



Universidad Austral de Chile  
Facultad de Ciencias Forestales

**Evaluación de crecimiento de una plantación joven en fajas  
con especies nativas en la Cordillera de los Andes de la  
Provincia de Valdivia**

Patrocinante: Sr. Antonio Lara A.

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

**CLAUDIO ANDRES ALVAREZ PACHECO**

VALDIVIA  
2006

## CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

Patrocinante:	Sr. Antonio Lara	<u>6,7</u>
Informante:	Sra. Alicia Ortega	<u>6,6</u>
Informante:	Sr. Pablo Donoso	<u>5,9</u>

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.

---

Sr. Antonio Lara Aguilar

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer a mi familia a mis padres por todo su tremendo esfuerzo y su incalculable cariño que siempre y a pesar de todo me han brindado... muchas gracias. A mi hermano por la inspiración en el planteamiento de metas ambiciosas sólo realizables con el inmenso amor que se tiene por el trabajo... también hermano muchas gracias.

Al señor Antonio Lara por su constante apoyo y valiosos comentarios realizados en el desarrollo de este trabajo. A la señora Alicia Ortega por sus comentarios al trabajo realizado.

A Alejandra Portales por toda su preocupación en la concreción de este trabajo. A Verónica Fredes por su buena onda y buena voluntad ante todas las consultas e impresiones de los avances. A Mirta Valdivia por su buena onda ante todas las consultas realizadas.

No puedo dejar de agradecer a mis amigos los valdivianos con los cuales he contado siempre Mauro (guatón), Rudy (oveja), Leo (corazón de león), Hugo (flaco) y Rodrigo (sapo), gracias por compartir un pedazo de sus vidas con este humilde servidor. A mis queridos amigos forestales Vitoco, Pancho, Hugo (sharzz), José (mora), Marco (torito), Ingrid, Mabel, Eveling y uno que no es forestal pero es como si lo fuera mi correligionario Osvaldo (chiquitito), gracias por pasar tan hermosa e intensa etapa juntos.

En especial a Rodrigo Becerra (sapo) y Don Juan Ávila (Don Juan) por su inmenso apoyo, amistad y buena onda en las complicadas y largas jornadas de terreno en San Pablo de Tregua, de verdad ¡muchas gracias!

Este trabajo de titulación fue financiado gracias al aporte del Inter American Institute for Global Change Reserarch (IAI) proyecto CRN O3 y al núcleo científico milenio FORECOS (MIDEPLAN), proyecto P04-065-F.

*A mis padres por su infinito amor  
y dedicación en todos y cada uno  
de los momentos de mi vida*

## INDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Plantación en fajas	2
2.2 Efectos de la cobertura vegetal	3
2.3 Factores de establecimiento	4
2.4 Caracterización de las especies	5
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	9
3.1 Área de estudio	9
3.1.1 Ubicación	9
3.1.2 Clima	10
3.1.3 Suelos	10
3.1.4 Topografía	11
3.2 Condición inicial de la plantación	11
3.2.1 Diseño de la plantación	11
3.2.2 Antecedentes de la plantación	12
3.3 Método	12
3.3.1 Censo	12
3.3.2 Determinación del grado de cobertura en la interfaja y distancia al borde del bosque	13
3.3.3 Determinación de la calidad	14
3.3.4 Análisis estadístico	14
3.3.5 Análisis espacial	15
4. RESULTADOS	16
4.1 Descripción de las fajas	16
4.2 Descripción de las interfajas	17
4.3 Cobertura de las interfajas y borde del bosque	17
4.4 Supervivencia	18
4.5 Calidad	19
4.6 Análisis de los factores en la calidad	20
4.7 Incremento en altura y diámetro de cuello	21
4.7.1 Incremento en altura	21
4.7.2 Incremento en diámetro de cuello	22
4.7.3 Correlación entre el incremento medio anual en altura y diámetro de cuello	22
4.8 Análisis de los factores en el crecimiento en altura	24
4.8.1 Factor grado de cobertura	24
4.8.2 Factor distancia a la interfaja	25
4.8.3 Factor distancia al borde del bosque	26
4.9 Análisis de los factores en el crecimiento en diámetro de cuello	27
4.9.1 Factor grado de cobertura	27
4.9.2 Factor distancia a la interfaja	28
4.9.3 Factor distancia al borde del bosque	29
4.10 Análisis espacial	30

4.10.1	Crecimiento medio anual en altura	30
4.10.2	Crecimiento medio anual en diámetro de cuello	32
4.11	Asociación entre clase de crecimiento y calidad de las plantas	34
5.	DISCUSIÓN	35
5.1	Sobrevivencia y calidad de las plantas	35
5.2	Crecimiento en altura y diámetro de cuello	36
5.3	Análisis espacial del crecimiento	38
5.4	Relación entre el crecimiento y calidad de las plantas	39
5.5	Recomendaciones para la plantación en fajas	39
6.	CONCLUSIONES	41
7	BIBLIOGRAFÍA	43
	ANEXOS	
1	Abstract	
2	Condición inicial de la plantación, noviembre del año 2001	
3	Matriz de combinación de categorías de sanidad y forma para las plantas de las tres especies estudiadas	
4	Registro de especie, altura, diámetro y coordenadas de los árboles remanentes presentes en las fajas	
5	Grado de cobertura y principales especies de las interfajas	
6	Representación espacial de crecimiento medio anual en altura, diámetro de cuello árboles remanentes y caracterización de interfajas en las ocho fajas de plantación. Para las especies coigüe y raulí	

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Crecimiento medios anuales de plantaciones de raulí ubicadas en la precordillera de los Andes de las Provincias de Valdivia y Cautín	7
Cuadro 2.	Especie, número original de plantas por hilera y por faja en las ocho fajas de plantación	11
Cuadro 3.	Categorías de cobertura en la interfaja de colihue	14
Cuadro 4.	Clasificación de las plantas de coigüe y raulí, según sanidad y forma	14
Cuadro 5.	Categoría de las plantas de avellano según sanidad y forma	14
Cuadro 6.	Análisis estadísticos realizados según especie y factor	15
Cuadro 7.	Características de las fajas evaluadas y número de árboles por especie en cada faja	16
Cuadro 8.	Densidad de plantación, altura total promedio por especie para las ocho fajas evaluadas	17
Cuadro 9.	Valores de probabilidad y número de individuos para calidad de plantas en relación a los factores distancia a la interfaja, al borde del bosque y grado de cobertura	21
Cuadro 10.	Incremento medio anual en diámetro de cuello y altura, según especie para las ocho fajas	21
Cuadro 11.	Diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura y DAC por especie y por faja de plantación	22
Cuadro 12	Estadística descriptiva para las plantas de raulí en el incremento medio anual en altura según grado de cobertura para las fajas 7 y 8	25
Cuadro 13	Estadística descriptiva de las plantas de avellano en el IMA presentes en las fajas 1 a 6	25
Cuadro 14	Estadística descriptiva de las plantas de coigüe según distancia a la interfaja ubicada al noroeste de las fajas 1 y 2	25
Cuadro 15	Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC, para el grupo de plantas de coigüe evaluadas, según distancia a la interfaja ubicada al noroeste de las fajas 1 y 2	28
Cuadro 16	Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC para las plantas de raulí en las fajas 7 y 8	28
Cuadro 17	Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC para el grupo de plantas de avellano en fajas 1 a 6	29
Cuadro 18	Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC para las plantas de coigüe en las fajas 1 a 6	29
Cuadro 19	Ubicación y orientación de áreas de mayor crecimiento medio anual en altura de las plantas de coigüe fajas 1 a la 6	31
Cuadro 20	Ubicación y orientación de las áreas de mayor crecimiento en DAC para las plantas de coigüe de las fajas 1 a 6	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Ubicación del área de estudio	9
Figura 2.	Diagrama ombrotérmico para el periodo agosto 2003 – julio 2004	10
Figura 3.	Esquema y densidad de la plantación	12
Figura 4.	Zona de la interfaja y borde del bosque caracterizado	13
Figura 5.	Porcentaje de superficie según grado de cobertura de las interfajas caracterizadas con un ancho de tres metros desde el borde noroeste de las fajas	18
Figura 6.	Porcentaje de sobrevivencia por especie según faja	18
Figura 7.	Participación según calidad de las plantas de coigüe para las ocho fajas evaluadas	19
Figura 8.	Identificación del sector de las plantas de coigüe dañadas por la nieve	19
Figura 9.	Participación según calidad de las plantas de raulí para las fajas 7 y 8	20
Figura 10.	Participación según calidad de las plantas de avellano para las seis fajas evaluadas	20
Figura 11.	Incremento medio anual en altura para coigüe, avellano y raulí en las ocho fajas evaluadas	21
Figura 12.	Incremento medio anual en DAC para coigüe, avellano y raulí en las ocho fajas evaluadas	22
Figura 13.	Análisis de correlación entre el incremento medio anual en altura y DAC para las plantas de coigüe	23
Figura 14.	Análisis de correlación entre el incremento medio anual en altura y DAC para las plantas de raulí	23
Figura 15.	Análisis de correlación entre el incremento medio anual en altura y DAC para las plantas de avellano	23
Figura 16.	Incremento medio anual en altura de las plantas de coigüe según grado de cobertura dado por las interfajas para las seis primeras fajas	24
Figura 17.	Incremento medio anual en altura de las plantas de coigüe según grado de cobertura dado por las interfajas para las fajas 7 y 8	24
Figura 18.	Zonas con diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura de las plantas de coigüe para las fajas 7 y 8	26
Figura 19.	Incremento medio anual en DAC según grado de cobertura vegetal dado por las interfajas para las plantas de coigüe en las fajas 1 a 6	27
Figura 20.	Incremento medio anual en DAC según grado de cobertura vegetal dado por las interfajas para las plantas de coigüe en las fajas 7 y 8	27



Figura 21	Incremento medio anual en DAC según grado de cobertura vegetal dado por las interfajas para las plantas de raulí en las fajas 7 y 8	28
Figura 22	Zonas con diferencias significativas en el IMA en DAC para las plantas de coigüe en las fajas 7 y 8	29
Figura 23	Crecimiento medio anual en altura, plantas de coigüe en las seis primeras fajas de plantación	30
Figura 24	Crecimientos medios anuales en altura, plantas de coigüe para las fajas 7 y 8	31
Figura 25	Crecimientos medios anuales en altura, plantas de raulí para las fajas 7 y 8	32
Figura 26	Crecimientos medios anuales en DAC en plantas de coigüe en las fajas 1, 2 y 3	32
Figura 27	Crecimientos medios anuales en DAC en plantas de coigüe en las fajas 4, 5 y 6	33
Figura 28	Crecimientos medios anuales en DAC, plantas de coigüe en las fajas 7 y 8	33
Figura 29	Crecimientos medios anuales en DAC, plantas de raulí en las fajas 7 y 8	34

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación fue la evaluación de crecimiento de las especies *Nothofagus dombeyi* (coigüe), *N. alpina* (raulí) y *Gevuina avellana* (avellano) de cuatro años de edad, en ocho fajas de plantación de 8 a 11 m de ancho. Se probó la existencia de diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura, diámetro de cuello (DAC) y calidad de las plantas según grado de cobertura de interfaja, distancia a la interfaja y distancia al borde del bosque. Las mediciones se realizaron en bosques del tipo Coihue-Raulí-Tepa, en el predio San Pablo de Tregua, ubicado en la Cordillera de Los Andes (39°30' S) a una altitud de 650 m s.n.m. Para el análisis se realizaron las pruebas estadísticas de ANOVA y *t* de *student* en el caso del crecimiento y la prueba de Kruskal-Wallis para la calidad. En la identificación de la distribución de áreas de mayor crecimiento espacial en cada una de las ocho fajas evaluadas para coigüe y raulí se presentaron gráficas de dos dimensiones, utilizando para ello el programa Surfer 8.0

Los resultados indicaron un mayor crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello de las plantas de coigüe en condiciones de mayor exposición al sol dada por un menor grado de cobertura y una distancia mayor a 30 m del borde del bosque ( $P < 0,05$ ). Para la distancia a la interfaja, no se encontraron diferencias significativas a una mayor exposición al sol. Raulí presentó diferencias significativas en el incremento medio anual en diámetro de cuello creciendo más las plantas con una mayor exposición al sol ( $P < 0,05$ ), mientras que para la altura no se encontraron diferencias significativas en los factores analizados. Avellano no presentó diferencias significativas en el crecimiento en altura y diámetro en ninguno de los factores analizados. En relación a la calidad de las plantas se encontraron diferencias significativas sólo en las plantas de coigüe en las fajas 7 y 8 para el factor grado de cobertura de interfaja. En el análisis espacial se encontraron coincidencias en las áreas de mayor crecimiento en altura y diámetro de cuello para las plantas de coigüe y raulí. Sin embargo, la respuesta en altura abarcó una mayor superficie que el crecimiento en DAC el que presentó una respuesta más gradual ante una menor cobertura. En general se observa una coincidencia en la distribución espacial de las áreas de mayor crecimiento (coigüe  $r = 0,62$  y raulí  $r = 0,70$ ) y se identifica una relación entre un mayor crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello y menor grado de cobertura dada por la vegetación de interfaja.

De las especies evaluadas coigüe presentó los mayores valores de sobrevivencia (superiores a 90%) y crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello. Por otro lado avellano presentó los menores niveles de sobrevivencia, debido presumiblemente a una procedencia de semillas de menor altitud al área de estudio. Además, se determinó que la técnica de plantación en fajas resultó adecuada en la restauración ecológica de bosques del tipo Coihue-Raulí-Tepa degradados por tala con fines madereros.

Palabras clave: Plantación en faja, *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus alpina*, *Gevuina avellana*.

## 1. INTRODUCCIÓN

Entre las especies nativas, las del género *Nothofagus* concitan el mayor interés desde el punto de vista silvicultural (Donoso *et al.*, 1999). *Nothofagus dombeyi* (coigüe) y *Nothofagus alpina* (raulí) son consideradas las de mayor potencial productivo en nuestro país. *Gevuina avellana* (avellano) no es una especie de rápido crecimiento como las anteriores, sin embargo, representa una alternativa para el repoblamiento de bosques alterados. Por lo anterior la evaluación del crecimiento de estas especies, resulta muy importante en las decisiones silviculturales futuras así como en la elección de especies adecuadas para utilizar en sucesivas plantaciones.

Para el desarrollo de las actividades silviculturales en Chile se necesita evaluar las distintas técnicas de manejo. Entre ellas se encuentran el enriquecimiento de bosques alterados a través de plantaciones en claros o huecos, plantaciones a campo abierto, o bien el establecimiento de plantaciones con especies nativas en fajas. La confección de fajas permite plantaciones con distribución regular que facilitan las operaciones de manejo de la plantación y permiten homogeneizar el desarrollo de las plantas (Donoso *et al.*, 1999).

Las plantaciones con especies nativas tienen cada vez mayor importancia, puesto que el aprovechamiento histórico del bosque nativo sin un adecuado manejo, ha provocado el establecimiento de especies arbustivas pioneras como *Chusquea culeou* (colihue), las cuales forman densas poblaciones las que retardan e inhiben la regeneración de plantas arbóreas nativas. Es por esto que las plantaciones con plantas de especies nativas, son una buena alternativa para la restauración ecológica y la recuperación productiva de los bosques nativos. La restauración y enriquecimiento de estos ecosistemas forestales alterados, a una escala regional, tendría un impacto social, económico y ambiental muy positivo, ya que incorporaría extensas superficies alteradas y de baja productividad al manejo forestal nacional (González *et al.*, 1997).

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo general evaluar el crecimiento de una plantación en fajas ubicada en el predio San Pablo de Tregua, después de cuatro años del establecimiento la cual tiene su origen luego de la corta de una densa población de colihue que dominaba la zona antes de la plantación. Los objetivos específicos de estudio son:

- Evaluar sobrevivencia de las plantas de las diferentes especies.
- Determinar diferencias en la calidad de las plantas en relación a los factores grado de cobertura vegetal, distancia a la interfaja y distancia al borde del bosque.
- Determinar diferencias en el crecimiento en altura y diámetro de cuello de las plantas derivados de la posición espacial con respecto a la interfaja, al grado de cobertura vegetal y distancia al borde del bosque.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Plantación en fajas

El enriquecimiento en fajas es el método más extendido en bosques que mantienen gran parte de su cobertura. Por tal motivo, ha sido muy utilizado en las selvas tropicales de Asia, África y América. Corresponde a un diseño longitudinal donde los ejemplares se plantan en una o más hileras, en fajas previamente despejadas de vegetación, de 2 a 10 m de ancho, abiertas al interior del bosque, en forma paralela y equivalente cada 20 o más metros. De este modo, los ejemplares plantados reciben protección lateral (Hernández y Vita, 2004). Quintero (1995), señala que el enriquecimiento en fajas es un método utilizado en lugares donde la regeneración natural de las especies comerciales no se establece o lo hace de una manera muy deficiente. Según Hawley y Smith (1972) una ventaja silvícola que presenta este sistema es la generación de condiciones ambientales más diversas, de acuerdo a la distancia al borde del bosque protector. Esto permite el desarrollo de especies de distinto nivel de tolerancia a la sombra.

Donoso *et al.*, (1999) indican que al establecer plantaciones, por sus implicaciones biológicas, técnicas y económicas, requiere identificar los factores y objetivos de producción, así como los costos relacionados, de tal manera de hacer plenamente efectivos y eficientes los esfuerzos puestos en su planificación y gestión. Señalan como objetivo de producción, tratándose de plantaciones con especies como raulí, roble y coigüe, prioritariamente la obtención de madera de calidad, que haga posibles variados usos y genere ingresos de acuerdo a estas características.

Son pocas las experiencias en Chile en las que se ha evaluado el crecimiento de plantaciones en fajas. Además de esto existe información restringida hacia el usuario o de poca divulgación que dificultan el acceso a la información de este tipo de experiencias en los bosques de nuestro país. Una de estas experiencias es la tesis de grado de Torres (1996), en la cual analiza el crecimiento de las especies *Nothofagus obliqua* (roble), *N. alpina* (raulí) y *N. dombeyi* (coigüe), en los fundos “Las Palmas” y “Los Senderos” ubicados a 20 km al norte y 7,5 km al sur de la ciudad de Valdivia. Para coigüe señala que a pesar de ser considerado como una especie intolerante a la sombra y conocidas características de pionera, es capaz de crecer, sobrevivir y mejorar su calidad bajo un dosel semidenso aprovechando la protección que éste le brinda. Esto hace interesante su utilización en zonas degradadas e invadidas por especies de menor valor económico, enriqueciendo en fajas o en huecos. El mismo autor señala que las condiciones de menor luminosidad de la faja inducen a especies intolerantes a la sombra a desarrollarse en altura, para así alcanzar los niveles más altos del dosel. Para raulí indica que las respuestas en los parámetros de crecimiento en altura y diámetro de cuello de las plantas ubicadas en fajas fue menor respecto a aquellas ubicadas en la situación de campo abierto.

Experiencias realizadas en países como Perú y Costa Rica (Ocaña-Vidal 1992; Dykstra y Heinrich, 1992) plantean que el método en fajas presenta importantes ventajas ecológicas, genera condiciones adecuadas para la regeneración del bosque

y tiene efectos positivos de significación en los rendimientos y reducción de costos. Quintero (1995), señala que el enriquecimiento en fajas ha sido uno de los métodos que más se ha empleado en las selvas de las regiones tropicales y que tienen por finalidad aumentar el valor económico del bosque, mediante la plantación de individuos pertenecientes a especies valiosas o comerciales.

Asimismo la intervención para la plantación en fajas, en los bosques tropicales, favorece a unas pocas especies animales, por la mayor disponibilidad de alimento que generan ciertas plantas pioneras, pero la gran mayoría de las especies que dependen de las condiciones encontradas en bosques primarios ven reducidas sus poblaciones. Esto puede tener efectos secundarios sobre el bosque remanente, ya que desaparecen elementos clave en los procesos de dispersión de semillas y micorrizas, polinización y control de insectos (Mason, 1996; Ochoa, 2000; Bevilacqua *et al.*, 2002).

## **2.2 Efectos de la cobertura vegetal**

La cobertura es un factor que se puede modificar en un sitio con el objeto de favorecer las características del microclima. La vegetación es capaz de producir modificaciones de gran importancia ecológica en la intensidad luminosa, contribuyendo en gran medida junto con la topografía, a la creación de microclimas (Donoso, 1981). Este mismo autor señala que mientras más densa la vegetación, menor es la intensidad luminosa bajo ella.

Por su parte Hernández y Vita (2004), indican que en los proyectos de forestación es importante evaluar la adaptabilidad de la especie a plantar al sitio donde se va a llevar a cabo la operación. La heterogeneidad en la disposición de la vegetación en bosques fragmentados genera una gran diversidad de condiciones locales de cobertura y estratificación vertical, lo que se traduce, a su vez, en múltiples tipos de microhábitat. El microhábitat o microsítio se puede considerar como un subconjunto del ecosistema, el que se diferencia de los demás por pequeñas variaciones de los factores que definen al sitio como tal. De este modo, se pueden producir cambios a nivel del terreno y a nivel de la vegetación natural. En el primer caso, las variaciones más frecuentes ocurren en la exposición, pendiente, microrrelieve y ubicación fisiográfica. En el segundo caso, los cambios se presentan en el tipo de cobertura (árbol, arbusto), características de la copa (densidad, persistencia), altura del inicio de la copa desde el suelo, ubicación de la planta en relación al ejemplar que le proporciona protección o competencia. Estas variaciones tienen un efecto muy marcado en el comportamiento de las variables ambientales y, como resultado de ello, en el prendimiento, sobrevivencia y desarrollo de las plantaciones.

El efecto de la cobertura vegetal que ofrece una protección lateral al desarrollo de las plantas establecidas en la faja, determina que factores ecológicos incidan en el crecimiento de los árboles plantados. A continuación se enuncian y desarrollan los factores ecológicos que pueden afectar el buen establecimiento y desarrollo de plantaciones en fajas según Otero *et al.*, (1994), quienes midieron efectos ambientales de cortas de protección en fajas en bosques nativos adultos del tipo

forestal Coigüe-Raulí-Tepa, en la comuna de Panguipulli, Provincia de Valdivia, y Quintero (1995), quién plantea estos factores como aquellos que inciden principalmente en los bosques de los Llanos occidentales de Venezuela.

Luz: este factor es determinante en el crecimiento de las plantas y es el factor sobre el cual la silvicultura puede influir en mayor grado. Al realizar una corta en fajas como resultado directo de la mayor intensidad de luz provocada por la corta, se genera un aumento de las temperaturas del aire en las fajas con respecto al bosque original.

Suelo: en general el suelo no es muy susceptible a la modificación salvo en casos especiales, por lo que a menudo no es considerado en mayor grado este factor, excepto para la clasificación para selección de sitio a plantar o en la selección de especies para diferentes sitios. En las cortas en fajas la mayor radiación y temperatura del aire generada por la intervención, aumenta la temperatura del suelo en todas las fajas con respecto al bosque original. Además, existe un aumento en la tasa de descomposición del mantillo, acelerando la liberación de nutrientes que pueden ser aprovechados por la plantación.

Humedad: el impacto de las fajas sobre la humedad relativa del aire, es relativamente bajo con respecto al bosque original, debido a la interfaja de protección, la cual mantiene un cierto nivel de humedad en el aire originado en la evapotranspiración del bosque.

Competencia: la silvicultura es la encargada de mantener la plantación, esto se logra mediante la eliminación o reducción de la competencia por luz, nutrientes y humedad y espacio entre los árboles introducidos y la vegetación natural existente e invasora. Si el material de plantación es de buena calidad (vigoroso y resistente) su crecimiento inicial posiblemente será rápido y pronto dominará a la maleza. Si esto no sucede, el individuo será dominado por el agresivo crecimiento de las invasoras y será eliminado.

### **2.3 Factores de establecimiento**

Al establecer una plantación es importante lograr un alto porcentaje de prendimiento o sobrevivencia y un crecimiento inicial rápido y vigoroso, para disminuir los costos iniciales y obtener incrementos anuales significativos en la etapa de formación del bosque (Donoso *et al.*, 1999).

El éxito de la plantación estará fuertemente influido por la capacidad de establecerse y tener un buen crecimiento inicial que le permita generar un buen crecimiento radicular y foliar. Por lo tanto, el sitio, los tratamientos de preparación y acondicionamiento del terreno de plantación, las características de las plantas así como su época, técnicas y densidades de plantación determinarán el desarrollo inicial y posterior de la plantación. Otros factores a considerar son la fertilización, aplicación de biocidas y desbroces (Donoso *et al.*, 1999).

Por su parte Quintero, (1995) discute sobre los distintos factores silviculturales que pueden estar afectando el buen establecimiento y desarrollo de plantaciones en fajas en bosques tropicales, que también son válidos para la experiencia en bosques templados, indicando los siguientes: selección de especie, crecimiento inicial y cuidados culturales.

