



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Crecimiento de plantas de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.)
Oerst 1 / 0 producidas en contenedor en función de dosis de
fertirriego**

Patrocinante: Sr. Pablo Donoso H.

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

MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ MUÑOZ

VALDIVIA
2007

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE EVALUACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Pablo Donoso Hiriart	<u>6,8</u>
Informante :	Sr. Víctor Gerding Salas	<u>6,4</u>
Informante :	Sr. Bernardo Escobar Rodríguez	<u>6,9</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. Pablo Donoso H.

Agradezco y dedico este trabajo de titulación a todas las personas que componen mi vida y en especial a:

El hombre más importante de mi vida, mi padre, por su esfuerzo constante y su amor. Por ser simplemente el pilar de mi vida.

Mi madre por su dedicación, confianza y apoyo en momentos de confusión.

Mi hermano Felipe por estar a mi lado entregándome todo el amor del mundo.

Sr. Pablo Donoso por su simpatía, carisma y apoyo constante; Sr. Víctor Gerding agradezco su paciencia y ayuda en cada paso de esta tesis; Don Bernardo por entregarme valiosos conocimientos que serán de mucha importancia en mi vida profesional.

Mis amigos de siempre: Ale, Taly y Fany, muchas gracias por la amistad sincera y por todo el cariño.

A quien hoy ocupa un gran lugar en mi corazón... Marcos Contreras T. Gracias por ser parte de mi vida.

Mis nuevos amigos Magno Alberto, Panchis, Carmelo y Víctor. Por todos los momentos compartidos.

No puedo dejar de agradecer a la persona que me acompañó y apoyo en momentos difíciles y con quien compartí gran parte de esta tesis José Luis Palma V. Que Dios te acompañe siempre...

Rodrigo Inzunza por ayudarme con el abstrac y a Fredy por sus consejos.

Mis compañeros a los que les deseo la mejor suerte del mundo en el nuevo camino.

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Antecedentes generales de la especie	2
2.2 Descripción de producción de plantas en contenedor	2
2.3 Nutrición forestal	3
2.4 Sistemas de fertilización	4
2.5 Fertirriego y metodología de aplicación	5
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	7
3.1 Antecedentes generales del estudio	7
Ubicación y duración del ensayo	7
Antecedentes climáticos del área	7
Características del material	7
Fertirriego	8
Características del producto	8
Metodología de aplicación del fertirriego	9
3.3.3 Tratamientos utilizados	9
Diseño experimental	10
Distribución espacial del ensayo	10
Variables a medir y evaluar	10
Análisis estadístico	12
3.4.4 Funciones de biomasa	12
4. RESULTADOS	15
4.1 Mortalidad y crecimiento	15
4.2 Biomasa de las plantas	16
4.3 Indicadores de calidad de plantas	17
4.4 Funciones de biomasa	17
5. DISCUSIÓN	20
5.1 Crecimiento y morfología de las plantas	20
5.2 Funciones de biomasa	22
6. CONCLUSIONES	23
7. BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXOS	
1 <i>Abstract and keywords</i>	

- 2 Composición del fertilizante
- 3 Esquema de cosecha
- 4 Estadística descriptiva y análisis de varianza
- 5 Estadísticos, *ranking* y validación de funciones
- 6 Formularios de terreno y laboratorio

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Rangos de eficiencia (%) aproximada de uso de los nutrientes en fertirriego y fertilización tradicional.	5
Cuadro 2. Cantidades totales de fertilizantes Ultrasol® (g) entregados a cada planta durante el periodo de fertilización.	10
Cuadro 3. Modelos de regresiones lineales simples y múltiples propuestas para el ajuste.	13
Cuadro 4. Estadística descriptiva para el peso seco (g) por componente y total.	16
Cuadro 5. Funciones seleccionadas para estimar biomasa total.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema de los requerimientos de nutrientes en las plantas según etapa de crecimiento.	9
Figura 2. Bosquejo de un bloque de contenedores que representa la distribución espacial de las plantas medidas y cosechadas en una repetición.	10
Figura 3. Mortalidad, diámetro de cuello medio (mm) y altura media (cm) para cada fecha de medición por tratamiento.	15
Figura 4. Distribución porcentual del peso seco por componente en cada tratamiento.	16
Figura 5. Relación tallo/raíz por tratamiento, coeficiente de vigorosidad e índice de Dickson.	17
Figura 6. Relación entre la biomasa total de la planta y las variables independientes DAC, altura total y su combinación DAC por altura.	19

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio realizado en el vivero “Bosques del Sur”, ubicado al Norte de la ciudad de Valdivia y perteneciente al Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral de Chile, tuvo por finalidad evaluar el crecimiento de plantas de *Nothofagus dombeyi* (coigüe) 1/0 producidas en contenedor y sometidas a tres dosis de fertilizante aplicado a través de fertirriego. Para cumplir con esto se plantearon tres objetivos específicos: comparar el crecimiento de las plantas según distintas dosis de fertilizante, evaluar su biomasa según distintos indicadores de calidad y ajustar funciones de biomasa de plantas individuales.

Para el desarrollo del ensayo se utilizaron como unidad muestral bloques de contenedores de 84 cavidades, existiendo tres tratamientos: 8, 10 y 12 g/L (T1, T2 y T3 respectivamente). Cada tratamiento se realizó con tres repeticiones, obteniéndose nueve unidades muestrales. La duración del ensayo fue de ocho meses desde la siembra en septiembre de 2005, hasta la cosecha de las plantas en mayo de 2006.

A un total de 28 plantas por repetición se le midió la altura en tres ocasiones, mientras que el DAC fue medido sólo en la última fecha. Para el cumplimiento del segundo objetivo específico se cosecharon 108 plantas (12 por repetición), a las cuales se les midió el DAC (diámetro a la altura del cuello) y la altura para luego ser separadas según componente: tallo, hojas, raíces finas (<1mm) y raíces gruesas (>1mm de diámetro) y secadas en horno para obtener peso seco y así ajustar las funciones de biomasa.

Para evaluar el crecimiento de las plantas se utilizó el DAC, la altura total, la biomasa total y los indicadores de calidad relación tallo/raíz, coeficiente de vigorosidad, índice de Dickson y tonalidad del follaje.

Las tres dosis utilizadas en este ensayo no produjeron diferencias significativas entre ellas para ninguna de las variables observadas. Los atributos morfológicos de las plantas y los indicadores de calidad reflejan que las tres dosis ensayadas entregan un buen crecimiento de plantas de coigüe en una temporada.

Las funciones de biomasa propuestas para *N. dombeyi* bajo condiciones de fertirriego se ajustaron bien a los datos obtenidos. Gracias a estas funciones el viverista podrá, a través de variables de rápida captura, conocer el estado actual de sus plantas en cuanto a biomasa total, la que se considera como un indicador de calidad de plantas. Sin embargo, se debe señalar que las funciones ajustadas en este estudio son aplicables solo a plantas de *N. dombeyi* de una temporada y sometidas tratamientos como los antes mencionados.

Palabras claves: *Nothofagus dombeyi*, fertirriego, fertilizantes, calidad de plantas.

1. INTRODUCCIÓN

Todo cultivo requiere de una serie de nutrientes para sobrevivir y desarrollarse, pudiendo encontrarse éstos en condiciones naturales en el suelo donde se desarrolle la planta. Sin embargo, la fertilización es clave para los cultivos realizados en sustratos artificiales, ya que permite obtener buenos resultados en desarrollo y calidad de plantas, en periodos más cortos. El término calidad de plantas se refiere a la obtención de características deseables sobre la base de los objetivos finales para los cuales se realiza la producción de estas plantas. La importancia de dicha calidad radica en que de ésta dependerá el éxito de las futuras plantaciones. Su comportamiento está determinado por atributos morfológicos y fisiológicos, los que pueden ser manipulados por el viverista.

Dentro de los métodos de fertilización, uno de los más utilizados actualmente en viveros forestales es el fertirriego, que corresponde a la incorporación de nutrientes (fertilizantes) a la planta por medio del agua de riego. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia en la aplicación de los nutrientes, debido principalmente a la posibilidad de variar la dosis y el producto según la etapa de desarrollo de la planta, en el momento que el viverista lo estime conveniente para el cultivo, obteniéndose así mayores rendimientos y plantas de mejor calidad.

Nothofagus dombeyi (Mirb.) Oerst (coigüe) presenta gran importancia silvicultural por su rápido crecimiento en renovales y su potencial de crecimiento en plantaciones puras y mixtas. Al ser una especie nativa de amplio rango de distribución e importantes características madereras, es posible que en un futuro no muy lejano esta especie tenga una mayor demanda, pudiendo masificarse su producción. Por este motivo es fundamental conocer cómo producir plantas de buena calidad de esta especie, con métodos rápidos y eficientes como los que se pueden lograr con el fertirriego. El presente estudio está orientado a evaluar la respuesta de plantas de *N. dombeyi*, producidas en contenedor, en una temporada, sometidas a la aplicación de fertilizantes por medio del fertirriego.

El objetivo del presente estudio es evaluar el crecimiento de plantas de *N. dombeyi* 1/0 en función de diferentes dosis de fertilizante aplicados a través del fertirriego.

Para el cumplimiento del objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Comparar el crecimiento según distintas dosis de fertilizante.
- Evaluar plantas y su biomasa según distintos indicadores de calidad.
- Ajustar funciones de biomasa de plantas individuales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales de la especie

Nothofagus dombeyi pertenece a la familia Fagaceae y es una especie endémica de los bosques subantárticos de Chile y Argentina. Es un árbol siempreverde que crece en el centro y sur de Chile, desde los 34°40' hasta 48° de latitud Sur, en ambas cordilleras incluyendo la Depresión Intermedia (Donoso, 1978). Esta especie intolerante a la sombra se caracteriza por preferir suelos húmedos y ser una especie pionera al colonizar áreas desprovistas de vegetación. Es un árbol frondoso con ramas aplanadas horizontalmente que le dan un aspecto característico. Su corteza es gris-oscura con pequeñas grietas verticales (Rodríguez *et al.*, 1983). Este árbol puede alcanzar más de 50 metros de altura y hasta cuatro metros de diámetro, desarrollando un fuste largo y recto. Sus hojas de forma de rombo redondeado, tienen el borde aserrado y un pecíolo muy corto. Las flores inconspicuas verdes miden menos de medio centímetro de longitud. Los sexos están separados (monoico) y el polen se dispersa por la acción del viento. Sus frutos son pequeños y poco notorios (INFOR y CONAF, 1998). En condiciones de bosque generalmente se encuentra libre de ramas hasta gran altura (poda natural) y con copa pequeña. Es un árbol muy longevo, alcanzando más de 400 años de edad. Es considerada la latifoliada más grande de los bosques del sur de Chile (Hoffmann, 1982).

2.2 Descripción de producción de plantas en contenedor

La producción de plantas de especies forestales tradicionalmente ha sido dividida en dos diferentes grupos: plantas a raíz desnuda y en contenedor. La producción en contenedor significa que se cultivan las plantas en un sustrato artificial el que se encuentra limitado al volumen del contenedor, bajo condiciones ambientales controladas como en invernadero (Landis, 1989). Generalmente la producción a raíz desnuda se realiza sobre suelo natural, previamente acondicionado para el buen crecimiento de las plantas.

Según Donoso *et al.* (1999), el método para producir plantas de especies nativas más comúnmente utilizado en Chile es a raíz desnuda, como es el caso de los *Nothofagus* (*N. obliqua*, *N. dombeyi* y *N. nervosa*), que son las especies con mayor producción y demanda en la actualidad, lo que generalmente involucra producir plantas de dos temporadas (1/1). Sin embargo, actualmente se han producido masivamente en vivero plantas en contenedores durante una temporada (1/0) con excelentes resultados (Quiroz *et al.*, 2001).

Un contenedor es un envase con ciertas características constructivas especiales donde se realiza el cultivo de una planta forestal. La diferencia con las especies ornamentales es que la calidad del resultado no se encuentra en el follaje o en las flores sino que en la respuesta de la planta en terreno, tanto por su supervivencia, como por el desarrollo y estabilidad que ésta tenga (Peñuelas y Ocaña, 2000). Para

Landis (1989) la función primaria de un contenedor es la de contener una cantidad suficiente de sustrato que abastezca a las raíces con agua, aire, nutrientes minerales y además provea soporte físico mientras la planta esté en el vivero.

El cultivo de plantas en contenedor involucra un control preciso del ambiente de propagación de tal manera de que sea óptimo para el crecimiento de ellas, permitiendo tener mayor control sobre factores como riego, nutrientes, malezas, plagas y enfermedades. Además se puede alargar el período de plantación, obteniéndose una mayor resistencia al estrés en periodos críticos para el traslado (Landis, 1989). Para Luoranen *et al.* (2003), en un estudio realizado con plántulas de *Betula pendula* producidas en contenedor, es posible ampliar la temporada de plantación en a lo menos un mes, dependiendo del estado de desarrollo de la raíz.

2.3 Nutrición forestal

El estado nutricional es un atributo fisiológico de las plantas que afecta básicamente procesos como la regulación del crecimiento, el flujo de energía y la síntesis de los complejos moleculares que componen las plantas (Quiroz *et al.*, 2001). Se relaciona con el abastecimiento y absorción de compuestos químicos necesarios para el crecimiento y metabolismo de las plantas (Montoya, 2000).

Los elementos esenciales para las plantas son aquellos que tienen un efecto directo y específico sobre el cultivo y que no pueden ser reemplazados por otro elemento ya que son necesarios para completar el ciclo de vida de la planta, como son los macroelementos: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y algunos microelementos como hierro (Fe), boro (B), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), manganeso (Mn) y cloro (Cl) (Miller, 1967).

