



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

Efecto de tres tipos de fertilizantes para estimulación radicular sobre la calidad de las raíces en plantas de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst.) como reacción rápida al repique.

Patrocinante: Sr. Jaime Büchner O.

Co-patrocinante: Sr. Pablo Donoso H.

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

ALEJANDRA ALICIA RITTER GOTSCHLICH

VALDIVIA

2008

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE EVALUACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Jaime Büchner Oyarzo	<u>6,3</u>
Co-patrocinante:	Sr. Pablo Donoso Hiriart	<u>5,7</u>
Informante:	Sra. Alicia Ortega Zúñiga	<u>5,3</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. Jaime Büchner O.

Agradecimientos

A mis padres por su amor incondicional, por estar presente en cada etapa de mi vida, apoyándome y dándome la fuerza para continuar. A mi padre porque sin sus sacrificios cada uno de mis logros no hubiesen sido posible y a mi madre por su constante preocupación y apoyo.

A mis hermanas Aileen y Silvana por estar pendientes y preocupadas siempre de mi, por darme todo el apoyo para realizarme como persona y lograr todas mis metas.

A Sebastián por estar a mi lado a lo largo de esta etapa de mi vida, por escuchar cada uno de mis temores y ayudar a superarlos, por darme la fuerza y el ánimo para seguir adelante sin perder jamás la esperanza.

A mis amigas de antes y siempre, Fany, Pepa y Taly, por todo su apoyo y comprensión, por estar siempre presente, demostrando que sin importar las distancias siempre estaremos pendientes la una de la otra. De manera especial a la Pepa por ser grata compañía a lo largo de estos años de estudio y apoyarme siempre con la tesis.

A Zita por ser una buena confidente, especialmente los últimos años en la carrera.

A Dany por su preocupación y por estar presente en este período de mi vida.

A mis queridos compañeros que formaron parte importante de este proceso y que hicieron un poquito más entretenidos y felices cada día en la Facultad, a la Peke por su simpatía y espontaneidad, a Felipe Berger, por ser la maravillosa persona que es, a Gonzalo por estar presente apoyándome siempre, a Mario por su dulzura y comprensión, a Rodrigo L. porque cuando apenas comenzaba esta carrera y estando llena de dudas y temores me recordó que aunque todo parezca nada, aun así podía volver a empezar. Y eso lo recordaré siempre.

A todos mis compañeros, a los que tuve la oportunidad de conocer y compartir gratos momentos a lo largo de este proceso y me ayudaron de una u otra forma a ser la persona que soy hoy.

Y finalmente a mi profesor patrocinante Sr. Jaime Büchner por su paciencia y apoyo en esta tesis, a mi co-patrocinante Sr. Pablo Donoso por su dedicación y por sus críticas constructivas y a mi informante Sra. Alicia Ortega por su buena disposición.

INDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes de la especie	3
2.2 Viverización y Repique	3
2.3 Acondicionamiento radicular	5
2.4 Nutrición de las plantas	5
2.5 Fertilizantes de estimulación radicular	7
2.5.1 Fosfato monoamónico	8
2.5.2 Superfosfato triple	9
2.5.3 Bioestimulante (Fartum)	9
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	11
3.1 Antecedentes del área de estudio	11
3.1.1 Ubicación de área de estudio	11
3.1.2 Clima	11
3.1.3 Suelo	11
3.2 Desarrollo del ensayo	11
3.3 Tratamientos utilizados	12
3.4 Diseño experimental	12
3.4.1 Distribución del ensayo	12
3.4.2 Variables evaluadas	13
3.4.3 Extracción, procesamiento y variables a medir	14
3.4.4 Análisis estadístico	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Mortalidad	16
4.2 Crecimiento	16
4.3 Biomasa de las plantas	19
4.4 Indicadores de calidad de las plantas	21
5. CONCLUSIONES	23
6. BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXOS	
1 <i>Abstract and keywords</i>	
2 Esquema de Cosecha	
3 Formulario de terreno	
4 Formulario Laboratorio	

5 Estadística Descriptiva y Análisis de varianza

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tratamientos y dosis aplicadas en el ensayo	Página 12
Cuadro 2.	Estadística descriptiva para el peso seco (g) por componente y total.	20

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Primera repetición de la distribución aleatoria de los tratamientos en las platabandas	Página 12
Figura 2.	Esquema de un tratamiento, donde se señalan las plantas que serán cosechadas.	14
Figura 3.	Mortalidad presentada por tratamiento.	16
Figura 4.	Mediciones de crecimiento en altura (cm), por período de tres semanas.	17
Figura 5.	Diámetro de cuello para los tratamientos en la última medición.	18
Figura 6.	Distribución porcentual del peso seco por componente en cada tratamiento.	19
Figura 7.	Relación tallo/raíz, relación raíz fina/raíz gruesa y coeficiente de vigorosidad por tratamiento.	21

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente estudio realizado en el vivero "Globalsur S.A", ubicado a 55 kilómetros al norte de la ciudad de Valdivia, en el sector Los Ciruelos, tuvo por objetivo principal evaluar el efecto de tres diferentes fertilizantes para estimulación radicular sobre la calidad de las raíces en plantas de *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst, recién repicadas en platabanda, obtenidas de un vivero natural. Para el cumplimiento de este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) Comparar la calidad de las raíces según los distintos fertilizantes a utilizar y b) evaluar las plantas y su biomasa según distintos indicadores de calidad.

Para desarrollar el ensayo se utilizó como unidad muestral, parcelas dentro de la platabanda con 50 plantas. El ensayo constó de tres tratamientos de fertilizantes de estimulación radicular, que corresponden a Fosfato Monoamónico (T1), Superfosfato Triple (T2), el bioestimulante Fartum (T3) y finalmente un tratamiento testigo (T0), donde estos cuatro tratamientos presentan tres repeticiones distribuidas al azar dentro de ensayo, obteniéndose doce unidades muestrales. La duración del ensayo fue de 4 meses, desde el repique en platabanda, a fines de Agosto del 2007, hasta la cosecha de las plantas a fines de Diciembre. Esta duración se justifica porque el ensayo fue realizado con el fin de evaluar la reacción rápida al repique en vivero de plantas traídas de vivero natural, no para producir plantas finales, sino para observar su reacción, ya que en viveros esta actividad produce pérdidas significativas y generalmente se requiere debido a la baja germinación de los *Nothofagus*.

Para el cumplimiento de objetivos, se midió la altura para un total de 50 plantas por repetición, cada 20 días dando un total de cinco mediciones a lo largo del estudio y el DAC (diámetro a la altura del cuello) fue medido solo en la cosecha. Para evaluar las plantas según los indicadores de calidad se cosecharon 180 plantas (15 por repetición), a las cuales se les midió altura y DAC, para luego ser separadas por componentes: tallo, hojas, raíces finas (<1mm) y raíces gruesas (>1mm de diámetro) y luego secadas en horno para la obtención del peso seco.

Para evaluar el crecimiento de las plantas y comparar los tratamientos se utilizó el DAC, la altura total, la biomasa total y los indicadores de calidad relación raíz/tallo, relación raíz fina/raíz gruesa y coeficiente de vigorosidad.

Los tratamientos utilizados en este ensayo no presentaron diferencias significativas entre ellos, en ninguna de las variables analizadas. Sin embargo existe una leve tendencia de que Fosfato monoamónico (T1) permite una mejor respuesta por parte de plantas expuestas a repique, donde este fertilizante es capaz de estimular las raíces más rápido, de manera que permitió una mayor formación de raíces y mayor peso seco.

Palabras claves: *Nothofagus obliqua*, fertilizantes, bioestimulante, repique, calidad de plantas.

1. INTRODUCCIÓN

Las últimas décadas la producción de plantas en Chile se ha concentrado principalmente en especies exóticas como *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, debido a las diferentes técnicas de propagación, su rápido crecimiento y la demanda de éstas, lo que permiten obtener retornos económicos en un menor periodo de tiempo y por esto son atractivas para un mercado cada vez más impaciente, que desea obtener mayores beneficios de este recurso.

El estudio de plantaciones con especies nativas en el país aún es incipiente y no se ha asumido con la profundidad e intensidad requerida (Donoso *et al.*, 1999). Uno de los parámetros poco estudiado es la sobrevivencia a la plantación presentada por estas especies. Este parámetro podría definir la capacidad de las distintas especies para ser utilizadas como bosques artificiales con fines industriales o para recuperar sitios alterados.

En base a la experiencia que se tiene de las especies exóticas se pueden adaptar prácticas culturales que se deben realizar a especies nativas. Existen estudios sobre algunas técnicas en el tratamiento de semillas y producción de plantas para las especies roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus nervosa*), que mencionan la necesidad de efectuar labores de manejo radicular, para lograr plantas más equilibradas en su parte aérea y radicular (Moreno y Ramírez de Arellano, 1976; Ilabaca y Valenzuela, 1980; Muñoz, 1982).

Para las especies nativas del género *Nothofagus* se ha demostrado que poseen ciclos discontinuos de producción de semillas (Donoso *et al.*, 1991 a y b y 1992), roble por ejemplo presenta ciclos anuales, con un año de buena producción de semilla, seguido por un año con muy baja producción.

La producción de especies nativas tradicionalmente se ha realizado a raíz desnuda, donde la semilla es sembrada directamente en la platabanda. Uno de los factores más importantes a considerar antes de la siembra, es la época de siembra, ya que para *Nothofagus*, la germinación va a depender de las condiciones climáticas de cada primavera, la cual no solo afecta a la capacidad y energía germinativa sino al tamaño al término de temporada de crecimiento, razón por la cual los viveros de especies nativas buscan siempre nuevas técnicas de producción de plantas.

Algunos viveros de la zona sur de Chile han resuelto este problema realizando siembras bajo invernadero y repicando en platabanda, operación que tiene muchas ventajas, ya que aumenta la energía y capacidad germinativa de las semillas de especies que son escasas y que poseen baja viabilidad. Técnica similar a la utilizada en este estudio, donde plantas de buenas características, extraídas de un vivero natural son repicadas en platabanda.

La existencia de plantas para repique juega un papel importante dentro la producción de un vivero, ya que permite maximizar el aprovechamiento de recursos y obtener

mayor utilidad a largo plazo, pero principalmente una alta producción al menor costo posible (Muñoz, 2007).

Además las plantas producidas en vivero están influenciadas por una serie de factores, entre ellos la fertilización, por lo que el manejo de este factor es clave desde el punto de vista fisiológico, como también desde un punto de vista económico. En términos generales la fertilización tiene por objetivo aportar al sustrato los nutrientes requeridos por la planta, en cantidad, proporción y el momento adecuado.

La fertilización es, después del riego, la practica cultural que más directamente influye en el desarrollo de las plantas por lo que una adecuada adición de nutrientes permitirá lograr altas tasas de sobrevivencia y crecimiento inicial (Peñuelas y Ocaña 1996).