**Selección de especie:** las especies utilizadas deben ser de rápido crecimiento, especialmente el inicial, del tipo “oportunista”. Estas especies son definidas como aquellas que poseen la virtud de germinar en la oportunidad de un claro producido por la caída de un árbol o efecto natural. La mala formación de los fustes puede resultar a causa de la desviación por búsqueda de luz, por lo cual las especies introducidas preferiblemente deben tener crecimiento recto. La especie introducida debe tener capacidad de soportar intensa competencia radicular.

**Crecimiento inicial:** la mayor limitación de este método es la frecuencia y el largo periodo de los cuidados culturales. En lo posible hay que lograr un crecimiento inicial rápido para reducir los costos de mantenimiento. Ello se puede lograr en gran parte, creando condiciones de luz favorables según la exigencia de la especie.

**Cuidados culturales:** si éstos se realizan eficazmente y con la frecuencia adecuada seguramente se tendrá éxito, sin olvidar que gran parte de los costos de la plantación son constituidos por éstos. Si mediante regeneración natural se desarrollan árboles deseables en las fajas de enriquecimiento éstos pueden ser dejados. De lo contrario, eliminarlos antes que comiencen a competir con los árboles introducidos.

Nyland (1996), señala como un factor importante en el establecimiento de plantaciones la época en que se realiza la plantación, recomendando realizarla desde mediados de otoño hasta mediados de invierno. Además, indica como esencial el uso de las plantas en reposo vegetativo y condiciones de baja temperatura, lluvia o alta humedad ambiental y del suelo. Por su parte Donoso *et al.*, (1991 a y b) plantean para las especies raulí y coigüe de junio hasta finales de agosto como fecha de plantación en la Décima Región andina.

Donoso *et al.*, (1999) señalan que si una plantación se establece con plantas de buena calidad, aumentan las posibilidades de que los individuos del rodal futuro también lo sean. Además, señalan que al establecerse en terreno las plantas, deberán tener un sistema radicular apropiado para tener estabilidad de posición y potenciar una buena absorción de agua y nutrientes que ayuden a enfrentar con éxito las sequías de verano. En plantaciones en fajas y con competencia eventual por parte de las especies del sotobosque será conveniente usar plantas con una altura mínima de 0,8 m y, posiblemente, hasta 1,6 m sin afectar su adaptación.

## **2.4 Caracterización de las especies**

**Coigüe:** En el hábitat en el que se distribuye *N. dombeyi*, la humedad disponible en el suelo durante todo el año es un factor muy determinante del medioambiente. Por otro lado presenta un amplio rango de tolerancia a extremos de temperatura, lo que

le permite ser capaz de crecer a mayores altitudes y también a bajas altitudes con temperaturas más altas, siempre que las condiciones de humedad en el suelo sean altas o adecuadas. Del mismo modo es capaz de desarrollarse en suelos pobres, o superficiales, lo que amplía su rango de tolerancia (Donoso *et al.*, 2004).

Vita (1977), presenta los primeros antecedentes de crecimiento para coigüe señalando incrementos medios en DAP de 2,0 cm/año para una plantación de 13 años con un espaciamiento de 1,5 x 1,5 m. Plantaciones de 9 y 14 años de edad ubicadas en el área de Frutillar presentan crecimientos en altura que superan los 0,5 m al año.

En la Cordillera de la Costa, coigüe ha mostrado al igual que raulí mayores niveles de sobrevivencia y de crecimiento en altura al plantarse en fajas en relación a campo abierto (Torres, 1996). En el sector de Morrompulli en la Cordillera de la Costa de Valdivia, la evaluación de una plantación en dos sectores con una densidad de 3.881 y 2.389 árboles por ha, a los nueve años de edad, presentan los siguientes crecimientos medios anuales respectivamente: DAP 0,98 y 1,13 cm, altura 1,13 y 1,17 m, en área basal 2,63 y 2,18 m<sup>2</sup>/ha y volumen 11,91 y 9,04 m<sup>3</sup>/ha. Una plantación de coigüe en el fundo Las Palmas, a una densidad inicial de 999 árboles por ha, a los 18 años de edad, presenta los siguientes crecimientos medios: DAP 1,03 cm, altura 1,06 m, área basal 1,49 m<sup>2</sup>/ha y volumen 11,01 m<sup>3</sup>/ha (Maureira, 1995). En el sector de Panguipulli en la Cordillera de los Andes una plantación con una densidad de 1.900 árboles por ha, a los 15 años de edad presenta los siguientes crecimientos medios anuales: DAP 1,15 cm, altura 0,96 m, área basal 3,31 m<sup>2</sup>/ha y volumen 20,48 m<sup>3</sup>/ha (Donoso *et al.*, 1999).

Donoso *et al.*, (1993a), señalan un crecimiento mayor de coigüe en los primeros 10 años, respecto de raulí y roble. Asimismo indican que los mejores crecimientos en diámetro y en altura observados en coigüe, sumados a la menor mortalidad natural de esta especie respecto de raulí y roble, se reflejan también en los mejores crecimientos volumétricos. Al comparar plantaciones con niveles de densidad y edades similares, los crecimientos en volumen de coigüe son aproximadamente un 40 a 60% superiores a los crecimientos de las plantaciones de raulí y roble (20 versus 14 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente).

Por otra parte dentro de las actividades de manejo de plantaciones jóvenes de coigüe, se señala a esta especie con una fuerte tendencia a la bifurcación o doble flecha, factor fundamental de considerar en plantaciones con densidades iniciales en que los árboles crecen relativamente libre hasta al menos los cinco primeros años (Donoso *et al.*, 1999).

**Raulí:** La distribución de raulí en Chile y Argentina abarca desde los 35° hasta los 41° latitud sur. En Chile donde la distribución es más extensa, crece tanto en la Cordillera de los Andes como en la Cordillera de la Costa. La distribución ecológica de *N. alpina* está condicionada por factores ambientales como la temperatura, las precipitaciones y el sitio. Esto determina que su presencia en la región mediterránea sea más bien escasa y limitada, en general a una franja altitudinal en la Cordillera de



los Andes entre 600 y 1.200 m aproximadamente (Gallo *et al.*, 2004). Hacia el sur en territorio chileno se encuentra en forma continua entre los 500 y los 1.000 m de altitud aproximadamente (Burschel *et al.*, 1976). Araya y Oyarzún (2000) indican para las regiones Octava, Novena y Décima como rango de distribución altitudinal los 600 a 1.400 m s.n.m. En tanto que en territorio argentino ocupa principalmente la franja altitudinal entre los 800 y 1.000 m, aunque en algunos sitios desciende hasta los 650 m estableciéndose junto a *Nothofagus obliqua* (Gallo *et al.*, 2004).

Donoso *et al.*, (1993b) señalan que el rango de distribución óptima de raulí, es decir donde alcanza un mejor desarrollo y rápido crecimiento, se sitúa en las Provincias de Malleco y Cautín. Grosse y Quiroz (1999), para un ensayo de procedencias establecido en la precordillera andina, indican que la mitad de las plantas superan los cuatro metros de altura a los cuatro años de edad. Además, concluyen que raulí y coigüe crecen vigorosamente ya durante los primeros diez años de existencia, por lo que sugieren aplicar clareos, raleos y podas en este periodo con el objetivo de optimizar el crecimiento de los mejores individuos y la obtención de madera libre de nudos.

Donoso *et al.*, (1993a), evaluaron un total de 18 plantaciones de especies nativas de los cuales 12 son plantaciones puras de raulí y 11 de ellas están ubicadas en sectores precordilleranos de la Provincia de Valdivia y una en la Provincia de Cautín (Cuadro 1).

Cuadro 1. Crecimiento medios anuales de plantaciones de raulí ubicadas en la precordillera de los Andes de las Provincias de Valdivia y Cautín.

Localidad	Edad (años)	Densidad (arb/ha)	Crecimiento medio anual			
			DAP (cm)	Altura (m)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
Riñihue	13	2.650	0,86	0,93	2,25	13,83
Quechumalal 3	17	1.157	0,90	0,75	1,34	8,30
Quechumalal 2	16	1.500	0,84	0,92	1,31	8,92
Enco	15	671	1,18	0,86	1,20	7,60
Chan-Chan	18	1.111	1,02	0,73	0,68	10,99
Quechumalal 4	14	1.780	0,89	0,87	1,88	12,05
Rucatayo	10	1.193	0,92	0,84	0,85	3,49
R. Chico	15	1.868	0,67	0,64	1,17	5,52
Molco	14	2.000	0,88	0,75	1,75	9,05
Remeco	15	3.333	0,85	0,73	3,07	16,54
Quechumalal 5	17	531	0,82	0,74	--	--
El Volcán	38	876	0,68	0,49	1,26	9,37

Fuente Donoso *et al.*, (1993a).

Donoso *et al.*, (1999) al referirse a las plantaciones de raulí indican como los sectores de mejor crecimiento la precordillera y Cordillera de Los Andes, observándose menores crecimientos en la Cordillera de la Costa y Valle Central de las Provincias de Cautín y Valdivia. Además, señalan que las plantaciones han sido establecidas a campo abierto lo que influye fuertemente en el crecimiento y sobrevivencia de raulí en sectores de la Cordillera de la Costa y Valle Central de

estas Provincias. Por esta razón, recomiendan establecer las plantaciones bajo una cobertura arbórea de un 30% aproximadamente, o bien en fajas entre la vegetación arbustiva propia de sectores alterados, con abundancia de *Chusquea quila* (quila) o colihues, *Aristotelia chilensis* (maqui), *Ugni molinae* (murta) y algunas Proteáceas.

**Avellano:** es una planta endémica de los bosques costeros templados lluviosos, pertenecientes a un género monoespecífico de la familia *Proteaceae*, que se distribuye en Chile entre los 35° y los 44° S y desde el nivel del mar hasta los 700 m de altitud (Donoso, 1978).

En términos generales se puede definir a *G. avellana* como una especie muy plástica en cuanto a las condiciones de medio ambiente en que crece (luz, suelo, competencia). Aún cuando su mayor presencia y variabilidad se encuentra en los bosques Siempreverde de Chile es considerable la variación de microclimas y suelos en las que se establece. Es común encontrarla formando parte de los doseles intermedios o inferiores de distintos tipos de bosques, pudiendo establecerse como colonizadora a plena luz. Esta especie se presenta en el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, con alta frecuencia, especialmente en altitudes bajas y medias y en bosques alterados. También se encuentra en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa, pero principalmente cuando este tipo forestal ha logrado mantenerse como tal a altitudes medias, bajo los 1.000 m de altura (Donoso *et al.*, 2004).

Según Donoso *et al.* (1992), el clima necesario para esta especie debe ser templado húmedo mediterráneo, con verano seco (500 - 1.000 mm anuales) en su distribución septentrional y templado húmedo lluvioso (3.000 - 4.000 mm anuales) en su área austral. Crece bajo régimen de temperaturas cálidas a muy bajas y tolera situaciones expuestas al sol, viento y heladas (Halloy *et al.*, 1996). Con respecto a la luminosidad una de las características de esta especie es su adaptabilidad a diferentes condiciones, lo que le permite comportarse como especie intolerante tanto como semitolerante (Donoso *et al.*, 1992).

### 3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación

El área de estudio se encuentra en el predio San Pablo de Tregua, ubicado en la Cordillera de Los Andes en la comuna de Panguipulli perteneciente a la Provincia de Valdivia entre los paralelos  $39^{\circ} 30' - 39^{\circ} 38'$  de latitud sur, y los meridianos  $72^{\circ} 02' - 72^{\circ} 09'$  de longitud oeste, y altitudes entre los 550 y 1.600 m s.n.m. aproximadamente (Figura 1). Específicamente el área a evaluar se encuentra a una altitud de 650 m s.n.m. en donde los bosques naturales pertenecen al tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa.

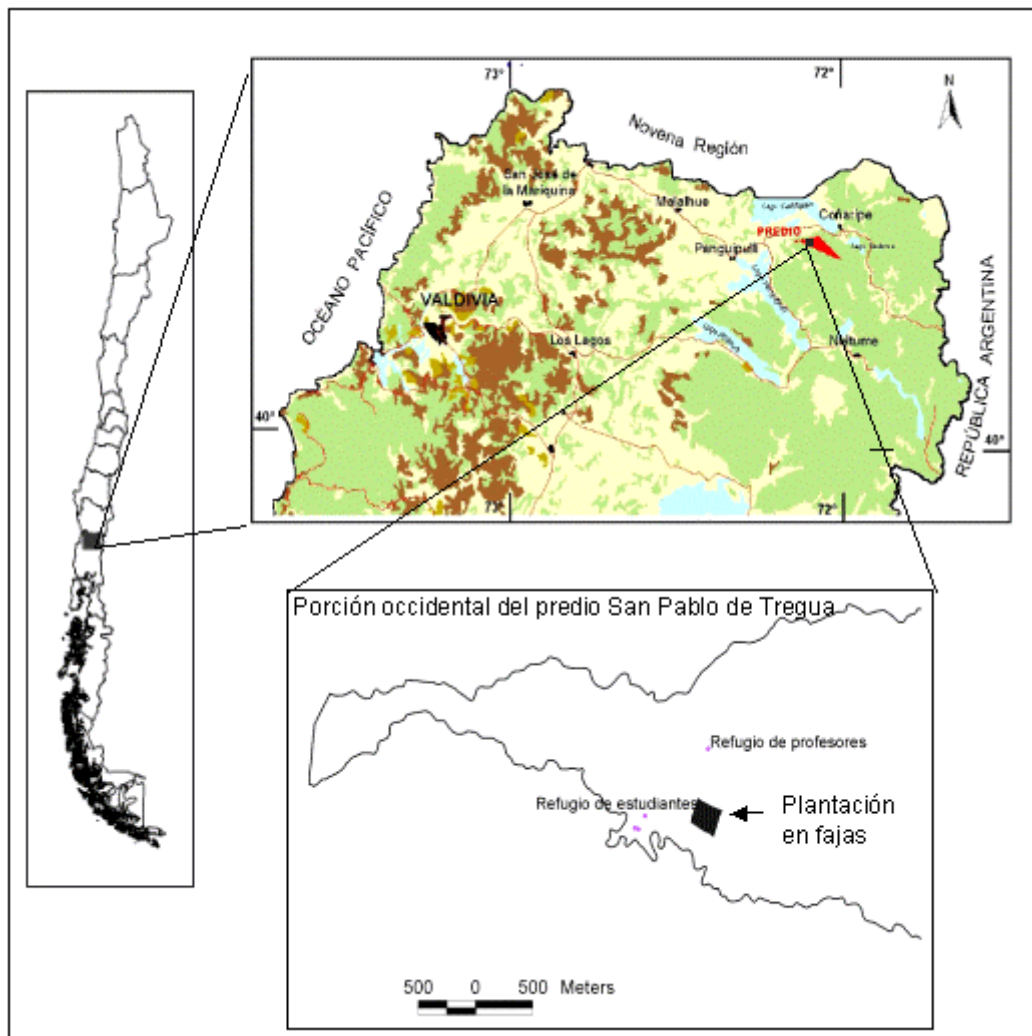


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

### 3.1.2 Clima

El clima del lugar se caracteriza por una alta precipitación anual, veranos muy cortos y secos, e inviernos húmedos. Se clasifica en el sistema Köppen como un clima oceánico costero, con una suave influencia mediterránea. La temperatura anual promedio es de 11° C, la temperatura mínima promedio del mes más frío (agosto) es 5° C y la máxima promedio del mes más cálido (febrero) es 20° C. El número de heladas al año varía entre 30 y 50. La pluviosidad es alta, anualmente precipitan 4.000 a 5.000 mm. En invierno se producen comúnmente precipitaciones sólidas (nieve). Sobre los 1.000 m s.n.m. la mayor parte de las precipitaciones de invierno es en forma de nieve (Lara *et al.*, 2002). A partir de diciembre del año 2002 la Universidad Austral de Chile ha registrado el nivel de precipitaciones caídas en el predio San Pablo de Tregua. En el caso de la temperatura existen datos desde agosto del año 2003. En la Figura 2 se presentan la precipitaciones totales mensuales y las temperaturas medias mensuales entre agosto del año 2003 y julio del año 2004. Las precipitaciones durante este periodo ascendieron a los 3.736 mm.

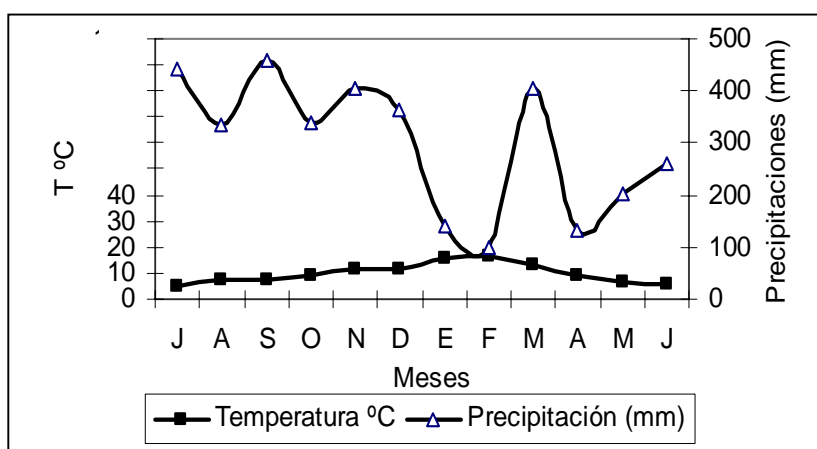


Figura 2. Diagrama ombrotérmico para el periodo agosto 2003 – julio 2004.

FUENTE: Elaborado por el autor a partir de datos proporcionados por Pröschle, J.<sup>1</sup>

### 3.1.3 Suelos

El lugar donde se realizó el estudio presenta suelos derivados de cenizas volcánicas modernas, correspondientes a la serie Liquiñe, suelos estratificados, moderadamente profundos a profundos de pendientes escarpadas, en posición de cerros de la Cordillera de Los Andes. Presenta alto contenido de gravas pumícitas y de drenaje bueno a excesivo (Mella y Kühne, 1985).

La serie Liquiñe se presenta a altitudes entre los 300 y 1.000 m s.n.m., es de textura superficial franco arenosa fina y color pardo oscuro en el matiz 7.5 YR en profundidad. El sustrato está constituido por pómez fuertemente meteorizada. La topografía dominante es de cerros con pendientes de 30 a 50%, existiendo también áreas fuertemente onduladas con pendiente de 15 a 20% (CIREN, 2001).

<sup>1</sup> J. Pröschle, Ing. Agrónomo Instituto de Geociencias, UACH. Comunicación personal, 2005.

### 3.1.4 Topografía

La configuración general del terreno es de tipo montañoso y de topografía compleja, aunque existe una pequeña superficie de terrenos planos (Lara *et al.*, 2002). Específicamente el área de estudio se encuentra en una ladera de exposición constante sur-oeste 210° y una pendiente que fluctúa entre los 3° y 14°.

## 3.2 Condición inicial de la plantación

### 3.2.1 Diseño de la plantación

Las ocho fajas de plantación estudiadas poseen una superficie total aproximada de 1,3 hectáreas, de las cuales 0,6 corresponden a la superficie efectivamente plantada con especies nativas y el resto corresponde a la zona ubicada entre fajas (interfajas). Estas últimas comprenden anchos de 7 a 10 m dominadas por colihue seco y rebrotes de esta misma especie que han colonizado estas zonas después de una floración masiva ocurrida el año 2001.

Para establecer la plantación se llevaron a cabo labores de corta de colihue seco ordenando los desechos en pilas a los lados de las interfajas, construyendo fajas con anchos de 8 a 11 m, en el sentido de la pendiente y en forma paralela entre sí. El detalle del número de plantas por especie de cada una de las fajas se encuentra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especie, número original de plantas por hilera y por faja en las ocho fajas de plantación.

Faja N°	hilera	coigüe	avellano	Total	Faja N°	hilera	coigüe	avellano	raulí	Total
<b>1</b>	1	19	--	77	<b>5</b>	1	--	14	--	65
	2	20	--			2	14	1	--	
	3	19	--			3	17	1	--	
	4	19	--			4	1	17	--	
<b>2</b>	1	10	19	106	<b>6</b>	1	--	14	--	51
	2	25	--			2	11	--	--	
	3	25	--			3	12	--	--	
	4	27	--			4	--	14	--	
<b>3</b>	1	--	29	105	<b>7</b>	1	31	7	17	259
	2	24	--			2	24	12	17	
	3	27	--			3	29	8	20	
	4	--	25			4	32	3	19	
<b>4</b>	1	--	18	80	<b>8</b>	1	7	--	39	202
	2	17	1			2	47	--	6	
	3	21	1			3	36	--	9	
	4	--	22			4	6	--	42	

FUENTE: Elaborado por el autor a partir de datos proporcionados por Altamirano A.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> A. Altamirano. Ingeniero Forestal. Encargado de las labores de establecimiento de la plantación. Comunicación personal, 2005.

La plantación fue realizada el año 2001, a principios del mes de agosto. Todas las fajas presentan cuatro hileras de plantación, el esquema para las dos hileras centrales es de 2 x 2 a 3 x 3 m. Las hileras laterales están ubicadas a un metro de la interfaja de colihue y dos a tres metros de las hileras centrales (Figura 3).

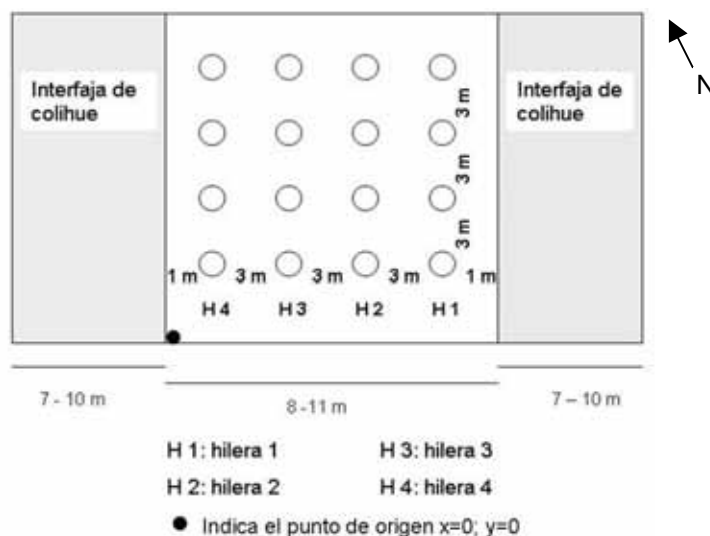


Figura 3. Esquema y densidad de la plantación.

### 3.2.2 Antecedentes de la plantación

Las plantas de coigüe provienen del vivero de la escuela People Help People, ubicada en la comuna de Panguipulli y corresponden a plantas cultivadas a raíz desnuda del tipo 2-0. La procedencia de las semillas es la Cordillera de los Andes de la Provincia de Valdivia. Las plantas de raulí provienen del vivero del Instituto Forestal de Valdivia, fueron cultivadas en contenedores y son del tipo 2-0. Las plantas de avellano provienen del vivero del Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral de Chile, corresponden a plantas cultivadas a raíz desnuda del tipo 2-0. Antecedentes sobre la procedencia de las semillas de raulí y avellano no se registraron en la época de establecimiento de la plantación. Más antecedentes sobre la condición inicial de la plantación se presentan en el Anexo 2. Los tratamientos para evitar el establecimiento y competencia de especies arbustivas y herbáceas en la plantación son el roce manual, realizado en el verano del año 2003 y la aplicación del herbicida *Galant plus* en una dosis de 3 lt/ha en el verano del año 2005.

## 3.3 Método

### 3.3.1 Censo

Para la evaluación del crecimiento de las plantas, se realizó un censo a ocho fajas de plantación en los meses de agosto y octubre de 2005, considerando las variables: especie, diámetro a la altura del cuello (DAC), altura total, sanidad, forma y se determinó la sobrevivencia, expresada porcentualmente la que se obtuvo por medio de la contabilización inicial y final de plantas por especie. Para determinar la posición

espacial de las plantas y de los árboles remanentes presentes en cada una de las fajas, se extendió una huincha de distancia en el sentido longitudinal entre las hileras 1 y 2 (posteriormente 3 y 4) y otra en sentido transversal tomando como origen (coordenadas X=0 e Y=0) el borde noroeste de la faja de plantación. Esto permitió generar un plano identificando la especie y la distancia a la interfaja de colihue (Figura 3). Esta distancia fue medida buscando determinar el efecto de la exposición al sol de las plantas, a través del grado de protección lateral entregada por la interfaja.