El hecho que un elemento nutritivo mejore el crecimiento de la planta no significa que éste sea esencial (Jara, 1986). Según Mengel y Kirkby (1982), para determinar si un elemento es o no esencial en la vida de la planta se deben cumplir tres requisitos:

- Que la planta no pueda completar su ciclo de vida debido a una deficiencia del elemento.
- Que el efecto producido por la deficiencia nutritiva en la planta sea específica para el bioelemento en cuestión.
- Que el elemento esté directamente relacionado con la nutrición de la planta.

Para los esquemas de cultivo han sido reconocidas tres etapas en el desarrollo de las plantas: la fase de establecimiento, que comprende la germinación y el crecimiento de la plántula a través del estadio cotiledonar; la fase de crecimiento rápido, cuando las plantas crecen a una tasa exponencial; y la fase de endurecimiento, que comienza cuando las plantas tienen formadas sus yemas terminales y el crecimiento de la parte aérea cesa, pero el diámetro de cuello y el crecimiento de la raíz aumentan (Landis, 1990). En cada una de estas fases, el

cultivo requerirá de distintas dosis de elementos nutricionales, los que deben ser muy bien manejados por el viverista ya que de cada uno de ellos dependerá el éxito del cultivo.

Estudios realizados para evaluar la importancia de los elementos nutritivos nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento de *N. dombeyi* en sus dos primeros años, indican que es nitrógeno el elemento más importante para el desarrollo de esta especie, seguido por potasio y finalmente por fósforo. (Jara, 1986).

El nivel de nutrientes en el follaje predetermina la respuesta de la planta en el lugar de plantación. Los atributos morfológicos y fisiológicos que debe poseer una planta para soportar una sequía en verano son muy similares a los que debe tener una planta para tolerar el frío. Ellas requieren un sistema radicular fibroso y casi tan largo como su altura, un follaje coriáceo, rico en reservas y con un buen balance entre volumen y peso aéreo con respecto a la parte radicular (Krausse, 2005).

2.4 Sistemas de fertilización

La fertilización es, después del riego, la práctica cultural que más directamente influye en el desarrollo de las plantas. El estado nutricional afecta básicamente a los procesos fisiológicos, tales como la regulación del crecimiento, el flujo de energía y la síntesis de los complejos orgánicos moleculares que componen las plantas (Peñuelas y Ocaña, 2000).

Existen tres métodos de fertilización para plantas producidas a raíz cubierta o en contenedor. El primero de ellos es la utilización de fertilizantes de entrega lenta, aplicados al sustrato. La formulación de estos permite su utilización en diferentes fases del crecimiento en vivero. El segundo es el fertirriego, que corresponde al empleo desde las primeras fases del vivero de fertilizantes de fácil disponibilidad o entrega rápida, aplicados a través del sistema de riego. El tercero es una mezcla de ambos anteriores, utilizándose fertilizantes de lenta entrega durante la fase de establecimiento y de absorción rápida durante las fases de pleno crecimiento y endurecimiento (Landis, 1990).

La entrega de los nutrientes es variable según el producto y depende de los niveles de humedad del suelo o sustrato, la temperatura y/o la actividad microbiana. Para Krausse (2005) la aplicación de un esquema de fertilización compuesto por dos fertilizantes solubles (*General purpose* N, P, K 20-10-20 + *Plant starter* N, P, K 9-45-15) demostró ser un buen método y generó mayor crecimiento en altura, diámetro de cuello e índice de biomasa en plantas de *Nothofagus obliqua*, en etapa de viverización producidas en contenedor tipo *speedling*.

Según Domínguez (1989), la eficiencia de la fertilización está dada por el método de aplicación de los fertilizantes. Por este motivo, actualmente los viveros comerciales de gran y mediana escala utilizan como método de fertilización el fertirriego que es la incorporación de fertilizantes solubles en el agua de riego, ya sea en forma

automatizada o artesanal. Este sistema de fertilización incrementa la eficiencia en el uso de los nutrientes (cuadro 1), respecto a la fertilización más tradicional que era por medio de fertilizantes de lenta entrega, cuyo término es usado para describir fertilizantes que no liberan el 100% de los nutrientes disponibles al momento de la aplicación (Krausse, 2005). Entre estos tipos de fertilizantes se encuentran: Osmocote, Nutricote, Phycote, Polyon, etc. (Hartmann *et al.*, 2002).

La desventaja en la aplicación de fertilizantes de entrega lenta es la posibilidad de que ocurran entregas de nutrientes descontroladas, ya que a diferencia de los productos solubles, no pueden ser ajustados una vez que han sido aplicados (Rose *et al.*, 2004).

Cuadro 1. Rangos de eficiencia (%) aproximada de uso de los nutrientes en fertirriego y fertilización tradicional* en plantaciones jóvenes.

Nutriente	Fertilización tradicional	Fertirriego
Nitrógeno	15-50	50-80
Fósforo	5-30	30-40
Potasio	30-40	40-60
Azufre	20-50	50-80
Calcio	30-40	40-60
Magnesio	30-40	40-60
Micronutrientes	5-50	30-60

*(Higueras, 2004)

2.5 Fertirriego y metodología de aplicación

El fertirriego o fertirrigación es una técnica moderna desarrollada en la década de los años 60. En Chile su implementación se expandió fuertemente en la primera mitad de la década de los 80, especialmente en el Norte Chico, debido a la escasez de recursos hídricos existentes en la zona y a la importancia que adquirió la viticultura de exportación (Martínez, s/f). Dicha práctica, enfocada principalmente a cultivos agrícolas, ha tenido gran aceptación por viveros forestales debido a las grandes ventajas que entrega en comparación con otros tipos de fertilización (Domínguez, 1996).

Se entiende por fertirriego a la aplicación de los elementos nutritivos (fertilizantes) junto con el agua de riego. A través de este método se consigue regar con una solución nutritiva en forma continua o intermitente (Martínez, s/f). Se trata de una forma de aprovechar el agua como vehículo de transporte de elementos nutritivos que requiere el cultivo (Domínguez, 1996).

Para Domínguez (1996), Rojas (1993) y (Martínez, s/f), las ventajas en la aplicación de fertirriego son:

- Interacción positiva entre el agua y los elementos nutritivos.
- Ahorro de trabajo y facilidad en la aplicación de los fertilizantes.
- Control de la dosificación y uniformidad en la distribución.
- Mejora de la localización de los nutrientes cerca de la raíces, ahorrando fertilizantes ya que existe menor pérdida por lixiviación y volatilización.
- Posibilidad de aplicar otros productos químicos (quemigación), como herbicidas, insecticidas y fungicidas.

Respecto a las desventajas, Rojas (1993) señala que éstas están relacionadas con el manejo incorrecto del proceso de fertirriego o por desconocimiento de los requerimientos nutricionales de la especie objetivo. Para realizar un buen programa de fertilización por fertirriego se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

Determinación de la concentración. Para esto se deben conocer los requerimientos nutricionales de la especie a producir, con ello se podrá determinar la concentración de fertilizante a utilizar.

Preparación de la solución madre. Mezclar muy bien el fertilizante con el agua de riego, procurando que quede suficientemente diluido.

Humectación del sustrato y del follaje. Previo a la aplicación de la solución madre, se debe humedecer con agua limpia, tanto el sustrato como el follaje, ayudando de esta manera a la penetración del fertilizante al sustrato y además evitando que el fertilizante que cae en las hojas se seque muy rápidamente pudiendo producir quemaduras en el follaje.

Aplicación del fertilizante. Éstas deberán programarse temprano, evitándose las horas de mayor calor, ya que podría producirse un rápido secado del follaje, lo que podría causar un daño en él. La aplicación debe realizarse lo más homogénea y rápidamente posible.

Enjuague del follaje. El paso final en la inyección de fertilizante líquido es el enjuague. No realizar este paso podría traer consecuencias nefastas para el cultivo, como quemaduras del follaje (Landis, 1990). Este paso debe realizarse con un asperjado fino para abarcar la mayor superficie foliar posible y así hacer escurrir el fertilizante del follaje hacia el sustrato. Este procedimiento debe ser preciso ya que un exceso de enjuague puede hacer perder el fertilizante por lixiviación.

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Antecedentes generales del estudio

3.1.1 Ubicación y duración del ensayo

El ensayo se instaló en septiembre del año 2005 y duró ocho meses (mayo 2006), en el vivero “Bosques del Sur” perteneciente al Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral de Chile, ubicado en la salida Norte de la ciudad de Valdivia, dentro del sub proyecto “Semillas y técnicas de viveros y plantaciones para las especies nativas de la X Región”, parte del convenio UACH – CONAF “Ecología y Silvicultura de los Bosques Nativos”.

3.1.2 Antecedentes climáticos del área

La ciudad de Valdivia presenta un clima templado lluvioso con influencia mediterránea, según la clasificación de Köppen. Las precipitaciones anuales oscilan entre 2.000 y 2.500 mm, concentrándose principalmente en los meses de invierno, sin embargo en verano también hay presencia de precipitaciones. Las temperaturas más altas se registran en el mes de enero, con una media mensual de 17 °C, mientras que las más bajas se presentan en el mes de junio con un promedio mensual de 7,7 °C (Di Castri y Hajek, 1976).

3.2 Características del material

Las semillas provinieron del sector de Raulintal, ubicado en la Cordillera de la Costa de la comuna de La Unión, en la Provincia de Valdivia. A éstas se les aplicó como tratamiento pregerminativo remojo en ácido giberélico (GA 3) en concentración de 250 ppm por un período de 22 horas.

La época de siembra correspondió a la primavera del año 2005 (29 de septiembre). Ésta se realizó manualmente y a una profundidad de dos veces el diámetro de la semilla (7 mm aprox.). Dicha siembra se realizó dentro del invernadero, en un sustrato de corteza de *Pinus radiata* compostada (con granulometría menor a 5 mm), que corresponde a material inerte, limpio, poroso y de bajo costo que entrega condiciones favorables para el desarrollo radicular de las plantas.

El material de los contenedores utilizados fue de poliestireno expandido (*aislapol*) de 84 cavidades y de 130 cm³ de volumen por cavidad. Estos contenedores fueron sumergidos en una mezcla de agua (4L), látex vinílico blanco (1L) y oxícloruro de cobre (500 g), cuyas propiedades son desinfectar los contenedores y realizar poda química de raíces laterales de las plantas para evitar incrustación en las paredes del contenedor.

El cultivo se mantuvo dentro del invernadero hasta el 15 de noviembre (2005). Luego fue trasladado a la intemperie para comenzar la etapa de endurecimiento, dejando los bloques de contenedores sobre naves cubiertas con malla Raschel de 50% de cobertura. Finalmente, la segunda semana de marzo (2006), dicha malla fue retirada para que las plantas continuaran con la etapa de lignificación.

3.3 Fertirriego

3.3.1 Características de los productos

El tipo de producto utilizado presenta la característica de ser aplicado de acuerdo a la etapa de requerimiento nutricional de las plantas (anexo 2). Las tres formulaciones utilizadas fueron Ultrasol® Inicial, de Crecimiento y Pinta, las que se describen a continuación:

- Ultrasol Inicial®: utilizado en la primera etapa de desarrollo de la planta (etapa I), es decir, desde la aparición de las primeras hojas verdaderas (figura 1). Este es el momento donde es necesaria la aplicación de un fertilizante rico en fósforo para estimular a la planta a desarrollar un buen sistema radicular.
- Ultrasol de Crecimiento®: es utilizado para el pleno desarrollo de la planta donde los requerimientos se basan en el consumo de nitrógeno (etapa II), ya que es el nutriente con más demanda en el periodo de crecimiento de la planta (figura 1).
- Ultrasol Pinta®: se utiliza para disminuir la tasa de crecimiento de la planta y así poder enfrentar el otoño con los tejidos maduros para evitar que los tejidos nuevos, que son los más susceptibles, puedan ser dañados por factores tales como hongos, heladas y viento. En esta etapa la planta requiere bajar los contenidos de nitrógeno y aumentar el consumo de potasio para lograr endurecer o lignificarse (etapa III, figura 1).

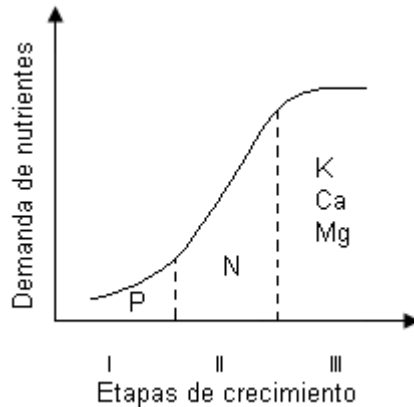


Figura 1. Esquema de los requerimientos de nutrientes en las plantas según etapa de crecimiento. Se observan tres etapas, cada una con distintos requerimientos: etapa I basada principalmente en concentraciones ricas en fósforo; etapa II, los requerimientos se basan en nitrógeno, y una última etapa III, donde la planta requerirá principalmente de potasio, calcio y magnesio para completar su crecimiento (Landis, 1990).

3.3.2 Método de aplicación del fertirriego

El fertilizante se aplicó cada tres días mediante un pulverizador de espalda (solo recomendable para pequeñas producciones por ser poco eficiente), realizándose previamente un humedecimiento del follaje, para evitar que el producto dañe las hojas y, posteriormente, se enjuagó el follaje con la finalidad de incorporar el fertilizante al sustrato.