Es por todo lo planteado anteriormente que el presente estudio tiene como objetivo general evaluar el efecto de tres diferentes fertilizantes para estimulación radicular sobre la calidad de las raíces en plantas de *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst, recién repicadas desde el bosque, para observar su reacción bajo estos tratamientos, ya que en viveros esta actividad produce pérdidas significativas y generalmente se necesita debido a la variable semillación de los *Nothofagus*.

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

- Comparar la calidad de las raíces según los distintos fertilizantes a utilizar
- Evaluar las plantas y su biomasa según distintos indicadores de calidad

2. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la especie

Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst, conocido como roble o roble pellín, es una especie forestal con alto valor ecológico y económico (Donoso 1993), pertenece a la familia de las Fagáceas y al género *Nothofagus*, esta especie comprende un amplio rango de distribución geográfico, donde crece en una gran cantidad de condiciones edáficas y climáticas diferentes, es decir, posee una amplia tolerancia hacia distintos habitats, su distribución es desde Colchagua (33 ° lat.Sur) hasta Puerto Montt (41 °30`lat. Sur) por la Cordillera de los Andes y desde el sur del río Aconcagua hasta puerto Montt por la Cordillera de la Costa (Donoso, 1972; Donoso y Landrum, 1973).

Esta especie puede alcanzar los 40 metros de altura con más de 2 m de diámetro. El tronco es cilíndrico; la corteza gruesa y dura, agrietada en placas grandes y redondeadas, siendo en los árboles jóvenes lisa y gris hasta blanquecina y, en los adultos, de color gris oscuro. Sus ramas constituyen una copa redonda de forma piramidal. Sus hojas son caducas, de 2-7cm de largo, subcoriáceas y borde doblemente aserrado (Rodríguez *et al* .1983). Es un árbol monoico, la flor masculina es solitaria, pedicelada, axilar; la inflorescencia femenina, cortamente pedunculada, es triflora, el fruto esta compuesto por tres nueces, la central bialada y las laterales trialadas, de mas o menos 6 mm de largo (Donoso 1972; Donoso y Landrum, 1973; Hoffmann, 1978, citados por Rodríguez *et al* .1983).

2.2 Viverización y repique

Durante las últimas décadas, el esfuerzo por desarrollar técnicas de producción de plantas en nuestro país estuvo centrado en especies exóticas de rápido crecimiento, donde los primeros protocolos de viverización consideraron el método a raíz desnuda (Sánchez, 1987). La producción de especies nativas tradicionalmente se ha realizado a raíz desnuda lo que involucra producir plantas de dos años, el primer año se siembra en almacigo y el segundo se repica en platabanda (plantas 1:1), para un mejor desarrollo de las plantas, especialmente de especies que crecen en la zona sur de nuestro país (Quiroz *et al.*, 2001). Sin embargo actualmente se han producido en vivero plantas en contenedores durante un periodo vegetativo (1:0), con buenos resultados (Quiroz *et al.*, 2001).

Las experiencias demuestran que para producciones masivas de plantas a raíz desnuda pueden existir inconvenientes, tales como limitación de espacio y capacidad de manipulación. El método a raíz cubierta en cambio permite obtener una planta en un menor tiempo y con buenos resultados, por desarrollarse en un ambiente controlado.

Según Jayawickrama *et al.* (1993), las grandes compañías en Chile producen las plantas en contenedores, debido al mayor control de todas las variables que se

pueden obtener con este sistema. Estos viveros se instalan bajo sombreaderos, en áreas libres de heladas, o en invernaderos de polietileno con control de temperatura. Los contenedores son mantenidos a una altura que permita una fácil manipulación, en plataformas de madera o metal.

Existen varios tipos de contenedores, *speedling*, tubetes y otros. En Chile este método de producción de plantas es cada vez más común, dado los buenos resultados que presentan, sobre todo en calidad de la planta y de la masa radicular.

En cuanto a la producción de plantas de Roble en vivero, existen múltiples opiniones con respecto al tipo de planta que se debe producir. Rodríguez (1969 cit por INFOR-CONAF, 1998), considera que plantas de un año de vivero están en óptimas condiciones para ser plantadas. Sin embargo Bernath (1940, cit. por Donoso, 1979), recomienda plantas de 2 años en vivero (2-0). Otros autores dicen obtener buenos resultados con plantas 1-1.

Quiroz *et al.* (2001), señala que en vivero de especies nativas, para la producción de plantas a raíz desnuda, se conocen dos tipos de siembra, primero esta la siembra directa en platabanda y segundo está la siembra en almácigos, que involucra la siembra y germinación en bandejas para luego repicar o transplantar plántulas en la platabanda. Los autores recomiendan este último método para especies como roble, raulí, coigue y ulmo, donde las ventajas respecto a la siembra directa, es que permite la selección de plántulas e incrementa la germinación, esto debido al control de la temperatura, lo que es muy importante para semillas de *Nothofagus* que presentan baja viabilidad, son escasas y de alto valor. Además finalmente se logra obtener la densidad requerida con plantas de tamaño más homogéneo, lo que facilita las labores culturales (Donoso *et al.*, 1999).

Arnold (1996), señala que una desventaja de la siembra en almácigos es el estrés que se produce en las plántulas al momento del repique, el cual no es resistido por todas las especies de igual forma. Según sus experiencias en el vivero de Pullingue (X región), las especies que mejor resisten este tipo de estrés son raulí, roble y ulmo. El trasplante o repique se realiza entre los meses de agosto y septiembre (Quiroz y Rojas, 2003).

Donoso *et al.* (1999), indican que el espaciamiento para el repique en la platabanda que produce mejores condiciones de crecimiento para roble, raulí en la hilera es de 8 a 10 cm. y de 8 a 12 cm. para coigue, o sea entre 70 a 100 plantas por m².

El trasplante de plantas de vivero natural a platabandas a raíz desnuda es ampliamente conocido y utilizado, en forma especial, en especies con receso vegetativo. Dentro de las modificaciones que se le han hecho a este sistema está la protección de las raíces, luego de extraídas del vivero (con el uso de bolsas de arpillera, cajones, entierro en barbecho, etc.), donde son agrupadas temporalmente. Con esto se mejora la capacidad de sobrevivencia, al evitar una excesiva deshidratación (Nissen y Ovando, 1999).

2.3 Acondicionamiento radicular

El manejo o cultura radicular en plantas de vivero es uno de los factores que mayor influencia tiene en el éxito de una repoblación artificial. Es así que la preparación de plantas en vivero es de gran importancia tanto en su fortalecimiento como en la atenuación de los trastornos físicos y fisiológicos de la etapa cosecha- plantación, asegurando de esta forma, una mayor supervivencia y rápido crecimiento inicial una vez establecidas en su lugar definitivo de plantación (Donoso *et al.*, 1999).

Las labores que constituyen el manejo radicular se realizan mientras la planta se encuentra creciendo en las platabandas e involucran básicamente tres procesos esenciales: poda radicular, descalce radicular y poda lateral. La poda radicular consiste en cortar las raíces por una sola vez, sin afectar a la planta. El descalce radicular implica cortar las raíces por más de una vez y levantar levemente de la platabanda el suelo junto a la planta, para luego dejarlas caer en el mismo lugar, con el fin de airear y soltar el suelo. En la poda lateral se corta verticalmente las raíces entre las hileras de plantas. El propósito de estas labores es estimular el crecimiento radicular, promoviendo un sistema radicular más compacto, denso y fibroso, capaz de fomentar el potencial del crecimiento radicular, para que después de ser plantadas respondan rápidamente emitiendo nuevas raíces y creciendo en altura (Donoso *et al.*, 1999).

Donoso *et al.* (1999) y González *et al.* (1996), señalan que las plantas sometidas a manejo radicular presentan raíces más compactas, densas y fibrosas a la vez que detiene el crecimiento excesivo en altura, produciendo un material más uniforme y equilibrado, mayor lignificación y endurecimiento de tallo y follaje, además de un aumento de la relación raíz/tallo, todo lo cual es un indicador de una mayor resistencia a condiciones adversas en el posterior establecimiento.

Como señala Büchner (2006), es muy importante, que las plantas tengan raíces en todos sus planos de crecimiento y que se encuentren fisiológicamente activas, ya que un buen cimiento asegura en gran parte el éxito de una construcción.

2.4 Nutrición de las plantas

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).

Dentro de la planta, la raíz es el órgano que detecta las condiciones existentes en el suelo y las transmite hacia las hojas controlando el metabolismo del agua y el crecimiento. Así mismo, la eficiencia de la absorción de nutrientes se reduce junto con el transporte a distancia de estos elementos. En consecuencia la formación de una buena masa de raíces secundarias, es de primordial importancia para el uso eficiente del agua y la correcta utilización de los fertilizantes. Las raíces para crecer requieren humedad y oxígeno esencialmente porque están adecuadas para vivir en

medios muy diluidos pero no en ambientes secos o muy mojados, sin oxígeno (Alonso 2000, cit. por Higuera, 2004).

El sistema radicular de las plantas está formado por las raicillas, raíces suberizadas y la raíz primaria lignificada. Las raicillas cumplen la función de absorber el agua y los nutrientes, son de color blanco y se mantienen en función entre 20 a 30 días. Las raíces suberizadas tienen como función absorber el agua (no nutrientes) y contribuyen en alguna medida al sostén de la planta, son de color café claro. Y la raíz principal, de color café oscuro, cumple con la función principal de sostener a la planta, no absorbe nutrientes y absorbe un mínimo de agua.

Con un sistema radicular abundante, vigoroso y sano, las plantas pueden absorber en forma más eficiente el agua y por consiguiente su alimento (nutrientes). Por esto, es importante favorecer un buen sistema radicular a través de la preparación del suelo, un buen drenaje, evitando el tránsito excesivo, dando una buena nutrición, haciendo lavado de sales, evitando la acidificación, incorporando materia orgánica, realizando riegos adecuados, sin exceso ni falta de agua, controlando insectos y nematodos del suelo que destruyen las raíces, entre otros.

Para cumplir con sus necesidades metabólicas y construir sus tejidos las plantas requieren de 17 elementos (átomos) con el níquel recientemente incorporado. Cada uno tiene una función única y específica. Se les denomina nutrientes esenciales porque si uno de ellos les falta, las plantas no pueden cumplir su ciclo vital. Los más abundantes en la planta son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, que son suministrados a través del aire y el agua.

Luego están los elementos suministrados por el suelo: los que la planta usa en mayor cantidad son los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), y los que utiliza en menor cantidad los micronutrientes (hierro, manganeso, zinc, cobre, níquel, molibdeno, boro y cloro).