### 3.3.2 Determinación del grado de cobertura en la interfaja y distancia al borde del bosque

Para determinar la importancia del grado de cobertura de la vegetación en la interfaja de colihue en el crecimiento en diámetro de cuello y altura de las plantas, se caracterizó la interfaja a través de un transecto longitudinal considerando tres metros desde el borde noroeste de la faja hacia el interior de la interfaja (Figura 4). Además, se registraron los árboles presentes en la zona de la interfaja caracterizada midiendo las variables: especie, DAP y altura total. El registro del grado de cobertura de la vegetación de interfaja, se determinó tomando el mismo punto de origen que el empleado para la generación del plano con la ubicación de las plantas en las fajas de plantación. De este modo, se determinó el grado de cobertura de la vegetación de interfaja que tenía al frente cada una de las plantas evaluadas.

Para determinar el efecto de la distancia al borde del bosque en el extremo superior de la faja se caracterizó el grado de cobertura de la vegetación, a través de un transecto transversal de tres metros de ancho desde el borde superior de la faja hacia el interior del bosque (Figura 4). En el límite inferior de las fajas existen sectores cubiertos de matorrales de colihue, praderas y bosques abiertos que no forman un borde discreto por lo que no se efectuaron mediciones en este extremo.

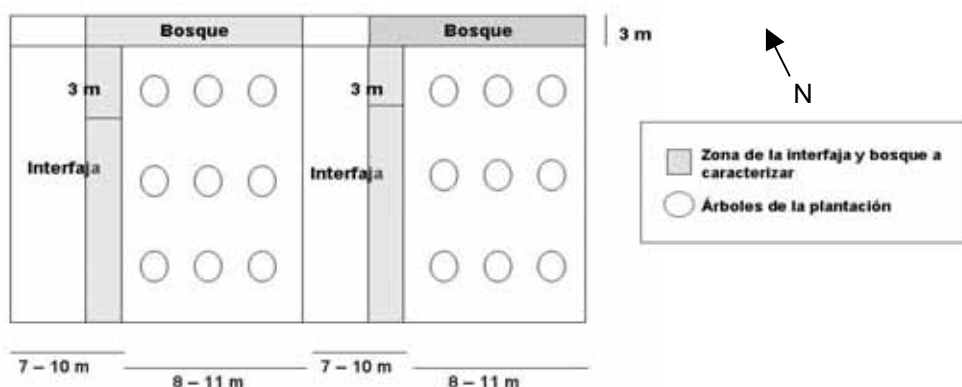


Figura 4. Zona de la interfaja y borde del bosque caracterizado.

En la zona de la interfaja caracterizada se registró la cobertura del estrato arbustivo y arbóreo, (Cuadro 3) la altura promedio de los colihues verdes y secos. Los límites de copa de los árboles se midieron a través del método de líneas interceptadas (Donoso, 1993).

Cuadro 3. Categorías de cobertura en la interfaja de colihue.

Porcentaje de cobertura	Categorías de cobertura
0 - 25	1
25 - 50	2
50 - 75	3
> 75	4

### 3.3.3 Determinación de la calidad

La calidad de las plantas de coigüe y raulí se obtuvo a través de las categorías de sanidad y forma presentadas en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Clasificación de las plantas de coigüe y raulí, según sanidad y forma.

Categoría	1	2	3	4
Sanidad	Plantas sin daño aparente	Plantas hasta la mitad de la copa clorótica o dañada por heladas	Plantas desde la mitad hasta la copa totalmente cloróticas o dañadas por heladas	Plantas quebradas por nieve
Forma	Fuste recto y sin bifurcaciones, ápice bien diferenciado	Con ápice seco o sin ápice dominante, doble flecha	Bifurcaciones fuertes más de 3 ápices principales	--

Con el fin de evaluar el daño provocado por efecto de la nieve en las plantas de sanidad 4, se identificó la altura del árbol en la que se provocó el daño. Para esto se dividieron las plantas en tres tercios y en cada una de ellas se estimó el tercio de la planta con daño. Para las plantas de avellano se utilizaron las categorías de calidad presentadas en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Categoría de las plantas de avellano según sanidad y forma.

Categoría	1	2	3	4
Sanidad	Hojas sin daño aparente	Daño por clorosis hasta 1/3 de sus hojas	Daño por clorosis en sus hojas desde 1/3 a la totalidad de la planta	Plantas quebradas por nieve
Forma	Ápice dominante	Ápice seco o sin ápice dominante, doble flecha y plantas que a pesar de tener un ápice dominante, sus ramas se disponen en forma asimétrica	Plantas cortadas a nivel de cuello y que presentan rebrotes en este nivel	--

Posteriormente se utilizó una matriz (Anexo 3) la cual permitió obtener la categoría de calidad final.

### 3.3.4 Análisis estadístico

En el análisis estadístico se utilizaron los datos registrados en noviembre del año 2001 al cabo de tres meses de efectuada la plantación. Estos antecedentes consideran mediciones de las variables especie, altura y estado sanitario para todas las plantas, las que fueron identificadas asignándoles un número a cada una de ellas. Con estos datos previo al análisis de varianza se probó el efecto de la altura inicial sobre el crecimiento de las plantas a través de regresiones (una por especie) de altura inicial versus altura final. Además, se consideró una nueva toma de datos



llevada a cabo en los meses de agosto y octubre del año 2005. La variable incremento medio anual en altura de las plantas fue definida como la diferencia entre la altura total en el año 2005 y la altura registrada en el año 2001, dividido por los cuatro periodos vegetativos que tiene la plantación. La variable crecimiento anual en diámetro de cuello fue definida como el cociente entre el diámetro total dividido por los cuatro periodos vegetativos, por no registrar mediciones de esta variable en el año 2001.

Diferentes análisis fueron realizados según la especie y el factor considerado (Cuadro 6). En aquellos factores en que el grupo de plantas de la especie permitió comparar más de dos poblaciones fue utilizado el análisis de varianza (ANOVA) de una vía, utilizándose en una etapa posterior el test de comparaciones múltiples de Tukey para identificar los grupos con diferencias significativas. El factor distancia al bosque se analizó sólo en las seis primeras fajas y se fijó en 30 m (mayor y menor 30 m), desde el borde del bosque en dirección de la pendiente (se usó prueba t de *student* para la comparación de dos poblaciones). Para las fajas 7 y 8 se compararon las medias de poblaciones según zonas: alta, media y baja. Ello a fin de determinar si existen diferencias en el crecimiento asociadas con las características de cada una de éstas zonas y la posición espacial de las plantas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis estadísticos realizados según especie y factor.

Factor	Análisis estadístico		
	coigüe	avellano	raulí
Grado de cobertura	Anova de una vía	Anova de una vía	Anova de una vía
Distancia a la interfaja	Anova de una vía	t de student independiente	t de student independiente
Distancia al borde del bosque	t de student independiente	t de student independiente	t de student independiente
Análisis por zona	Anova de una vía	X	Anova de una vía

x no se realizó análisis estadístico.

En el análisis de la calidad de las plantas por ser ésta una variable no continua se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis. Además, se realizó la prueba de  $\chi^2$  para conocer si existían asociaciones entre las plantas de un 25% de mayor crecimiento y mejor calidad representado por las calidades 1 y 2, así como entre las plantas de un 25% de menor crecimiento y las calidades 3 y 4. Todas las pruebas se hicieron con un nivel de significancia del 95%.

### 3.3.5 Análisis espacial

Con el objetivo de determinar si existe un patrón espacial claro en el mayor crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello las plantas, se procedió a representarlas utilizando el programa Surfer para Windows (Golden Software Inc., 1999), el cual realizó un análisis espacial a partir de la información del censo realizado en las fajas. Se utilizó una gráfica en dos dimensiones y el método *Kriging* de interpolación para la presentación de dichos crecimientos. La interpretación de los resultados fue por faja y sólo las especies coigüe y raulí fueron analizadas a través de este programa, pues avellano presenta un número bajo de individuos lo que dificulta el análisis e interpretación de la distribución espacial del crecimiento.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de las fajas

En el Cuadro 7 se encuentra la descripción de las ocho fajas evaluadas en cuanto a superficie, longitud, ancho, exposición, pendiente y número de individuos por especie. Al no existir un borde discreto en el límite inferior de las fajas no se realizó una caracterización de esta zona.

Cuadro 7. Características de las fajas evaluadas y número de árboles por especie en cada faja.

Faja N°	Longitud (m)	Ancho (m)	Exposición	Pendiente (°)	Superficie (ha)	Especies y n° de árboles en la faja		
						coigüe	avellano	raulí
1	50	8	SO	13	0,04	74	--	--
2	74	11	SO	14	0,08	82	10	--
3	65	9	SO	12	0,05	47	8	--
4	50	9	SO	12	0,04	37	14	--
5	52	9	SO	13	0,04	30	17	--
6	37	8	SO	14	0,02	23	20	--
7	174	9	SO	14, 8, 3 <sup>1</sup>	0,15	125	26	42
8	196	9	SO	13, 8, 3 <sup>1</sup>	0,17	89	--	57

<sup>1</sup>= valores para la zona alta, media y baja respectivamente.

En la presentación de resultados, por las distintas características de las fajas en cuanto a longitud, pendiente y tipo de grado de protección se separaron en dos grupos: a) fajas 1 a 6, de 37 a 74 m de longitud, valor uniforme de 12° a 14° de pendiente y protección lateral dada por las interfajas principalmente de colihue (seco y verde). b) fajas 7 y 8 con una longitud entre 174 y 196 m, valor de pendiente variable según zona: alta 14° (distancia menor a 60 m del borde del bosque), media 8° (entre los 60 y 120 m de distancia al borde del bosque) y baja 3° (a más de 120 m de distancia al borde del bosque) y una mayor protección lateral sumado a una protección vertical dada por las copas de árboles remanentes de grandes dimensiones presentes en las fajas e interfajas caracterizadas (Cuadro 7). El total de superficie, en las ocho fajas de plantación evaluadas corresponde aproximadamente a 1,3 ha de las cuales 0,6 están efectivamente plantadas. El número total de plantas evaluadas por especie corresponden a: 507 plantas de coigüe, 99 plantas de raulí y 94 plantas de avellano. En el Cuadro 8, se reportan los resultados de densidad, altura total y DAC total por especie para cada una de las fajas evaluadas.

En las fajas se encuentran árboles remanentes, encontrándose principalmente individuos de *Laureliopsis philippiana* (tepa) entre los 5 y 10 m de altura y en menor medida *Saxegothaea conspicua* (mañío) con un rango de altura entre 15 y 26 m concentrados en el sector alto de la faja 2. En las demás fajas se presentaron individuos de la misma especie de 4 a 8 m de altura. Del número total de árboles remanentes en las fajas es importante destacar que un 37% están en la faja 8 y un 21% en la faja 7. Las fajas con menor participación de árboles remanentes fueron la faja 4 y 1 con un 1% y 6% respectivamente. Una descripción de alturas y diámetros de los árboles remanentes presentes en las fajas se presentan en el Anexo 4.

Cuadro 8. Densidad de plantación, altura total promedio por especie para las ocho fajas evaluadas.

Faja N°	Densidad (arb/ha)	Altura total (m)		DAC total (cm)	
		Media	D. S.	Media	D. S.
<i>Nothofagus dombeyi</i>					
1	1.850	3,49	0,56	4,71	1,21
2	1.025	3,39	0,52	4,29	1,20
3	940	3,42	0,64	5,00	0,93
4	925	3,53	0,75	4,73	1,38
5	750	2,92	0,48	3,73	1,17
6	777	3,10	0,94	3,91	0,86
7	840	3,71	0,62	4,90	1,07
8	523	2,88	0,65	3,21	1,01
<i>Gevuina avellana</i>					
2	125	0,99	0,38	1,70	0,82
3	160	1,45	0,22	2,37	0,74
4	350	1,42	0,38	2,28	0,82
5	425	1,46	0,25	2,37	0,62
6	675	1,53	0,47	2,63	0,67
7	173	1,72	0,61	3,00	1,16
<i>Nothofagus alpina</i>					
7	280	2,37	0,92	2,19	1,01
8	335	2,22	0,58	1,68	0,78

D.S.= desviación estándar.

## 4.2 Descripción de las interfajas

La composición florística de las interfajas presenta en su gran mayoría plantas de colihue seco y verde, presentando un rango de altura entre los 7 y 10 m. Árboles remanentes principalmente de *Myrceugenia planipes* (patagua), *Laureliopsis philippiana* (tepa) en las seis primeras fajas y ejemplares de esta última especie, junto a mañío de hojas cortas (*Saxeghotaea conspicua*) de grandes dimensiones, en las fajas siete y ocho. En el estrato arbustivo y herbáceo se encuentran las siguientes especies: *Megalastrum spectabile* (helecho), *Azara lanceolata* (corcolén), *Campsidium valdivianum* (voqui), *Ribes magellanicum* (zarzaparrilla), *Acaena ovalifolia* (cadillo), *Ozmorhiza chilensis* (asta de cabra), *Digitalis purpurea* (cartucho) y *Loasa sp.* Un análisis gráfico de las interfajas es presentado en el Anexo 5.

## 4.3 Cobertura de las interfajas y borde del bosque

En la Figura 5 se entrega información acerca de los porcentajes de superficie según grado de cobertura para cada interfaja evaluada. Se aprecia que en la faja 1 la superficie caracterizada presenta sólo los grados de cobertura 1 y 2 lo que se repite con valores superiores a 50% en las fajas 2, 3, 5, 6 y 7; en la faja 8 un valor superior al 80% presenta grados de cobertura 3 y 4. Los valores medios de cobertura permiten identificar las fajas con cobertura media similar. La faja 1 tiene una media menor a 30%, las fajas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 presentan valores entre 30% y 60%; y la faja 8 un valor mayor a 60%.

En el Anexo 5, se entrega una representación gráfica de los grados de cobertura registrados y principales especies arbóreas y arbustivas presentes en las interfajas de las ocho fajas evaluadas.

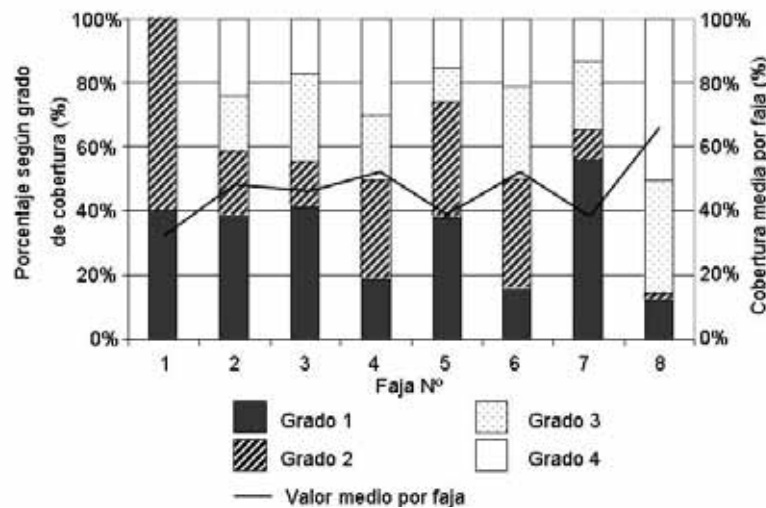


Figura 5. Porcentaje de superficie según grado de cobertura de las interfajas caracterizadas con un ancho de tres metros desde el borde noroeste de las fajas. La línea continua indica valor medio de cobertura por interfaja.

El borde del bosque que limita con la parte superior de las fajas presenta una cobertura de copas mayor a 75% y alturas entre los 20 y 30 m dada por individuos principalmente de *L. philippiana* en el estrato dominante y *M. planipes* en el dosel intermedio (6-9 m de altura). También se presentan individuos de *S. conspicua* en las fajas 6, 7 y 8 (25 a 35 m de altura).

#### 4.4 Supervivencia

Coigüe en todas las fajas superó el 90% de supervivencia, avellano presenta los resultados más bajos en la faja 3 con un 14% y el más alto en la faja 7 cercano al 85%. Por su parte raulí para las dos fajas en que se presenta tiene resultados entre el 55 y 60% de supervivencia (Figura 6).

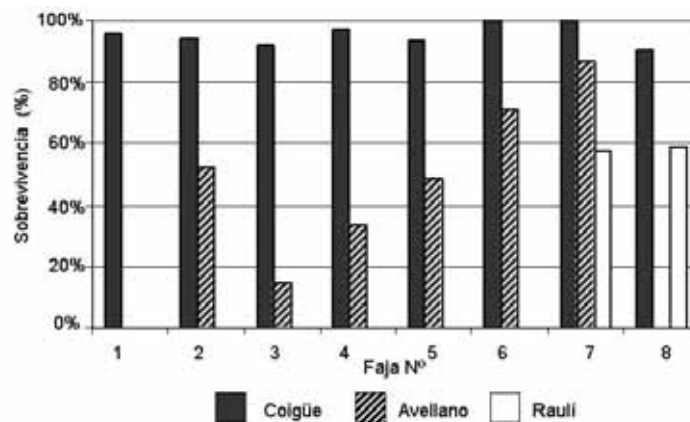


Figura 6. Porcentaje de supervivencia por especie según faja. Obtenido a partir de la contabilización inicial y final de las plantas por especie.

## 4.5 Calidad

**Coigüe:** presentó en las fajas 1 a la 4 valores mayores a 60% para la categoría de calidad 2. Las plantas de calidad 1 no superan el 30% de participación, obteniendo los mayores valores en las fajas 6 y 7. Las plantas de calidad 4 tuvieron porcentajes menores a 10% exceptuando la faja 5 en que presentó un valor de 20% (Figura 7).

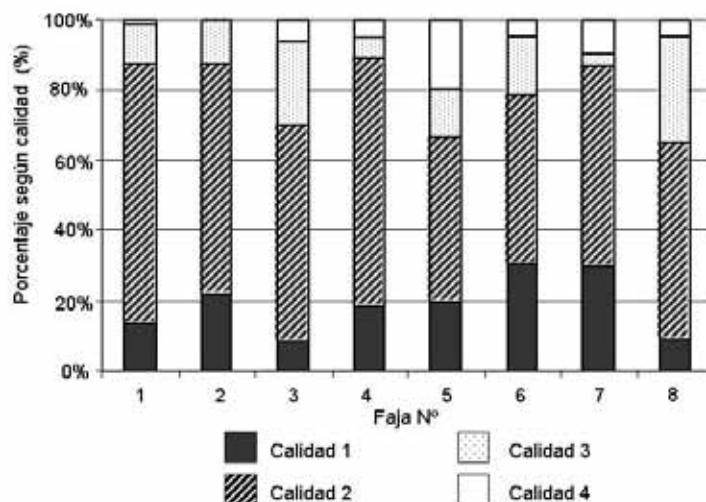


Figura 7. Participación según calidad de las plantas de coigüe para las ocho fajas evaluadas.

Del total de plantas de coigüe (507 plantas) 311 presentaron calidad 2. De éstas, 40 plantas (12,8%) fueron calificadas con la sanidad 2 y forma 1 mientras que el resto (271 plantas) fueron descalificadas por presentar forma 2 a pesar de tener sanidad 1, es decir, plantas con doble flecha en el ápice y sin daño aparente en sus hojas. En general las plantas de calidad 4 no presentan porcentajes mayores en las fajas evaluadas excepto en la faja 5, en la cual se presenta un valor cercano al 20%. A través de la Figura 8 se muestra el registro llevado a cabo en la toma de datos en donde se identificó la zona de la planta dañada, se aprecia que del total de plantas de calidad 4, los mayores porcentajes se encontraron en el tercio inferior y tercio superior de las plantas.

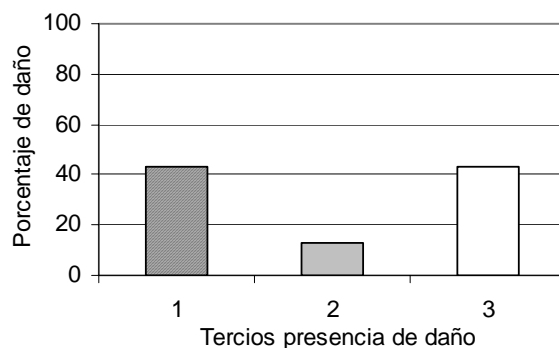


Figura 8. Identificación del sector de las plantas de coigüe dañadas por la nieve. Primer tercio zona inferior, segundo tercio zona media y tercer tercio zona superior de las plantas de coigüe.

**Raulí:** presentó mayoritariamente plantas de calidad 2 con valores entre 40 y 60%. De las plantas de calidad 2 (52 plantas) 42 de ellas presentaron sanidad 1 y forma 2

(80%), es decir, plantas con doble flecha en el ápice y sin daño aparente en sus hojas. En la faja 8 se registró a un 20% de las plantas con calidad 3, mientras que en la faja 7 esta misma categoría fue inferior a 5%. Las plantas de calidad 4 en las dos fajas presentaron valores menores a 10% (Figura 9).

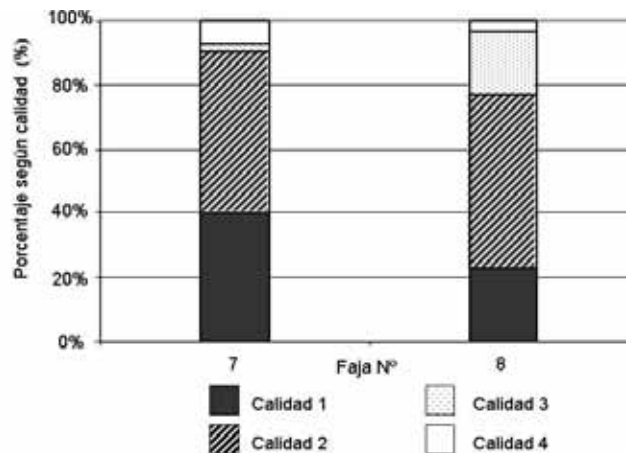


Figura 9. Participación según calidad de las plantas de raulí para las fajas 7 y 8.

**Avellano:** presentó porcentajes de calidad 1 inferiores a 25% en cinco de las fajas evaluadas, mientras que en la faja 2 no se registraron plantas con esta categoría. La categoría de mayor participación fue la 3 especialmente en las fajas 3, 4 y 6 en donde presentó valores entre 70 y 90%. Las plantas de calidad 4 presentaron una mayor proporción en la faja 7 con un valor cercano al 60% (Figura 10).

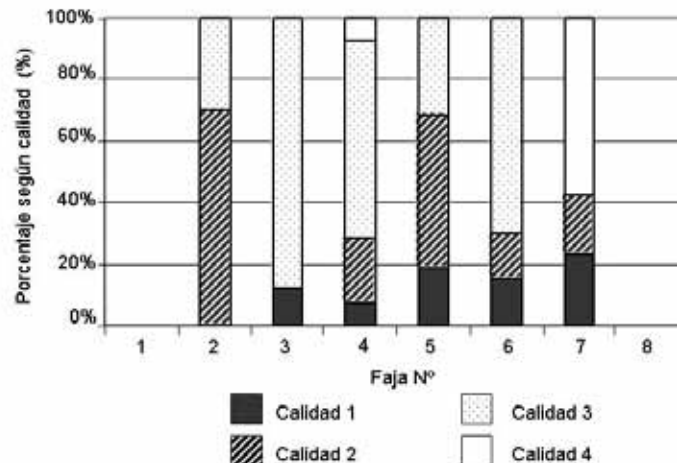


Figura 10. Participación según calidad de las plantas de avellano para las seis fajas evaluadas.

#### 4.6 Análisis de los factores en la calidad

No se encontraron diferencias significativas en la calidad de las plantas de acuerdo a los factores distancia a la interfaja y distancia al borde del bosque. Para el factor grado de cobertura se encontraron diferencias significativas en las fajas 7 y 8 para la especie coigüe (Cuadro 9). En estas dos fajas se encontró una mejor calidad de las plantas en el grado de cobertura 1, en donde la calidad 1 fue de 33% mientras que en los demás grados el porcentaje fue menor a 15%.

Cuadro 9. Valores de probabilidad y número de individuos para calidad de plantas en relación a los factores distancia a la interfaja, al borde del bosque y grado de cobertura, según especie y fajas en las que se realizaron los análisis. \* Diferencias significativas con un  $P < 0,05$ .

		Factor					
		Distancia a la interfaja*		Distancia al borde del bosque*		Grado de cobertura*	
Especie		Valor P	n	Valor P	n	Valor P	n
Coigüe	Fajas 1 y 2	0,69	156	0,13	294	0,49	294
	Fajas 1 a 6						
	Fajas 7 y 8						
Raulí	Fajas 7 y 8	0,38	99	0,55	99	0,29	99
Avellano	Fajas 1 a 6	0,70	62	0,72	62	0,13	62

#### 4.7 Incremento en altura y diámetro de cuello

El valor más alto en el crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello lo registró la especie *N. dombeyi*. El crecimiento medio anual en altura fue mayor en raulí comparado con avellano mientras que el diámetro de cuello fue mayor para avellano (Cuadro 10).