3.3.3 Tratamientos utilizados

Los tratamientos utilizados fueron tres dosis de fertilizante: 8, 10 y 12 g/L. El por qué de estas dosis radica en los resultados de un anterior ensayo realizado en el mismo vivero con dosis de 2, 4 y 6 g/L, identificando entonces que la respuesta en crecimiento era mayor con las dosis mayores, dando la pauta para este posterior ensayo¹. La aplicación de estas dosis comenzó con Ultrasol Inicial, desde la aparición de las primeras hojas verdaderas, lo cual ocurrió en los primeros días de diciembre del año 2005, luego se continuó la aplicación con Ultrasol Crecimiento durante los meses de enero y febrero del año 2006 y finalmente se aplicó Ultrasol Pinta desde el 17 de marzo hasta mediados de abril del mismo año. Cada planta recibió 2 cm³ de fertilizante por cada aplicación. La cantidad total de fertilizante se menciona en el cuadro 2.

¹ Bernardo Escobar, Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile comunicación personal. Septiembre, 2006.

Cuadro 2. Cantidades totales de fertilizantes Ultrasol® (g) entregados a cada planta durante el periodo de fertilización.

Tratamiento	Inicial	Crecimiento	Pinta
T1	0,16	0,29	0,16
T2	0,20	0,36	0,20
T3	0,24	0,43	0,24

3.4 Diseño experimental

3.4.1 Distribución espacial del ensayo

El diseño experimental fue uno completamente aleatorio, donde existieron tres tratamientos, con tres repeticiones cada uno; cada repetición se encontraba representada por un bloque de contenedores de 84 cavidades (figura 2).

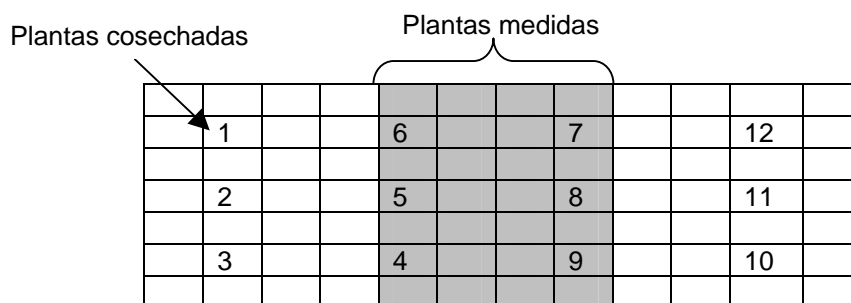


Figura 2. Bosquejo de un bloque de contenedores que representa la distribución espacial de las plantas medidas y cosechadas en una repetición. Los números corresponden a 12 plantas cosechadas y la sección oscura simboliza 28 plantas que fueron medidas periódicamente.

3.4.2 Variables a medir y evaluar

Para el desarrollo del estudio se realizaron mediciones de altura en tres oportunidades, diciembre de 2005, enero y mayo de 2006, para un total de 28 plantas por repetición ubicadas en el centro de cada bloque de contenedores (figura 2). A estas plantas también se les midió el DAC en la última fecha. Para el análisis de biomasa se cosecharon 12 plantas por repetición (figura 2), en mayo del año 2006. A continuación se describe cada una de las variables medidas y evaluadas:

Altura total (HT) y diámetro a la altura del cuello (DAC). Estas características morfológicas son un buen reflejo de la calidad de las plantas (González, 1993). El criterio utilizado fue medir desde la base del contenedor para homogeneizar la altura de medición de ambas variables. Para medir el DAC se utilizó un pie de metro graduado en milímetros, mientras que para la altura se utilizó una regla, también graduada al milímetro.

Mortalidad. Fue evaluada para el total de plantas (84 cavidades por repetición) y consistió en la cuantificación de las plantas no existentes o que se encontraban muertas en los contenedores.

Peso seco o biomasa. Se utilizó un muestreo destructivo de doce plantas por cada repetición (figura 2). Fueron considerados cuatro componentes: tallo (que incluyó las yemas laterales y apicales), hojas con pecíolo, raíces finas (diámetro <1 mm) y raíces gruesas (diámetro \geq 1 mm). Cada componente fue debidamente lavado antes de ser secado.

Estas muestras fueron depositadas en bolsas de papel previamente etiquetadas para luego ser llevadas a horno a temperatura de 105°C por 48 horas, hasta obtener un peso constante. Una vez secadas las muestras, cada componente fue pesado en una balanza de precisión (\pm 0,01g).

Coefficiente de vigorosidad. Se determinó como el cociente entre el largo del tallo (cm) y el diámetro de cuello de la planta (mm). Su importancia radica en que a mayor vigorosidad, representada por un valor menor del coeficiente, la planta tendrá mejor respuesta cuando conforme la futura plantación.

Relación tallo / raíz. Esta relación ha sido vista como una medición del balance entre el área de transpiración (tallo y hojas) y el área de absorción (raíces finas y gruesas) de agua y nutrientes de la planta. Se calculó como el cociente entre el peso seco del tallo y el peso seco de la raíz. Su interpretación es equivalente al del coeficiente de vigorosidad.

Índice de Dickson. Evalúa la calidad combinando la biomasa con las características morfológicas de la planta. Ha sido utilizado para discriminar las plantas plantables de las no plantables. Las plantas plantables, según Donoso *et al.* (1999), son aquellas que cumplen con características deseables tales como apariencia vigorosa, buena relación entre DAC y altura y pesos secos altos. Sin embargo, pese a que la calidad de las plantas se determina en función de sus propiedades morfológicas y fisiológicas, estas variables deben evaluarse experimentalmente en terreno para determinar su grado de correlación con los factores del sitio (Escobar, 1990). Debido a la falta de dicho ensayo se asumirá que el mayor valor de índice de Dickson (a través de un *ranking*) corresponderá a una planta plantable, sin saber realmente si estos valores se encuentran dentro del rango óptimo de esta especie. Se deja abierta la posibilidad de estudios posteriores que indiquen si realmente se está en presencia de plantas de buena calidad y si realmente el índice utilizado es adecuado para determinar la calidad de estas plantas.

Este índice, pese a ser creado específicamente para coníferas, puede ser el más apropiado, ya que combina variables morfológicas de fácil medición como es indicado en la ecuación (1) (González, 1993):

$$\text{Índice de Dickson} = \frac{\text{Peso seco total plántula (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco tallo (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}} \quad (1)$$

Análisis foliar. Mediante una tabla *Munsell* de tonalidades de follaje se realizó en el mes de junio 2006 una observación del color de hojas de las plantas, para lo cual se extrajeron tres hojas de las cinco plantas más vigorosas (según coeficiente de vigorosidad) de cada tratamiento. Estas hojas tuvieron como requisito encontrarse en el tercio medio de la altura de la planta, en exposición media de luz (ni en exceso, ni en sombra), ser hojas bien formadas y poseer un peciolo bien constituido. Las observaciones de tonalidades se realizaron por el haz de cada hoja.

3.4.3 Análisis estadístico

Se trabajó sobre la base de las medias de las repeticiones, obteniéndose nueve unidades muestrales.

Para la evaluación de los efectos de los tratamientos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para las variables medidas y calculadas.

Para determinar la normalidad de la población estudiada se realizaron pruebas de bondad de ajuste (Chi – cuadrado) para las variables altura y DAC, donde la hipótesis nula dice que los datos proceden de una distribución normal.

Luego de comprobar la normalidad se realizó la prueba de Levene de homogeneidad de varianza, aceptándose la hipótesis nula, por lo tanto se pudo realizar el ANDEVA sin tener que transformar los datos (Miller *et al.*, 1992). Junto con esto se consideró además la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, en el caso de que existieran diferencias significativas entre los tratamientos. Todas las variables se evaluaron con un nivel de confianza del 95%. El paquete estadístico utilizado fue el SPSS versión 10.

3.4.4 Funciones de biomasa

Con los datos obtenidos del análisis de biomasa y las variables altura total y DAC, se ajustaron funciones de regresión para biomasa total, con la finalidad de aportar en el estudio de especies nativas al desempeño de los viveristas. Para esto se trabajó con la totalidad de las muestras, es decir 108 plantas, dejando 72 para la muestra de ajuste y 36 para la muestra de validación. La separación de cada muestra fue en base a la distribución de los datos para obtener toda la variabilidad en cada una de ellas. Con el programa estadístico mencionado anteriormente se realizaron los ajustes para todas las variables y sus combinaciones mencionadas en el cuadro 3.

Para el ajuste de las funciones se emplearon modelos de regresión lineal simple y múltiple (cuadro 3), descartando la utilización de ecuaciones logarítmicas ya que, según Garcinuño (1995), éstas son recomendables sólo cuando la muestra contiene datos muy dispersos, ya que los logaritmos tienden a linearizarlos.

Cuadro 3. Modelos de regresiones lineales simples y múltiples propuestas para el ajuste*.

Modelo	Función	Variables independientes	
		X ₁	X ₂
1	BT = b ₀ + b ₁ * X ₁	HT DAC (DAC * HT)	–
2	BT = b ₀ + b ₁ * X ₁ ²	HT DAC (DAC * HT)	–
3	BT = b ₀ + b ₁ * X ₁ + b ₂ * X ₂	HT DAC (DAC * HT)	HT DAC (DAC * HT)
4	BT = b ₀ + b ₁ * X ₁ ² + b ₂ * X ₂	HT DAC (DAC * HT)	HT DAC (DAC * HT)
5	BT = b ₀ + b ₁ * X ₁ ² + b ₂ * X ₂ ²	HT DAC (DAC * HT)	HT DAC (DAC * HT)
6	BT = b ₀ + b ₁ * (X ₁ ² * X ₂)	HT DAC (DAC * HT)	HT DAC (DAC * HT)

*Adaptado de Garcinuño (1995).

BT = Biomasa total (g)
 DAC = diámetro altura del cuello (mm)
 HT = altura total (cm)
 b₀, b₁, b₂ = Constantes de la regresión
 X₁, X₂ = variables predictoras (independientes)

Para seleccionar la mejor función se realizó un método de *ranking* propuesto por Cao *et al.* (1980), quienes se basaron en los siguientes criterios: mayor coeficiente de determinación (R²), menor error medio cuadrático (REMC%), menor diferencia de la sumatorias de los residuales (DIFA%) y mayor valor F con un 95% de confianza.

Las ecuaciones para determinar REMC y DIFA se mencionan a continuación:

$$REMC = \sqrt{\sum(o - e)^2 / n} \quad (2)$$

$$DIFA = \sum(o - e) / n \quad (3)$$

Donde:

o = observado

e = estimado

n = número de observaciones

Luego mediante la división por la media de los valores observados (\hat{O}) y su multiplicación por 100 se obtuvieron los valores porcentuales (4) y (5). Como el signo del DIFA representa la sobre o subestimación de la variable a predecir, éste se conservó para lograr interpretar los resultados.

$$REMC\% = (REMC * 100) / \hat{O} \quad (4)$$

$$DIFA\% = (DIFA * 100) / \hat{O} \quad (5)$$

Luego de obtenidos estos valores se realizó una primera selección de los modelos eliminando todas las funciones cuyo R^2 sea inferior a 0,5. Con las demás funciones realizó una ponderación que consistió en asignar valores a los cuatro estadísticos (R^2 , F, REMC%, DIFA%). El menor valor, es decir 1, se le asignó al modelo que presentó los mejores estadísticos, y así hasta completar todos los modelos ya depurados, luego se realizó un promedio de cada ponderación y así se determinó el mejor modelo, representado por aquel que obtuvo el menor puntaje en el *ranking* final (Hernández, 1996). En caso de existir un empate en la puntuación se dio mayor importancia a la función que tuvo el menor valor en REMC%, debido a que incluye la totalidad de los errores, tanto aleatorios como sistemáticos (Minte, 2004).

Es importante señalar que los rangos de las variables en las cuales son aplicables los ajustes corresponden a: altura (cm) [33,9, 53,4], DAC (mm) [3,1, 4,5] y biomasa total (g) [1,4, 3,1].

4. RESULTADOS

4.1 Mortalidad y crecimiento

La mortalidad media (figura 3a) varió entre 18 y 20% sin registrarse diferencias significativas ($P=0,759$) entre los tratamientos. El tratamiento T1 presentó el mayor coeficiente de variación (35%), mientras que la menor variación respecto a la media la presentó T2 (7%).

Para el DAC (figura 3b) no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P= 0,10$). Se observó que el mayor coeficiente de variación lo presentó T2 (6,3%), mientras que T1 y T3 presentaron coeficientes bastantes similares (2,8 y 2,6% respectivamente).

La altura total (figura 3c) mostró una tendencia de diferencias entre los tratamientos sólo en la última medición, la cual no fue estadísticamente significativa ($P=0,197$). Para esta última fecha de medición el coeficiente de variación más alto se presentó en T1 (10,7%), mientras que el menor coeficiente se observó en T2 (4,4%). Para las dos primeras fechas de medición las alturas se presentaron bastante homogéneas, por ello no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0,515$ y $0,236$ respectivamente).