Los macronutrientes se dividen a su vez en principales, que serían Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Secundarios que serían los tres restantes (Peñuelas y Ocaña, 1996). Para Donoso (1981), los tres elementos principales son también conocidos como "elementos primarios", estos son utilizados en las cantidades mayores, por lo que muchos tipos de fertilizantes están compuestos esencialmente por ellos (NPK).

Las plantas absorben iones, no fertilizantes. Los fertilizantes son moléculas que se disocian con el agua y dan origen a iones con cargas negativas (aniones) o positivas (cationes). Así la planta al absorber los iones con distintas cargas intenta mantener el pH (indica si una sustancia es ácida o básica). La planta absorbe a diario una verdadera "sopa nutricional" formada por el agua y los iones con carga positiva y negativa.

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 de las plantas, 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, 1996).

Cuando el suelo no puede proveer los nutrientes demandados por la planta, la aplicación de la cantidad correcta de fertilizantes en el momento oportuno es indispensable para que éstas alcancen un desarrollo óptimo (Landis y Fisher, 1995).

La utilización de fertilizante tiene por objeto proporcionar a las plantas los nutrientes necesarios para un rápido crecimiento inicial, entregándole a cada una de las plantas los elementos nutritivos. Dentro de los beneficios que aporta la fertilización se pueden mencionar la estimulación del desarrollo radicular, una rápida ocupación del suelo por la planta y una alta sobrevivencia (Holmberg, 1992). Donoso (1981), menciona que la velocidad de crecimiento inicial (plántula) es de extraordinaria importancia para el establecimiento y sobrevivencia de la especie.

Para Krausse (2005), la aplicación de un esquema de fertilización compuesto por dos fertilizantes solubles (*General purpose 20-10-20 + Plant starter 9-45-15*) demostró ser un buen método y generó mayor crecimiento en altura, diámetro de cuello e índice de biomasa en plantas de *N. obliqua*, producidas en contenedor tipo *speedling* en etapa de viverización.

Según lo señalado por Bustos *et al.* (2008), actualmente, las experiencias de fertilización con las especies *N. dombeyi*, *N. nervosa* y *E. cordifolia* se limitan a escasos estudios de fertilización con la aplicación de distintas dosis de NPK, en la forma de nitrato de amonio, sulfato de potasio y superfosfato, respectivamente, en la producción de plantas a raíz desnuda (Donoso *et al.* 1991a y b). Los autores señalan que entre los fertilizantes actualmente en uso, los de liberación controlada presentan ventajas con respecto a los fertilizantes hidrosolubles de rápida entrega, esto por la habilidad de proporcionar nutrientes en forma gradual a las plantas, por períodos de tiempo prolongados mediante una sola aplicación, lo cual reduce la probabilidad de causar toxicidad por sobredosis a las plantas y disminuye la pérdida por lixiviación.

Bustos *et al.* (2008), sugieren la necesidad de considerar el manejo de otras actividades culturales en el vivero además de la fertilización, de manera de lograr plantas más equilibradas para su mejor funcionamiento en terreno en términos de supervivencia y crecimiento inicial.

2.5 Fertilizantes de estimulación radicular

Una vez que la planta es repicada en platabanda, se inicia el periodo de máximo crecimiento vegetativo, lo que demanda altos consumos de nutrientes, que deben ser obtenidos del suelo o bien de fertilización mineral.

Para Quiroz *et al.* (2001), los requerimientos de la planta va a depender del estado de desarrollo que presente, por lo tanto una planta que esta recientemente repicada

a la platabanda necesita asentar sus raíces al nuevo sustrato rápidamente, por lo que se deben aplicar fertilizantes de estimulación radicular al suelo para satisfacer su demanda.

El nutriente más importante en la estimulación radicular es Fósforo, que además desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y el crecimiento celular y otros procesos de las plantas. Sólo una pequeña cantidad del fósforo del suelo (que proviene de degradación de minerales) es posible disponerlo para las plantas, por lo que hay que mejorarlas con fertilización.

El Fósforo aportado, en un 100 % asimilable por las plantas, del cual más del 95 % es soluble en agua y pasa directamente a la solución de suelo, garantiza un excelente resultado agronómico. La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua. La deficiencia de fósforo retarda la madurez del cultivo.

El fósforo al ser un nutriente esencial para la estimulación radicular está presente en los dos primeros fertilizantes utilizados en el estudio y presentan diferentes concentraciones y se detallan en los siguientes puntos. El tercer fertilizante a probar es un bioestimulante, que como la palabra lo dice es un activador de origen biológico, donde a partir de elementos naturales promueve la fertilidad. A continuación se describen los tres fertilizantes aplicados en este estudio sus componentes y las propiedades de cada uno.

2.5.1 Fosfato monoamónico

Los fosfatos amónicos tienen una reacción residual ácida, aunque inicialmente tienen una reacción alcalina, por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos.

Los fosfatos de amonio poseen excelentes propiedades físicas, resultando actualmente los fertilizantes fosfatados más populares. Entre otras ventajas son los fertilizantes más concentrados del mercado, ya que presentan entre un 62 y 64% de nutrientes. El fósforo de los fosfatos de amonio es totalmente soluble en agua.

En condiciones normales sólo del 20 al 30 % del Fósforo aplicado al suelo como fertilizante es absorbido por la planta durante un ciclo de crecimiento. Se obtiene mayor eficiencia aplicando en forma conjunta P y N que por fuentes distintas, debido que al absorber las plantas el nitrógeno en forma de amonio se acidifica el entorno radicular, facilitando de esta manera la disolución y liberación del fosfato del fertilizante (Petroban, 2003).

El fosfato monoamónico es un excelente producto para ser utilizado a la siembra, debido a su alto contenido de fósforo que favorece el desarrollo radicular de las plantas. Es el abono fosfatado sólido más empleado, éste fertilizante es un compuesto

principalmente por un 10 % de Nitrógeno total (N), un 10 % de Nitrógeno amoniacal (NH₄⁺) y un 50 % de Fósforo (P₂O₅). El contenido de N permite cubrir parte de las necesidades del cultivo durante el primer período de crecimiento de la planta. Su alto contenido de fósforo (P) más el complemento de nitrógeno (N), lo hacen un producto ideal para su utilización en la implantación de praderas mixtas.

2.5.2 Superfosfato triple

Sus principales nutrientes son un 46% de Fósforo (P₂O₅) y un 20 %de Calcio (CaO). La disponibilidad de fósforo se encuentra como fosfatos cálcicos de menor solubilidad respecto del Fosfato monoamónico y el calcio esta presente en el fertilizante como fosfato monocálcico, su disponibilidad se ve afectada por el pH del suelo (Agrefert, 2008). Su uso es casi obligado en plantaciones, trasplantes y construcción de prados, pues incentiva la floración, fructificación, maduración y desarrollo de las raíces. En general, es recomendable su utilización en invierno (cuando las raíces están aletargadas). Posee alta solubilidad en agua y por lo tanto rápidamente disponible para la planta. Este fertilizante se debe aplicar alrededor de las plantas y posteriormente regar. Como atributos específicos de este fertilizante es que presenta un menor costo que el Fosfato monoamónico y presenta una disponibilidad balanceada de fósforo y calcio (Agrefert, 2008).

2.5.3 Bioestimulante (*Fartum*®)

Activador biológico del crecimiento vegetal, su utilización durante las primeras fases del cultivo potencia el sistema radicular, con lo que se consigue que la planta explore un mayor volumen de suelo. Se utiliza cuando sea necesario potenciar la formación del sistema radicular (trasplante), especialmente en suelos mal drenados y compactos o cuando la superficie de riego o humedad estén limitados (riego por goteo). Su función es activar procesos vitales en la planta, más específicamente, su rol es de un activador enzimático a nivel celular, que repercute en un mayor crecimiento y desarrollo vegetativo, que a su vez se traduce en un mayor vigor inicial de la plántula, mayor número de raíces y raicillas que facilitan la absorción de agua y nutrientes. Fortalece tallos y ramas, aumenta el número de hojas y la superficie foliar. Todo esto trae como consecuencia un aumento en la materia seca, y por ende, un mayor rendimiento final.

Fartum es un bioestimulante y fertilizante orgánico 100 % natural formulado para viveros e invernaderos. Es fabricado en base a cuatro algas marinas y es altamente concentrado para proveer rápidamente a las plantas del mejor balance nutricional en la etapa juvenil (Inversiones Patagonia, 2008). Contiene reguladores de crecimiento vegetal, que se traducen en mayor producción, estos son: *Auxinas* que estimulan el desarrollo de raíces, elongación de la planta y formación de frutos, *Citoquininas* que estimulan las defensas de las plantas e inhiben la senescencia de la planta, *Sustancias Giberélicas* que estimulan la germinación, división celular y desarrollo de raíces, logrando mejor toma de nutrientes y mejor anclaje y *Elicitors oligosacaridos* que estimulan los mecanismos de defensa de las plantas y el metabolismo

aumentando el vigor y desarrollo inicial de las plantas, para tolerar condiciones difíciles de estrés (Inversiones Patagonia, 2008).

Este bioestimulante está formulado en base a algas, que según investigaciones se ha demostrado que poseen una completa variedad de todos los materiales activos minerales, más sustancias quelatantes. Las algas tienen hormonas vegetales, auxinas y giberelinas que ayudan a estimular el regular crecimiento de las plantas. En particular provee citoquininas, las cuales dan el soporte y sostén a la fotosíntesis. Estos iniciadores hacen fluir los carbohidratos para el uso en los procesos de fijación de nitrógeno que son tan vitales en la sanidad del suelo productivo. Sus sustancias en las condiciones de suelo también promueven la estructura migajosa que es tan deseable en los suelos y aumenta los microorganismos benéficos. Los extractos líquidos y polvos de alga también ayudan a resistir daños por enfermedad, insectos o estrés ambiental (Inversiones Patagonia, 2008).

En la actualidad es de gran importancia utilizar insumos que no contaminen el medio ambiente, esto hace que el uso de productos a base de algas marinas sea importante en los programas de cultivo, ya que las investigaciones han demostrado que estas constituyen la fuente más completa de trazas minerales en la faz de la tierra. Fartum suministra 60 trazas de elementos minerales que la planta necesita, adicionándola en mínimas cantidades, en un justo equilibrio. Las trazas minerales actúan como acondicionadores que estimulan los procesos enzimáticos necesarios para la salud del suelo y los procesos de aireación. Las hormonas promotoras de crecimiento no se desperdician, ya que tienen un ciclo de liberación lenta, que a través de un efecto sinérgico entre todos sus componentes logran un eficiente resultado final: plantas más sanas, con mayor masa radicular; más elongación; más firmes; mejor floración y formación de frutos; y mayor tasa de división celular. La capacidad de asimilación de los nutrientes liberados por Fartum en contacto con el sustrato y el sistema radicular de la planta es del 100%, algo que en los fertilizantes de bases sintéticas no sucede (Inversiones Patagonia, 2008).