Cuadro 10. Incremento medio anual en altura y diámetro de cuello, según especie para las ocho fajas.

Variables	Incremento medio anual					
	coigüe		raulí		avellano	
	media	D.S.	media	D.S.	media	D.S.
Altura (m)	0,64	0,19	0,54	0,18	0,31	0,12
Diámetro de cuello (cm)	1,08	0,31	0,51	0,21	0,63	0,22

D.S. desviación estandar

##### 4.7.1 Incremento en altura

El incremento medio anual en altura de las plantas de coigüe fue superior a 0,6 m en las fajas 1, 2, 3, 4 y 7 siendo mayor en la faja 7 en donde se registró un crecimiento medio anual de 0,8 m (Figura 11).

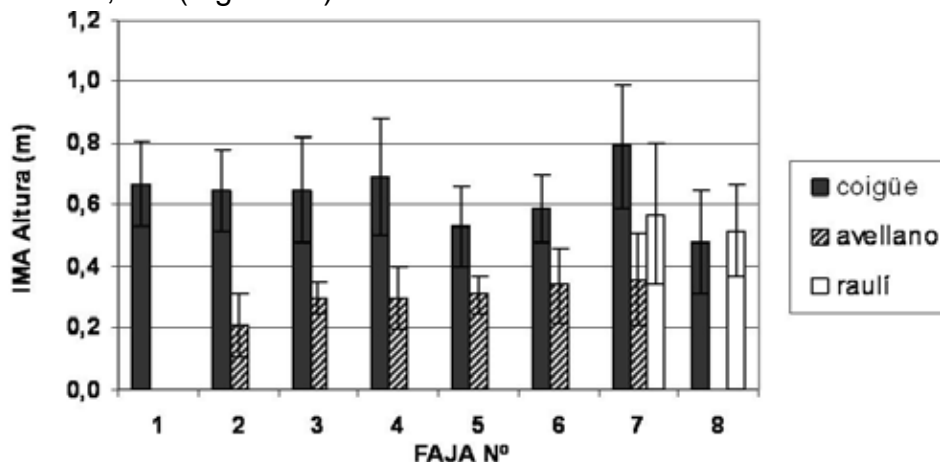


Figura 11. Incremento medio anual en altura para coigüe, avellano y raulí en las ocho fajas evaluadas. Las barras indican desviación estándar.

#### 4.7.2 Incremento en diámetro de cuello

Se observa a coigüe con crecimientos mayores a 1 cm anual en las fajas 1, 2, 3, 4 y 7. Igualmente el crecimiento de las plantas en las fajas 5, 6 y 8 fue superior a los 0,8 cm anuales (Figura 12).

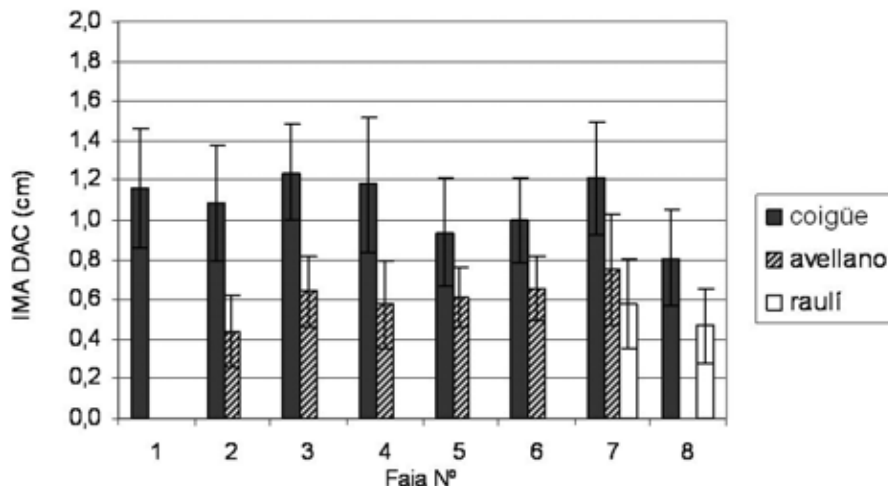


Figura 12. Incremento medio anual en DAC para coigüe, avellano y raulí en las ocho fajas evaluadas. Las barras indican desviación estándar.

Se determinaron las diferencias significativas en el incremento medio anual en altura y diámetro de cuello por especie entre las fajas de plantación (Cuadro 11). Al comparar los crecimiento en altura y diámetro de cuello entre las plantas de coigüe y raulí se encontraron diferencias significativas entre ellas en las fajas 7 y 8 ( $P < 0,001$ ).

Cuadro 11. Diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello por especie y por faja de plantación. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el crecimiento medio anual (-- indica que en esas fajas no existían plantas de la especie).

Especie	Variable	Faja Nº							
		1	2	3	4	5	6	7	8
coigüe	Incremento en altura	b	b	b	b	c	ab	a	c
	Incremento en diámetro	a	a	a	a	ab	ab	a	ab
raulí	Incremento en altura	--	--	--	--	--	--	a	a
	Incremento en diámetro	--	--	--	--	--	--	a	b
avellano	Incremento en altura	--	b	ab	ab	ab	ab	a	--
	Incremento en diámetro	--	b	ab	ab	ab	ab	a	--

#### 4.7.3 Correlación entre el incremento medio anual en altura y diámetro de cuello

**Coigüe:** para un total de 507 plantas evaluadas se encontró un valor de correlación simple de 0,62 y el 38% de la varianza del incremento medio anual en DAC es explicada por el incremento medio anual en altura (Figura 13). Además se encontró una relación significativa entre estas variables ( $P < 0,001$ ).



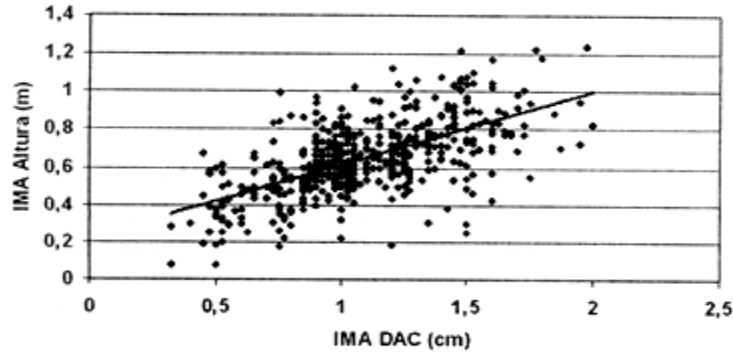


Figura 13. Análisis de correlación entre el incremento medio anual en altura y DAC para las plantas de coigüe.

**Raulí:** para un total de 99 plantas a través del análisis de regresión se registró un valor de correlación simple de 0,70 y el 48% de la varianza del incremento medio anual en DAC es explicada por el incremento medio anual en altura. Se encontró una relación significativa entre estas variable ( $P < 0,001$ , Figura 14).

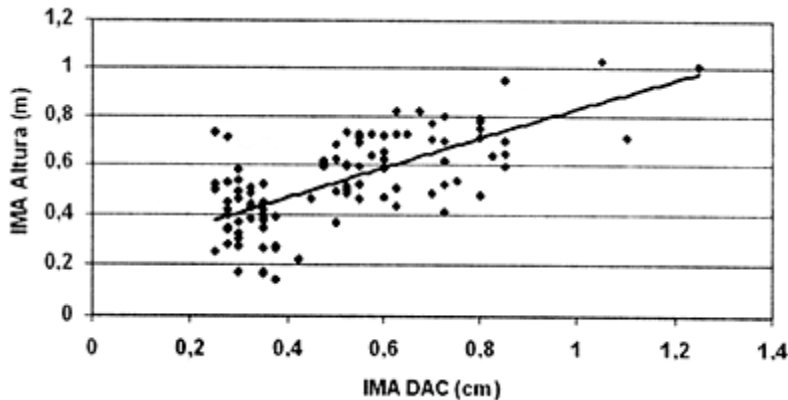


Figura 14. Análisis de correlación entre el incremento medio anual en altura y DAC para las plantas de raulí.

**Avellano:** para un total de 94 plantas a través del análisis de regresión se encontró un valor de correlación simple de 0,74 y el 56% de la varianza del incremento medio en DAC es explicada por el incremento medio anual en altura. Existe una relación entre el incremento medio anual en DAC y altura ( $P < 0,001$ , Figura 15).

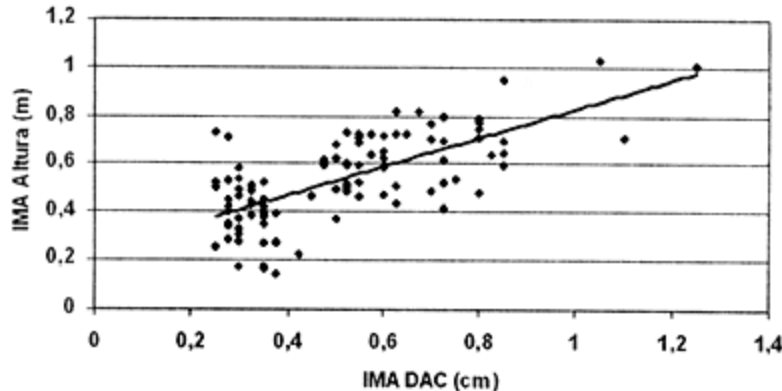


Figura 15. Análisis de correlación entre el incremento medio anual en altura y DAC para las plantas de avellano.

## 4.8 Análisis de los factores en el crecimiento en altura

El análisis de regresión realizado para cada una de las especies el cual busca determinar el efecto de la altura inicial sobre el crecimiento final, demuestra que existen bajos valores de correlación entre ambas (coigüe  $r=0,16$ ; raulí  $r=0,03$ ; avellano  $r=0,15$ ) y no se encontró diferencias significativas entre las variables, por lo tanto la altura inicial no fue ingresada como covariable en el análisis de varianza.

### 4.8.1 Factor grado de cobertura

**Coigüe:** en esta especie se registró diferencias significativas en el crecimiento en altura de las plantas bajo grados de cobertura 1 y 2 entregada por la interfaja como protección lateral (fajas uno a la seis), respecto de los grados 3 y 4 ( $P<0,001$ ). En los primeros el crecimiento medio registró un valor de 0,67 m por año, para los segundos el valor alcanzó los 0,58 m anuales (Figura 16).

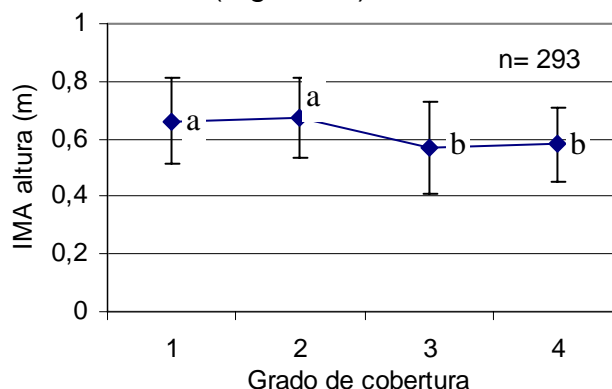


Figura 16. Incremento medio anual en altura de las plantas de coigüe según grado de cobertura dado por las interfajas para las seis primeras fajas. Letras distintas indican diferencias significativas en el incremento medio anual en altura ( $P<0,05$ ).

En las fajas 7 y 8 la tendencia a disminuir el crecimiento al aumentar el grado de cobertura de las plantas es más claro que en las seis primeras. Se encontraron diferencias significativas entre los grados de cobertura ( $P<0,001$ ) (Figura 17).

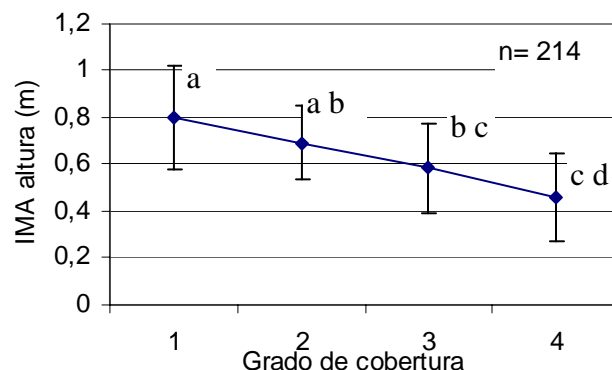


Figura 17. Incremento medio anual en altura de las plantas de coigüe según grado de cobertura dado por las interfajas para las fajas 7 y 8. Letras distintas indican diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura ( $P<0,05$ ).

**Raulí:** no existieron diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura según grado de cobertura ( $P=0,59$ ). No se encontraron plantas creciendo bajo un grado de cobertura 2. El incremento promedio anual en altura de raulí fue de 0,54 m (Cuadro 12).

Cuadro 12. Estadística descriptiva para las plantas de raulí en el incremento medio anual en altura según grado de cobertura para las fajas 7 y 8.

Grado de cobertura	Grupo	N	Incremento promedio anual (m)	Rango (m)	CV (%)	Desviación estándar
1 3 4	a	99	0,54	0,15-1,03	34	0,18

**Avellano:** no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura de las plantas según grado de cobertura ( $P=0,2$ ). El incremento medio anual en altura fue de 0,31 m (Cuadro 13).

Cuadro 13. Estadística descriptiva de las plantas de avellano en el IMA presentes en las fajas 1 a 6.

Grado de cobertura	Grupo	N	Incremento medio anual (m)	Rango (m)	CV (%)	Desviación estándar
1 2 3 4	a	68	0,31	0,05 - 0,50	34	0,12

#### 4.8.2 Factor distancia a la interfaja

**Coigüe:** no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura en función de las distancias en que se encontraban las hileras de plantación. El crecimiento medio anual en altura de las plantas consideradas para este análisis fue de 0,66 m (Cuadro 14).

Cuadro 14. Estadística descriptiva de las plantas de coigüe según distancia a la interfaja ubicada al noroeste de las fajas 1 y 2 (únicas dos fajas en que las plantas de una misma especie se establecieron en las cuatro hileras de plantación).

Distancia a la interfaja (m)	Grupo	N	Incremento medio anual (m)	Rango (m)	CV (%)	Desviación estándar
8 5 3 1	a	156	0,66	0,29 - 0,97	20	0,13

Para las plantas de las fajas 7 y 8 como coigüe está plantada en las hileras 2 y 3 ubicadas a 5 y 3 m de la interfaja respectivamente se realizó una prueba t de *student*, la cual no arrojó diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura. El promedio fue de 0,66 cm y la desviación estándar de 0,24 para un total de 182 plantas.

**Raulí:** para este factor no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura, para los grupos establecidos en las hileras 1 y 4 (ubicadas a 8 y 1 m respectivamente de la interfaja). Por lo tanto los valores del Cuadro 12, son los estadísticos para el grupo total de plantas.

**Avellano:** al igual que en el análisis para el factor grado de cobertura, en la distancia a la interfaja de colihue no hay diferencias significativas en el crecimiento para las distancias 1 y 8 metros de la interfaja. Avellano presenta un incremento medio en altura de 0,31 m al año (Cuadro 13).

#### 4.8.3 Factor distancia al borde del bosque

**Coigüe:** se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) al comparar las medias en el incremento medio anual en altura según distancia al borde del bosque. Las plantas ubicadas a menos de 30 m del borde crecieron en promedio 0,61 m y las ubicadas a más de 30 m 0,69 m anuales.

En las fajas 7 y 8 se aprecian las diferencias significativas en crecimiento medio anual en altura ( $P < 0,001$ ). En la zona media se registró el mayor crecimiento medio anual en altura 0,76 m (Figura 18).

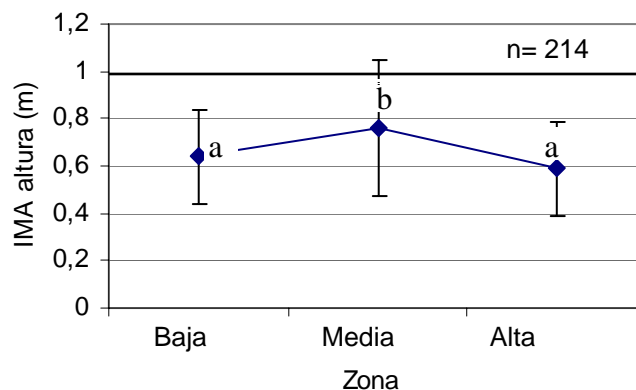


Figura 18. Zonas con diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura de las plantas de coigüe para las fajas 7 y 8. Zona alta desde 0 a 60 m, zona media entre 60 y 120 m y zona baja mayor a 120 m del borde del bosque. Letras distintas indican diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura ( $P < 0,05$ ).

**Raulí:** no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento en altura de las plantas de raulí según distancia al borde del bosque. En el Cuadro 12, se presenta la estadística descriptiva del grupo de plantas evaluadas.

**Avellano:** no hay diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura según distancia al borde del bosque para las primeras seis fajas de plantación ( $P = 0,13$ ;  $n = 68$ ).

## 4.9 Análisis de los factores en el crecimiento en diámetro de cuello

### 4.9.1 Factor grado de cobertura

**Coigüe:** al realizar el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas ( $P<0,01$ ) en el crecimiento en DAC entre aquellas plantas que crecen entre 0 a 50% y las que crecen entre 50 y 100 % de cobertura vegetal (Figura 19).

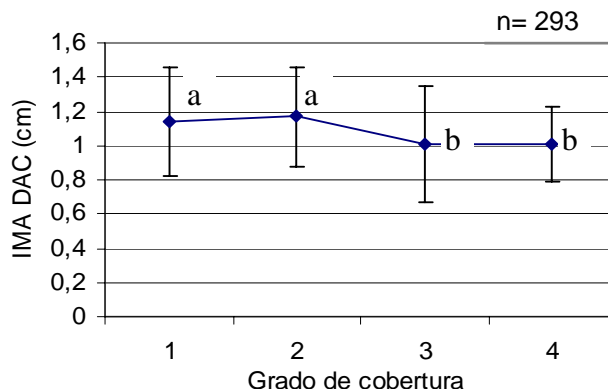


Figura 19. Incremento medio anual en DAC según grado de cobertura vegetal dado por las interfajas para las plantas de coigüe en las fajas 1 a 6. Letras distintas indican diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura ( $P<0,05$ ).

Al considerar sólo las plantas de las fajas 7 y 8 la tendencia a disminuir el crecimiento al aumentar el grado de cobertura es aún más clara ( $P<0,0001$ ) (Figura 20).

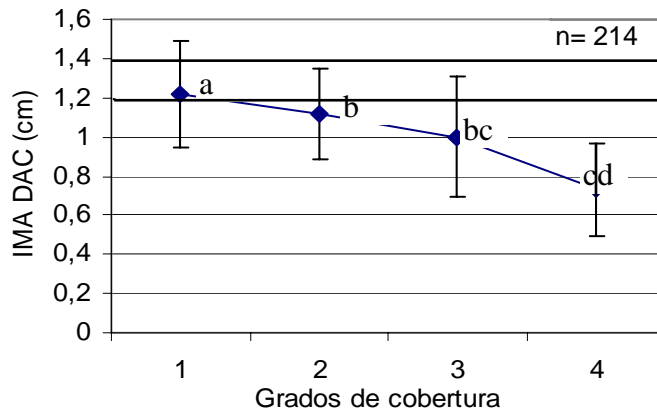


Figura 20. Incremento medio anual en DAC según grado de cobertura vegetal dado por las interfajas para las plantas de coigüe en las fajas 7 y 8. Letras distintas indican diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura ( $P<0,05$ ).

**Raulí:** el grado 1 de cobertura (0-25%) presenta diferencias significativas ( $P<0,01$ ) en el crecimiento medio anual en DAC respecto de los grados 3 y 4 (50-100%). Los valores medios alcanzaron los 0,57 cm y 0,4 cm respectivamente (Figura 21).

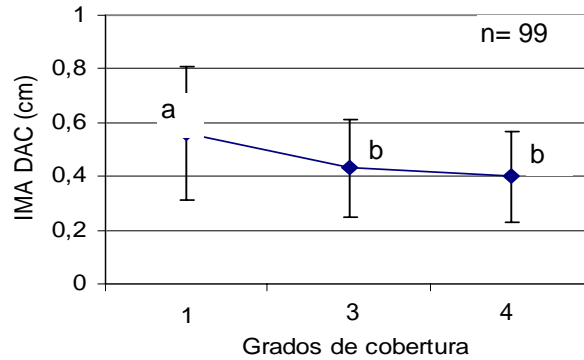


Figura 21. Incremento medio anual en DAC según grado de cobertura vegetal dado por las interfajas para las plantas de raulí en las fajas 7 y 8. Letras distintas indican diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura ( $P < 0,05$ ).

**Avellano:** al igual que para el crecimiento medio anual en altura el crecimiento medio en diámetro de cuello, no presenta diferencias significativas para el factor grado de cobertura ( $P=0,4$ ).

#### 4.9.2 Factor distancia a la interfaja

**Coigüe:** no se encontró diferencia significativa entre las distancias en que se encuentran las hileras de plantación de las interfajas. El crecimiento medio anual fue de 1,14 cm (Cuadro 15).

Cuadro 15. Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC, para el grupo de plantas de coigüe evaluadas, según distancia a la interfaja ubicada al noroeste de las fajas 1 y 2.

Distancia a la interfaja (m)	Grupo	N	Incremento medio anual (cm)	Rango (cm)	CV (%)	Desviación estándar
8 5 3 1	a	156	1,14	0,25 - 2	27	0,31

Al considerar las plantas de las fajas 7 y 8 ubicada a 3 y 5 m de la interfaja no se encontraron diferencias significativas entre las plantas de las dos hileras, la media del incremento anual es de 1,06 cm, la desviación estándar es de 0,32 para un total de 187 plantas.

**Raulí:** para este factor no se encontraron diferencias significativas entre las dos distancias evaluadas. En el Cuadro 16 se observa la estadística descriptiva para la población de plantas de raulí evaluadas.

Cuadro 16. Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC para las plantas de raulí en las fajas 7 y 8.

Distancia a la interfaja (m)	Grupo	N	Incremento medio anual (m)	Rango (m)	CV (%)	Desviación estándar
8 1	a	99	0,51	0,25-1,25	0,41	0,21

**Avellano:** para el factor distancia a la interfaja no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento anual en DAC ( $P=0,44$ ). En el Cuadro 17, se presenta la estadística descriptiva del grupo de plantas de avellano.

Cuadro 17. Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC para el grupo de plantas de avellano en fajas 1 a 6.

Distancia a la interfaja (m)	Grupo	N	Incremento medio anual (m)	Rango (m)	CV (%)	Desviación estándar
8 1	a	68	0,59	0,17-1,05	0,31	0,18

#### 4.9.3 Factor distancia al borde del bosque

**Coigüe:** se encontraron diferencias significativas en el crecimiento medio anual en diámetro de cuello ( $P<0,001$ ), al analizar el factor distancia al bosque para las primeras seis fajas (Cuadro 18).

Cuadro 18. Estadística descriptiva del incremento medio anual en DAC para las plantas de coigüe en las fajas 1 a 6.

Distancia al bosque (m)	Grupo	N	Incremento promedio anual (cm)	Rango (cm)	CV (%)	Desviación estándar
< 30	a	165	1,05	0,40 – 1,95	0,28	0,29
> 30	b	124	1,21	0,50 – 1,95	0,22	0,27

Al analizar las fajas 7 y 8 existieron diferencias significativas ( $P<0,001$ ) en el crecimiento medio anual en DAC, entre la zona alta con respecto a la media y baja (Figura 22), presentado valores de 0,94 cm anual para la zona alta, 1,16 y 1,05 cm anual en las zonas medio y bajo respectivamente.

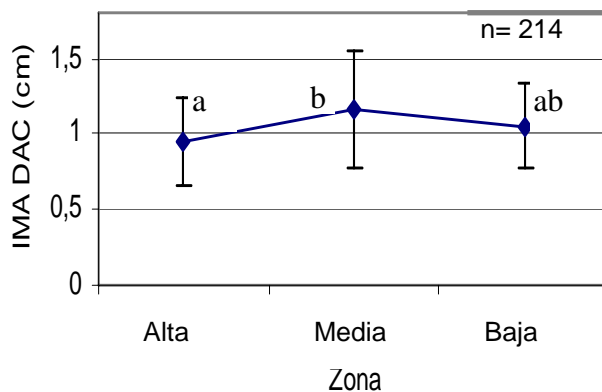


Figura 22. Zonas con diferencias significativas en el IMA en DAC para las plantas de coigüe en las fajas 7 y 8. Zona alta desde 0 a 60 m, zona media entre 60 y 120 m y zona baja mayor a 120 m del borde del bosque. Letras distintas indican diferencias significativas en el IMA en DAC ( $P<0,05$ ).

**Raulí:** No se encontraron diferencias significativas en el crecimiento según zona en que se ubicaban las plantas ( $P=0,08$ ). El crecimiento medio anual en DAC alcanzó los 0,51 cm.