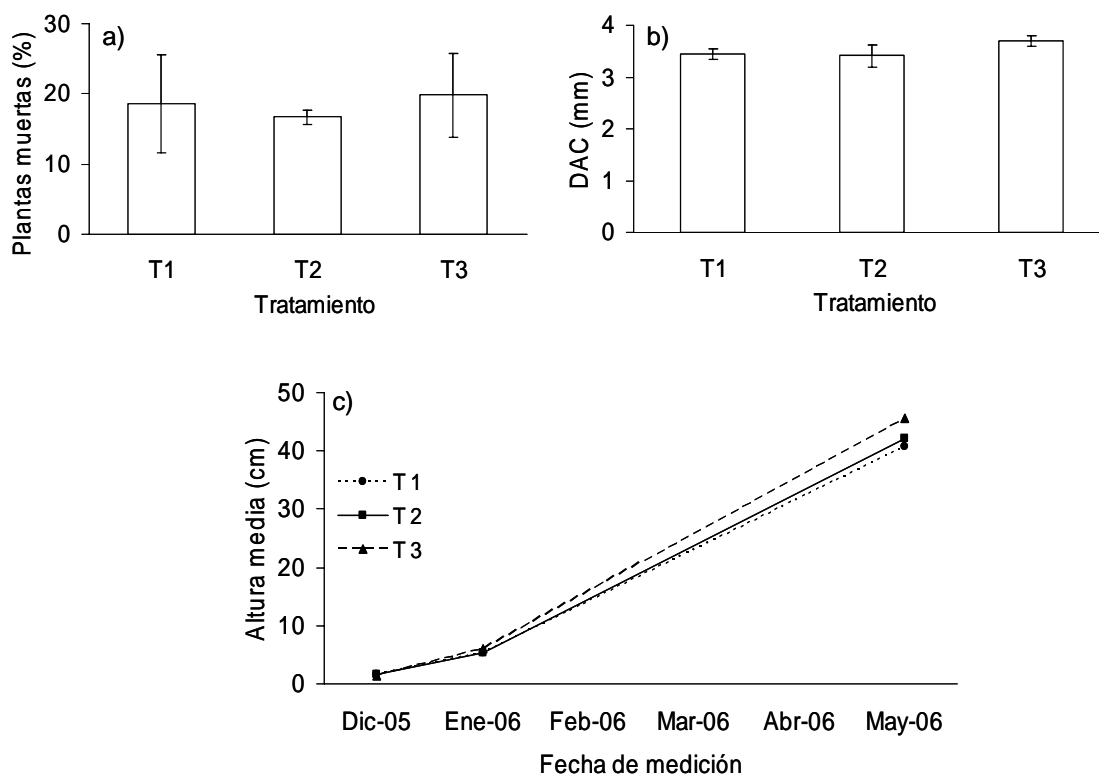


Figura 3. a) Mortalidad (%), b) diámetro de cuello medio (mm) en la última fecha de medición y c) altura media (cm) para cada fecha de medición por tratamiento. Las líneas verticales de las barras representan la desviación estándar.

4.2 Biomasa de las plantas

La distribución de la biomasa por componente fue similar en todos los tratamientos (figura 4), no existiendo diferencias significativas para la biomasa total ($P=0,141$), ni para el resto de los componentes (anexo 3). El tratamiento T2 presentó el mayor coeficiente de variación en la mayoría de los componentes (cuadro 4), mientras que T3 presentó la tendencia de mayor peso seco total para todos los componentes excepto para las raíces gruesas.

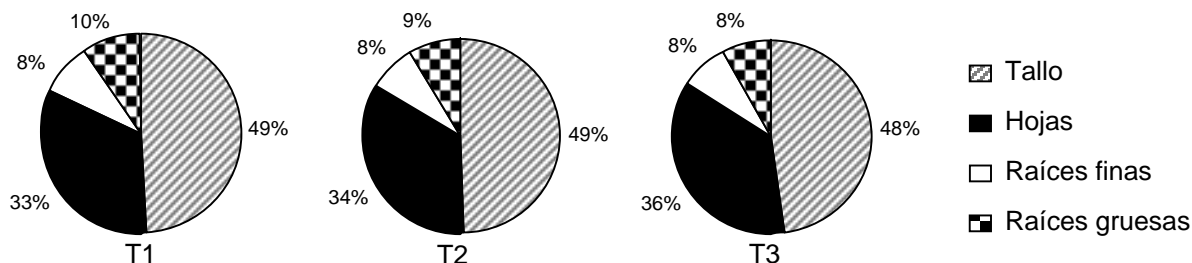


Figura 4. Distribución porcentual del peso seco por componente en cada tratamiento.

Cuadro 4. Estadística descriptiva para el peso seco (g) por componente y total.

Componente	Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
Tallo	T1	1,01	1,03	1,04	1,5
	T2	1,02	1,07	1,15	6,8
	T3	1,02	1,15	1,30	12,2
Hojas	T1	0,66	0,69	0,74	6,0
	T2	0,68	0,74	0,85	12,9
	T3	0,79	0,88	0,96	9,8
Raíces finas	T1	0,16	0,17	0,18	6,7
	T2	0,15	0,17	0,19	12,5
	T3	0,18	0,19	0,20	6,0
Raíces gruesas	T1	0,19	0,20	0,23	11,4
	T2	0,17	0,19	0,22	15,5
	T3	0,18	0,19	0,20	6,0
Biomasa Total	T1	2,06	2,10	2,16	2,6
	T2	2,03	2,16	2,40	9,8
	T3	2,19	2,42	2,63	9,1

El follaje en general se encontraba sin presencia de clorosis o marchitamiento, observándose un verde homogéneo en todos los tratamientos (7,5 GY 4/4 y 7,5 GY 3/4), esto corresponde a un verde oscuro, vigoroso, típico de la especie estudiada.

4.3 Indicadores de calidad de plantas

Para los tres indicadores de calidad no existieron diferencias significativas entre los tratamientos: relación tallo/raíz ($P=0,385$) (figura 5a), coeficiente de vigorosidad ($P=0,522$) (figura 5b) e índice de Dickson ($P=0,329$) (figura 5c).

En la relación tallo/raíz el tratamiento que presentó el menor coeficiente de variación correspondió a T2 (7%), siendo el tratamiento T3 el que obtuvo la mayor variación respecto a su media (15,8%). El coeficiente de vigorosidad presentó en el tratamiento T1 el mayor coeficiente de variación (8,7%), mientras que el menor se presentó en T2 (3,5%). Para el índice de Dickson el mayor coeficiente de variación (14,4%) se presentó en el tratamiento T2, mientras que el menor coeficiente se pudo observar en T3.

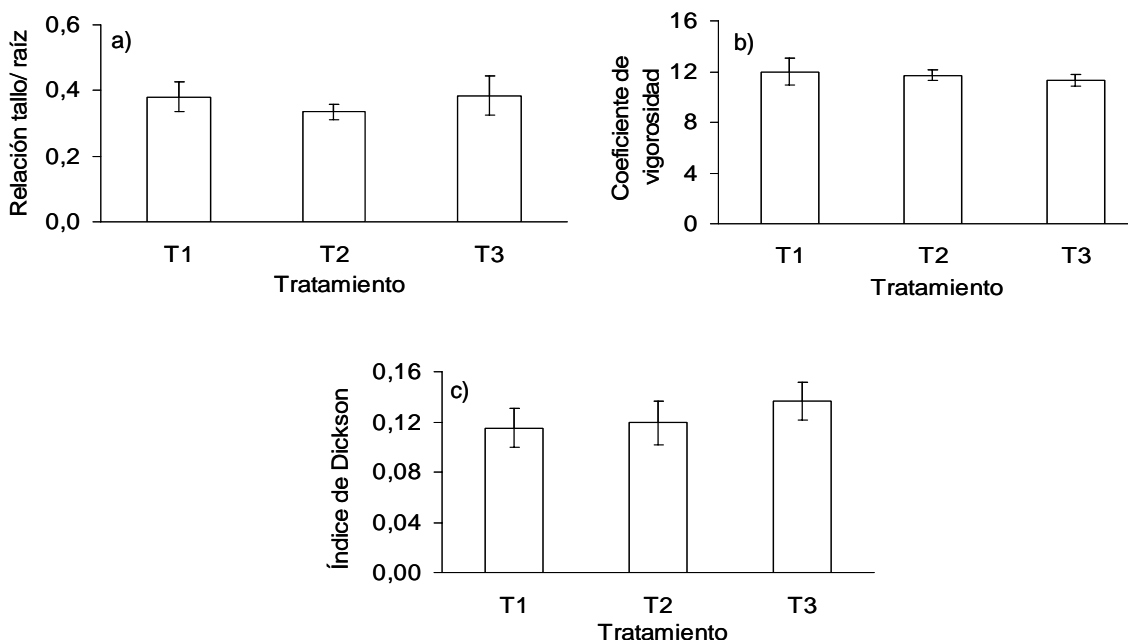


Figura 5. a) Relación tallo/raíz por tratamiento, b) coeficiente de vigorosidad y c) índice de Dickson. Las líneas verticales de las barras representan la desviación estándar.

4.4 Funciones de biomasa

Las funciones seleccionadas (cuadro 5) a partir del menor valor en *ranking* final (anexo 5) presentaron altos índices de ajuste y validación. Para el comportamiento de la DIFA se observaron valores negativos, lo cual indica una leve sobreestimación de la biomasa (< 2%). La función 1 fue catalogada como la mejor de las seis seleccionadas y corresponde al modelo cinco (cuadro 3), el cual presentó el mayor coeficiente de determinación. Cabe señalar que estas seis funciones presentaron un

alto nivel de significancia del R^2 ($P < 0,0001$), incluida la función que ocupó el *ranking* final, con un REMC que no superó el 17 %.

Cuadro 5. Funciones seleccionadas para estimar la biomasa total.

Modelo	Función	Parámetros de la función			
		R^2	REMC %	DIFA %	F
5	1) Biomasa = $0,0002728 * HT^2 + 0,118 * DAC^2$	0,983	13,9	-0,72	2.029,8
4	2) Biomasa = $0,08762 * DAC^2 + 0,005905 * (DAC*HT)$	0,983	13,9	-0,71	2.019,3
4	3) Biomasa = $-0,000694 * HT^2 + 0,02173 * (DAC*HT)$	0,982	14,5	-0,59	1.862,3
4	4) Biomasa = $0,00002527 * (DAC*HT)^2 + 0,391 * DAC$	0,981	14,5	-0,73	1.852,7
4	5) Biomasa = $0,125 * DAC^2 + 0,01048 * HT$	0,980	15,2	-1,33	1.676,8
3	6) Biomasa = $0,148 * DAC + 0,01027 * (DAC*HT)$	0,975	16,8	-1,36	1.363,5

DAC = diámetro altura del cuello (mm)

HT = altura total (cm)

R^2 = coeficiente de determinación

REMC % = error medio cuadrático

DIFA % = diferencia de las sumatorias de los residuales

F = valor F calculado con 95% de confianza

La relación entre la biomasa y las variables de rápida captura, DAC y altura (figura 6), mostró mayor dispersión con la altura ($R^2=0,46$), por lo tanto, por si sola no es un buen predictor de biomasa. Por su parte, el DAC resultó ser una mejor variable explicativa para la biomasa ($R^2= 0,76$), debido a que la nube de puntos fue más homogénea y distribuida en torno a la línea de tendencia. Sin embargo, la mejor relación se presentó utilizando ambas variables en conjunto a través del factor de productividad ($R^2 =0,83$) y por tal motivo las mejores funciones ajustadas fueron las que combinaron ambas variables (cuadro 5).

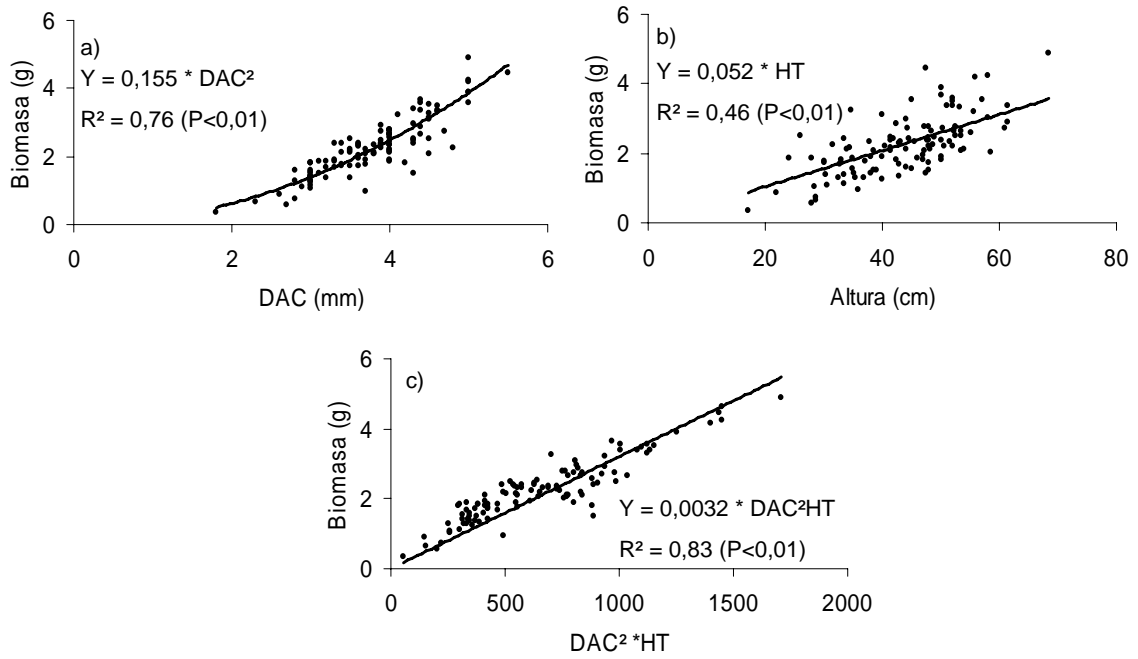


Figura 6. Relación entre la biomasa total de las plantas y las variables independientes DAC, altura total y su combinación DAC por altura.

