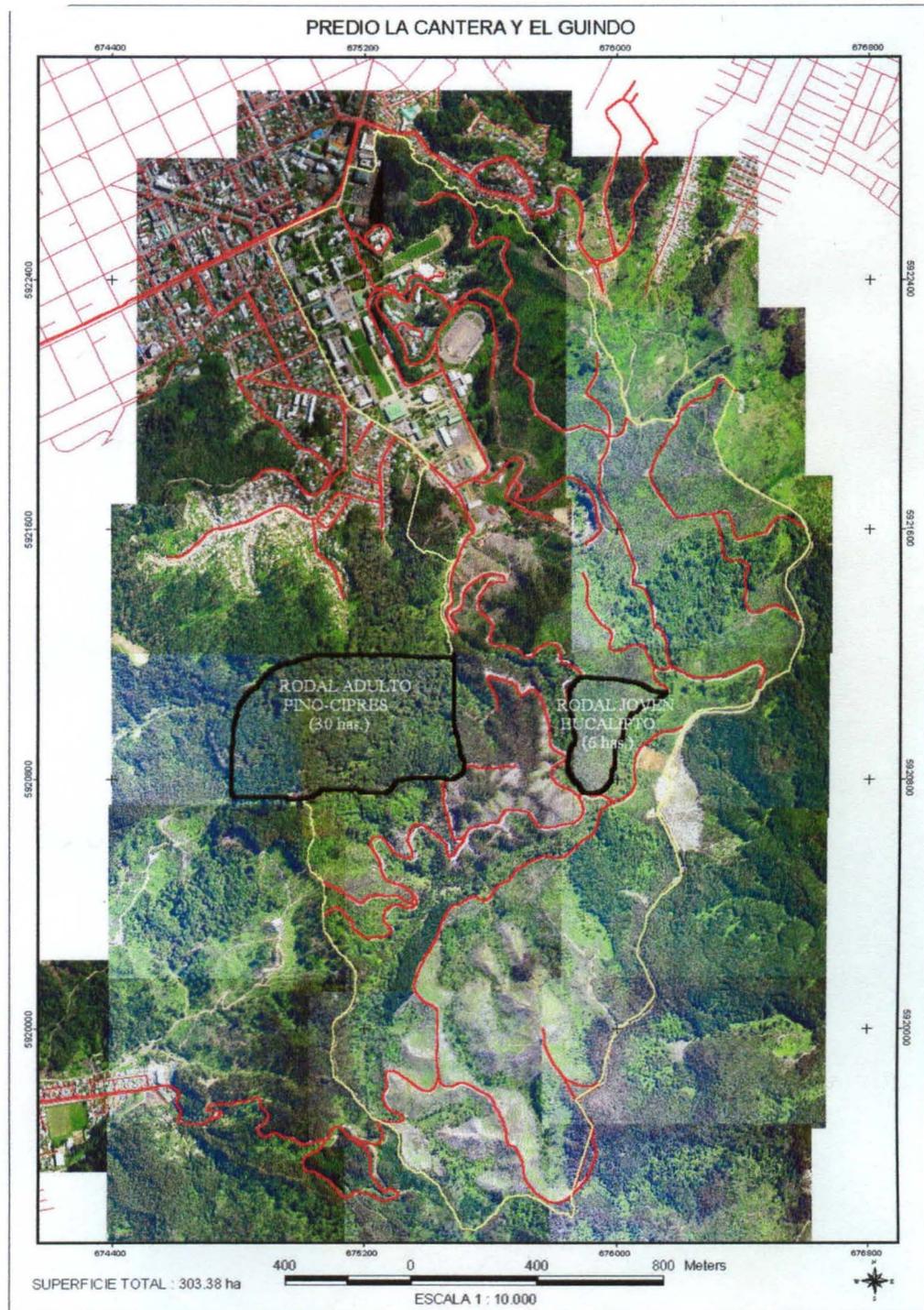


FIGURA 1 B. Ubicación de los rodales estudiados.