**Avellano:** no existieron diferencias significativas en el crecimiento en diámetro de cuello de las plantas de avellano según distancia mayor y menor a 30 m del borde del bosque ( $P=0,85$ ).

## 4.10 Análisis espacial

### 4.10.1 Crecimiento medio anual en altura

El análisis espacial muestra las tendencias de crecimiento medio anual en altura de las fajas, a través del registro de las coordenadas en terreno. El eje Y corresponde a la longitud mientras que el eje X al ancho de las fajas. Las isolíneas representan igual crecimiento medio anual en altura de las plantas.

**Coigüe:** el crecimiento medio anual en altura por faja es presentado en las Figuras 23 y 24.

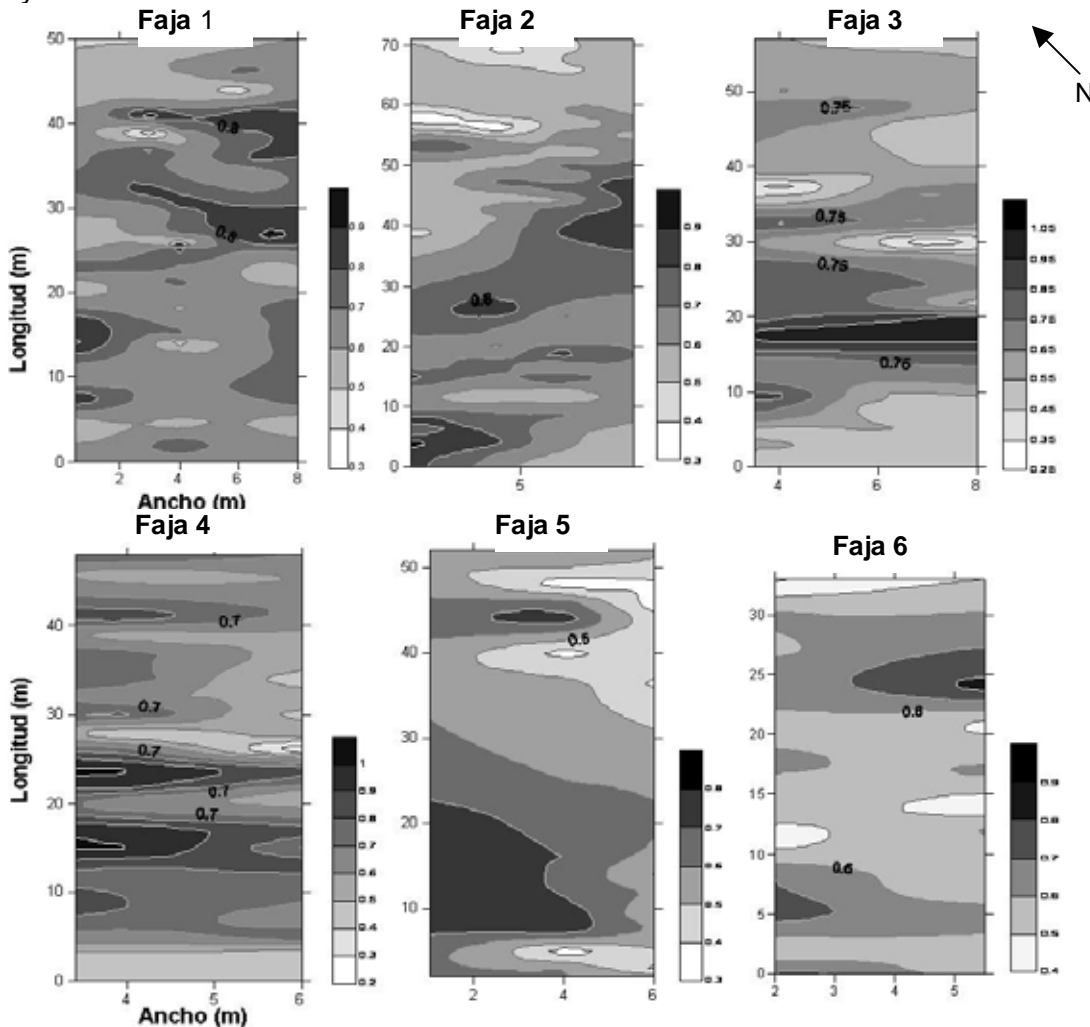


Figura 23. Crecimiento medio anual en altura, plantas de coigüe en las seis primeras fajas de plantación. Los colores más oscuros representan áreas de mayor crecimiento. El eje Y parte desde el sector inferior de la faja llegando al borde del bosque y el eje X tiene como punto de origen el borde noroeste de la faja.



La identificación del sector de las fajas y orientación de las áreas de mayor crecimiento medio anual en altura fueron: dos en el sector alto, dos en el medio y dos en el sector bajo. En cuanto a la orientación predominó la orientación noroeste a sureste en tres de las seis fajas evaluadas (Cuadro 19).

Cuadro 19. Ubicación y orientación de áreas de mayor crecimiento medio anual en altura de las plantas de coigüe fajas 1 a la 6. A= alto, M= medio, B= bajo. SE= sureste, NO= noroeste, E=este, O= oeste.

Faja	1	2	3	4	5	6
Sector	A	M	B	M	B	A
Orientación	SE-NO	E-O	NO-SE	NO-SE	NO-SE	SE-NO

Las fajas 7 y 8 presentan un patrón más complejo en la distribución de áreas de mayor crecimiento, sin embargo, es posible identificar pequeñas áreas en la zona alta y baja de la faja 7. La faja 8 presentó un mayor crecimiento medio anual en altura en la zona baja.

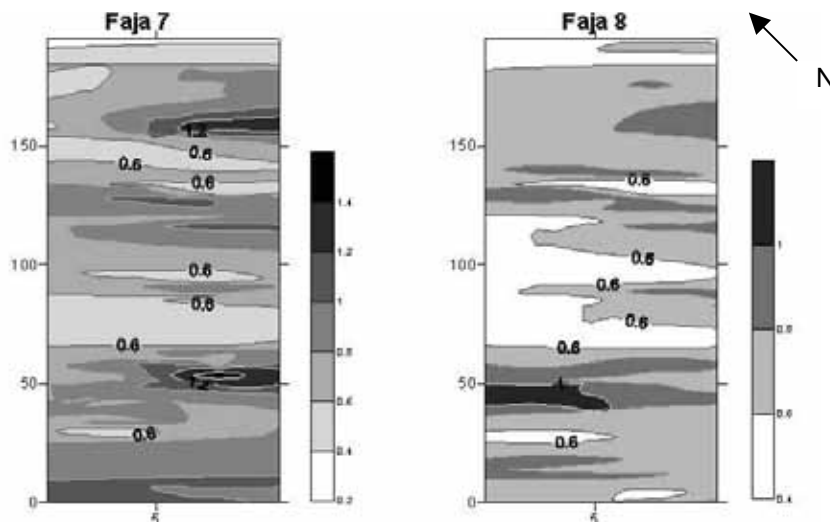


Figura 24. Crecimientos medios anuales en altura, plantas de coigüe para las fajas 7 y 8. Los colores oscuros representan áreas de mayor crecimiento. El eje Y parte desde el sector inferior de la faja llegando al borde del bosque y el eje X tiene como punto de origen el borde noroeste de la faja.

**Raulí:** en la Figura 25 se aprecia la distribución de los crecimientos medios anuales en altura para las fajas 7 y 8 de las plantas de raulí. Las áreas de mayor crecimiento se observan en la zona media de la faja 7, cercana a la interfaja. Mientras que en la faja 8 el mayor crecimiento se registra en la zona media a baja, hacia el área de plantas ubicadas en la hilera 1.

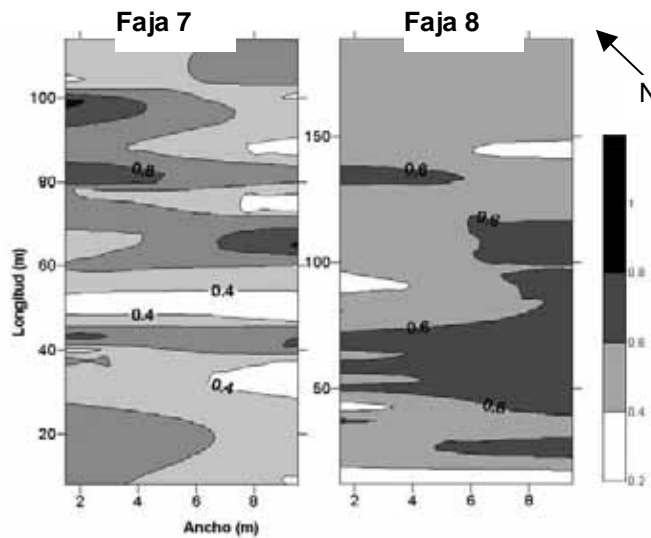


Figura 25. Crecimientos medios anuales en altura, plantas de raulí para las fajas 7 y 8. En la faja 7 el eje Y tiene como origen el borde inferior de la faja llegando al límite superior de la zona media distante 60 m del borde del bosque. En la faja 8 el eje Y parte desde el borde inferior de la faja llegando hasta el borde del bosque y el eje X tiene como punto de origen el borde noroeste de las fajas.

#### 4.10.2 Crecimiento medio anual diámetro de cuello

Para el análisis espacial se identifican el eje X (ancho de la faja) y el eje Y (longitud de la faja). Las isóneas representan los resultados del crecimiento medio anual en diámetro a la altura del cuello.

**Coigüe:** al igual que en el crecimiento en altura para observar posibles patrones de crecimiento medios anuales en diámetro de cuello, se presentan las Figuras 26, 27 y 28.

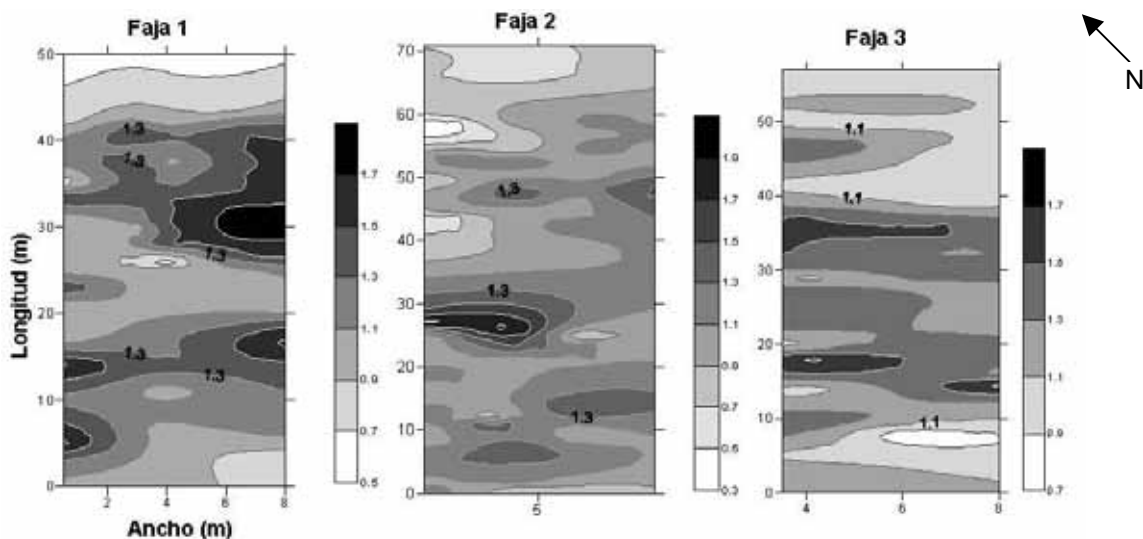


Figura 26. Crecimientos medios anuales en DAC en plantas de coigüe en las fajas 1, 2 y 3. Los colores oscuros representan áreas de mayor crecimiento. El eje Y parte desde el sector inferior de la faja llegando al borde del bosque y el eje X tiene como punto de origen el borde noroeste de la faja.

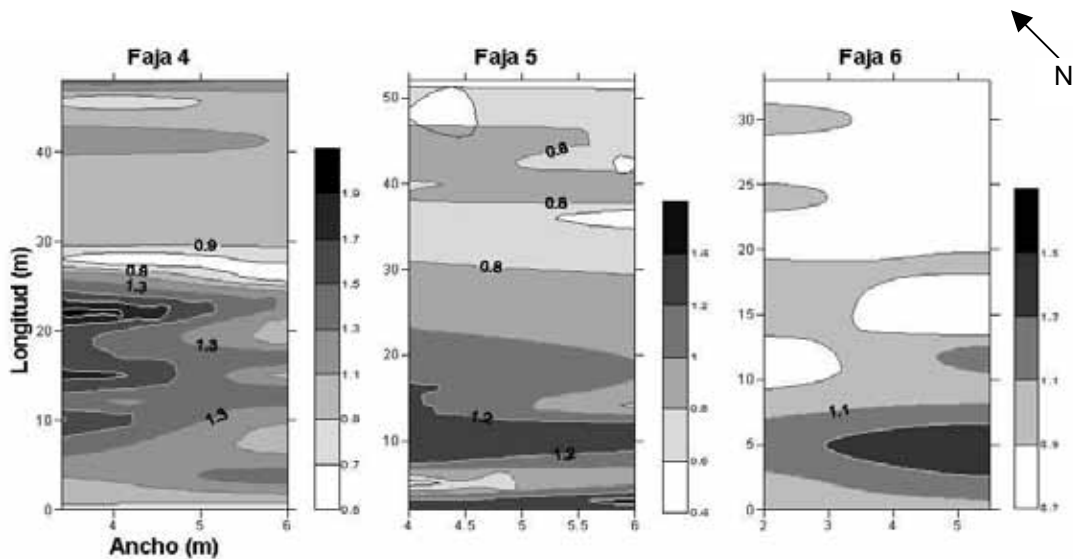


Figura 27. Crecimientos medios anuales en DAC en plantas de coigüe en las fajas 4, 5 y 6. Los colores oscuros representan áreas de mayor crecimiento. El eje Y parte desde el sector inferior de la faja llegando al borde del bosque y el eje X tiene como punto de origen el borde noroeste de la faja.

En la Figura 28 se presentan los crecimientos medios anuales en DAC de las fajas 7 y 8 apreciándose la heterogeneidad en la distribución de áreas de mayor crecimiento en éstas.

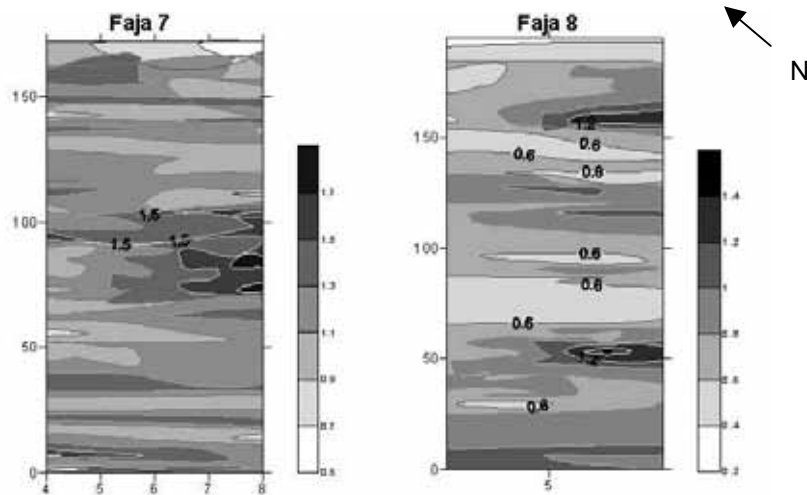


Figura 28. Crecimientos medios anuales en DAC, plantas de coigüe en las fajas 7 y 8. Los colores oscuros representan áreas de mayor crecimiento. El eje Y parte desde el sector inferior de la faja llegando al borde del bosque y el eje X tiene como punto de origen el borde noroeste de la faja.

En el crecimiento medio anual en diámetro se identifican las áreas de mayor crecimiento y la orientación con mayor complejidad que para el crecimiento en altura (Cuadro 20).

Cuadro 20. Ubicación y orientación de las áreas de mayor crecimiento en diámetro de cuello para las plantas de coigüe de las fajas 1 a 6. A= alto, M= medio, B= bajo. SE= sureste, NO= noroeste, E=este, O= oeste. ND\*= no determinado

Faja	1	2	3	4	5	6
Sector	A	M	ND*	M	B	B
Orientación	NE-SO	ND*	ND*	SO-NE	NO-SE	NE-SO

**Raulí:** en la faja 7 predominan los crecimientos entre los 0,4 y 0,8 cm anuales en casi toda la faja. En la faja 8 el crecimiento es notoriamente más bajo predominando las plantas que crecen desde los 0,2 a 0,6 cm anuales. En las dos fajas se observan pequeñas zonas de crecimiento mayores 0,8 cm en la hilera más distante de la interfaja (Figura 29).

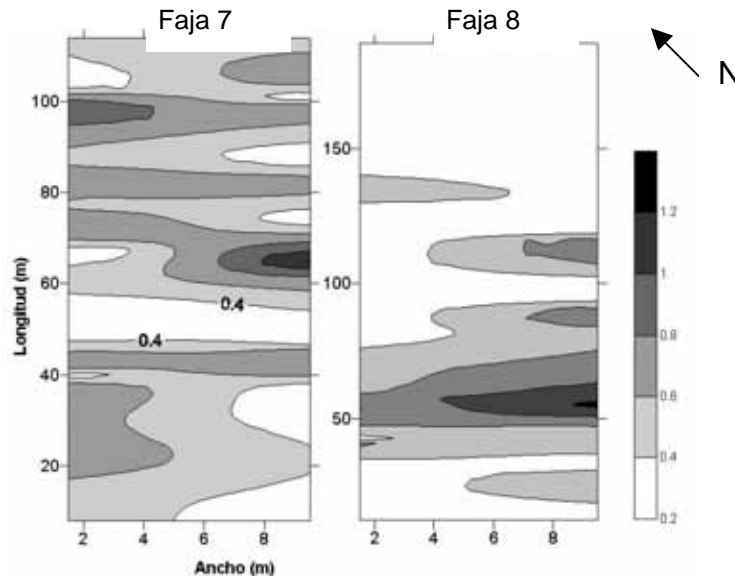


Figura 29. Crecimientos medios anuales en DAC, plantas de raulí en las fajas 7 y 8. En la faja 7 el eje Y tiene como origen el borde inferior de la faja llegando al límite superior de la zona media distante 60 m del borde del bosque. En la faja 8 el eje Y parte desde el borde inferior de la faja llegando hasta el borde del bosque y el eje X tiene como punto de origen el borde noroeste de las fajas.

#### 4.11 Asociación entre clase de crecimiento y calidad de las plantas

Para analizar la asociación entre la clase de crecimiento y calidad de las plantas se realizó la prueba  $\chi^2$ , para cada especie. Existió asociación entre crecimiento y calidad de las plantas y las plantas de coigüe presentaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre la relación clase de crecimiento determinado por el 25% de las plantas de mayor crecimiento y de mejor calidad de las plantas. Lo mismo ocurrió para el 25% de plantas de menor crecimiento y las plantas de calidad 2.

Las plantas de raulí presentaron un valor de  $P < 0,05$  en el 25% de mayor crecimiento y un valor de  $P = 0,58$  en el 25% de las plantas de menor crecimiento. Por lo tanto hay asociación entre las plantas de mayor crecimiento y las plantas de calidad 1 y no hay asociación entre las plantas de menor crecimiento y las plantas de calidad 2.

Avellano presenta un valor de  $P < 0,05$  al asociar las plantas de mayor crecimiento con las plantas de mejor calidad y un valor de  $P = 0,17$  en el 25% de plantas de menor crecimiento con las plantas de peor calidad. Por lo tanto hay asociación para las plantas de mayor crecimiento pero no se asocian las plantas de menor crecimiento con las de menor calidad.

## 5. DISCUSIÓN

En el marco del presente trabajo se evaluaron factores que pueden estar influyendo en el crecimiento de las plantas de las especies estudiadas. Se evaluó la importancia en el crecimiento en diámetro de cuello y altura de las plantas del factor grado de cobertura de la vegetación de la interfaja por su relación con la luminosidad y creación de microclimas bajo ella (Donoso, 1981). Los factores distancia a la interfaja y distancia al borde del bosque buscaron determinar si la posición espacial de las plantas en las fajas de plantación tuvieron importancia en el desarrollo en altura, diámetro de cuello y calidad de las especies evaluadas. Además, se evaluó la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas de las diferentes especies por faja de plantación y su relación con la estructura y cobertura vegetal de las interfajas.

### 5.1 Sobrevivencia y calidad de las plantas

En relación a la sobrevivencia, coigüe obtuvo los mayores valores de las tres especies evaluadas. Los valores fueron superiores a 90% en todas las fajas de plantación (Figura 6), este alto nivel de sobrevivencia concuerda con estudios anteriores que indican una menor mortalidad natural de esta especie con respecto a raulí (Donoso *et al.*, 1993a; Donoso *et al.*, 1999). Raulí alcanzó niveles entre 55% y 60% de sobrevivencia (Figura 6), inferior a los reportados por Grosse (1988) quién encontró los mayores niveles de sobrevivencia entre 84% a 91% en una condición de semisombra y superiores a los reportados por Quiroz (2002) quién registró un 44% de sobrevivencia, lo que podría estar explicado por el material de plantación evaluado en este estudio el cual tuvo problemas en la época de establecimiento (Anexo 2) y por las condiciones de sitio distintos. Avellano presentó los más bajos niveles de sobrevivencia de las especies evaluadas. La tendencia es a aumentar el nivel de sobrevivencia en las fajas con mayor cobertura de vegetación en la interfaja y de árboles remanentes (Figura 6, Anexo 4 y 6). Esta situación puede ser explicada por la mayor protección lateral y vertical que tiene avellano en estas fajas ante las precipitaciones de tipo nieve que se producen en los meses de invierno que han sido la causa de su baja sobrevivencia.

En relación a la calidad de las plantas, coigüe presenta una mayor proporción de plantas de calidad 2 lo que está relacionado a una tendencia a la bifurcación que presenta esta especie, por lo que requiere poda de formación para promover la dominancia apical de las plantas entre los 3 y 5 años de edad (Donoso *et al.*, 1999). No se encontraron diferencias en la calidad de las plantas de coigüe en relación a la cobertura de cada una de las interfajas evaluadas (Figura 7). El factor grado de cobertura presentó diferencias significativas en las fajas 7 y 8 (Cuadro 9) en donde se produjo un aumento en la proporción de plantas de calidad 1 en lugares con mayor exposición al sol. Lo que está relacionado a su vez con un mayor crecimiento en estas áreas lo que indicaría que las plantas de coigüe se vieron beneficiadas por las características de microsítio presentes principalmente en la faja 7. Por otro lado las plantas de calidad 4, presentaron un alto porcentaje sólo en la faja 5 (20%) (Figura 7) y fueron afectadas principalmente en el tercio inferior, o sea, las que fueron tumbadas por el peso de la nieve y en el tercio superior que corresponde a

daños en el ápice. El peor daño es el que se presenta en el tercio inferior, pues muchas plantas tienen problemas a nivel radicular y una fuerte inclinación del tallo, son plantas debilitadas que pueden morir en los futuros inviernos por las precipitaciones de nieve. En tanto las plantas dañadas en el tercio medio y superior presentan un daño de menor envergadura pudiendo provocar un retardo en el crecimiento de las plantas. Raulí al igual que coigüe presenta una mayor proporción de plantas de calidad 2 lo que podría estar explicado por el mal crecimiento inicial de la plantación. Esto se reflejó en el estudio de prendimiento en la época de establecimiento de la plantación (Anexo 2). Además, se determinó que el porcentaje de plantas de calidad 1 en la faja 7 superó en casi a un doble la proporción de la faja 8 (Figura 9) lo que indicaría que la primera presenta mejores condiciones de micrositio que favorecieron el desarrollo de plantas de calidad 1. Avellano presenta una mayor proporción de plantas de calidad 3 en las fajas con una menor cobertura, mientras que en la faja 7 debido a una mayor protección aumentó notablemente la proporción de plantas de calidad 4 (Figura 10). Si se relaciona la tendencia a una mayor sobrevivencia y mayor proporción de plantas de calidad 4, presentados en la faja 7 debido a una mayor protección, las posibilidades de que las plantas que lograron sobrevivir tengan una buena calidad y adecuado crecimiento en el futuro son bajas.

## **5.2 Crecimiento en altura y diámetro de cuello**

El análisis de varianza realizado para determinar grupos de crecimiento por fajas de plantación las segregó en dos grupos para el crecimiento medio anual en diámetro de cuello y en tres para el caso de la altura. Un mayor crecimiento se registró en altura para la faja 7 diferenciándose de todas las demás, mientras que para el diámetro de cuello el crecimiento medio anual fue más homogéneo presentándose dos grupos de crecimiento (Cuadro 11).