5. DISCUSIÓN

5.1 Crecimiento y morfología de las plantas

Las tres dosis de fertilizantes utilizadas en este ensayo no produjeron diferencias significativas entre ellas para ninguna de las variables observadas (anexo 3). Estos tratamientos presentaron valores similares de crecimiento en altura y DAC promedio (figura 3), los cuales se encontraban entre 40 y 46 cm para la altura y entre 3,4 y 3,7 mm para el DAC. Es decir, estos valores se encuentran en el rango de buena calidad de plantas en relación al DAC y superan ampliamente el rango sugerido para la altura señalado por Quiroz *et al.* (2001), quienes mencionan que características consideradas apropiadas para la producción en una temporada de plantas de coigüe de buena calidad a raíz cubierta son DAC = 3 - 4 mm y altura = 20 - 35 cm. Esto es muy importante ya que, como lo señalan dichos autores, el DAC es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica, de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas y de supervivencia de la planta en terreno.

En general las plantas de este ensayo corresponden a plantas de buena calidad, sin grandes variaciones entre los tratamientos, pero con resultados bastante favorables. Sin embargo al observar el cuadro 6, se desprende que el fertilizante de lenta entrega (Osmocote) aplicado a la misma especie, bajo similares condiciones de cultivo (contenedor, sustrato y espaciamiento) produjo mejores resultados para todas las variables medidas y calculadas, lo que sin duda hace reflexionar acerca de la aplicación del fertirriego como método eficaz, sin embargo, se debe señalar que el Osmocote® es un fertilizante bastante más costoso que los fertilizantes solubles.

Estos resultados comparados con los de un ensayo previo (cuadro 6) realizado con fertirriego pero con dosis menores a las de este estudio (2, 4, 6 g/L) indican que existe un claro aumento del crecimiento con dosis mayores de fertilizante, es decir, aumentar la dosis en un 33% (de 6 a 8 g/L) produjo un crecimiento aproximado de un 74% en la variable altura. Esto indica que debería existir un aumento significativo del crecimiento entre las dosis ya mencionadas y por lo tanto, sería interesante probar dosis cercanas a las recién mencionadas ya que tal vez con 7 g/L se obtenga el mismo crecimiento pero sin entregar nutrientes que la planta no aprovechará. Pudiendo de esta forma obtener un buen desarrollo de la planta, con características morfológicas y de calidad deseables por el viverista, sin incurrir en gastos innecesarios producto de la aplicación de dosis mayores de fertilizante.

Cuadro 6. Comparación de variables morfológicas e indicadores de calidad para coigüe bajo diferentes tipos y dosis de fertilizantes.

Variables	Fertilizante								
	Dosis Ultrasol (g/L)						Dosis Osmocote ² (kg/m ³)		
	2*	4*	6*	8	10	12	2,5	5,0	7,5
Mortalidad (%)	-	-	-	18,6	16,7	19,8	-	-	-
Altura (cm)	13,3	19,6	23,4	40,7	42,0	45,6	37,6	51,4	62,9
DAC (mm)	-	-	-	3,4	3,4	3,7	4,4	4,4	5,1
Relación tallo/raíz	-	-	-	0,4	0,3	0,4	1,6	1,2	1,2
Coef. de vigorosidad	-	-	-	12,0	11,7	11,3	8,6	11,7	12,3
Índice de Dickson	-	-	-	0,12	0,12	0,14	0,27	0,29	0,46

* Datos de un ensayo previo a esta tesis, realizado en el vivero "Bosques del Sur".

En general la calidad de la planta aumenta con la disminución en la densidad del cultivo. A bajas densidades las plantas reciben más radiación y por ello aumenta la fotosíntesis y disminuye el potencial hídrico, además de permitir un mejor flujo del agua de riego y fertilizantes líquidos (Peñuelas y Ocaña, 2000). El espaciamento entre las cavidades de los contenedores utilizados en el ensayo influyó en la relación del diámetro de cuello con la altura debido a que por la densidad presente, las plantas entraron en competencia por luz y espacio, lo que provocó la elongación del tallo a niveles que originaron plantas esbeltas. Es por esto, que se debe evaluar la posibilidad de aumentar la distancia entre cavidades, sin embargo, esto incurrirá en mayores costos de producción.

Dicha esbeltez fue evaluada a través del coeficiente de vigorosidad, el cual presentó valores entre 11 y 12 (figura 5), valores muy altos ya que tal como lo señala Thompson (1985), plántulas de *Picea rubens* de coeficiente de vigorosidad mayor a seis fueron seriamente dañadas cuando se expusieron a viento, sequía y heladas.

Para evitar la situación de esbeltez se pueden aplicar técnicas que ayuden a aumentar el DAC. El viverista puede manejar nutricionalmente el crecimiento de la planta, bajando los aportes de nitrógeno (evitando un crecimiento desproporcionado del tallo) en la etapa II de crecimiento (figura 1) donde la planta crece a una tasa exponencial. Y aumentando la proporción de potasio en el último período de crecimiento (etapa III, figura 1), para lograr una mayor lignificación.

Realizar una poda aérea también contribuye a evitar la excesiva elongación del tallo, esto sería estresar a la planta para que ésta comience a desarrollar más diámetro de cuello o adelantar la siembra y de esta forma alargar también el período de lignificación o etapa de endurecimiento.

² Bustos, F.; C. Donoso; P. Donoso; B. Escobar; V. Gerding; M. González. s/f. Efectos de distintas dosis de fertilizante de entrega lenta (Osmocote) en el desarrollo de plantas en contenedor de *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus nervosa* y *Eucryphia cordifolia*. (Por publicar en revista bosque).

La esbeltez que se produce en estas plantas también se ve reflejada en la relación tallo/raíz ya que, generalmente, mientras más pequeña es la relación, mayor es la posibilidad de supervivencia de la planta en terreno (González, 1993). Los valores de relación tallo/raíz obtenidos (cuadro 6) no superan a 0,4, versus 1,6 de plantas fertilizadas con Osmocote. Estos valores serían bastante buenos ya que como lo señalan Bircher *et al*, un valor apropiado para plantas de *Pinus halepensis* sería menor a 2, ya que predeterminará una buena supervivencia de la planta en terreno.

El sitio a plantar es fundamental para determinar la calidad de las plantas en vivero. Las plantas de este estudio fueron establecidas en el predio San Pablo de Tregua, el que se ubica en la Cordillera de Los Andes de la comuna de Panguipulli, provincia de Valdivia, donde se encuentran en buenas condiciones en observaciones de terreno realizadas en diciembre 2006³. Esta observación es en definitiva fundamental para evaluar la calidad de las plantas, e idealmente se deberían establecer relaciones entre los atributos de las plantas de vivero con su desempeño posterior al final de la primera temporada de crecimiento.

5.2 Funciones de biomasa

Las variables predictoras de biomasa (altura y DAC), entregaron una buena aproximación de la biomasa real de las plantas. Pese a existir una pequeña sobreestimación de la biomasa, esta no supera el 2 %, entregando por lo tanto, valores confiables de biomasa. Por otro lado, la medida de error (REMC %) presentó valores entre 13 y 17 %, valores bastante bajos para este índice, considerando que incluye todos los errores aleatorios y sistemáticos, lo que indica que las funciones se ajustaron correctamente a los datos de este ensayo.

Gracias a estas funciones el viverista podrá, a través de variables de rápida captura, conocer el estado actual de sus plantas en cuanto a biomasa total, la que es considerada un indicador de calidad de plantas, ya que predetermina su funcionamiento en terreno (Thompson, 1985). Sin embargo, se debe señalar que estas funciones son aplicables solo a plantas de coigüe de una temporada y sometidas a los tratamientos antes mencionados.

³ Pablo Donoso, Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, comunicación personal. Diciembre, 2006.

6. CONCLUSIONES

- Los tres tratamientos de fertilización produjeron similares características de crecimiento en las plantas, con una leve tendencia al alza al aumentar las dosis de fertilizante en el riego. Sin embargo, estadísticamente ningún tratamiento fue significativamente superior en cuanto a variables morfológicas, de biomasa y calidad de las plantas, todas estas variables fueron apropiadas, es decir las plantas de este ensayo obtuvieron un buen crecimiento.
- Las funciones de biomasa propuestas para coigüe bajo condiciones de fertirriego se ajustaron bien a los datos obtenidos de este estudio. Por medio de estas funciones y a partir de variables de rápida captura, el viverista podrá determinar a priori cómo se presenta la biomasa en plantas de esta especie.
- Se recomienda realizar estudios que consideren probar dosis de fertirriego poco menores y cercanas a las utilizadas en este estudio, para detectar la dosis que aumente el crecimiento, sin entregar nutrientes que no influirán directamente en el crecimiento de la planta.
- Para futuros estudios se recomienda realizar un seguimiento de las plantas durante la primera temporada de crecimiento en el terreno de plantación lo que sería una evaluación más definitiva de la calidad de éstas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bircher, T.; M. Pardos; R.W. Rose; A. Royo. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales (7): 109-121
- Cao, Q.; H. Burkhart; M. Timothy. 1980. Evaluation of two methods for cubic - volume prediction of Loblolly Pine to any merchantable limit. Forest Science 26(1): 71-80
- Di Castri, F.; E. Hajek. 1976. Bioclimatología de Chile. Santiago. Universidad Católica de Chile. 128 p.
- Domínguez, A. 1989. Tratado de fertilización. 2 ed. Madrid, España. 601p.
- Domínguez, A. 1996. Fertirrigación. 2 ed. Madrid, México, Mundi - Prensa. 233 p.
- Donoso, P.; I. Basso; M. González; B. Escobar; L. Otero. 1999. Viverización y plantación de Raulí, Roble y Coigüe en Chile. In: Lara, A.; C. Donoso. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. 1 ed. Santiago, Chile, Editorial Universitaria. pp 177-244.
- Donoso, C. 1978. La Silvicultura de *Nothofagus* en Chile. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Austral de Chile. Departamento de Silvicultura y Conservación, Universidad de California, Berkeley, California. 102 p.
- Escobar, R. 1990. Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. Bosque 11(1): 3-9.
- Garcinuño, J. 1995. Biomasa aérea en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* (Lab) en la costa de Valdivia. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 76 p.
- González, M. 1993. Estudio del efecto de diferentes regimenes de acondicionamiento de plantas de *Nothofagus alpina* 1/0 a raíz desnuda. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 117 p.
- Hartmann, H.; D. Kester; F.I Davies; R. Geneve. 2002. Plant Propagation; Principles and Practices. 17 ed. New Jersey, Prentice Hall. 880 p.
- Hernández, E. 1996. Análisis del crecimiento de una plantación de raulí (*Nothofagus alpina* (poepp. et Ende) Oerst.) en la precordillera andina de la provincia de Valdivia. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 74 p.

- Higueras, P. 2004. Evaluación del crecimiento en una plantación de *Eucalyptus globulus labill* con aplicación de fertilizantes solubles por medio del riego por goteo, en dos sitios del valle central de la VIII y IX Regiones. Tesis Ing. Forestal. Temuco. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco. 58 p.
- Hoffmann, A. 1982. Flora silvestre de Chile. Zona Austral. Árboles, arbustos y enredaderas leñosas. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile. 258 p.
- INFOR y CONAF, 1998. Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. Monografía de coigüe (*Nothofagus dombeyi*). 113 p.
- Jara, G. M. 1986. Importancia de los elementos nutritivos N, P y K en el crecimiento de coigüe (*Nothofagus dombeyi* Mirb. Blume) durante sus dos primeros años. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Facultad de Ciencias forestales, Universidad Austral de Chile. 79 p.
- Krausse, R. 2005. Efecto de la dosis de fertilizantes solubles a base de N,P,K sobre el crecimiento en vivero de plantas de *Nothofagus obliqua* producidas en contenedor tipo *speedling*. Tesis Ing. Forestal. Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco. 40 p.
- Landis, T. 1989. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Contenedores y medio de crecimiento. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Portland, Oregon, U.S.A. 2(1): 40
- Landis, T. 1990. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Fertilización y riego. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Portland, Oregon, U.S.A. 4(1): 119
- Luoranen J.; R. Rikala; H. Smolander. 2003. Root egress and field performance of actively growing *Betula pendula* container seedlings. Scandinavian journal of forest research 18(2): 133-144
- Martínez, L. s/f. Fertirrigación. Proyecto estudios de validación de tecnologías de riego en el valle del Huasco. 24 p
- Mengel, K. y Kirkby, E. A. 1982. Principles of plant nutrition. 3 ed. London, International Potash Institute. 655 p.
- Miller, E. 1967. Fisiología vegetal. México, Centro Regional de ayuda técnica. 344 p.
- Miller, I.; J. Freund; R. Johnson. 1992. Probabilidad y estadística para ingenieros. 4 ed. Prentice – Hall. 624 p.