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Antecedentes del área de estudio

3.1.1 Ubicación de área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en el vivero “Globalsur S.A. de Ciruelos” ubicado a aproximadamente 55 kilómetros al norte de la ciudad de Valdivia, en el sector Los Ciruelos, comuna de Mariquina, provincia de Valdivia.

3.1.2 Clima

El área de estudio presenta un clima templado cálido con menos de cuatro meses secos (Cfsb1), según la clasificación de Köppen, donde las precipitaciones oscilan entre 1700 y 1900 mm anuales, concentrándose principalmente en los meses de invierno. Las temperaturas más altas se registran en el mes de enero, con una media mensual de 16 °C, mientras que las más bajas se presentan en el mes de junio con un promedio mensual de 6,9 °C (Di Castri y Hajek, 1976).

3.1.3 Suelo

El suelo del vivero pertenece a la serie Valdivia, correspondiente a un suelo denominado Trumao, desarrollados a partir de cenizas volcánicas jóvenes. Según Schlatter *et al.* (2003), son suelos profundos a moderadamente profundos, de textura superficial franco a franco limosa y textura franco arcillosa en profundidad. La densidad aparente es media a baja y la porosidad total es alta, presenta una buena capacidad de agua aprovechable y un drenaje interno moderado a rápido, son suelos generalmente ricos en materia orgánica, características que permiten señalar que se trata de un suelo de buena fertilidad. Este suelo ocupa una posición de terrazas remanentes en la depresión de San José, desde una altura de 9 a 20 m.s.n.m.

3.2 Desarrollo del ensayo

Las plantas de roble se obtuvieron de un vivero natural, ubicado en el sector de Panguipulli, donde existen dos zonas pertenecientes a Forestal S.A., con árboles semilleros, bajo los cuales se prepara una cama de crecimiento con todas las condiciones para que la semilla germine, aquí se seleccionaron plantas de una temporada, con buenas características morfológicas y que presentaran una altura promedio entre los 15 y 25 cm, existiendo plantas con alturas inferiores y superiores a este rango. Luego se trasladaron al vivero Globalsur S.A. en Ciruelos, donde se les realizó podas de raíces secundarias, para facilitar el posterior trasplante en platabandas a raíz desnuda a fines de Agosto, establecidas con una densidad aproximada 95 plantas por metro lineal, distribuidas en 8 hileras. El ensayo constó de tres tratamientos de fertilizantes de estimulación radicular, que corresponden a

Fosfato Monoamónico (T1), Superfosfato Triple (T2), el bioestimulante Fartum (T3) y finalmente un tratamiento testigo (T0), donde estos cuatro tratamientos presentan tres repeticiones distribuidas al azar dentro de ensayo.

3.3 Tratamientos utilizados

En el cuadro 1 se observan las dosis aplicadas a cada tratamiento por parcela, considerando como parcela un metro lineal de platabanda y dejando un espacio de error de 25 cm. entre tratamientos para evitar el contacto de los productos, en el caso del tratamiento 1 y 2 se habla de gramos ya que se trata de un fertilizante sólido, y el tratamiento 3 correspondiente al bioestimulante, es un producto líquido por lo cual la dosis se presenta en litros.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis aplicadas en el ensayo

Tratamiento	Fertilizante	Dosis/planta	Dosis/ha
T1	Fosfato monoamónico	2,1gr.	200 kg.
T2	Superfosfato Triple	2,1 gr.	200 kg.
T3	Fartum Bioestimulante	3,5 cm ³	20 lts.

Una vez repicadas las plantas de Roble en las platabandas a fines de Agosto, el día 14 de septiembre se aplicaron los fertilizantes sólidos correspondientes a T1 y T2 dispersándolos en forma manual y mediante aspersion con agua el T3.

3.4 Diseño experimental

3.4.1 Distribución del ensayo

El diseño experimental fue completamente aleatorio y constó de tres tratamientos, más un testigo, cada uno con tres repeticiones, en la figura 1 se observa una de las tres repeticiones. Cada repetición se estableció dentro de la platabanda con una densidad aproximada por tratamiento de 95 plantas por metro lineal, distribuidas en 8 hileras.

R1				R2				R3			
T1	T0	T2	T3	T0	T3	T1	T2	T3	T1	T0	T2

Figura 1. Distribución aleatoria de los tratamientos en las platabandas.

3.4.2 Variables evaluadas

A partir de la aplicación de los fertilizantes el 14 de Septiembre, se realizó la primera medición el 21 de Septiembre, para un total de 50 plantas por repetición, por lo tanto 150 plantas por tratamiento, donde se midió la altura total y este procedimiento se realizó cada 20 días.

A continuación se describen las variables medidas y evaluadas:

Altura total (H) y Diámetro altura del cuello (DAC). La altura total es una variable muy importante para evaluar la calidad, ésta será medida de la base de la platabanda. El DAC corresponde a una medida tomada a nivel de cuello, que se define como la zona donde se produce una clara diferenciación de color entre el tallo y la raíz. El diámetro de cuello es considerado como el mejor predictor individual de la supervivencia y crecimiento de las plantas en terreno (Thompson, 1985). Estas variables nos permitirán determinar el coeficiente de vigorosidad. Para la medición del DAC se utilizó un pie de metro y para la altura una regla ambas graduadas en milímetro.

Mortalidad. Se evaluó para el total de plantas medidas inicialmente en la parcela que corresponde a 50 plantas por repetición, y a partir de la densidad inicial y final en cada tratamiento, se obtuvo el porcentaje de mortalidad, con la siguiente formula:

$$\frac{N_f - N_i}{N_i} \times 100$$

Peso seco de tallo, hojas, raíces finas y gruesas. Las mediciones de pesos son generalmente utilizadas para evaluar un lote de plántulas, más que para plántulas individuales. Adicionalmente, los pesos son a menudo usados para calcular la relación tallo raíz e índices de calidad (Thompson, 1985). En general, una planta de calidad podría ser aquella que posea el mayor peso posible, para producir mayor crecimiento, mientras mantenga el balance necesario entre tallo y raíz para poder desarrollarse posteriormente en una plantación. Para evaluar esta variable se realizó un muestreo destructivo, en el Laboratorio del Instituto de Nutrición y Suelos Forestales de la Universidad Austral de Chile, donde cada planta se separó en tallo, hojas, raíces finas (diámetro < 1mm) y raíces gruesas (diámetro ≥ 1mm), estas se dejaron en bolsas de papel etiquetadas, y se llevaron a horno a una temperatura de 105°C por 48 horas, hasta obtener peso constante. Después cada elemento fue pesado en una balanza de precisión (±0,01g).

Relación raíz/ tallo. Es considerada una relación entre el área de absorción de agua (raíz) y el área de transpiración (tallo) de una plántula. Generalmente se utiliza el peso del tallo y raíz para obtener la relación, de ésta manera ésta cumple la función predecir el potencial de supervivencia en terreno, donde mientras mas estrecha la relación (cercana a 1), mayor es la posibilidad de supervivencia y potencial de crecimiento. Sin embargo dicha relación se puede ver afectada por factores medioambientales, prácticas culturales y constitución genética de las plántulas. Se

calculó como el cociente entre el peso seco de la raíz (gruesa y fina) y el peso seco del tallo (sin hojas).

Relación raíces finas/ raíces gruesas (Rf/Rg). Es una medición entre el peso seco de las raíces finas y el peso seco de las raíces gruesas. Esta relación se utiliza para evaluar si existe una buena conformación del sistema radicular, lo que conllevaría a un mejor comportamiento en la futura plantación.

Coefficiente de vigorosidad. También conocido como índice de esbeltez se toma como un índice de calidad de la planta que ayuda a detectar excesivo crecimiento en altura con respecto al diámetro. El vigor de las plántulas se determina a partir de la relación entre la altura de la planta en centímetros y su diámetro de cuello en milímetro. Esta variable es un buen indicador de la habilidad de las plantas para soportar daños físicos. Su importancia radica que a mayor vigorosidad, representada por un valor menor del coeficiente, la planta responderá mejor en una futura plantación. Thompson (1985) considera que los valores de este índice superiores a seis son inadecuados pues la planta puede sufrir daños por viento, sequía o frío.

3.4.3 Extracción, procesamiento y variables a medir

La cosecha de las plantas se realizó después de 4 meses, a fines de diciembre, esto porque el ensayo fue realizado con el fin de evaluar la reacción rápida al repique en vivero de plantas traídas de vivero natural, no para producir plantas finales. En esta fecha se extrajeron 15 plantas de cada repetición por tratamiento, elegidas completamente al azar y como se observa en la figura 2 se seleccionaron plantas del centro para evitar el efecto borde. Una vez en el laboratorio se procedió a medir altura y el diámetro de cuello.

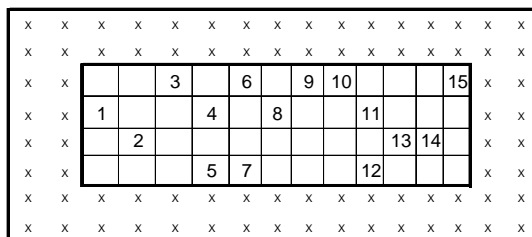


Figura 2. Esquema de un tratamiento, donde se señalan las plantas que serán cosechadas.

Después de la medición se lavo el sistema radicular de cada planta, y se dejo en papel absorbente para permitir el secado de la raíz, para posteriormente proceder a separar tallo de raíz y dividir las raíces en finas y gruesas (anexo2), dejándolas en bolsas de papel para secarlas a 105°C por 48 horas, en una cámara de secado del Instituto de Nutrición y Suelos Forestales de la Universidad Austral de Chile.

3.4.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se trabajó sobre la base de las medias de las repeticiones, obteniéndose doce unidades muestrales.

Para la evaluación 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%, utilizando el paquete estadístico SPSS versión 11.5.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Mortalidad

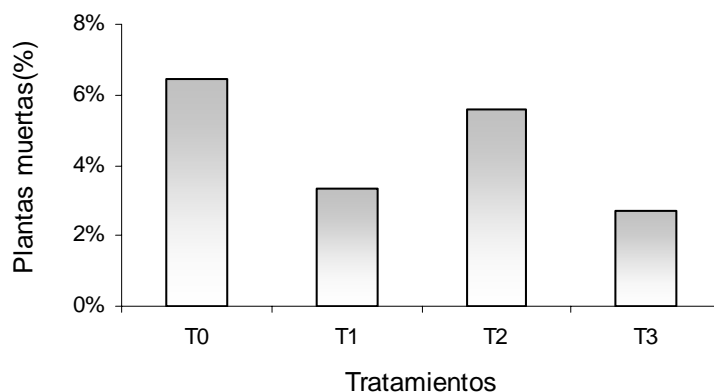


Figura 3. Mortalidad presentada por tratamiento

Según se observa en la figura 3 la mortalidad varió entre un 3 y 6.4 %, entre los tratamientos, no presentando diferencias significativas entre ellos, siendo el testigo (T0) el que presenta la mayor tasa de mortalidad correspondiente a un 6.4 %, que equivalen a un total de 10 plantas en el ensayo, seguido por el tratamiento con Superfosfato triple (T2), el cual presenta una mortalidad de 5.6 %, equivalente a 8 plantas en las 3 repeticiones, siendo T1 y T3 los tratamientos que presentan una menor mortalidad, no superando a las 5 plantas muertas en sus repeticiones.