Al asociar el desarrollo de las plantas de coigüe con la estructura de las interfajas se obtienen las siguientes tendencias generales. Un crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello más homogéneo en las fajas 1 a 6 (Figuras 16 y 19). Esto podría explicarse por la existencia de colihues secos y el establecimiento de vegetación no arbórea como *Azara lanceolata*, *Loasa sp.* y rebrotes de colihue entre otras, en las interfajas las cuales no generan protección vertical por lo que las condiciones de luz y temperatura resultan ser las adecuadas para el rebrote de colihue. Aunque, los crecimientos no son bajos en las fajas 1 a 6 se presume que la presencia de rebrotes de colihue podría estar influyendo en el crecimiento debido a la competencia directa por agua y elementos nutritivos con la plantación. Además, se presentó un crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello heterogéneo en las fajas 7 y 8 siendo mayor en las condiciones de mayor exposición al sol (Figuras 17 y 20). Esto se relaciona con un tipo de cobertura principalmente vertical dada por árboles remanentes de mayor altura que presentan menores niveles de competencia por agua y nutrientes debido a que sus raíces ocupan distintos niveles del suelo a los que presenta la plantación. Cuando los niveles de cobertura de interfaja superaron el 50% como en el caso de la faja 8 (Figura 5) los crecimientos medio anual en altura y diámetro de cuello decrecen fuertemente (Figuras 11 y 12), como consecuencia

principalmente de la falta de luz lo que se vio también reflejado en la calidad de las plantas de coigüe de esta faja (Figura 7). El incremento medio anual en altura de 0,64 m registrado en este estudio es superior a los 0,4 m reportados por Donoso *et al.*, (1991) para el primer periodo vegetativo pero inferior para el segundo y tercer periodo vegetativo reportados por los mismos autores, 0,9 m y 1,4 m respectivamente. Por otro lado, un mejor crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello con respecto a la distancia al borde del bosque se encontraron en el borde inferior de las fajas. En este sector existe una mayor exposición al sol, menor humedad relativa y mayor temperatura del aire (Otero *et al.*, 1994; Quintero, 1995).

Raulí al tratarse de una especie que puede establecerse aprovechando la protección natural de individuos presentes en el dosel superior (Donoso, 1993) tendría las condiciones adecuadas para presentar buenos niveles de crecimiento. La respuesta de las plantas de raulí no presentó diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura respecto de los factores evaluados, mientras que para el crecimiento medio anual en diámetro se encontraron diferencias significativas entre las fajas (Cuadro 11) y según grado de cobertura (Figura 21) obteniendo mayores crecimientos en una mayor exposición al sol. Esto indicaría que al tratarse de una especie semitolerante a intolerante crece mayoritariamente en altura con una mayor variación en el diámetro de cuello. Los resultados contrastan con los obtenidos por Otero *et al.*, (1995) quién en una plantación de exposición norte registró menores crecimientos en altura y diámetro de cuello a una mayor exposición al sol. La razón de esto sería la menor cantidad de luz que recibe la exposición sur-oeste durante todo el año, lo que provoca cambios en los factores microclimáticos (Donoso, 1981). El incremento medio anual en altura de 0,54 m para las plantas de raulí registrado en este estudio es superior a los reportados por diversos autores como González (1994), quién obtuvo un incremento medio anual de 0,21 m a los tres años, Grosse (1988) quién registró un crecimiento de 0,24 m después de un periodo vegetativo, Otero *et al.*, (1995) quién obtuvo un valor de 0,41 m anuales a los dos periodos vegetativos. Es levemente inferior a los obtenidos por Grosse y Quiroz (1999) y Quiroz (2002) quienes registraron un crecimiento medio anual en altura de 0,61 m y Donoso y Cortés (1987) los que reportan un crecimiento medio anual en altura de 0,72 m.

Avellano presenta buenos resultados en el crecimiento tanto en diámetro como en altura en la faja 7 diferenciándose significativamente de las restantes (Cuadro 11). Los resultados del crecimiento en altura son coincidentes con los reportados por Donoso y Cortés (1987). Este hecho se relaciona con la mayor sobrevivencia presente en esta faja, lo cual indicaría buenas condiciones de micrositio presentes en ésta. Sin embargo, la alta proporción de plantas de calidad 4 desvirtúa lo anterior. Esta situación demostraría que la baja sobrevivencia y la alta proporción de plantas quebradas por la nieve fueron generadas por problemas de adaptación de las plantas al sitio. Esto podría deberse a la procedencia de las semillas que originaron las plantas, las cuales probablemente corresponden a sitios de menor altitud. Ello explicaría la baja resistencia de avellano a la nieve y bajas temperaturas.

### 5.3 Análisis espacial del crecimiento

En general se observan relaciones entre el crecimiento en altura y diámetro de cuello de las plantas de coigüe con el grado de cobertura de la vegetación presente en la interfaja (Anexo 6). Para las primeras seis fajas los resultados indican que las áreas de mayor crecimiento medio anual en altura se encuentran distribuidas equitativamente entre los tres sectores alto, medio y bajo. En el crecimiento en diámetro de cuello la identificación de áreas de mayor crecimiento fue más compleja no siendo determinada en alguna de las fajas (Cuadro 20). Las áreas de mayor crecimiento medio anual tanto en altura como en diámetro de cuello de las plantas de coigüe, se encuentran asociadas a condiciones locales de menor cobertura dada tanto por la vegetación presente en la interfaja y en menor medida por los árboles remanentes (Anexo 6). Esta coincidencia se puede asociar a un alto nivel de correlación entre las variables altura y diámetro de cuello (Figura 13). Esto provoca un mayor crecimiento en altura, mientras que para el diámetro de cuello estas áreas se presentan espacialmente en los mismos sectores pero abarcando superficies más pequeñas (Figuras 23, 26 y 27). De allí que el crecimiento en altura sea más homogéneo comparado con el crecimiento en diámetro de cuello que presenta un tipo de respuesta más gradual en situaciones de mayor luz. En las fajas 7 y 8 la distribución de las áreas de mayor crecimiento es más compleja pero en general se presentan en la zona media y baja. La causa de la complejidad en la identificación de áreas de mayor crecimiento es por el tipo de cobertura que ya no es sólo lateral como en el caso de las primeras seis fajas, sino que también vertical. Además, se suma a esto la heterogeneidad en los grados de cobertura presentados en la caracterización de las interfajas especialmente en la faja 8 (Anexos 4 y 6). Al mismo tiempo se ve un notorio aumento en la cantidad de árboles remanentes en esta misma faja lo que produce una baja en el crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello de las plantas presentes en ésta (Anexo 6). En la faja 7 en donde se producen los mayores crecimientos medios tanto en altura como en diámetro de cuello de las plantas de coigüe (Cuadro 11; Figuras 11 y 12) la combinación de pocos árboles remanentes en la faja y una cobertura media de interfaja menor a 50% (Figura 5) podrían ser la explicación a los altos niveles de crecimiento presentes en ésta. En las plantas de raulí se ve un mayor crecimiento asociado a menor cobertura vegetal de la interfaja (Anexo 6). Un nivel de cobertura mayor a 50% sumado a la presencia de numerosos árboles remanentes, en la parte alta de la faja 8 tiene como consecuencia un menor crecimiento en altura y diámetro de cuello con respecto a la zona media y baja (Figuras 21, 25 y 29, Anexo 6). En las plantas de raulí se observa la misma respuesta en el crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello presentada por coigüe, las áreas de mayor crecimiento en altura y diámetro de cuello coinciden ( $r=0,70$ ) (Figura 14), pero el crecimiento en altura presenta áreas de mayor extensión mientras que en diámetro de cuello la respuesta es más gradual llegando a los máximos en el centro de estas áreas.

### 5.4 Relación entre el crecimiento y calidad de las plantas

Coigüe presentó asociación estadísticamente significativa entre las plantas de mayor crecimiento y mejor calidad ocurriendo lo mismo en el caso de la relación entre las



plantas de menor crecimiento y peor calidad ( $P<0,05$ ). Esta situación permite vislumbrar un buen futuro para las plantas de coigüe, siempre y cuando se realicen las labores de poda de formación que permitan corregir la formación de dos ápices en las plantas. Asimismo la densidad promedio de plantación (953 árboles por ha, Cuadro 8) permiten proyectar labores silvícolas como podas y raleos en el futuro que tengan como objetivo la producción de madera de calidad. Para el caso de las plantas de raulí y avellano se encontró asociación entre las plantas de mayor crecimiento y las plantas de mejor calidad ( $P<0,05$ ) pero no en las plantas de menor crecimiento con las de peor calidad. Lo anterior estaría indicando que las plantas de menor crecimiento no siempre son las de peor calidad. Esto es más notorio en las plantas de avellano en donde una mayor frecuencia de plantas fue calificada como de calidad 4. De allí que exista una baja expectativa en el crecimiento futuro de las plantas de avellano, debido a que la mayoría de las plantas presentan daños por nieve. En cuanto a las actividades silviculturales futuras en las plantas de raulí existe cierta limitación por el bajo número de plantas, por lo que se debe apuntar a labores de poda de formación que permitan corregir el crecimiento de dos y más ápices en las plantas de esta especie. En avellano por su baja sobrevivencia y alto número de plantas de calidad 4 no se ven acciones futuras que puedan mejorar la situación de esta especie.

## **5.5 Recomendaciones para la plantación en fajas**

Una de las características de la plantación evaluada es la uniformidad en la exposición al sol de la ladera en donde fue ubicada la plantación, por lo que se recomienda la evaluación de plantaciones en fajas en otra exposición a la de este ensayo. Asimismo, el ancho de las fajas fue uniforme en todas ellas estableciéndose cuatro hileras de plantación, por lo que se recomienda ensayar a futuro plantaciones con diferente ancho de faja que permitan concluir sobre el ancho óptimo de plantación. Debido a la alta mortalidad de avellano se recomienda plantar el espacio en que fue establecida esta especie con plantas de coigüe en la hilera 1 (la más alejada a la interfaja) y con raulí en la hilera 4 la más cercana a la interfaja. Se recomienda además, evaluar nuevamente la plantación en etapas sucesivas por ejemplo en la época cercana al raleo para analizar la evolución de las tasas de crecimiento de las especies principalmente de coigüe y raulí. La existencia de una alta proporción de plantas de calidad 2 en las plantas de coigüe y raulí, debido principalmente a la presencia de doble flecha en los ápices hace recomendable labores de poda de formación para la corrección de este tipo de defectos. Los resultados del análisis espacial resultan interesantes debido a que entregan una descripción general de los crecimientos individuales de cada una de las especies y fajas evaluadas, lo que permitió segregar las áreas de mayor crecimiento e identificar su asociación con factores como el grado de cobertura vegetal de la interfaja, distancia al borde del bosque y distancia a la interfaja. Se recomienda su uso en la superposición de las imágenes generadas con otras evaluaciones que se realicen a futuro.

## 6. CONCLUSIONES

Coigüe presentó niveles de sobrevivencia superiores a 90% en todas las fajas de plantación. Raulí presentó niveles medios entre 55% y 60% y avellano presentó los niveles de sobrevivencia más bajos de las tres especies evaluadas observándose una relación entre mayor sobrevivencia y un mayor nivel medio de cobertura de interfaja.

La calidad de las plantas de coigüe en las fajas de protección lateral no fue afectada por los factores grado de cobertura de interfaja, distancia a la interfaja y distancia al borde del bosque. Cuando además de la cobertura lateral existió una vertical se encontraron diferencias con respecto al grado de cobertura de la vegetación de interfaja presentando mejor calidad aquellas plantas con una mayor exposición al sol.

Las plantas de raulí y avellano no presentaron diferencias significativas en su calidad en relación a los factores grado de cobertura de interfaja, distancia a la interfaja y distancia al borde del bosque por lo tanto las condiciones de mayor luz no favorecieron el crecimiento de plantas de mejor calidad.

El mayor crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello de las especies evaluadas corresponden a coigüe con valores de 0,64 m y 1,08 cm respectivamente. El crecimiento de esta especie se vio favorecido principalmente por una cobertura de interfaja menor a 50% y un establecimiento a más de 30 m del borde del bosque para las fajas 1 a 6. En las fajas 7 y 8 fue notorio el aumento del crecimiento con la disminución en el grado de cobertura de la interfaja.

Raulí presentó el mayor crecimiento medio anual en diámetro de cuello 0,58 cm en áreas con porcentaje de cobertura de interfaja menor al 25%. El crecimiento medio anual en altura fue más homogéneo con un valor de 0,54 m no presentando diferencias significativas entre los distintos grados de cobertura analizados. Las plantas de raulí además no presentaron diferencias significativas en el crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello con respecto a los factores distancia a la interfaja y distancia al borde del bosque.

Avellano presentó los más bajos niveles de sobrevivencia y la peor calidad de plantas afectadas principalmente por la quebradura de sus tallos por efecto de la nieve. Sin embargo, registró un crecimiento promedio en altura de 0,31 m los que coinciden con otros ensayos realizados para esta especie. Esto hace suponer una falta de adaptación de las plantas al sitio por una procedencia de semillas presumiblemente de altitudes más bajas a las del área de estudio.

A través del análisis espacial fue posible apreciar la relación entre áreas de mayor crecimiento y menor grado de cobertura vegetal de interfaja. Asimismo la coincidencia en la distribución de áreas de mayor crecimiento en altura y diámetro de cuello en las fajas para las plantas de raulí y coigüe.

Las plantas de coigüe presentaron el mayor crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello en la faja 7, 0,8 m y 1,2 cm respectivamente. En esta faja existía una combinación de bajos niveles de cobertura vegetal dado por la interfaja y árboles remanentes y baja competencia por agua y nutrientes.

Los altos resultados de sobrevivencia, crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello, sumado a un mayor crecimiento de las plantas de mejor calidad y una adecuada densidad de plantación, permiten vislumbrar un buen futuro en el crecimiento de las plantas de coigüe en la plantación.

La técnica de manejo plantación en faja resulta adecuada para la recuperación y restauración de bosques alterados por intervenciones con fines madereros como los presentes en el área de estudio. Nuevos análisis de crecimiento deben ser realizados a futuro con el fin de conocer la evolución de las tasas de crecimiento de las especies plantadas en el tiempo. Asimismo, se recomienda realizar más experiencias que contemplen otro tipo de combinación de especies, otros anchos de fajas u otra exposición.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Araya, L. Oyarzún, M. 2000. Descripción de los bosques de *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua* de Chile. Capítulo 3. In: Ipinza, R. Gutiérrez, B. Emhart, V. (eds) Domesticación y mejora genética de raulí y roble. Santiago. Chile. pp 25-42.
- Bevilacqua, M.; Cárdenas, L.; Flores, A.; Hernández, L.; Lares, E.; Mansutti, A.; Miranda, M.; Ochoa J.; Rodríguez M.; E. Selig. 2002. Situación de los bosques de Venezuela - La Región Guayana como caso de estudio. Observatorio Mundial de Bosques. Caracas, Venezuela. 132 pp.
- Burschel, P.; Gallegos, C.; Martínez, O.; W. Moll. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de raulí y coigüe. Bosque. (Chile) 1(2): 55-74.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN RECURSOS NATURALES (CIREN) Chile. 2001. Estudio agrológico X región. Descripciones de suelos materiales y símbolos. Tomo 1.
- Chalmer, B. 1987. Understanding Statistics. New York (USA). 325 p.
- Dykstra, D.; Heinrich, R. 1992. Sostenimiento de los Bosques Tropicales mediante sistemas de explotación ecológicamente adecuados. Unasylva 43 (169)
- Donoso, C. 1978. Antecedentes sobre producción de avellanas. Bosque. (Chile) 2(1): 105-109
- Donoso, C. 1974. Dendrología. Árboles y arbustos chilenos. Manual N° 2. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago.
- Donoso, C. 1981. Ecología forestal; El bosque y su medio ambiente. Santiago (Chile). Editorial Universitaria. 369 p.
- Donoso, C. 1987. Semillas y técnicas de vivero y plantaciones para especies de los tipos forestales de X Región Informe de Convenio UACH-CONAF. Valdivia. Universidad Austral de Chile.
- Donoso, C.; Escobar, B.; M. Cortés. 1991a. Técnicas de vivero y plantaciones para raulí (*Nothofagus alpina*). Documento técnico 53. Chile Forestal. 8 p.
- Donoso, C.; Escobar, B.; M. Cortés. 1991b. Técnicas de vivero y plantaciones para coigüe (*Nothofagus dombeyi*). Documento técnico 55. Chile Forestal. 8 p.
- Donoso, C.; Escobar, B.; M. Cortés. 1992. Técnicas de vivero y plantaciones para avellano (*Gevuina avellana*). Documento técnico 63. Chile Forestal. 6 p.

- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina; variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria. Santiago (Chile). 477p.
- Donoso, C.; Premoli, A.; P. Donoso 2004. Variación de *Nothofagus* siempreverdes sudamericanos. Capítulo 8. *In*: Donoso, C.; Premoli, A.; Gallo, L.; R. Ipinza. (eds). Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. pp. 189-214.
- Donoso, P.; Monfil, T.; Otero, L.; L. Barrales. 1993a. Estudio de crecimiento de plantaciones y renovales manejados de especies nativas en el área andina de las provincias de Cautín y Valdivia. *Ciencia e investigación Forestal (Chile)*. 7(2): 253-287 p
- Donoso, P.; Donoso, C.; V. Sandoval. 1993b. Proposición de zonas de crecimiento de renovales de roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus alpina*) en su rango de distribución natural. *Bosque (Chile)* 14(2): 37-55
- Donoso, P.; González, M.; Escobar, B., Basso I., L. Otero 1999. Viverización y plantación de Raulí, Roble y Coigüe en Chile. Capítulo 7. *In*: Donoso, C.; A. Lara (eds.) *Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. pp. 177-244.
- Gallo, L.; Donoso C.; P. Donoso 2004. Variación en *Nothofagus nervosa* (Phil) Dim. Et Mil (*N. alpina*, *N. procera*). Capítulo 5. *In*: Donoso, C.; Premoli, A.; Gallo, L.; R. Ipinza. (eds). Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. pp. 115-144.
- Golden Software Inc. 1999. Surfer: a powerful contouring, gridding and surface mapping package for Scientists and Engineers (<http://www.goldensoftware.com>)
- González, M.; Donoso, C.; S. Fraver. 1997. Respuesta inicial de *Eucryphia cordifolia* Cav., *Laurelia sempervirens* R. et P. Tul. y *Aextoxicon punctatum* R. et P. en plantaciones mixtas en sectores recientemente florecidos con *Chusquea quila* Kunth en el centro sur de Chile. *Bosque. (Chile)* 18 (1): 53-59.
- González, M. 1993. Efecto de diferentes regímenes de acondicionamiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina*) 1-0 raíz desnuda. Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia (Chile). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.
- Grosse, H.; I. Quiroz. 1999. Silvicultura de los bosques de segundo crecimiento de roble, raulí y coigüe en la región centro-sur de Chile. Capítulo 4. *In*: Donoso, C.; A. Lara (eds.) *Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. pp. 95-128.

- Hawley, R.; D. Smith. 1972. Silvicultura práctica. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. España. 544 p.
- Halloy, S.; Grau, A.; Mckenzie, B. 1996. Gevuina nut (*Gevuina avellana*. *Proteaceae*) a cool climate alternative to macadamia. Economic Botany (USA) 50 (2): 224-235.
- Hernández, I.; A. Vita. 2004. Reforestación para la expansión de olivillo. Capítulo 18. In: Squeo, F.; Gutiérrez, J.; I. Hernández (eds). Historia Natural del Parque Nacional Fray Jorge. La Serena (Chile). Ediciones Universidad de La Serena, Chile. pp. 307-319.
- Lara, A.; Altamirano, A.; Thiers, O.; A. Tacón. 2002. Plan de Manejo San Pablo de Tregua. 66 p.
- Maureira, C. 1995. Caracterización y evaluación del crecimiento de tres plantaciones de coigüe común (*Nothofagus dombeyi* (MIRB) Oerst.), ubicadas en la Provincia de Valdivia. Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia (Chile). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 73 p.
- Mason, D. 1996. Responses of Venezuelan understory birds to selective logging, enrichment strips, and vine cutting. Biotropica 28: 296-309.
- Mella, A.; A. Kühne. 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y series de suelos derivados de materiales piroclásticos de la zona centro central-sur de Chile. Capítulo 8. In: Tosso J. (ed) Suelos volcánicos de Chile instituto de investigaciones agropecuarias. Ministerio de Agricultura.
- Nyland, R. 1996. Silvicultura: Concepts and applications. Ed. McGraw-Hill. 631 p.
- Ocaña-Vidal, J. 1992. Ordenación de bosques naturales mediante franjas protectoras. Unasyuva 43 (169)
- Ochoa J (2000) Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de pequeños mamíferos en bosques de tierras bajas de la Guayana Venezolana. Biotropica 32: 146-164.
- Otero, L.; Contreras, A.; L. Barrales. 1994. Efectos ambientales de diferentes tipos de cortas en bosque nativo, el caso de las cortas de protección en fajas. Ciencia e Investigación Forestal 8 (1): 87-118.
- Otero, L.; Barrales, L.; Contreras, A.; I. Ojeda. 1995. Crecimiento inicial de plantaciones de raulí (*Nothofagus alpina*), en los métodos de protección en faja y protección uniforme en el área de Neltume y Coñaripe. Ciencia e Investigación Forestal (Chile). 9 (2): 178-189.

- Quintero, J. 1995. Análisis silvicultural y ecológico del método de plantación enriquecimiento en fajas, establecido en los llanos occidentales de Venezuela. *Ciencia e Investigación Forestal (Chile)* 9 (2): 279-289.
- Quiroz, I. 2002. Técnicas silvícolas y genéticas para cuatro especies nativas de interés comercial. INTERNET: [www.infor.cl](http://www.infor.cl) (17 de agosto, 2006)
- Torres, A. 1996. Grados de cobertura y fertilización en el establecimiento de plantaciones de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Bl.), raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp.et Endl.) Oerst.) y coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.). Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia (Chile). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 64 p.
- Vita, A. 1977. Crecimiento de algunas especies en el arboretum del centro experimental de Frutillar, Décima Región. Boletín Técnico N° 47. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago. 16 p.

Anexo 1  
*Abstract*



## Abstract

The following research has as its aim the evaluation of growth in three species: *Nothofagus dombeyi* (coigüe), *N. alpina* (raulí) and *Gevuina avellana* (avellano), all of them four years old within an eight strips plantation from 8 to 11 m wide. The existence of remarkable differences in the annual average high growth was tested besides the neck diameter and the plants quality regarding the interstrip cover grade, the distance to interstrip plus the distance towards forest borders. Measuring took place in the woods of a Coihue-Raulí-Tepa type in the San Pablo de Tregua farm located in The Andes (39°30' S) at 650 m a.s.l. To analyze growth, ANOVA and *T* of *STUDENT* were the statistical tests applied while the *Kruskal-Wallis* test was applied to analyze quality. Likewise, in order to identify the best growing areas of space distribution for every single strip of coigüe and raulí measured, two bidimensional graphics were presented, which were elaborated by the Surfer 8.0 software.

Results indicated a greater annual average growth in height and neck diameter observed in those coigües exposed largely to sunlight, this because of a lower cover grade plus an over 30 m. distance from wood borders ( $P < 0,05$ ). No outstanding differences were found regarding the distance to interstrip in a larger exposure to sunlight. Rauli presented remarkable differences in the neck diameter annual average growth and those more exposed to sunlight were the ones that grew the most ( $P < 0,05$ ). Avellano neither presented noteworthy differences in height nor neck diameter growth on the analyzed factors. Considering the plants quality, only coigüe of 7 and 8 strips showed remarkable differences on the interstrip cover grade factor. Coigüe and raulí presented some coincidences on the space analysis related to areas of larger growth in height and neck diameter. Notwithstanding, the response to height covered a larger area than the neck diameter growth, which showed a more gradual response in view of a lower cover. In general, a coincidence is observed on the space distribution of areas with a bigger growth (coigüe  $r = 0,62$  and raulí  $r = 0,70$ ) and it is detected a relationship between a larger annual average growth in height and neck diameter and a smaller grade of cover given by the interstrip vegetation.

From all the species assessed, the coigüe presented the highest values of survival (over 90%) and of annual average growth in height and neck diameter. On the other hand, avellano showed the lowest levels of survival likely due to a seed source of a lower height than the studied area. As a conclusion, the plantation technique in strips turned out to be accurate in order to restore ecologically the woods of a Coihue-Raulí-Tepa type, which were degraded by a timber aimed felling.

Key words: plantation in strips, *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus alpina*, *Gevuina avellana*.

Anexo 2  
Condición inicial de la plantación Noviembre del año 2001

## Condición inicial de la plantación

Cuadro 1. Número original de plantas, altura total promedio por faja y por especie. Estudio de prendimiento año 2001.