- Minte, A. 2004. Funciones de biomasa y volumen para *Eucalyptus nitens* de cinco años de edad. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Facultad de Ciencias forestales, Universidad Austral de Chile. 75 p.
- Montoya, F. 2000. Mejoramiento de la productividad de *Eucalyptus nitens* al primer año de establecimiento a través del riego y fertilización en un suelo rojo arcilloso del Valle Central de la VIII Región. Tesis Ing. Forestal. Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Católica de Temuco 65 p.
- Peñuelas, J. y L. Ocaña. 2000. Cultivo de plantas forestales en contenedor. 2 ed. Madrid. Mundi - Prensa. 186 p.
- Quiroz, I.; L. Flores; M. Pincheira; A. Villarroel. 2001. Manual de Viverización de plantas de especies nativas. Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 159 p. INTERNET: http://www.ctpf.cl/documentos/manual_viverizacion.pdf (15 septiembre, 2006)
- Rodríguez, R.; O. Matthei; M. Quezada. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Chile. 241-242 pp.
- Rojas, B. 1993. Fertirrigación. *In*: Diumovic, A. Curso nuevas tendencias en el uso de fitorreguladores y fertirrigación en cultivo de tomate forzado. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de agronomía. 1-45 pp.
- Rose, R.; D. Haase; E. Arellano. 2004. Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. *Bosque* 25(2): 89 -100
- Thompson, B. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking *In*: Evaluating seedling quality: Principles, procedures and predictive abilities of major test. M. L. Duryea Eds. Forest Research Laboratory. Oregon State University. pp. 59-69

ANEXOS

Anexo 1

Abstract and keywords

ABSTRACT

The present study accomplished at the "Bosques del Sur" nursery, located at Valdivia's city and belonging to the Silviculture's Institute of the Universidad Austral de Chile, had for purpose to evaluate the growth of *Nothofagus dombeyi's* (coigüe) 1/0 plants produced in speedlings and submitted to three dose of fertilizer applied through fertirrigation. In order to fulfil these three specific objectives were proposed: to compare the growth of plants according to distinct dose of fertilizer, to evaluate their biomass according to distinct indicators of quality and, to adjust functions of biomass of individual plants.

For the development of the essay, blocks of containers of 84 cavities were used as sample unit, with three existent treatments: 8, 10 and 12 g/L (T1, T2 and T3 respectively). Each treatment came true with three repetitions, obtaining nine sample units. The extension of the essay was of eight months from planting in September 2005, to the plants harvest in May 2006.

The height was measured in three occasions to a total of 28 plants by repetition, while the DAC was measured only upon the last date. For the accomplishment of the second specific objective 108 plants were harvested (12 by repetition), then the DAC and the height were measured, to later be separated (the plants) according to components: stem, leaves, thin roots (<1mm) and thick roots (>1mm of diameter), and dried at oven to obtain dry weight and thus adjust the functions of biomass.

To evaluate the plant's growth, the DAC, the total height, the total biomass and quality indicators; stem/root relation, vigorousness coefficient, Dickson's index and foliage's tonality, were measured.

The three utilized dose in this essay did not produce significant differences among them for anyone of the observed variables. The morphologic attributes of the plants and the quality indicators utilized show that the three dose tested bring a good growth of *N. dombeyi* plants in a season.

Biomass functions proposed for *N. dombeyi* under fertirrigation conditions fitted well to the obtained data. Thanks to these functions the nurseryman will be able, through variables of fast capture, to know the actual status of his plants according to total biomass, which is considered as a quality indicator of plants. However, it must be indicated that the functions utilized in this study are applicable only to *N. dombeyi* plants of one season and submitted to treatments as the above-mentioned.

Keywords: *Nothofagus dombeyi*, fertirrigation, fertilizers, quality of plants.

Anexo 2

Composición del fertilizante

Cuadro 1. Distribución de nutrientes por tipo de producto aplicado.

Producto Ultrasol®	Composición	%	Gramos / litro		
			T 1 (8)	T 2 (10)	T 3 (12)
Inicial	Nitrógeno (N)	15	1,2	1,5	1,8
	Nítrico (N)	45	0,54	0,675	0,81
	Amoniacal (N)	55	0,66	0,825	0,99
	Fósforo admisible (P ₂ O ₅)	30	2,4	3	3,6
	Potasio soluble (K ₂ O)	15	1,2	1,5	1,8
	Magnesio (MgO)	1	0,08	0,1	0,12
Azufre (S)	1	0,08	0,1	0,12	
Micronutrientes*					
Crecimiento	Nitrógeno (N)	25	2	2,5	3
	Nítrico (N)	52	1,04	1,3	1,56
	Amoniacal (N)	48	0,96	1,2	1,44
	Fósforo admisible (P ₂ O ₅)	10	0,8	1	1,2
	Potasio soluble (K ₂ O)	10	0,8	1	1,2
	Magnesio (MgO)	1	0,08	0,1	0,12
Azufre (S)	1	0,008	0,01	0,012	
Micronutrientes*					
Pinta	Fósforo admisible (P ₂ O ₅)	5	0,4	0,5	0,6
	Potasio soluble (K ₂ O)	48	3,84	4,8	5,76
	Azufre (S)	16	1,28	1,6	1,92
	Zinc	0,1	0,008	0,01	0,012
	Fierro	0,1	0,008	0,01	0,012
	Fósforo acción gradual		0,4	0,5	0,6

*Micronutrientes; Zinc (ZnSO₄), Cobre (CuSO₄), H (H₃SO₃), Molibdeno (Na₂MoO₄)

Anexo 3

Esquema de cosecha

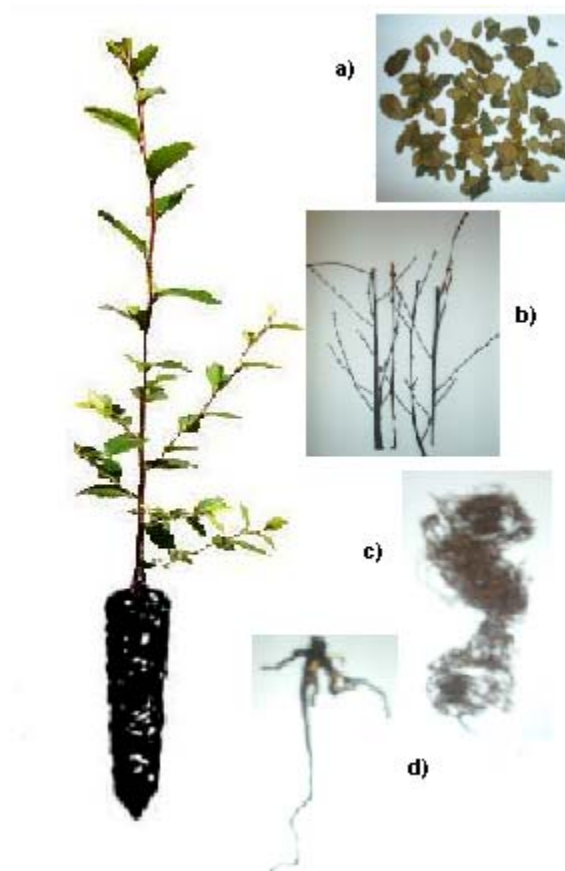


Figura 1. División de las plantas luego de la cosecha, a) hojas, b) tallo y ramas, c) raíces finas de diámetro menor a 1 mm, y d) raíces gruesas.

Anexo 4

Estadística descriptiva y análisis de varianza

Cuadro 2. Estadística descriptiva para la mortalidad en número de plantas.

Tratamiento*	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
T1	10	16	21	35,1
T2	13	14	15	7,0
T3	12	17	22	30,2

*n constante =3

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos para la variable altura (cm), por tratamiento y fecha de medición.

Fecha medición	Tratamiento*	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
07-12-2005	T1	1,5	1,6	1,7	5,6
	T2	1,5	1,5	1,7	8,1
	T3	1,4	1,5	1,6	7,8
24-01-2006	T1	4,7	5,3	5,9	11,2
	T2	5,0	5,3	5,6	5,3
	T3	5,3	6,0	6,4	10,0
02-05-2006	T1	37,7	40,7	45,7	10,7
	T2	40,4	42,0	44,0	4,4
	T3	43,3	45,7	47,8	4,9

* Tamaño muestral constante =3

Cuadro 4. Estadística descriptiva para la variable DAC (mm).

Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
T1	3,35	3,44	3,54	2,8
T2	3,24	3,41	3,65	6,3
T3	3,61	3,70	3,80	2,6

Cuadro 5. Estadística descriptiva para el índice de Dickson.

Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
T1	0,10	0,12	0,13	12,7
T2	0,11	0,12	0,14	14,4
T3	0,12	0,14	0,15	10,9

Cuadro 6. Estadística descriptiva para el coeficiente de vigorosidad.

Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
T1	11,2	12,0	13,2	8,7
T2	11,2	11,7	12,0	3,5
T3	10,9	11,3	11,8	4,0

Cuadro 7. Estadística descriptiva para la relación tallo/raíz.

Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
T1	0,34	0,38	0,43	12,1
T2	0,32	0,33	0,36	7,0
T3	0,32	0,38	0,44	15,8

Cuadro 8. Prueba de normalidad para DAC y altura total.

Variables	T1		T2		T3	
	HT	DAC	HT	DAC	HT	DAC
Chi-cuadrado	3,61	23,00	2,50	18,89	5,33	14,67
Grados libertad	30	17	32	12	30	18
P – valor	1,000 ns	0,149 ns	1,000 ns	0,091 ns	1,000 ns	0,685 ns

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 9. Prueba de homogeneidad de varianzas las variables DAC y altura total.

Variables	HT	DAC
Estadístico de Levene	2,310	2,485
gl1	2	2
gl2	6	6
P - valor	0,180 ns	0,164 ns

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable altura, por tratamiento y fecha de medición.

Fecha medición	Fuente variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P – valor
07-12-2005	Tratamiento	0,01842	2	0,00921	0,743	0,515 ns
	Error	0,07440	6	0,01240		
	Total	0,09282	8			
24-01-2006	Tratamiento	97,129	2	48,564	1,855	0,236 ns
	Error	157,113	6	26,186		
	Total	254,242	8			
02-05-2006	Tratamiento	39,349	2	19,674	2,159	0,197 ns
	Error	54,684	6	9,114		
	Total	94,033	8			

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 11. Análisis de varianza para DAC

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P – valor
Tratamiento	0,150	2	0,0748	3,469	0,100 ns
Error	0,129	6	0,0215		
Total	0,279	8			

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 12. Análisis de varianza para mortalidad

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P - valor
Tratamiento	10,889	2	5,444	0,288	0,759 ns
Error	113,333	6	18,889		
Total	124,222	8			

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 13. Análisis de varianza para Índice de Dickson.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P - valor
Tratamiento	0,0006889	2	0,0003444	1,348	0,329 ns
Error	0,001533	6	0,0002556		
Total	0,002222	8			

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el coeficiente de vigorosidad.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P - valor
Tratamiento	0,743	2	0,372	0,727	0,522 ns
Error	3,067	6	0,511		
Total	3,810	8			

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la relación tallo / raíz.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P – valor
Tratamiento	0,004689	2	0,002344	1,122	0,385 ns
Error	0,01253	6	0,002089		
Total	0,0722	8			

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la biomasa por componente y total.

Peso seco (g)	Fuente variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P – valor
Tallo	Tratamiento	0,02516	2	0,01258	1,497	0,297 ns
	Error	0,05040	6	0,00840		
	Total	0,07556	8			
Hojas	Tratamiento	0,05882	2	0,02941	4,830	0,056 ns
	Error	0,03653	6	0,00609		
	Total	0,09536	8			
Raíces finas	Tratamiento	0,00116	2	0,000578	2,476	0,164 ns
	Error	0,00140	6	0,000233		
	Total	0,00256	8			
Raíces gruesas	Tratamiento	0,000422	2	0,000211	0,422	0,674 ns
	Error	0,00300	6	0,000500		
	Total	0,00342	8			
Biomasa Total	Tratamiento	0,177	2	0,08874	2,768	0,141 ns
	Error	0,192	6	0,03206		
	Total	0,370	8			

ns, no significativo p – valor > 0,05 de significancia.

Cuadro 17. Análisis de varianza para las seis funciones seleccionadas.