De acuerdo a la baja mortalidad obtenida, donde no existen diferencias significativas entre tratamientos ($P= 0.450$) (anexo5), se puede indicar que esto se debe a la buena rusticidad por parte de *Nothofagus obliqua*, además de ser una especie caducifolia, que en el momento de ser extraída del vivero natural para su posterior repique en platabanda, se encontraba en receso vegetativo, por lo tanto es una especie capaz de soportar el estrés del repique, adaptándose a las nuevas condiciones sin mayores pérdidas. A partir de esto, se puede sugerir que la mortalidad existente se debió específicamente a factores externos, provocados posiblemente por un mal manejo en el traslado o en el repique, u otros factores bióticos o abióticos.

4.2 Crecimiento

En la figura 4, se observa la tendencia del crecimiento en altura, correspondientes a mediciones realizadas cada 3 semanas, aquí se observa que en la primera medición todos los tratamientos presentan alturas promedio entre los 25 y 27 cm, además muestra que en todos los tratamientos predomina la misma tendencia de crecimiento

sobresaliendo las alturas de las plantas del tratamiento T1 y T3, que corresponden a Fosfato monoamónico y Fartum respectivamente, siendo el testigo el que presenta menores crecimientos, no obstante presentan la misma tendencia de la curva. Además las alturas entre tratamientos, en la ultima fecha de medición no presentan diferencias significativas ($P=0.144$) (anexo5).

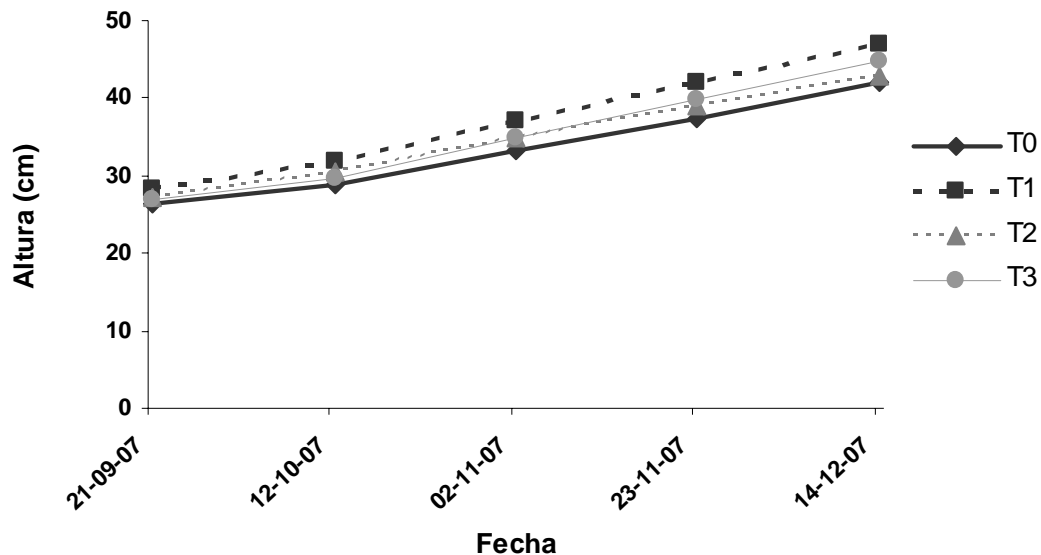


Figura 4. Mediciones de crecimiento en altura (cm), por período de tres semanas.

A partir de las alturas obtenidas se puede señalar que las plantas reaccionaron bien al repique, porque a pesar de no completar su etapa de crecimiento, la altura presentó un incremento potencial, siendo el tratamiento T1 el que alcanzó alturas superiores, y el testigo las menores alturas. Por esto se puede sugerir que de terminar el periodo de crecimiento y teniendo en cuenta el incremento medido cada 20 días se pudieron obtener plantas con alturas sugeridas por Quiroz *et al.* (2001) como estándares de producción, de plantas de Roble a raíz desnuda entre 55 a 80 cm.

El estándar mínimo para la altura varía según la especie, procedencia de la semilla y clase de edad (Thompson, 1985). Generalmente la altura por sí sola no es un buen predictor de plantas de buena calidad, ya que como lo señala González (1993), plántulas de mayor tamaño crecen mejor pero a menudo no sobreviven tan bien como las plantas más pequeñas. Plántulas excesivamente altas son difíciles de plantar, por presentar una pobre relación tallo/raíz, que las hace susceptible al viento.

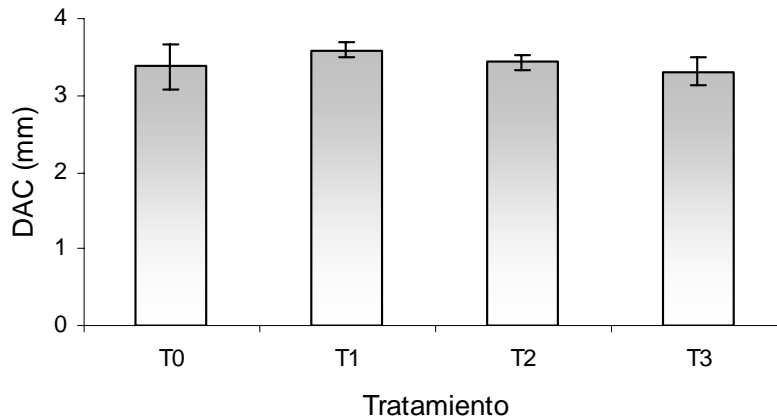


Figura 5. Diámetro de cuello para los tratamientos en la última medición.

En la figura 5 se observa el diámetro de cuello (DAC) por tratamiento, correspondiente a la última medición, la cual representa el promedio de las repeticiones. Las líneas verticales indican la desviación estándar, a partir de esto se puede señalar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0.358$) (anexo5).

El tratamiento T1 sobresale con un DAC de 3.6 mm, seguido por el testigo (T0) con un DAC de 3.4 mm, a pesar de no ser significativa esta diferencia, el testigo presenta el mayor coeficiente de variación correspondiente a 8.7 % (anexo5).

Quiroz *et al.* (2001), a partir de un estudio realizado en el año 2000, en el Vivero La Quila y en el Vivero Forestal y Agrícola Montealguila, señala que los estándares de producción de roble a raíz desnuda, en un periodo vegetativo de 1- 0, corresponde a un DAC de entre 8- 15 mm, y una altura de entre 55- 80 cm., de acuerdo a esto, y si bien son cifras correspondiente a plantas de semillas producidas en vivero bajo todas las condiciones favorables para su desarrollo, los valores obtenidos en este estudio son inferiores, que los definidos como estándares, sobre todo al comparar el DAC. Según Bustos *et al.* (2008), para la especie *N. Nervosa* producida en contenedor, sometida a dosis media de fertilizante se registraron DAC de 5.3 mm., por lo tanto si los resultados obtenidos se proyectaran al término del periodo vegetativo, serían similares a los obtenidos por estos autores.

Sin embargo esta diferencia se explica porque la primera temporada de las plantas se encontraban en un vivero natural, que si bien se preparó una cama de germinación bajo un árbol semillero no se pueden controlar otras variables como la periodicidad del riego, fertilizantes entre otros, además que las plantas del estudio fueron repicadas en platabanda, y antes de esto podadas, periodo en el cual se encontraban en receso vegetativo, debido a su condición de caducifolias, por lo tanto al salir de este receso se encontraba bajo nuevas condiciones de crecimiento por lo

tanto se debió adaptar en forma más lenta a este cambio y por ende los valores obtenidos no se ajustan a los estándares, en donde el periodo vegetativo se realiza sin modificación alguna.

4.3 Biomasa de las plantas

La biomasa por componente no presenta diferencias significativas entre tratamientos (anexo5), presentándose en todos los tratamientos una mayor proporción en la biomasa del tallo seguido por la biomasa de las hojas, raíces gruesas y presentando una menor proporción de raíces finas, similar a lo obtenido por Bustos *et al.*(2008), quien para las tres dosis de fertilizante y para las tres especies estudiadas, presentaron una menor proporción de raíces finas. Todos los tratamientos presentan, similares proporciones de cada componente, donde los que sobresalen en la proporción de biomasa de hojas es T2 y T3 con un 22,7 y 23,9% respectivamente, en la proporción de tallo los tratamientos T0, T1 y T2 presentan proporciones cercanas al 50 %, siendo el T3 quien presenta un 45 % de biomasa correspondiente a tallo.

Finalmente la proporción de biomasa de mayor importancia para este estudio que son las raíces, divididas en raíces finas y raíces gruesas, presentan similares proporciones de raíces finas y raíces gruesas, que corresponde a valores cercanos a un 6 y 23% respectivamente en todos los tratamientos, destacando sin embargo el tratamiento T3, el cual presenta la mayor proporción de raíces finas y gruesas, con valores de 6.5 y 24.9% respectivamente. Los tratamientos T2 y T3 presentan valores similares de biomasa, sin embargo no presentan diferencias significativas de biomasa total entre tratamientos ($P=0.088$) (anexo5).

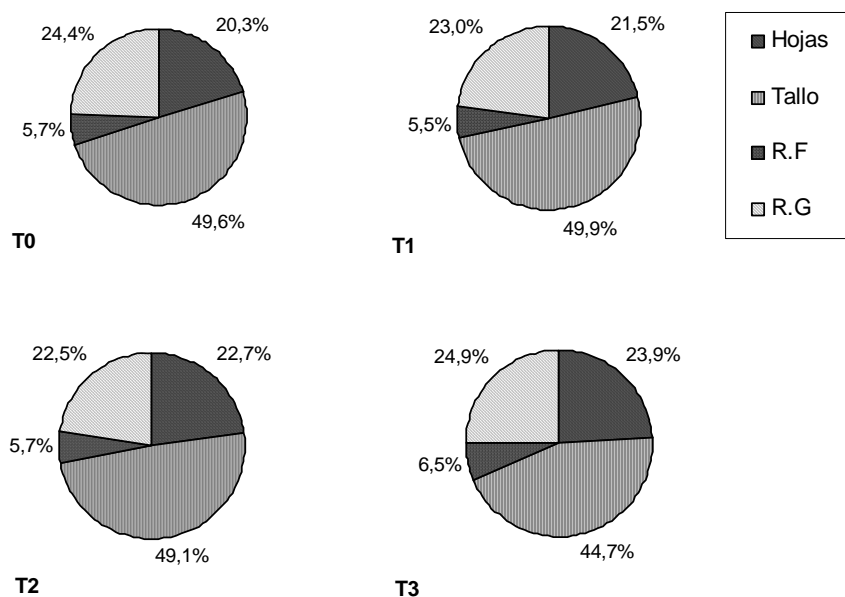


Figura 6. Distribución porcentual del peso seco por componente en cada tratamiento.