Especie	Nº de plantas	Media altura (cm)	D. S.
<b>Faja 1</b>			
Coihue	77	80,36	20,49
<b>Faja 2</b>			
Coihue	87	77,90	20,80
Avellano	19	16,00	4,23
<b>Faja 3</b>			
Coihue	51	77,96	19,38
Avellano	54	22,60	6,41
<b>Faja 4</b>			
Coihue	38	77,13	15,86
Avellano	42	20,80	4,70
<b>Faja 5</b>			
Coihue	32	77,18	14,37
Avellano	33	22,50	5,59
<b>Faja 6</b>			
Coihue	23	74,09	21,02
Avellano	28	23,40	6,20
<b>Faja 7</b>			
Coihue	116	94,80	34,19
Avellano	30	31,80	17,29
Raulí	73	11,71	2,48
<b>Faja 8</b>			
Coihue	98	94,06	31,42
Avellano	4	28,75	17,02
Raulí	96	14,90	4,84

FUENTE: Elaborado por el autor a partir de datos proporcionados por Altamirano A.<sup>3</sup>  
D.S. = Desviación estandar

Cuadro 2. Número y porcentaje de plantas según estado sanitario de plantas al estudio de prendimiento del año 2001.

Especie	Nº total de plantas	Calidad 1		Calidad 2		Calidad 3	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Coihue	527	483	91,65	38	7,21	6	1,13
Raulí	169	53	31,36	109	64,49	7	4,14
Avellano	206	181	87,86	25	12,13	0	0

FUENTE: Elaborado por el autor a partir de datos proporcionados por Altamirano A.<sup>1</sup>

<sup>3</sup> A. Altamirano. Ingeniero Forestal. Encargado de las labores de establecimiento de la plantación. Comunicación personal, 2005.

En donde:

Calidad 1 corresponde a plantas en buen estado, sin problemas de secamiento ni daño por insectos.

Calidad 2: corresponde a plantas con problemas de secamiento en a lo menos 1/3 de sus hojas y/o con leve ataque de insectos.

Calidad 3: corresponde a plantas con fuerte daño por heladas o sol intenso y/o fuertemente atacadas por insectos.

Anexo 3  
Matriz de combinación de categorías de sanidad y forma para las plantas de las tres  
especies estudiadas

Matriz de combinación de categorías de sanidad y forma

Categorías de calidad		
Sanidad	Forma	Calidad
1	1	1
1	2	2
2	1	2
2	2	2

Cualquier combinación de sanidad o forma 3 ó 4, es calidad 3 ó 4 respectivamente.

Anexo 4.  
Registro de especie, altura, diámetro y coordenadas de los árboles remanentes  
presentes en las fajas

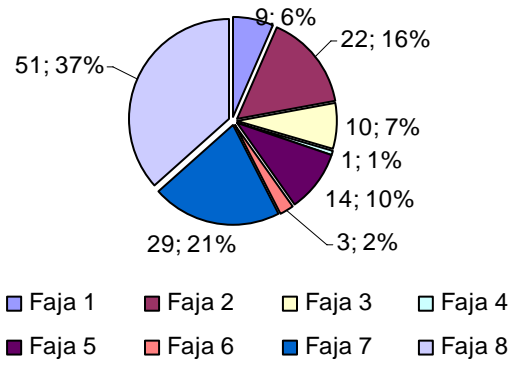
Registro de especie, altura, diámetro y coordenadas de los árboles remanentes presentes en las fajas.

Faja	Árbol Nº	Especie	Coordenadas			Altura (m)
			X	Y	Dap (cm)	
1	1	tepa	4,0	16,3	27,0	15,0
1	2	tepa	3,0	48,0	19,0	16,0
1	3	tepa	2,5	48,5	13,0	16,0
1	4	tepa	1,0	49,0	9,0	11,0
1	5	tepa	3,0	51,0	11,0	13,0
1	6	tepa	3,2	51,5	15,0	14,0
1	7	tepa	3,3	51,2	8,0	12,0
1	8	tepa	0,5	43,0	19,0	16,0
1	9	tepa	1,0	36,7	21,0	14,0
2	10	mañío	1,4	1,0	6,0	4,2
2	11	tepa	0,7	3,0	8,0	7,0
2	12	tepa	0,8	3,1	7,0	7,5
2	13	tepa	2,8	3,1	5,0	4,9
2	14	tepa	4,0	0,6	7,0	4,5
2	15	tepa	5,1	0,5	6,0	5,1
2	16	tepa	4,5	1,2	6,0	5,8
2	17	tepa	4,6	1,5	6,0	4,9
2	18	tepa	7,1	3,8	8,0	5,2
2	19	tepa	3,4	4,0	8,0	4,9
2	20	tepa	8,0	4,1	9,0	5,3
2	21	mañío	10,7	6,1	5,0	2,7
2	22	tepa	11,4	6,3	5,0	2,5
2	23	tepa	2,0	17,4	13,0	11,0
2	24	tepa	3,8	31,5	28,0	17,0
2	25	mañío	5,2	32,0	50,0	25,0
2	26	tepa	5,1	32,0	28,0	20,0
2	27	mañío	5,2	33,6	45,0	24,0
2	28	tepa	5,1	34,5	9,0	13,0
2	29	mañío	5,2	35,0	34,0	23,0
2	30	mañío	5,1	35,5	46,0	26,0
2	31	mañío	5,0	36,3	29,0	13,0
3	32	mañío	8,5	5,0	6,0	5,2
3	33	mañío	8,1	5,0	10,0	5,5
3	34	tepa	8,2	5,0	5,0	4,9
3	35	mañío	8,5	5,0	5,0	5,0
3	36	mañío	9,0	4,5	5,0	3,8
3	37	tepa	6,0	0,5	4,0	1,9
3	38	tepa	6,2	0,6	6,0	3,1
3	39	mañío	8,0	0,6	6,0	4,2
3	40	tepa	8,2	0,6	5,0	4,8
3	41	tepa	8,0	30,0	19,0	14,0
4	42	Tepa	0,0	2,0	12,0	4,8
5	43	raulí	4,0	38,3	16,0	16,0
5	44	mañío	5,0	32,5	175,0	29,0



Coordenadas						
Faja	Árbol Nº	Especie	X	Y	Dap (cm)	Altura (m)
5	46	tepa	5,3	26,4	21,0	17,0
5	47	tepa	5,3	24,8	24,0	18,0
5	48	mañío	8,1	23,0	8,0	5,2
5	49	mañío	8,1	23,0	4,0	2,0
5	50	tepa	9,0	16,3	12,0	13,0
5	51	tepa	9,0	14,0	14,0	14,2
5	52	tepa	9,0	11,3	15,0	16,0
5	53	tepa	9,0	11,0	21,0	16,0
5	54	trevo	2,8	6,7	12,0	10,0
5	55	tepa	3,8	3,0	6,0	5,9
5	56	tepa	8,8	0,0	4,0	4,2
6	57	tepa	2,5	12,0	2,0	3,1
6	58	tepa	0,5	17,0	6,0	6,0
6	59	tepa	2,0	18,0	5,0	5,5
7	60	arr macho	1,3	22,5	9,0	6,0
7	61	tepa	1,0	22,0	9,0	9,0
7	62	tepa	1,3	25,8	11,0	8,0
7	63	tepa	2,7	30,0	17,0	11,0
7	64	tepa	2,8	31,0	13,0	9,5
7	65	tepa	0,5	30,5	11,0	9,0
7	66	tepa	0,1	31,0	10,0	8,0
7	67	tepa	0,9	32,0	8,0	7,0
7	68	tepa	1,0	33,0	16,0	8,0
7	69	trevo	1,2	42,5	32,0	13,0
7	70	luma	0,2	122,0	11,0	10,0
7	71	mañío	5,5	126,0	5,0	6,5
7	72	mañío	8,2	126,3	12,0	7,2
7	73	tepa	4,8	127,0	3,0	2,1
7	74	tepa	2,0	128,0	5,0	4,2
7	75	patagua	4,4	167,5	3,0	4,9
7	76	patagua	4,4	168,0	10,0	7,0
7	77	tepa	4,8	168,0	8,0	4,0
7	78	patagua	4,3	168,2	6,0	6,0
7	79	patagua	4,3	168,6	6,0	5,8
7	80	patagua	4,3	169,0	6,0	6,3
7	81	patagua	4,3	170,0	7,0	6,0
7	82	tepa	5,0	170,0	11,0	12,0
7	83	patagua	4,2	170,8	5,0	6,0
7	84	tepa	3,0	172,0	14,0	4,5
7	85	tepa	2,9	172,0	5,0	2,9
7	86	tepa	3,2	173,0	7,0	4,1
7	87	tepa	3,3	173,5	7,0	3,9
7	88	tepa	1,2	173,5	14,0	1,2
8	89	tepa	8,5	119,0	28,0	15,0
8	90	tepa	6,5	0,0	8,0	6,3
8	91	tepa	6,7	0,0	10,0	6,2
8	92	melí	3,2	18,0	16,0	12,0
8	93	melí	5,5	21,0	14,0	11,0

Coordenadas						
Faja	Árbol Nº	Especie	X	Y	Dap (cm)	Altura (m)
8	94	trevo	4,8	26,0	20,0	10,0
8	95	melí	1,2	31,0	17,0	11,0
8	96	tepa	6,7	36,0	150,0	29,3
8	97	tepa	0,5	37,0	9,0	9,0
8	98	tepa	8,5	50,0	5,0	10,0
8	99	tepa	4,0	51,8	15,0	11,0
8	100	tepa	0,7	58,0	27,0	16,0
8	101	tepa	0,7	57,0	13,0	15,0
8	102	tepa	1,2	60,0	5,0	7,0
8	103	tepa	7,2	64,0	16,0	19,0
8	104	tepa	7,0	62,7	9,0	10,0
8	105	tepa	2,5	64,6	5,0	8,5
8	106	tepa	7,5	66,0	8,0	13,0
8	107	tepa	7,7	66,5	8,0	13,5
8	108	tepa	1,0	68,0	18,0	24,0
8	109	tepa	0,9	69,5	12,0	23,0
8	110	tepa	5,0	88,0	42,0	21,0
8	111	mañío	4,8	88,7	38,0	23,0
8	112	mañío	4,8	90,0	55,0	26,0
8	113	tepa	1,0	103,0	120,0	32,0
8	114	tepa	8,5	119,0	28,0	15,0
8	115	trevo	5,5	127,0	17,0	12,0
8	116	raulí	8,9	133,0	13,3	17,0
8	117	raulí	8,7	132,0	12,0	12,0
8	118	raulí	7,0	134,0	12,0	10,0
8	119	raulí	6,8	133,0	15,0	12,0
8	120	tepa	6,5	133,0	8,0	5,0
8	121	raulí	5,9	133,2	23,0	15,0
8	122	tepa	5,1	133,2	8,0	5,8
8	123	tepa	5,0	133,0	8,0	6,0
8	124	raulí	5,0	132,7	12,0	14,5
8	125	raulí	4,2	132,8	17,0	16,0
8	126	raulí	3,8	132,8	21,0	15,5
8	127	tepa	2,0	133,0	9,0	8,0
8	128	raulí	1,5	133,5	20,0	15,2
8	129	raulí	0,3	135,0	18,0	13,8
8	130	tepa	0,3	134,5	9,0	8,2
8	131	tepa	7,7	139,5	10,0	5,7
8	132	mañío	4,5	140,0	7,0	5,3
8	133	mañío	3,0	140,0	4,0	5,1
8	134	tepa	3,0	150,0	26,0	10,0
8	135	tepa	8,4	155,7	22,0	12,0
8	136	tepa	8,3	156,0	12,0	10,0
8	137	tepa	8,0	160,0	36,0	23,0
8	138	trevo	6,5	178,8	120,0	36,0
8	139	tepa	8,5	178,8	65,0	26,0

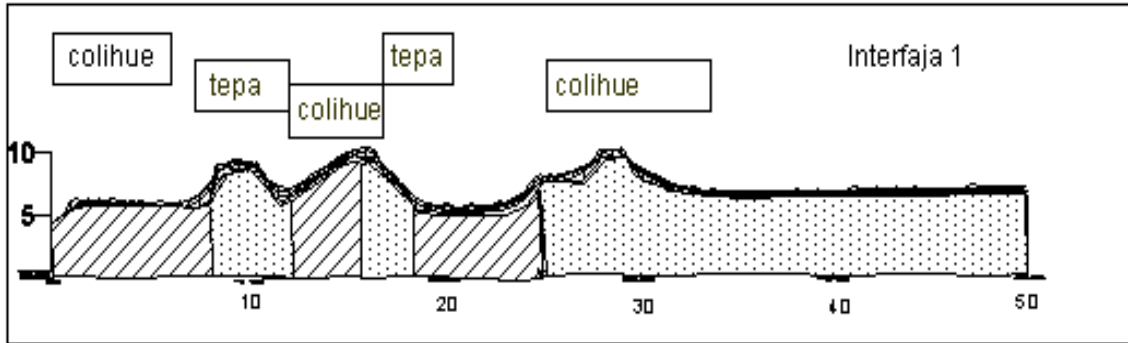


Porcentaje de participación del número de árboles remanentes según faja de plantación.

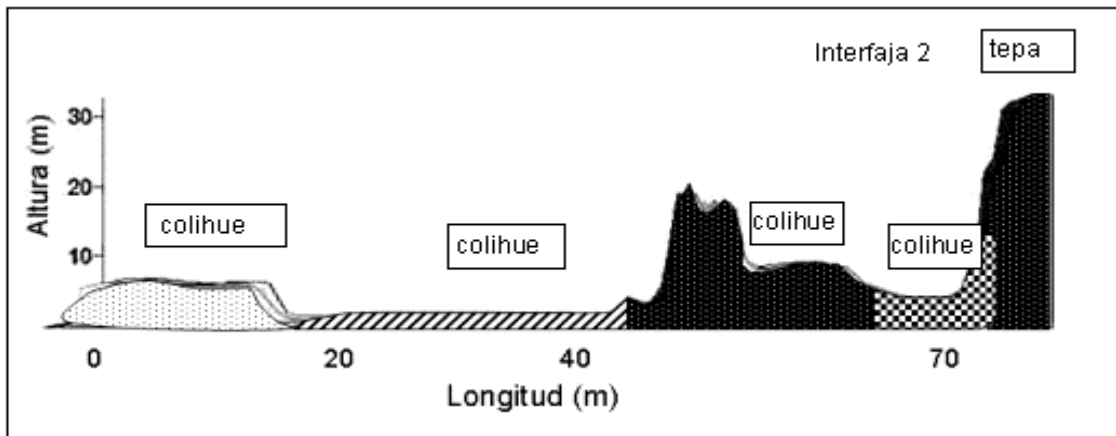
Anexo 5.  
Resultados de la caracterización de interfajas según grado de cobertura vegetal

Grado de cobertura interfajas y especies principales

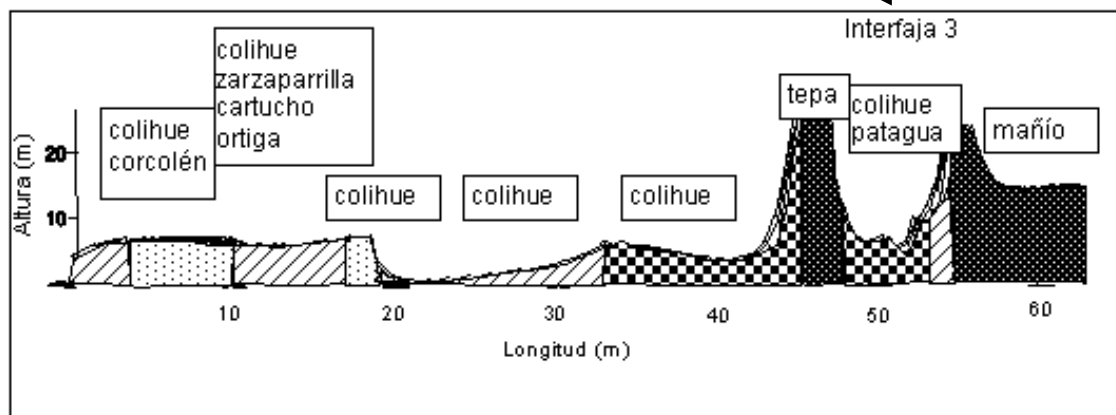
← S.O

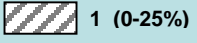
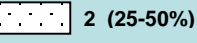
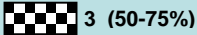
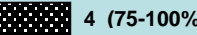


← S.O

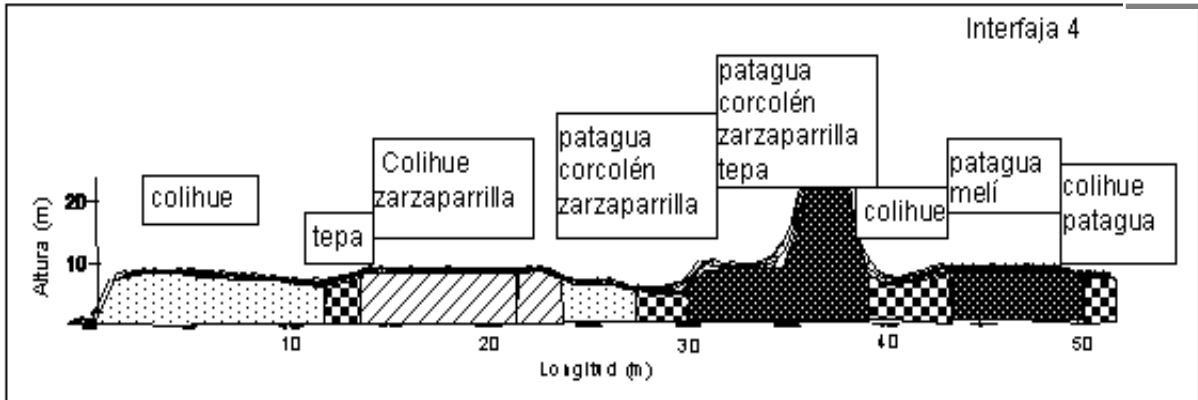


← S.O

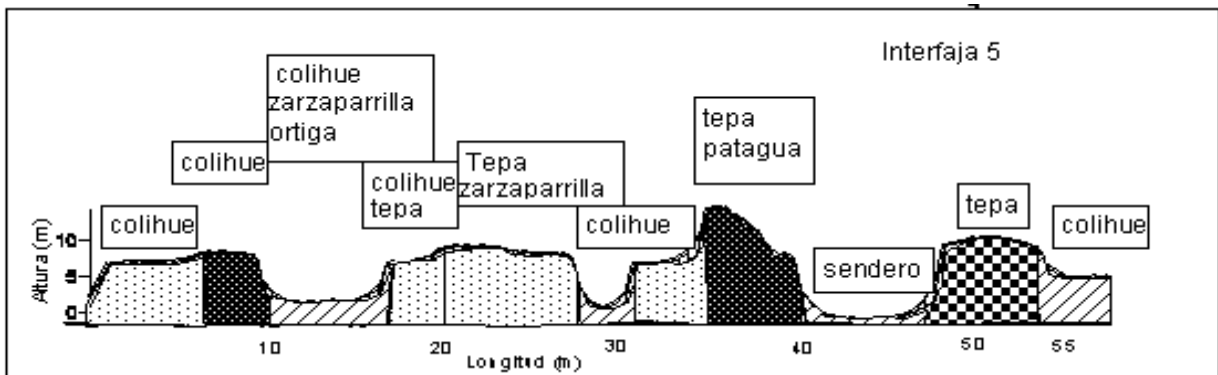


Simbología	
	1 (0-25%)
	2 (25-50%)
	3 (50-75%)
	4 (75-100%)

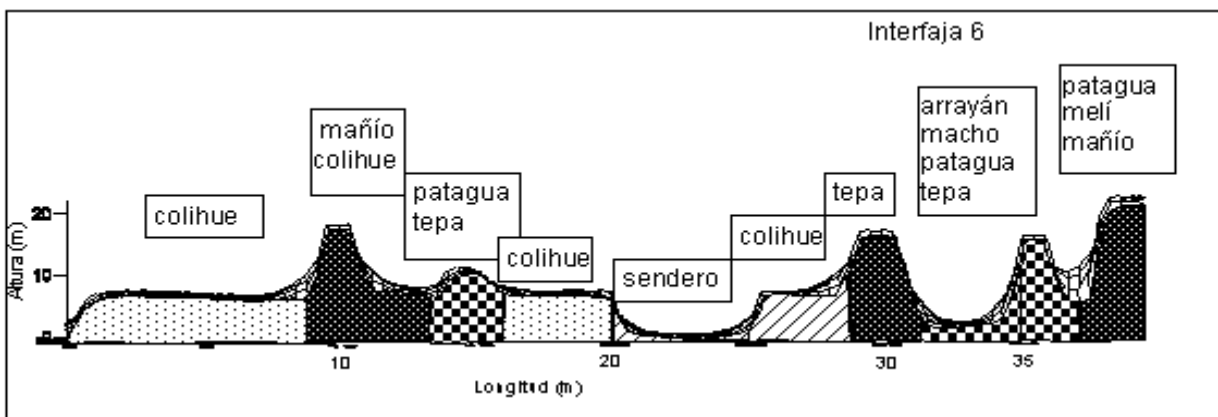
← S.O



← S.O

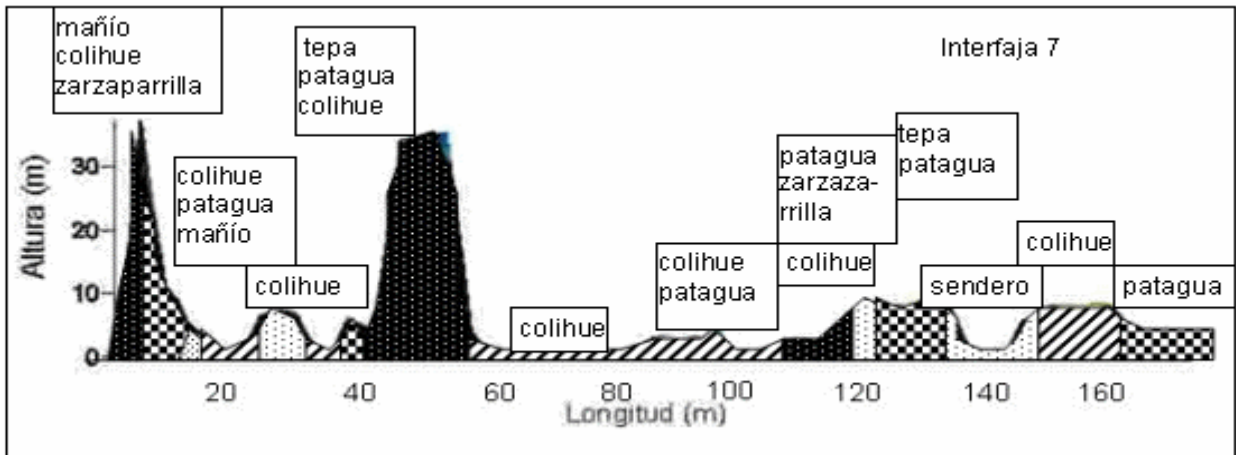


← S.O

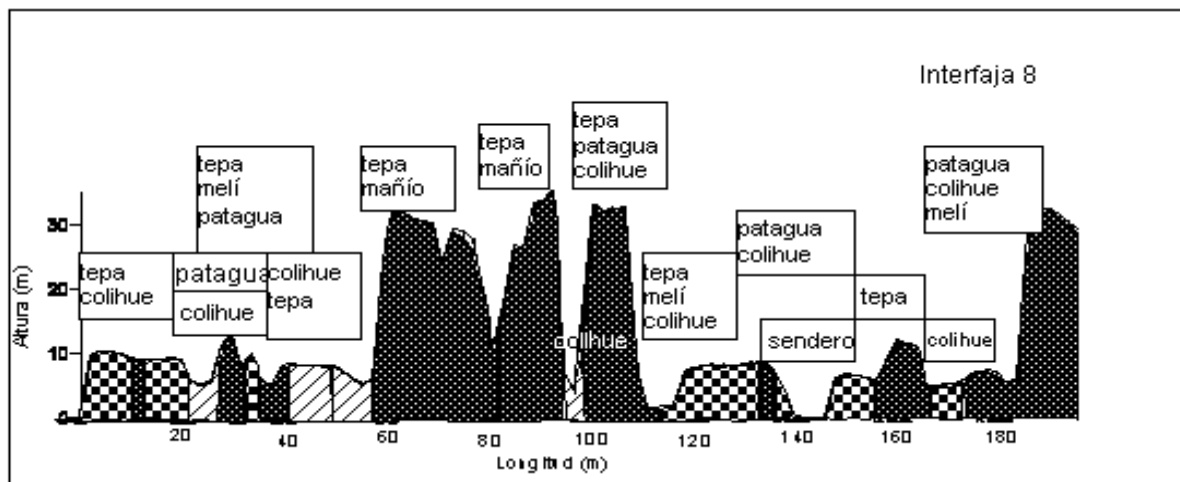






Simbología			
	1 (0-25%)		2 (25-50%)
	3 (50-75%)		4 (75-100%)

← S.O



← S.O



Simbología			
	1 (0-25%)		2 (25-50%)
	3 (50-75%)		4 (75-100%)

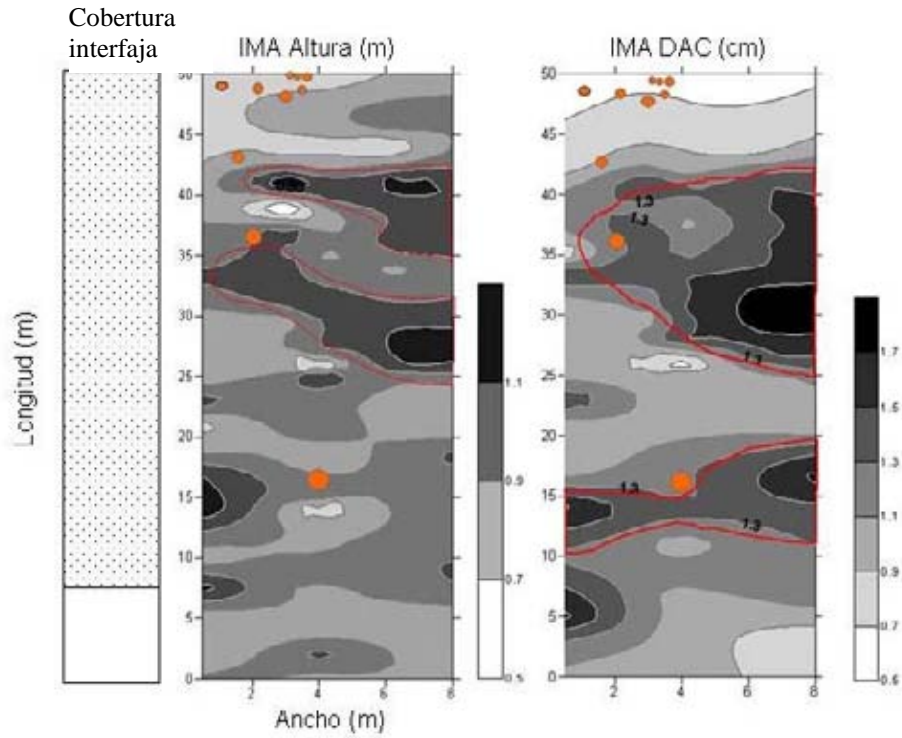
#### Anexo 6.