Función	Variables		Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P- valor
1	DAC ² HT ²	Regresión	413,728	2	206,864	2029,8	< 0,0001***
		Residual	7,134	70	0,102		
		Total	420,862	72			
2	DAC ² (DAC*HT)	Regresión	413,691	2	206,846	2019,3	< 0,0001***
		Residual	7,170	70	0,102		
		Total	420,862	72			
3	HT ² (DAC*HT)	Regresión	413,098	2	206,549	1862,3	< 0,0001***
		Residual	7,764	70	0,111		
		Total	420,862	72			
4	DAC (DAC*HT) ²	Regresión	413,058	2	206,529	1852,7	< 0,0001***
		Residual	7,803	70	0,111		
		Total	420,862	72			
5	DAC ² HT	Regresión	412,257	2	206,128	1676,8	< 0,0001***
		Residual	8,605	70	0,123		
		Total	420,862	72			
6	DAC (DAC*HT)	Regresión	410,329	2	205,164	1363,5	< 0,0001***
		Residual	10,533	70	0,150		
		Total	420,862	72			

*** Altamente significativo con 95% de confianza.

Anexo 5

Estadísticos, *ranking* y validación de funciones

Cuadro 18. Indicadores estadísticos de decisión para los modelos de biomasa

Modelo	Nº función	REMC %	DIFA %	R ²	F calculado
1	1	27,17	-0,00001	0,516	74,6
1	2	27,41	-1,22047	0,933	990,6
1	3	16,64	-0,00002	0,818	315,4
1	4	22,77	-2,92101	0,952	1416,2
1	5	17,70	-0,00003	0,794	270,6
1	6	17,72	0,08733	0,973	2539,8
2	7	26,93	-0,00003	0,524	77,2
2	8	31,61	5,11264	0,924	858,7
2	9	16,34	-0,00003	0,825	329,9
2	10	16,36	0,09994	0,977	2993,8
2	11	18,23	-0,00003	0,782	251,0
2	12	37,41	16,93436	0,911	728,6
3	13	14,98	-0,00001	0,853	1997,7
3	14	19,04	-2,57078	0,953	710,1
3	15	14,17	-0,00003	0,868	227,4
3	16	17,14	1,62330	0,975	1382,3
3	17	14,33	0,00001	0,865	221,6
3	18	16,75	-1,36444	0,975	1363,5
4	19	14,60	-0,00003	0,860	212,3
4	20	19,97	-2,48452	0,964	927,5
4	21	14,47	-0,00001	0,863	216,9
4	22	14,50	-0,58842	0,982	1862,3
4	23	14,04	0,00002	0,871	232,3
4	24	15,15	-1,32822	0,980	1676,8
4	25	13,84	-0,00003	0,874	240,2
4	26	13,91	-0,70923	0,983	2019,3
4	27	17,61	-0,00001	0,796	130,0
4	28	21,39	1,70173	0,962	876,9
4	29	13,55	0,00000	0,880	252,2
4	30	14,51	-0,72616	0,981	1852,7
5	31	13,80	-0,00002	0,875	241,9
5	32	13,88	-0,71964	0,983	2029,8
5	33	16,77	0,00000	0,816	152,7
5	34	29,36	7,65659	0,935	507,3
5	35	13,54	-0,00003	0,880	252,4
5	36	14,38	1,30742	0,983	1966,8
6	37	32,22	14,92415	0,932	969,4
6	38	19,96	5,60065	0,969	2219,4
6	39	24,80	7,78647	0,954	1474,8
6	40	45,59	16,91572	0,868	467,3
6	41	30,40	9,20928	0,933	985,4
6	42	50,19	23,76195	0,857	426,4
6	43	60,45	34,21259	0,824	332,3
6	44	50,30	28,20538	0,866	460,3
6	45	75,73	48,47512	0,774	243,5

Cuadro 19. *Ranking* para Indicadores estadísticos de decisión para los modelos de biomasa

Modelo	Nº función	REMC %	DIFA %	<i>Ranking</i>		
				R ²	F calculado	Promedio
1	1	34	21	45	45	36
1	2	35	6	18	15	19
1	3	19	17	38	29	26
1	4	31	1	16	12	15
1	5	24	14	41	30	27
1	6	25	29	10	2	17
2	7	33	25	44	44	37
2	8	38	34	21	20	28
2	9	17	13	36	28	24
2	10	18	30	7	1	14
2	11	26	15	42	33	29
2	12	40	41	22	21	31
3	13	15	19	35	6	19
3	14	27	2	15	22	17
3	15	8	12	28	38	22
3	16	22	32	9	13	19
3	17	9	27	31	39	27
3	18	20	4	8	14	12
4	19	14	24	33	41	28
4	20	29	3	12	18	16
4	21	11	18	32	40	25
4	22	12	10	4	8	9
4	23	7	28	27	37	25
4	24	16	5	6	10	9
4	25	4	23	26	36	22
4	26	6	9	2	5	6
4	27	23	20	40	43	32
4	28	30	33	13	19	24
4	29	2	26	24	32	21
4	30	13	7	5	9	9
5	31	3	16	25	35	20
5	32	5	8	1	4	5
5	33	21	22	39	42	31
5	34	36	36	17	23	28
5	35	1	11	23	31	17
5	36	10	31	3	7	13
6	37	39	39	20	17	29
6	38	28	35	11	3	19
6	39	32	37	14	11	24
6	40	41	40	29	24	34
6	41	37	38	19	16	28
6	42	42	42	34	26	36
6	43	44	44	37	27	38
6	44	43	43	30	25	35
6	45	45	45	43	34	42

Cuadro 20. Validación de las seis funciones finales propuestas.

Nº planta	DAC	Altura	Biomasa real	Biomasa estimada					
				F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
6	3,3	28,0	1,84	1,50	1,50	1,46	1,51	1,65	1,44
7	3,5	40,5	2,18	1,89	1,91	1,94	1,88	1,96	1,97
10	3,6	44,5	2,40	2,07	2,08	2,11	2,06	2,09	2,18
12	4,5	40,0	3,09	2,83	2,84	2,80	2,58	2,95	2,51
13	4,0	34,5	2,14	2,21	2,22	2,17	2,05	2,36	2,01
15	4,0	33,5	2,42	2,19	2,19	2,13	2,02	2,35	1,97
16	4,8	31,5	2,26	2,99	2,91	2,60	2,45	3,21	2,26
18	3,7	48,0	2,20	2,24	2,25	2,26	2,24	2,21	2,37
23	3,5	52,5	2,52	2,20	2,16	2,08	2,22	2,08	2,41
24	3,4	44,0	2,13	1,89	1,90	1,91	1,89	1,91	2,04
27	3,0	42,5	1,83	1,55	1,54	1,52	1,58	1,57	1,75
28	3,0	35,0	1,54	1,40	1,41	1,43	1,45	1,49	1,52
32	3,6	58,5	2,03	2,46	2,38	2,20	2,53	2,23	2,70
34	3,0	47,4	1,43	1,67	1,63	1,53	1,68	1,62	1,90
37	3,9	37,8	2,33	2,18	2,20	2,21	2,07	2,30	2,09
38	3,8	38,5	2,09	2,11	2,13	2,15	2,03	2,21	2,06
44	3,0	47,1	1,83	1,67	1,62	1,53	1,68	1,62	1,90
48	5,0	50,2	3,90	3,64	3,67	3,71	3,55	3,65	3,32
53	3,3	50,0	2,37	1,97	1,93	1,85	1,98	1,89	2,18
54	3,8	54,0	2,12	2,50	2,48	2,44	2,55	2,37	2,67
55	4,0	52,1	2,19	2,63	2,63	2,64	2,66	2,55	2,73
57	3,7	30,0	1,78	1,86	1,85	1,79	1,76	2,03	1,69
64	3,5	50,6	2,21	2,14	2,12	2,07	2,16	2,06	2,34
70	4,0	45,5	2,35	2,45	2,48	2,52	2,40	2,48	2,46
75	3,9	41,5	2,38	2,26	2,29	2,32	2,19	2,34	2,24
79	5,0	56,0	4,17	3,81	3,84	3,91	3,94	3,71	3,62
81	4,4	52,0	3,57	3,02	3,05	3,10	3,04	2,96	3,00
84	3,0	43,0	1,35	1,57	1,55	1,52	1,59	1,58	1,77
86	3,7	36,0	0,95	1,97	1,99	2,00	1,90	2,09	1,92
92	4,3	61,5	3,38	3,21	3,18	3,12	3,45	2,96	3,35
93	4,3	48,0	1,51	2,81	2,84	2,89	2,76	2,81	2,76
95	4,3	53,4	2,50	2,96	2,98	3,01	3,01	2,87	2,99
98	3,6	33,0	1,71	1,83	1,84	1,83	1,76	1,97	1,75
100	4,0	48,5	2,64	2,53	2,55	2,58	2,52	2,51	2,58
102	2,6	22,0	0,88	0,93	0,93	0,91	1,10	1,08	0,97
105	2,8	28,6	0,74	1,15	1,16	1,17	1,26	1,28	1,24
Media			2,19	2,23	2,23	2,21	2,21	2,25	2,24
Desviación estándar			0,64	0,64	0,65	0,63	0,60	0,58	0,74

Anexo 6

Formularios de terreno y laboratorio

Ensayos de Siembra									
Mediciones periódicas									
Tratamiento: 3 Dosis de ultrasol			Fecha siembra: 15/09/05			Fecha medición: 6/12/2005			
Procedencia: Raulintal			Tipo bandeja: 130 c.c			Encargado medición: E.P			
Altura (cm)									
N ° de planta	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	1,7	1,5	2,0	1,0	-	2,5	1,7	1,2	1,0
2	1,2	0,9	1,5	1,8	1,8	1,0	1,8	3,0	1,2
3	2,0	1,7	1,0	1,4	1,0	1,7	0,8	-	1,8
4	1,8	1,6	2,0	1,9	1,9	2,5	1,3	1,5	1,3
5	1,4	1,8	-	1,3	1,5	1,6	1,8	-	-
6	1,5	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,1	1,7	1,4
7	-	-	-	-	1,3	1,3	1,7	1,1	-
8	1,7	-	1,3	1,2	-	-	1,5	-	2,0
9	1,4	1,0	1,5	1,3	-	-	2,0	1,5	1,3
10	1,3	1,5	-	1,5	6,0	1,1	2,3	1,5	1,0
11	1,8	-	-	2,0	1,4	1,2	-	-	1,5
12	2,0	1,5	2,3	1,7	-	-	1,7	1,7	1,7
13	1,3	2,0	2,0	2,2	-	1,5	2,0	1,3	0,7
14	1,1	1,8	1,3	1,0	2,3	1,7	1,3	1,0	1,3
15	1,6	-	-	-	1,3	-	1,7	1,7	1,5
16	1,5	2,0	2,0	1,5	1,2	1,3	1,5	1,5	1,0
17	1,6	1,2	1,3	-	1,7	0,8	1,1	-	1,7
18	3,2	-	2,2	1,4	1,5	1,8	1,3	-	1,0
19	1,3	-	2,5	1,2	1,1	1,3	1,4	1,5	1,3
20	1,5	-	-	1,3	1,2	1,1	1,8	2,3	1,2
21	1,7	-	2,0	1,4	1,4	1,3	0,9	-	2,0
22	1,5	1,4	2,0	1,7	1,3	1,5	1,4	1,0	0,7
23	-	1,2	1,2	0,7	1,4	-	-	2,2	1,2
24	1,7	1,7	1,5	1,8	2,1	1,5	1,5	-	1,2
25	1,3	-	0,9	-	-	1,5	1,5	-	1,2
26	2,0	1,3	-	2,5	1,2	1,3	1,1	0,8	2,5
27	-	1,5	2,2	1,0	1,5	-	1,3	-	-
28	1,2	-	1,2	1,3	1,7	1,2	1,7	1,7	1,3

Ensayos de Siembra									
Mediciones periódicas									
Tratamiento: 3 Dosis de ultrasol			Fecha siembra: 15/09/05			Fecha medición: 23/01/2006			
Procedencia: Raulintal			Tipo bandeja: 130 c.c			Encargado medición: E.P			
Altura (cm)									
N ° de planta	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	6,5	7,2	6,0	5,0	-	4,5	4,5	4,5	5,0
2	5,2	2,0	7,5	6,5	5,5	3,0	9,5	10,5	5,3
3	7,5	8,7	2,3	7,0	3,7	5,5	5,0	-	8,0
4	7,5	2,5	6,8	6,0	6,2	6,0	6,0	8,5	6,5
5	4,0	6,0	D	5,2	4,5	6,2	8,0	-	-
6	4,0	3,2	7,2	5,3	5,5	5,2	4,5	6,2	3,2
7	-	-	-	1,3	4,5	5,0	6,2	5,0	-
8	3,0	-	6,3	4,0	-	2,0	2,5	-	2,0
9	6,0	2,3	3,3	4,5	-	-	7,5	8,5	2,0
10	6,2	4,5	-	6,0	7,5	3,0	7,0	8,0	3,2
11	4,5	-	-	6,0	4,5	6,8	-	-	6,0
12	5,0	5,7	6,0	6,5	-	1,8	6,5	4,0	6,3
13	4,0	6,3	6,2	5,0	-	5,5	8,5	3,0	4,7
14	4,0	5,0	3,8	4,0	12,0	6,5	6,5	5,0	7,5
15	8,2	-	-	-	4,2	-	6,5	7,2	5,0
16	5,5	5,5	5,0	6,7	4,0	6,3	6,7	7,0	2,5
17	4,0	3,5	5,0	-	5,0	3,2	2,7	-	8,5
18	6,0	-	5,7	5,2	6,0	6,0	7,0	-	3,7
19	3,3	-	11,3	6,0	4,7	5,0	7,5	6,2	6,0
20	4,5	-	2,0	5,0	6,5	6,0	10,5	6,0	4,5
21	4,5	-	7,5	6,5	4,3	4,8	4,0	-	5,0
22	1,5	6,0	10,5	6,2	7,0	5,5	5,0	6,0	4,5
23	-	3,0	5,0	4,3	5,0	-	-	7,0	5,0
24	7,5	2,8	5,0	4,5	4,0	4,0	8,5	-	6,0
25	3,0	-	4,5	-	-	5,5	8,5	-	5,7
26	12,0	3,5	-	5,7	5,3	7,3	5,0	3,0	10,5
27	-	7,7	8,2	3,5	6,7	-	4,2	-	-
28	2,5	-	5,0	5,0	5,5	5,3	5,0	9,5	5,8