Cuadro 2. Estadística descriptiva para el peso seco (g) por componente y total.

Componente	Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
Hojas	T0	0,39	0,50	0,61	22,0
	T1	0,44	0,62	0,88	37,2
	T2	0,40	0,52	0,59	20,4
	T3	0,55	0,60	0,65	8,3
Tallo	T0	1,05	1,23	1,33	12,5
	T1	1,02	1,44	2,09	39,6
	T2	0,99	1,13	1,28	12,8
	T3	1,04	1,11	1,21	7,8
Raíz fina	T0	0,08	0,14	0,24	62,3
	T1	0,05	0,16	0,27	70,3
	T2	0,07	0,13	0,18	42,8
	T3	0,13	0,16	0,20	21,5
Raíz gruesa	T0	0,54	0,61	0,72	16,3
	T1	0,63	0,67	0,72	6,8
	T2	0,46	0,52	0,60	13,9
	T3	0,60	0,62	0,63	2,8
Biomasa total	T0	2,08	2,48	2,72	14,0
	T1	2,24	2,89	3,89	30,5
	T2	1,92	2,31	2,55	14,8
	T3	2,46	2,50	2,55	1,9

Como se observa en el cuadro 2 el menor coeficiente de variación lo obtuvo Bioestimulante Fartum (T3), en todos sus componentes, lo cual indica una baja variabilidad en sus resultados por repeticiones, y el tratamiento con el mayor coeficiente de variación fue el de Fosfato monoamónico, en todos los componentes exceptuando las raíces gruesas, a pesar de esta alta variación es el tratamiento que presenta el mayor peso seco en todos los componentes, lo que indica una mayor formación de biomasa que con los otros tratamientos, sin embargo no existe una diferencia significativa entre estos, en ninguno de sus componentes (anexo 5).

El mayor peso seco en el tratamiento con Fosfato monoamónico (T1), permite señalar a partir de lo descrito por Thompson (1985), que se puede obtener plantas de calidad de aquellas que posean el mayor peso posible, para producir el mayor crecimiento, mientras mantenga el balance entre tallo y raíz para sobrevivir en un sitio dado.

A partir de los resultados obtenidos se puede sugerir que este fertilizante es el que permitió una mejor y más rápida reacción por parte de las plantas recién repicadas, ya que presentó el mayor peso seco promedio en raíces finas y gruesas es el Fosfato monoamónico, además presentó el mayor peso seco en la biomasa total.

4.4 Indicadores de calidad de las plantas

Los indicadores de calidad que no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (anexo 5) fueron la relación raíz/tallo ($P=0,243$) (figura 7a) y la relación raíz fina/raíz gruesa ($P=0.944$) (figura 7b), sin embargo el coeficiente de vigorosidad presenta diferencia significativas entre los tratamientos ($P<0,05$) (figura 7c).

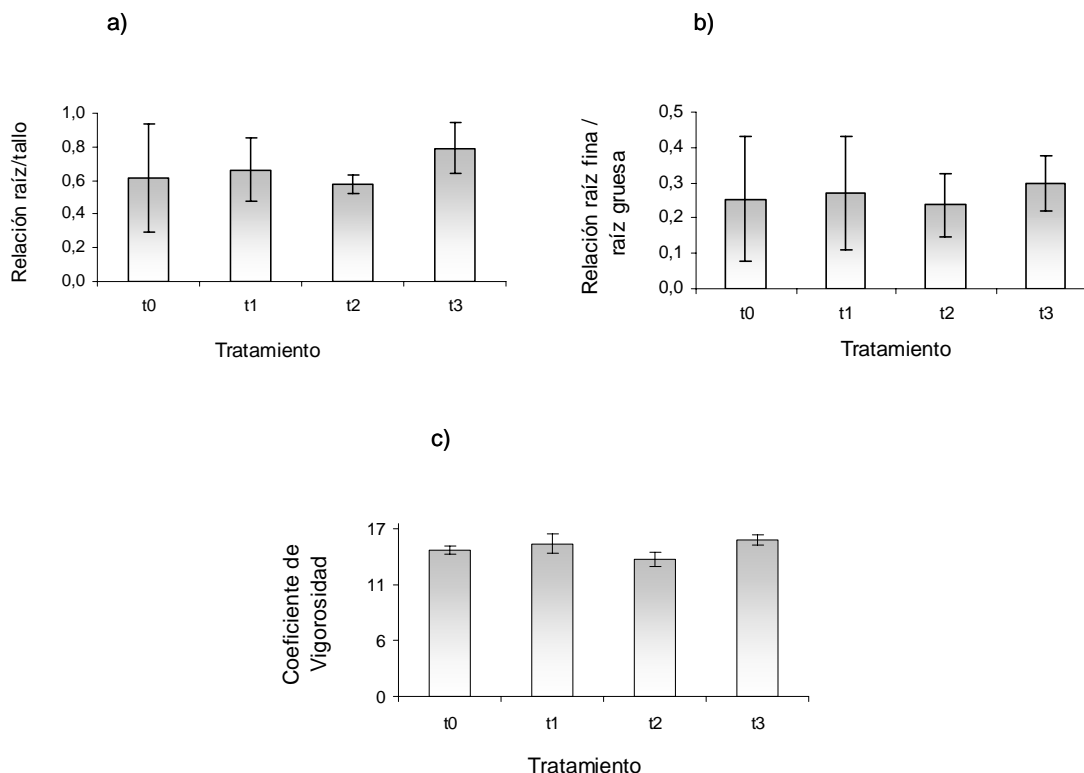


Figura 7.a) Relación raíz /tallo, b) Relación raíz fina/raíz gruesa y c) Coeficiente de vigorosidad. Las líneas verticales de las barras representan la desviación estándar.

La figura 7 muestra la comparación de los indicadores de calidad entre tratamientos donde se puede observar que en la en la figura 7a, los que presentan una relación raíz/tallo más cercana a 1 entre tratamientos y por ende una mejor tasa de supervivencia, el tratamiento T2 presenta una menor relación sin embargo posee un bajo coeficiente de variación (9.9%) (anexo5).

La relación raíz fina/raíz gruesa, es similar en todos los tratamientos, presentando también mayor relación T1 y T3, con valores de 0.27 y 0.30 respectivamente, pero siendo este último el que presenta menor variación dentro del tratamiento, con un coeficiente de variación de 26%.

En el coeficiente de vigorosidad, existen diferencias significativas entre tratamientos ($p<0.05$) (anexo 5), no mostrando en la figura una mayor variación dentro de cada

tratamiento, sin embargo destaca que T2 presenta el menor coeficiente de vigorosidad correspondiente a 13.9, valor muy alto si lo comparamos con bibliografía ya que esto indicaría un desequilibrio de la planta ya que el largo del tallo es más alto de lo que correspondería para el DAC presentado por las plantas del estudio. Como este indicador presentó diferencias significativas entre tratamientos, fue sometido al test de comparaciones múltiples de Tukey, para conocer específicamente cuales tratamientos presentaban diferencias significativas entre ellos, resultando T2 con diferencias altamente significativas en relación a T3 ($P < 0.05$).

A partir de estos resultados obtenidos en los indicadores de calidad y comparándolo, con lo señalado por González *et al.* (1996), se puede señalar primero, que el tratamiento que presenta en esta etapa una mejor relación raíz/tallo, es el tratamiento con bioestimulante Fartum (T3), por presentar una relación mayor respecto a los otros tratamientos, sin embargo este valor no se acerca a 1, valor que según este autor se interpreta, como un balance más adecuado entre el área de absorción de agua y nutrientes y el área de transpiración de la planta.

Quiroz y Rojas (2003) afirman que mientras menor sea la razón entre estos los componentes, mayor es la posibilidad de supervivencia de las plantas, especialmente en sitios secos. Stewart y Bernier, (1995 cit. por Krüger, 2007), señalan que mientras existan recursos hídricos en el suelo, las plantas con mayor relación raíz/tallo no necesariamente sufrirían más estrés hídrico que las plantas con menor relación.

El coeficiente de vigorosidad, obtenido fue entre 13 y 16 (figura 7), valores por tratamientos muy altos si los comparamos con los resultados obtenidos en el estudio de González *et al.* (1996), donde bajo distintos regimenes de manejo radicular, se obtienen índices cercanos a 4, los cuales según define el autor, reflejan plantas de menor espigamiento, resultando plantas más vigorosas y compensadas.

El coeficiente de vigorosidad también es un indicador de la esbeltez de las plantas, por lo cual se puede señalar que en todos los tratamientos resultaron plantas esbeltas por los altos valores obtenidos, lo cual no es un buen indicador según lo señalado por Thompson (1985), en un estudio realizado a plantas de *Picea rubens*, donde las plantas que presentaron índices superiores a seis. Estas plantas fueron seriamente dañadas cuando fueron expuestas a diferentes factores (viento, sequía y heladas).

Según González (2007), para evitar la situación de esbeltez se pueden aplicar técnicas que ayuden a aumentar el DAC, como manejar nutricionalmente el crecimiento de la planta, bajando los aportes de nitrógeno, para evitar el crecimiento excesivo del tallo en la etapa de crecimiento y aumentando la proporción de potasio en el último período de crecimiento, para lograr una mayor lignificación.

5. CONCLUSIONES

En general e independientemente del tratamiento utilizado, las plantas recién repicadas, fueron capaces de resistir el estrés del trasplante sin sufrir daños y esto se ve reflejado en la baja mortalidad, lo cual se puede explicar por la rusticidad de *Nothofagus obliqua*.

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, en la mayoría de los parámetros evaluados, siendo los tratamientos de Fosfato Monoamónico (T1) y bioestimulante Fartum (T3), quienes a pesar de no presentar diferencias significativas, presentaron rápida respuesta, reflejada en una buena relación raíz fina/raíz gruesa y raíz/ tallo, sin embargo fue T1 quien presentó un mayor peso seco en sus componentes, lo que indicaría la mayor formación temprana de raíces al utilizar este fertilizante.

El único indicador que presentó diferencias significativas entre tratamientos fue el coeficiente de vigorosidad, presentando diferencias altamente significativas entre superfosfato triple (T2) y Fartum (T3), sin embargo los altos valores obtenidos en todos los tratamientos muestran la esbeltez de la planta lo cual sería un indicador de baja sobrevivencia ante factores adversos, pero esto no se puede determinar en esta etapa, puesto que se debe analizar una vez terminado el periodo de crecimiento, además este problema se puede deber a un problema de plantas de repique de 25 cm.