Representación espacial de crecimiento medio anual en altura y diámetro de cuello.  
Representación de árboles remanentes. Caracterización de los grados de cobertura de interfajas en las ocho fajas de plantación, para las especies coigüe y raulí

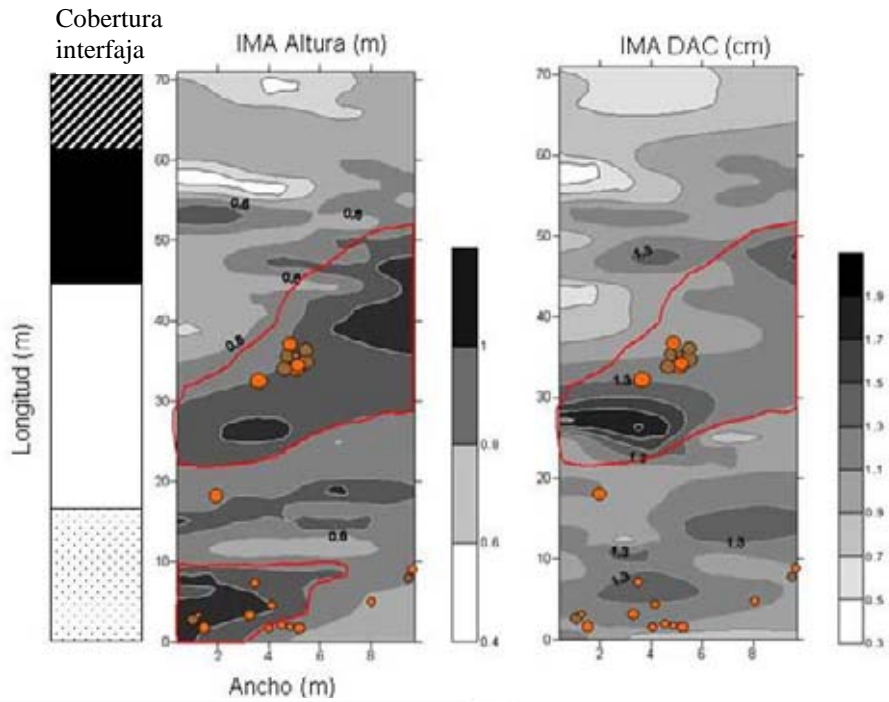


- Plantas de coigüe

Faja 1



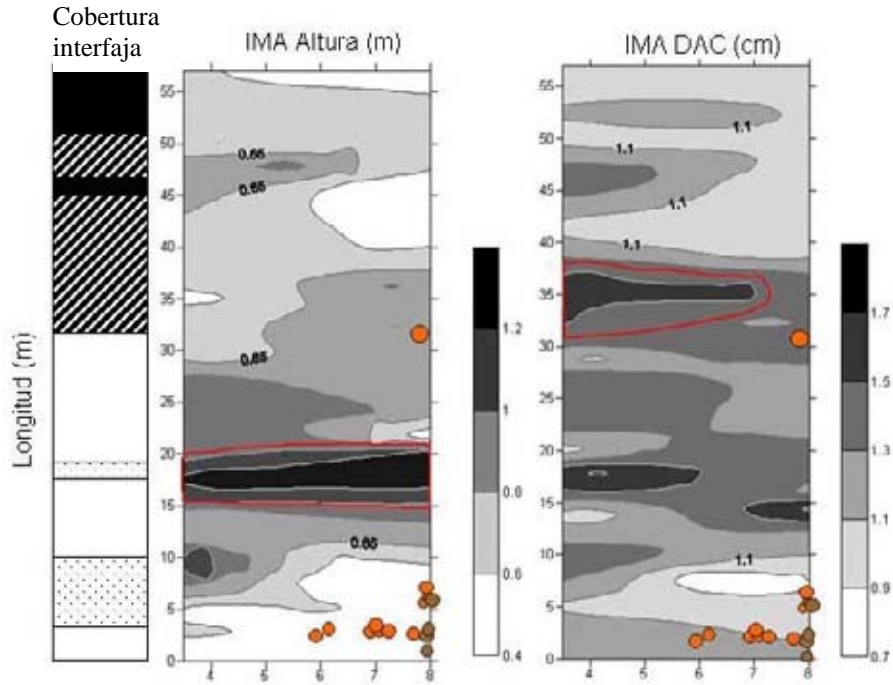
Faja 2



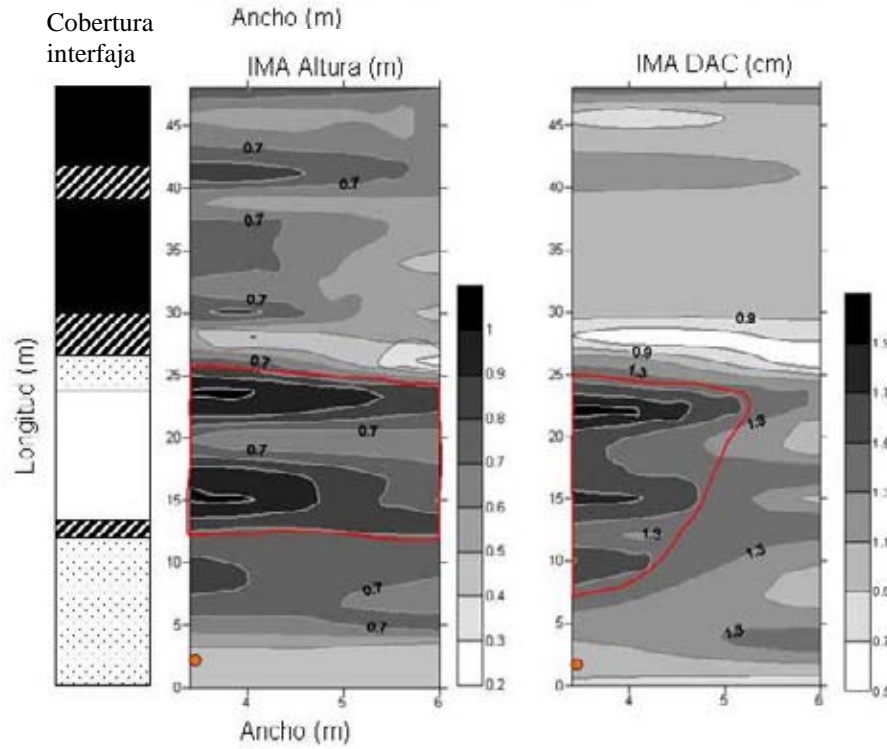
Simbología cobertura de interfaja	
	Grado 1 (0-25%)
	Grado 2 (25%-50%)
	Grado 3 (50%-75%)
	Grado 4 (75%-100%)

Simbología	
	<i>Laureliopsis philippiana</i>
	<i>Saxegothaea conspicua</i>
	<i>Nothofagus alpina</i>
	<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>
	<i>Rhaphitamnus spinosus</i>
	<i>Myrceugenia planipes</i>
	<i>Amomyrtus meli</i>

Faja 3



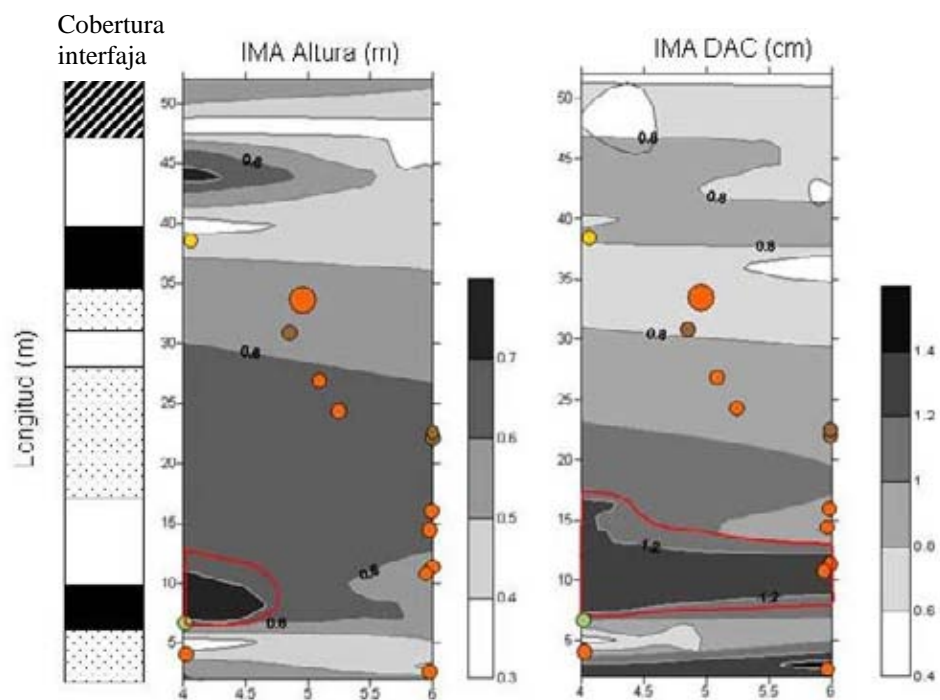
Faja 4



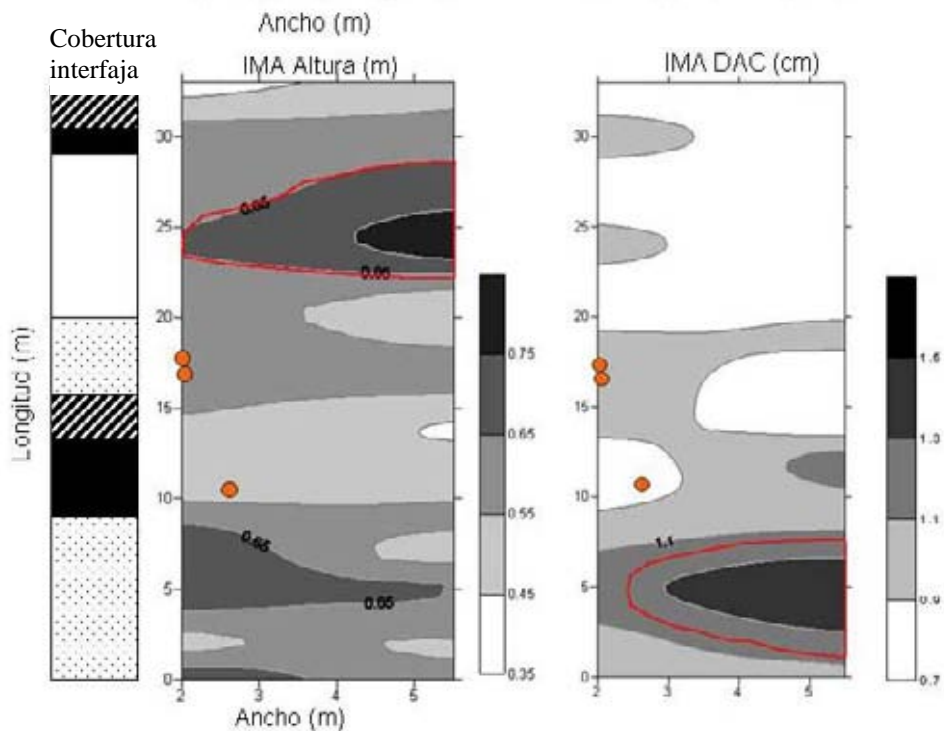
Simbología cobertura de interfaja	
	Grado 1 (0-25%)
	Grado 2 (25%-50%)
	Grado 3 (50%-75%)
	Grado 4 (75%-100%)

Simbología	
	<i>Laureliopsis philippiana</i>
	<i>Saxegothaea conspicua</i>
	<i>Nothofagus alpina</i>
	<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>
	<i>Rhaphitamnus spinosus</i>
	<i>Myrceugenia planipes</i>
	<i>Amomyrtus meli</i>

### Faja 5



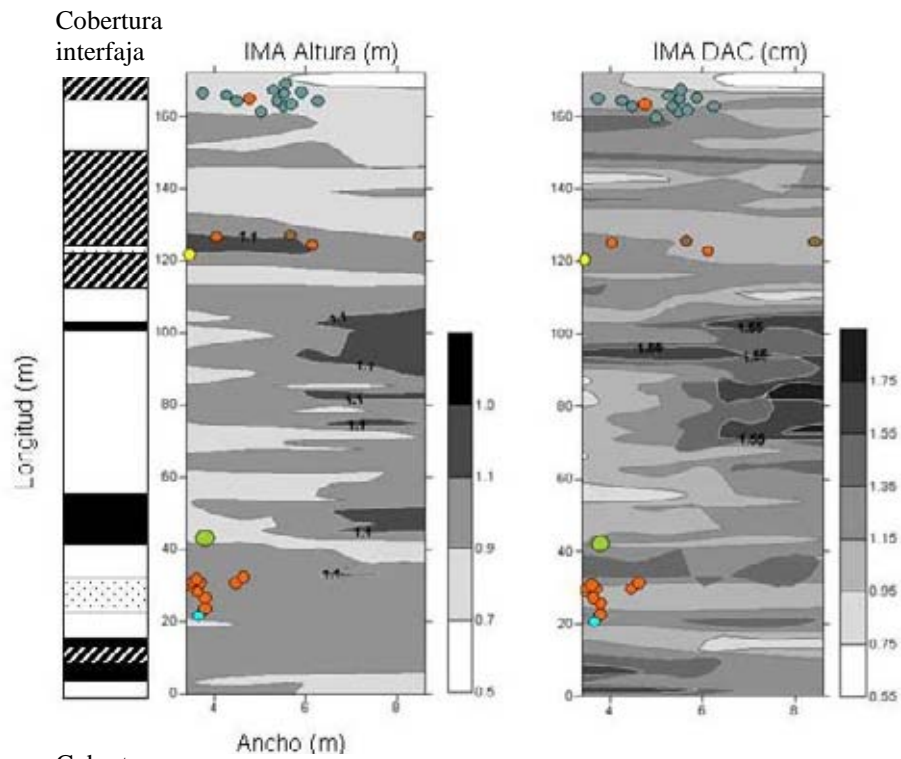
### Faja 6



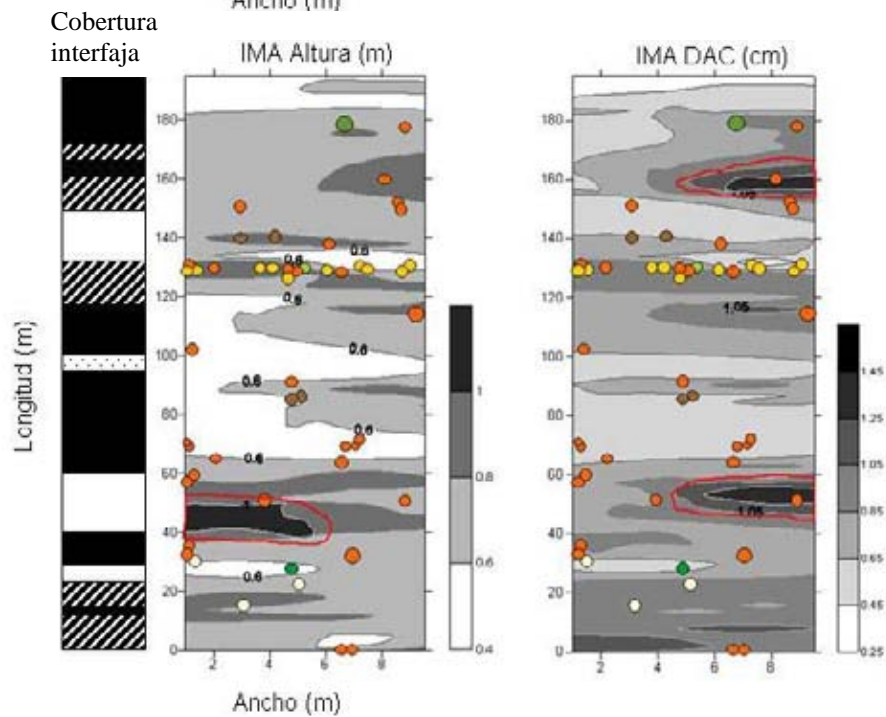
Simbología cobertura de interfaja	
	Grado 1 (0-25%)
	Grado 2 (25%-50%)
	Grado 3 (50%-75%)
	Grado 4 (75%-100%)

Simbología	
	<i>Laureliopsis philippiana</i>
	<i>Saxegothaea conspicua</i>
	<i>Nothofagus alpina</i>
	<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>
	<i>Rhaphitamnus spinosus</i>
	<i>Myrceugenia planipes</i>
	<i>Amomyrtus meli</i>

Faja 7



Faja 8

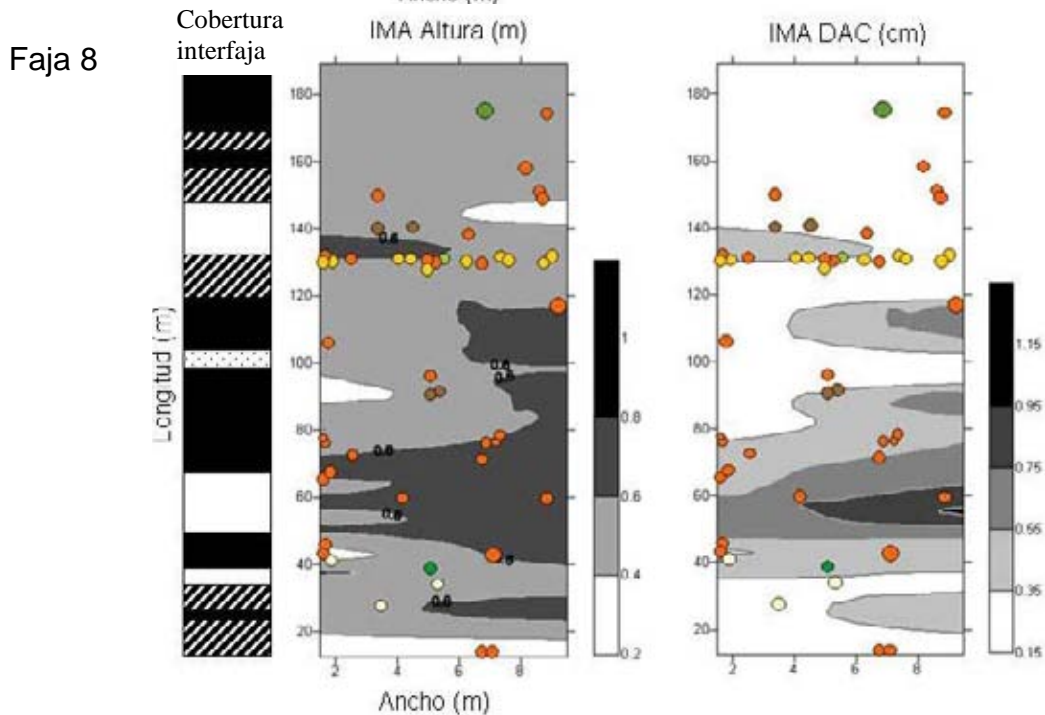
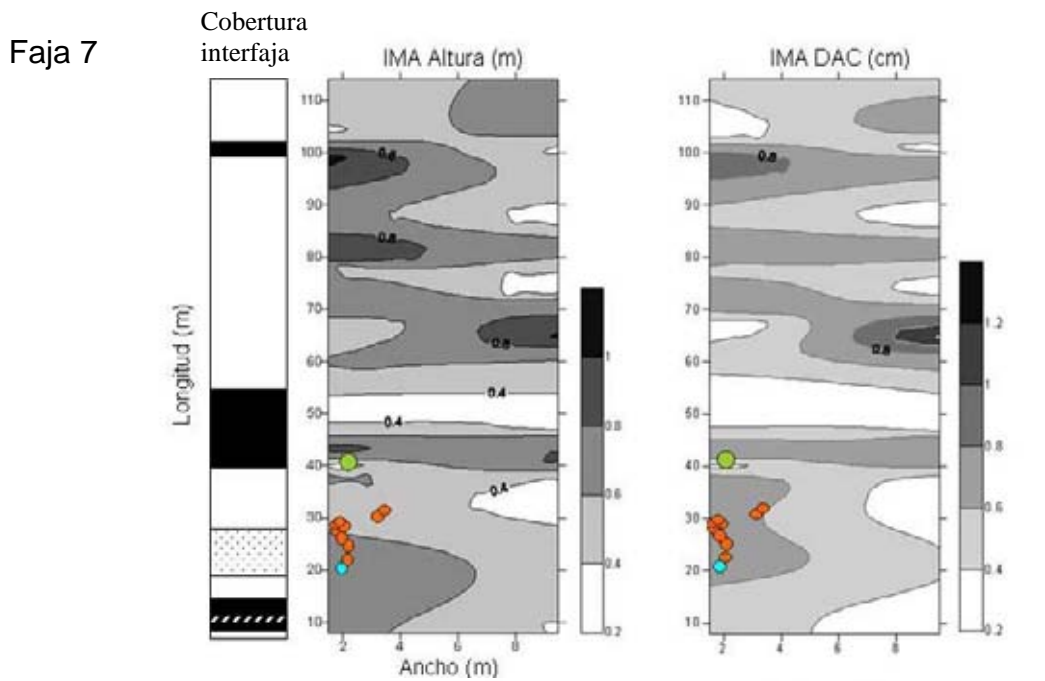


Simbología cobertura de interfaja	
	Grado 1 (0-25%)
	Grado 2 (25%-50%)
	Grado 3 (50%-75%)
	Grado 4 (75%-100%)

Simbología	
	<i>Laureliopsis philippiana</i>
	<i>Saxegothaea conspicua</i>
	<i>Nothofagus alpina</i>
	<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>
	<i>Rhaphitamnus spinosus</i>
	<i>Myrceugenia planipes</i>
	<i>Amomyrtus meli</i>



- Plantas de raulí



Simbología cobertura de interfaja	
	Grado 1 (0-25%)
	Grado 2 (25%-50%)
	Grado 3 (50%-75%)
	Grado 4 (75%-100%)

Simbología	
	<i>Laureliopsis philippiana</i>
	<i>Saxegothaea conspicua</i>
	<i>Nothofagus alpina</i>
	<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>
	<i>Rhaphitamnus spinosus</i>
	<i>Myrceugenia planipes</i>
	<i>Amomyrtus meli</i>