Ensayos de Siembra									
Mediciones periódicas									
Tratamiento: 3 Dosis de ultrasol			Fecha siembra: 15/09/05			Fecha medición: 02/05/2006			
Procedencia: Raulintal			Tipo bandeja: 130 c.c			Encargado medición: E.P			
Altura (cm)									
N ° de planta	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	38,0	41,5	53,0	38,5	-	37,0	50,5	53,5	43,0
2	37,5	13,5	48,0	52,0	30,5	29,5	55,5	53,0	50,0
3	43,5	56,0	23,0	55,5	32,5	45,5	37,0	-	61,0
4	50,5	27,0	45,5	47,0	48,5	48,5	46,0	60,5	46,5
5	40,0	44,5	-	50,0	41,0	46,5	61,0	-	-
6	38,5	27,0	48,0	49,5	52,0	46,0	34,0	47,5	28,5
7	-	-	-	22,0	30,0	45,5	55,0	46,5	-
8	23,5	-	52,0	26,0	-	12,0	22,5	-	25,5
9	53,0	15,0	20,0	38,5	-	-	57,5	69,5	13,5
10	44,0	47,5	-	51,5	56,0	25,0	44,5	51,5	28,5
11	33,0	-	-	42,0	46,0	53,0	-	-	57,0
12	37,0	42,5	49,0	56,0	-	19,5	64,5	32,0	51,0
13	37,0	46,0	59,5	52,0	-	47,0	52,0	15,0	43,5
14	30,5	41,0	35,5	40,0	52,0	48,5	48,5	48,0	49,0
15	42,5	-	-	-	30,5	-	49,0	58,0	46,0
16	43,5	31,5	35,0	48,5	35,0	54,5	24,0	34,5	21,0
17	33,5	36,0	48,0	-	42,5	27,0	25,0	-	43,5
18	47,0	-	45,0	41,5	50,0	34,5	50,5	-	30,0
19	32,5	-	67,0	47,5	40,0	42,5	63,0	42,0	39,0
20	28,5	-	27,0	46,0	55,0	51,0	67,0	38,0	-
21	39,5	-	47,5	46,5	36,0	43,0	40,5	-	54,0
22	-	46,0	62,5	45,0	44,5	38,5	39,0	45,5	50,5
23	-	30,0	47,5	42,5	48,0	-	-	52,0	48,0
24	38,0	34,5	45,5	42,5	12,0	43,0	66,0	-	52,5
25	26,0	-	42,5	-	-	36,5	60,5	-	47,0
26	60,0	47,5	-	47,0	42,0	50,0	53,0	28,0	64,0
27	-	52,0	54,5	28,5	54,0	-	36,0	-	-
28	33,5	-	49,0	44,5	39,0	44,5	40,0	51,5	46,5

Ensayos de Siembra									
Mediciones periódicas									
Tratamiento: 3 Dosis de ultrasol			Fecha siembra: 15/09/05			Fecha medición: 02/05/2006			
Procedencia: Raulintal			Tipo bandeja: 130 c.c			Encargado medición: E.P			
DAC(mm)									
N ° de planta	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	3,8	4,0	3,2	3,5	-	3,0	3,5	4,0	3,7
2	3,5	1,5	3,6	4,0	3,5	3,0	5,0	3,8	3,8
3	3,2	4,0	2,0	4,0	2,6	3,5	2,5	-	4,2
4	4,0	2,5	4,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0
5	3,0	3,0	-	3,7	3,0	3,5	4,0	-	-
6	3,2	3,7	4,0	3,0	4,0	4,2	4,0	3,2	2,7
7	-	-	-	3,0	3,2	3,0	4,0	4,2	-
8	3,0	-	4,0	4,0	-	1,6	2,5	-	3,0
9	4,0	3,4	2,5	3,0	-	-	4,2	4,0	2,3
10	4,2	3,6	-	4,0	3,5	2,0	4,2	4,0	2,5
11	3,0	-	-	4,0	3,3	3,8	-	-	4,2
12	3,0	4,0	3,5	4,0	-	2,0	3,4	3,0	3,8
13	2,5	4,0	3,0	3,4	-	3,0	4,5	1,7	3,2
14	3,0	3,2	3,0	3,5	4,0	3,6	3,0	3,4	4,0
15	4,0	-	-	-	3,0	-	3,3	4,5	3,4
16	3,0	4,2	3,3	4,4	2,4	4,0	2,8	4,6	2,5
17	3,0	4,0	3,0	-	3,2	3,0	2,8	-	4,5
18	3,2	-	3,3	4,0	3,0	3,0	3,6	-	3,0
19	3,0	-	4,2	3,3	3,2	3,2	4,0	3,8	4,6
20	3,2	-	2,0	3,7	4,2	3,5	4,8	3,7	-
21	4,0	-	4,0	4,0	3,2	3,5	3,5	-	4,2
22	-	4,0	4,6	4,5	4,0	4,0	3,4	4,8	4,0
23	-	3,0	3,7	3,5	4,3	-	-	4,3	4,0
24	3,5	3,5	4,0	3,0	1,5	3,8	4,0	-	4,2
25	2,5	-	3,5	-	-	2,5	3,7	-	4,0
26	4,5	4,0	-	3,8	3,5	3,8	3,7	2,4	4,4
27	-	4,2	3,7	3,0	3,4	-	3,0	-	-
28	3,0	-	3,5	4,0	3,8	3,7	3,0	5,0	4,2

FORMULARIO MEDICIÓN DE PLANTAS ANALISIS BIOMASA

ENCARGADO: M.J.G	FECHA PROCESO: 8 /mayo /2006
------------------	------------------------------

Tratamiento 1

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
Código	Altura (cm)	DAC (mm)	Código	Altura (cm)	DAC (mm)	Código	Altura (cm)	DAC (mm)
010101	41,5	4,5	010201	34,5	4	010301	51	4,6
010102	35	3,1	010202	32,5	2,8	010302	48	4
010103	34	3,5	010203	33,5	4	010303	42,5	3
010104	44	2,8	010204	31,5	4,8	010304	35	3
010105	47	3,6	010205	42,5	4,4	010305	46	3,2
010106	28	3,3	010206	48	3,7	010306	28,7	2,3
010107	40,5	3,5	010207	38	3	010307	43	3,6
010108	48,3	4	010208	44,3	4,7	010308	58,5	3,6
010109	36,8	3	010209	30,5	2,9	010309	52,2	4
010110	44,5	3,6	010210	61,5	3,9	010310	47,4	3
010111	51,5	3,6	010211	52,5	3,5	010311	52,5	4
010112	40	4,5	010212	44	3,4	010312	39	3,1

Tratamiento 2

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
Código	Altura (cm)	DAC (mm)	Código	Altura (cm)	DAC (mm)	Código	Altura (cm)	DAC (mm)
020101	37,8	3,9	020201	33,1	3	020301	45	5
020102	38,5	3,8	020202	30	3,5	020302	43	3,3
020103	34,7	4,5	020203	30,4	3,5	020303	32,8	3,2
020104	42	3,4	020204	48,6	3,9	020304	50,6	3,5
020105	41,5	3,9	020205	50	3,3	020305	35,2	3
020106	28,5	3	020206	54	3,8	020306	55,7	4,1
020107	52,2	4	020207	52,1	4	020307	55,2	4
020108	47,1	3	020208	47,8	3,8	020308	38,5	3
020109	45	3	020209	30	3,7	020309	40,1	3
020110	43,2	4	020210	48	3,4	020310	45,5	4
020111	44	4,3	020211	38,1	3,3	020311	40	3,7
020112	50,2	5	020212	50,3	4	020312	33,4	3

Tratamiento 3

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
Código	Altura (cm)	DAC (mm)	Código	Altura (cm)	DAC (mm)	Código	Altura (cm)	DAC (mm)
030101	57	4,5	030201	37	3,4	030301	53,2	4,6
030102	17	1,8	030202	36	3,7	030302	33	3,6
030103	41,5	3,9	030203	33,5	3,2	030303	47,5	5,5
030104	68,5	5	030204	52	4,4	030304	48,5	4
030105	61	3,9	030205	28	2,7	030305	48	4,3
030106	35,5	3	030206	26	4,5	030306	22	2,6
030107	56	5	030207	53,5	4,4	030307	50,2	4
030108	47,3	3,7	030208	61,5	4,3	030308	47,2	4
030109	52	4,4	030209	48	4,3	030309	28,6	2,8
030110	24	4	030210	50	4,4	030310	49	4,3
030111	52	4,6	030211	53,4	4,3	030311	50	4,2
030112	43	3	030212	53,5	3,8	030312	58	5

FORMULARIO ANALISIS BIOMASA

ENCARGADO: M.J.G

FECHA PROCESO: 8 /mayo /2006

Tratamiento 1

Repetición 1					Repetición 2					Repetición 3				
Código	Peso seco (gr)				Código	Peso seco (gr)				Código	Peso seco (gr)			
	T	H	Rf	Rg		T	H	Rf	Rg		T	H	Rf	Rg
010101	1,08	0,58	0,19	0,23	010201	1,01	0,7	0,15	0,28	010301	1,82	0,95	0,18	0,42
010102	0,76	0,67	0,24	0,2	010202	0,59	0,46	0,12	0,13	010302	1,34	0,89	0,24	0,3
010103	0,94	0,7	0,18	0,28	010203	0,91	1,12	0,19	0,2	010303	0,89	0,53	0,22	0,19
010104	0,77	0,6	0,1	0,12	010204	1,08	0,72	0,16	0,3	010304	0,7	0,59	0,1	0,15
010105	1,04	0,57	0,19	0,14	010205	1,39	0,97	0,18	0,32	010305	0,97	0,62	0,16	0,09
010106	0,81	0,65	0,21	0,17	010206	1,07	0,71	0,19	0,23	010306	0,29	0,24	0,06	0,06
010107	1,06	0,7	0,2	0,22	010207	0,64	0,47	0,13	0,17	010307	1,11	0,87	0,15	0,17
010108	1,17	0,67	0,13	0,14	010208	0,89	1,04	0,41	0,39	010308	1,09	0,59	0,17	0,18
010109	0,63	0,44	0,12	0,11	010209	0,48	0,4	0,12	0,09	010309	1,37	0,78	0,18	0,31
010110	1,3	0,73	0,18	0,19	010210	1,57	0,92	0,2	0,21	010310	0,77	0,48	0,08	0,1
010111	1,3	0,69	0,19	0,15	010211	1,33	0,74	0,2	0,25	010311	1,49	0,84	0,21	0,22
010112	1,44	1,18	0,2	0,27	010212	1,16	0,6	0,16	0,21	010312	0,66	0,59	0,13	0,14

Tratamiento 2

Repetición 1					Repetición 2					Repetición 3				
Código	Peso seco (gr)				Código	Peso seco (gr)				Código	Peso seco (gr)			
	T	H	Rf	Rg		T	H	Rf	Rg		T	H	Rf	Rg
020101	0,93	0,94	0,22	0,24	020201	0,91	0,6	0,15	0,14	020301	1,81	1,1	0,27	0,38
020102	0,88	0,86	0,19	0,16	020202	0,73	0,63	0,19	0,17	020302	0,84	0,61	0,1	0,13
020103	1,39	1,1	0,35	0,41	020203	0,7	0,45	0,14	0,09	020303	0,74	0,68	0,1	0,16
020104	1,04	0,89	0,23	0,24	020204	1,09	0,78	0,15	0,23	020304	1,26	0,59	0,18	0,18
020105	1,21	0,91	0,13	0,21	020205	1,18	0,8	0,16	0,23	020305	0,71	0,47	0,13	0,11
020106	0,44	0,43	0,1	0,08	020206	1,19	0,62	0,17	0,14	020306	1,66	1	0,24	0,31
020107	1,44	0,82	0,22	0,18	020207	1,2	0,66	0,11	0,22	020307	1,45	0,82	0,15	0,16
020108	0,99	0,55	0,13	0,16	020208	1,21	0,84	0,15	0,16	020308	0,7	0,58	0,13	0,11
020109	0,89	0,48	0,09	0,11	020209	0,83	0,53	0,22	0,2	020309	0,6	0,48	0,09	0,08
020110	1,24	0,69	0,19	0,2	020210	0,99	0,6	0,07	0,08	020310	1,12	0,76	0,26	0,21
020111	1,42	1,08	0,16	0,3	020211	0,84	0,75	0,13	0,19	020311	0,92	0,67	0,17	0,14
020112	1,89	1,4	0,25	0,36	020212	1,42	1	0,17	0,14	020312	0,56	0,41	0,05	0,11

Tratamiento 3

Repetición 1					Repetición 2					Repetición 3				
Código	Peso seco (gr)				Código	Peso seco (gr)				Código	Peso seco (gr)			
	T	H	Rf	Rg		T	H	Rf	Rg		T	H	Rf	Rg
030101	1,8	1,18	0,31	0,23	030201	0,64	0,77	0,2	0,14	030301	1,78	0,95	0,28	0,31
030102	0,12	0,16	0,05	0,02	030202	0,22	0,49	0,12	0,12	030302	0,77	0,72	0,13	0,09
030103	1,06	1,03	0,16	0,13	030203	0,63	0,46	0,13	0,14	030303	1,76	1,97	0,5	0,23
030104	2,73	1,46	0,29	0,4	030204	1,57	1,25	0,26	0,29	030304	1,22	0,91	0,12	0,39
030105	1,58	0,87	0,13	0,14	030205	0,26	0,2	0,05	0,05	030305	1,16	0,81	0,2	0,22
030106	0,56	0,58	0,05	0,09	030206	1,362	0,79	0,12	0,23	030306	0,24	0,44	0,16	0,04
030107	2	1,45	0,38	0,34	030207	0,79	1,18	0,36	0,32	030307	1,01	0,66	0,09	0,12
030108	0,98	0,83	0,14	0,12	030208	1,82	1,03	0,26	0,27	030308	1,37	1,05	0,15	0,2
030109	1,84	1,31	0,16	0,26	030209	0,78	0,54	0,06	0,13	030309	0,3	0,32	0,07	0,05
030110	0,7	0,76	0,23	0,15	030210	1,76	1,26	0,33	0,31	030310	0,99	0,97	0,2	0,29
030111	1,56	1,36	0,34	0,22	030211	1,33	0,82	0,13	0,22	030311	0,9	0,63	0,17	0,12
030112	0,66	0,5	0,1	0,09	030212	1,13	0,67	0,12	0,14	030312	2,16	1,39	0,34	0,36