El repique de plantas obtenidas de vivero natural a platabanda, es una buena alternativa para plantas nativas, si se piensa que todo el material que regenera en los bosques muchas veces no tiene éxito, ya que tienen demasiada competencia ya sea por malezas, ramoneo u otros factores, por lo tanto ésta es una buena técnica para la propagación de especies nativas.

Si bien no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, se recomienda utilizar Fosfato Monoamónico, si se desean obtener rápidos y mejores resultados en plantas repicadas en platabanda, ya que si bien las plantas no completaron su periodo de crecimiento obtuvo mayor peso seco, con este fertilizante. Sin embargo sería de gran importancia realizar otras pruebas al bioestimulante Fartum, porque a pesar de no manifestar una rápida respuesta inicial este fertilizante es un producto natural en base a algas marinas y en la actualidad es de gran importancia utilizar insumos que no contaminen el medio ambiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agrefert AR S.A 2008. Productos. INTERNET:
<http://www.agrefert.com/productos/extensivos/spt.htm> (Mayo 18, 2008).
- Arnold, F. E. 1996. Manual de vivero Forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile. Documento Técnico CONAF-DED. 123 p.
- Büchner, J. 2006. Plantas: Un factor relevante en el crecimiento de los bosques. Tocomadera 3 (1): 17.
- Bustos, F.; M. González; P. Donoso; V. Gerding; C. Donoso; B. Escobar. 2008. Efectos de distintas dosis de fertilizante de liberación controlada (Osmocote[®]) en el desarrollo de plantas de coigüe, raulí y ulmo. Bosque 29(2) 155-161.
- Di Castri, F.; E. Hajek. 1976. Bioclimatología de Chile. Santiago. Universidad Católica de Chile. 128 p.
- Donoso, C. 1972. Análisis taxonómico y de distribución de las especies caducifolias del genero *Nothofagus* en la zona central de Chile. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 190 p.
- Donoso, C.; L. Landrum. 1973. Manual de identificación de especies leñosas del Bosque Húmedo de Chile. CONAF. Santiago, Chile. 168 p.
- Donoso, C. 1979. Mini-monografía sobre *Nothofagus* en Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 15 p.
- Donoso, C. 1981. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 368 p.
- Donoso, C.; B. Escobar; M. Cortes. 1991 a. Técnicas de vivero y plantaciones para Raulí (*Nothofagus alpina*). Documento técnico N° 53 Chile forestal. 8 p.
- Donoso, C.; B. Escobar; M. Cortes. 1991 b. Técnicas de vivero y plantaciones para Coigüe (*Nothofagus dombeyi*). Documento técnico N° 55 Chile forestal. 8 p.
- Donoso, C.; M. Cortes; B. Escobar. 1992. Técnicas de vivero y plantaciones para Roble (*Nothofagus obliqua*). Documento técnico N° 62 Chile forestal. 8 p.
- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación estructura y dinámica. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 483 p.

- Donoso, P.; M. González; B. Escobar; I. Basso; L. Otero. 1999. Viverización y plantación de Raulí, Roble y Coihue. Capítulo 7 in: Donoso, C., A. Lara. 1999. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Chile, 1º edición, Editorial Universitaria. 421 p.
- Escobar, R. 1999. Nutrición y fertilización en viveros forestales. Agroanálisis Forestal. (Primer semestre).p-p: 8-11.
- González, M.; C. Donoso; B. Escobar. 1996. Efecto de distintos regimenes de manejo radicular en el crecimiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina* (OPEP. Et Ende) Oerst.) 1-0 a raíz desnuda. Bosque 17(1) 29-41.
- 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. 117p.
- González, M. J. 2007. Crecimiento de plantas de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst 1/ 0 producidas en contenedor en función de dosis de fertirriego. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 56 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.
- Holmberg, J. 1992. Silvicultura del Eucalyptus. In: Segundo taller silvícola de *Eucalyptus*, Bosque Nativo. 5 Noviembre. Concepción, Chile. Fundación Chile, Santiago, Chile. pp. 85 - 95.
- Ilabaca, C.; J. Valenzuela. 1980. Ensayos de nuevas técnicas para la producción de plantas de Raulí (OPEP. ET. Ende) Oerst. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 108 p.
- INFOR -CONAF.1998 .Monografía de Roble, *Nothofagus obliqua* .Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. Santiago, Chile. 90 p.
- Inversiones Patagonia S.A. 2008. Productos. INTERNET: <http://www.fartum.cl/content2.asp> (Julio 20, 2008).
- Jayawickrama, K.; J. Schlatter; R. Escobar. 1993. Eucalypt plantation forestry in Chile. Australian Forestry 56 (2):179 -192.

- 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, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco. 40 p.
- Krüger, F. 2007. Producción de plantas de *Pinus ponderosa* 1:1 en viveros de Valdivia y Cochrane. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 67 p.
- Landis, T. 1989. Manual de viveros para la producción de especies Forestales en contenedor. Departamento de agricultura de los Estados Unidos, Portland, Oregon, U.S.A. Vol N ° 4.1-67 pp.
- Landis, T.D.; J.W. Fischer. 1995. How to determine fertilizer rates and application Timing in Bareroot Forest Nurseries. Intermountain Nurseryman's Meeting, August 1995. Ft. Collins. 1315 p.
- Miller, I.; J. Freund; R. Johnson. 1992. Probabilidad y estadística para ingenieros. Prentice – Hall, cuarta ed. 624 p.
- Moreno, G.; C. Ramírez de Arellano. 1976. Ensayo de algunas técnicas para la producción en vivero de plántulas de roble *Nothofagus obliqua* (Mirb. Et. Oerst.) y raulí *Nothofagus alpina* (Poepp. Et. Ende.) Oerst. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 137 p.
- Muñoz, R. 1982. Tolerancia y desarrollo durante un periodo vegetativo de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Ende.) Oerst. “Raulí” y tres procedencias de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. “Roble” frente a distintas tensiones de humedad en el suelo. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 59 p.
- Muñoz, Z. 2007. Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill). Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 58 p.
- Nissen, J.; C. Ovando. 1999. Efecto de un hidrogel humectado aplicado a las raíces de *Nothofagus obliqua* (mirb.) oerst. y *Nothofagus dombeyi* (mirb.) oerst. durante su trasplante. Revista Agro sur jul. 1999, Vol. 27, No. 2, pp. 48-58. INTERNET: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88021999000200005&Ing=es&nrm=iso. (Junio 21, 2008)
- Peñuelas, J.; L. Ocaña. 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedores, principios y fundamentos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Centro de Publicaciones. Madrid, España. 190 p.

- Petroban. 2003. Nota Técnica. INTERNET:
<http://www.petroban.com.ar/docs/CTFertilizantes/MAP.pdf>. (Junio 10, 2008).
- Quiroz, I.; L. Flores; M. Pincheira; A. Villarroel. 2001. Manual de viverización de plantas de especies nativas. Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 159 p.
- Quiroz, I.; Y. Rojas. 2003. Pino ponderosa & Pino oregón, confieras para el sur de Chile. Proyecto FONDEF/INFOR (X Región). 302 p.
- Rodríguez, R.; O. Mathel; M. Quezada. 1983. Flora arbórea de Chile. Ediciones de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 p.
- Sánchez, V. 1987. Esquema de acondicionamiento en plantas de *Eucaliptus globulus* Labill. ssp. *Globulus* 1/0 producidas a raíz desnuda. Tesis Ing. For. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Chillan, Chile. 86 p.
- Schlatter, J.; R. Grez; V. Gerding. 2003. Manual para el reconocimiento de suelos. 3ª Ed. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 121 p.
- 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 following study carried out at "Globalsur S.A" nursery, located 55 kilometres to the north of the city of Valdivia, near Ciruelos's sector, had as main purpose to evaluate the effect of three different fertilizers for root stimulation on the quality of the roots of *Nothofagus obliqua* plants, recently transplanted to the nursery after collecting them from a natural nursery. In order to fulfil this purpose, the next specific objectives were formulated: a) to compare the quality of the roots according to the different fertilizers to be used and b) to evaluate the plants and their biomass according to different quality indicators.

In order to develop the study, plots inside the bed with 50 plants were used as sample unit. The trial consisted of three treatments with fertilizers for root stimulation, that correspond to Monoammonium phosphate (T1), triple superphosphate (T2), the biostimulant Fartum (T3) and finally a control treatment (T0), where these four treatments had three replication randomly distributed during the trial, obtaining as a result twelve sample units. The trial took place during a period of four months, from the transplant in bed, in late August 2007, to the harvest of the plants in late December. This duration is justified because the trial was conducted in order to evaluate the rapid reaction to transplant in nursery of plants brought from natural nurseries, not to produce final plants, but to observe their reaction, since in nurseries this activity produces significant losses and generally is required due to low germination of *Nothofagus*.

In order to fulfil the objectives, the height of a total of 50 plants by plot was measured every twenty days, giving a total of five measurements throughout the study and the DAC (root-collar diameter) was measured only after harvest. To evaluate the plants according to the different indicators of quality, 180 plants were harvested (15 by repetition), then their height and DAC were measured, by components: stem, leaves, fine roots (<1mm) and thick roots (>1 mm of diameter), and later dried at oven to obtain the dry weight.

To evaluate the growth of the plants and to compare the treatments, the DAC, the total height, the total biomass and the indicators of quality: (root/stem relation, fine root/thick root relation and vigorousness coefficient), were used.

The treatments employed in this trial did not produce significant differences among them, in none of the analyzed variables. However, there is a slight tendency for Monoammonium phosphate to allow a better response from plants exposed to transplant, where this fertilizer can stimulate the roots faster, so that it allowed a greater root formation and dry weight.

Keywords: *Nothofagus obliqua*, fertilizers, biostimulant, transplant, quality of plants.

Anexo 2

Esquema de Cosecha

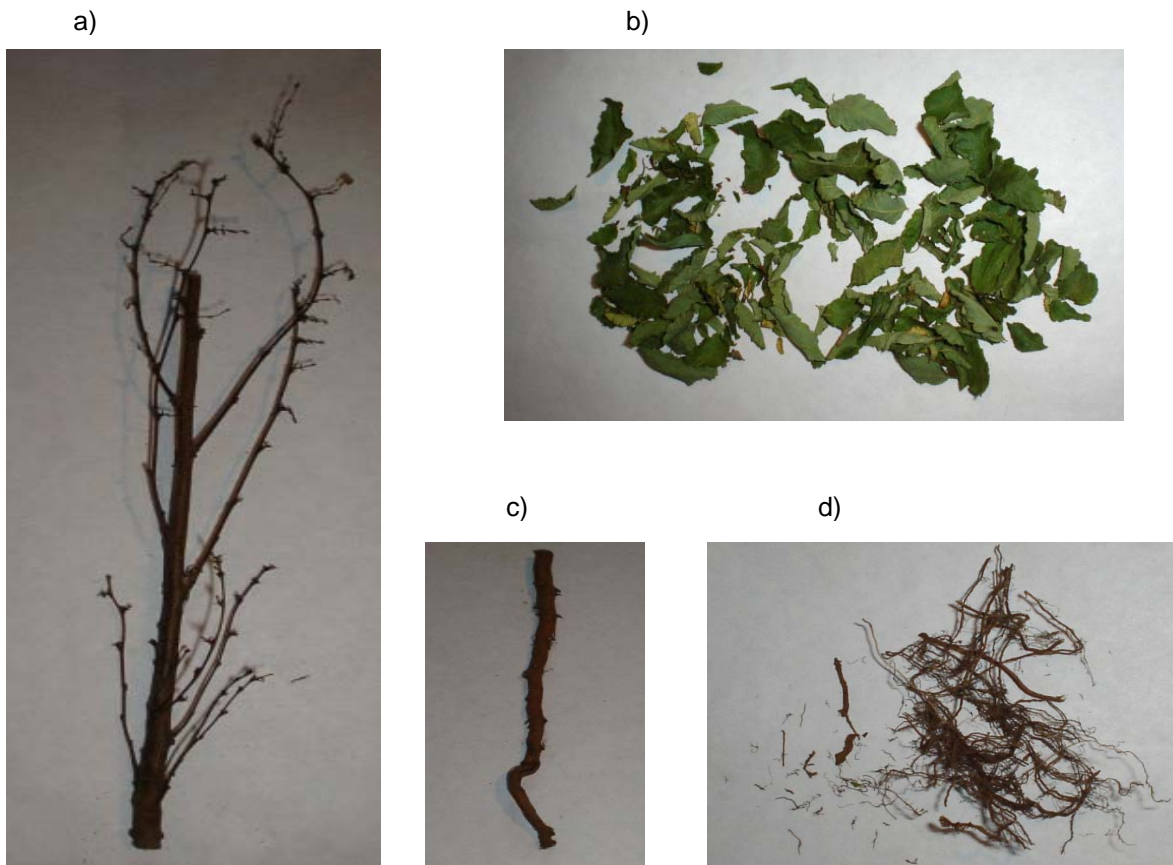


Figura 1. División de las plantas luego de la cosecha para el posterior análisis en laboratorio. a) tallo y ramas, b) hojas, c) raíz gruesa y d) raíz fina.

Anexo 3

Formulario de terreno

FORMULARIO TERRENO
Medición periódica de alturas en cm.

Fecha de medición: 21 septiembre 2007 (medición inicial)

N° Planta	Rep I															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	25	27	19	26	25	27	40	36	29	27	25	21	21	24	26	21
2	20	20	33	35	22	33	32	40	28	38	26	29	13	25	25	36
3	24	20	26	22	32	23	30	36	17	40	18	31	16	18	25	29
4	30	24	18	24	27	22	32	38	21	35	43	28	20	14	24	15
5	19	20	34	20	20	24	23	28	28	37	13	18	24	25	30	36
6	31	25	33	21	28	24	40	26	27	24	38	38	21	10	22	28
7	24	30	19	24	31	32	26	43	32	28	40	18	30	16	36	38
8	27	27	31	30	15	28	23	41	18	32	23	30	29	14	33	26
9	30	32	11	35	22	22	36	25	25	26	32	38	50	29	22	32
10	24	28	30	23	26	28	33	29	31	23	6	23	20	28	36	28
11	20	33	20	17	21	28	30	26	15	14	23	22	20	22	26	22
12	22	22	28	40	24	37	29	32	30	20	28	28		15	18	21
13							39									
14																
15																
N°Total plantas	48				49				48				47			
Altura promedio	25				29				27				25			

h1, h2, h3, h4: Hileras

N° Planta	Rep II															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	12	19	26	28	20	22	35	37	26	31	28	36	36	20	27	41
2	20	18	29	34	20	21	22	26	25	21	34	26	21	32	27	29
3	24	24	24	28	15	13	21	30	22	25	22	27	22	20	19	24
4	18	23	37	33	20	15	42	43	22	32	29	23	35	19	29	32
5	11	27	34	35	31	13	40	14	19	33	46	25	26	30	40	32
6	28	25	21	16	40	15	20	33	23	23	18	28	20	22	33	38
7	25	41	19	48	30	14	36	22	40	31	32	22	20	18	33	29
8	30	29	30	25	34	28	35	32	24	17	20	37	19	31	34	31
9	33	40	40	44	19	20	38	15	23	25	38	35	18	30	30	37
10	25	18	27	21	53	20	26	42	18	20	22	23	41	26	26	39
11	17	36	38	36	44	34	27	20	33	23	33	19	40	18	23	26
12	29	29	24	31	22	27	43	29		31	26	24	26	20	21	27
13	26	19	29	29								16		32	18	33
14	25															
15																
N°Total plantas	53				48				48				51			
Altura promedio	27				27				27				28			

h1, h2, h3, h4: Hileras

N° Planta	Rep III															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	27	16	31	41	33	38	33	22	23	32	31	25	20	26	21	30
2	17	29	21	28	26	39	37	27	26	25	26	30	19	24	27	31
3	22	43	27	21	23	30	29	19	24	25	33	27	26	26	29	29
4	20	19	17	19	27	27	27	27	41	23	25	22	30	16	42	30
5	29	31	32	27	39	14	30	32	33	36	21	36	42	21	41	15
6	26	25	24	38	33	29	38	28	24	26	10	33	22	20	44	36
7	36	28	30	39	17	36	23	33	20	25	29	37	35	24	29	42
8	24	8	23	32	28	23	33	30	35	45	20	31	36	34	27	26
9	23	23	40	20	32	26	38	23	34	37	37	39	15	23	22	30
10	18	23	25	25	25	32	38	21	24	23	19	38	16	16	49	33
11	15	21	18	20	23	42	26	23	27	22	17	34	16	31	41	26
12	28	38	37	20	26	26	23	34	22	27	37	34	20	21	36	26
13	22	23	16	38	20	21	19	32					15	25	41	35
14					23	37	29	26								
15																
N°Total plantas	52				56				48				52			
Altura promedio	26				28				29				28			

h1, h2, h3, h4: Hileras

FORMULARIO TERRENO
Medición periódica de alturas en cm.

Fecha de medición: 12 octubre 2007

N° Planta	Rep I															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	27	29	26	28	28	30	43	39	33	31	29	25	24	27	29	24
2	22	22	35	37	25	36	35	43	32	42	30	33	16	28	28	39
3	26	22	28	24	35	26	33	39	21	44	22	35	19	21	28	32
4	32	26	20	26	30	25	35	41	25	39	47	32	23	17	27	18
5	21	22	36	22	23	27	26	31	32	41	17	22	27	28	33	39
6	33	27	35	23	31	27	43	29	31	28	42	42	24	13	25	31
7	26	32	21	26	34	35	29	46	36	32	44	22	33	19	39	41
8	29	29	33	32	18	31	26	44	22	36	27	34	32	17	36	29
9	32	34	13	37	25	25	39	28	29	30	36	42	53	32	25	35
10	26	30	32	25	29	31	36	32	35	27	10	27	23	31	39	31
11	22	35	22	19	24	31	33	29	19	18	27	26	23	25	29	25
12	24	24	30	42	27	40	32	35	34	24	32	32		18	21	24
13							42									
14																
15																
N°Total plantas	48				49				48				47			
Altura promedio	28				32				31				28			

h1, h2, h3, h4: Hileras

N° Planta	Rep II															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	15	22	29	31	24	26	39	41	29	34	31	39	39	23	30	44
2	23	21	32	37	24	25	26	30	28	24	37	29	24	35	30	32
3	27	27	27	31	19	17	25	34	25	28	25	30	25	23	22	27
4	21	26	40	36	24	19	46	47	25	35	32	26	38	22	32	35
5	14	30	37	38	35	17	44	18	22	36	49	28	29	33	43	35
6	31	28	24	19	44	19	m	37	26	26	21	31	23	25	36	41
7	28	44	22	51	34	m	36	26	43	34	35	25	23	21	36	32
8	33	32	33	28	38	32	39	36	27	20	23	40	22	34	37	34
9	36	43	43	47	23	24	42	19	26	28	41	38	21	33	33	40
10	28	21	30	24	57	24	30	46	21	23	25	26	44	29	29	42
11	20	39	41	39	48	38	31	24	36	26	36	22	m	21	26	29
12	32	32	27	34	26	31	47	33		34	29	27	29	23	24	30
13	29	22	32	32								19		35	21	36
14	m															
15																
N°Total plantas	52				46				48				50			
Altura promedio	31				32				30				31			

h1, h2, h3, h4: Hileras

m : muerta

N° Planta	Rep III															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	30	19	34	44	36	41	36	25	26	35	34	28	23	29	24	33
2	20	32	24	31	29	42	40	30	29	28	29	33	22	27	30	34
3	25	46	30	24	26	33	32	22	27	28	36	30	29	29	32	32
4	23	22	20	22	30	30	30	30	44	26	28	25	33	19	45	33
5	32	34	35	30	42	17	33	35	36	39	24	39	45	24	44	18
6	29	28	27	41	36	32	41	31	27	29	13	36	25	23	47	39
7	39	31	33	42	20	39	26	36	23	28	32	40	38	27	32	45
8	27	11	26	35	31	26	36	33	38	48	23	34	39	37	30	29
9	26	26	43	23	35	29	41	26	37	40	40	42	18	26	25	33
10	21	26	28	28	28	35	41	24	27	26	22	41	19	19	52	36
11	18	24	21	23	26	45	29	26	30	25	20	37	19	34	44	29
12	31	41	40	23	29	29	26	37	25	30	40	37	23	24	39	29
13	25	26	19	41	23	24	22	35					18	28	44	38
14					26	40	32	29								
15																
N°Total plantas	52				56				48				52			
Altura promedio	29				31				32				31			

h1, h2, h3, h4: Hileras

FORMULARIO TERRENO
Medición periódica de alturas en cm.

Fecha de medición: 2 noviembre 2007

N° Planta	Rep I															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	31	33	30	32	33	35	48	44	37	35	33	29	29	32	34	29
2	26	26	39	41	30	41	40	48	36	46	34	37	21	33	33	44
3	30	26	32	28	40	31	38	44	m	48	26	39	24	26	33	37
4	36	30	24	30	35	30	40	46	m	43	51	36	28	22	32	23
5	25	26	40	26	28	32	31	36	m	45	21	26	32	33	38	44
6	37	31	39	27	36	32	48	34	35	32	46	46	29	18	30	36
7	30	36	25	30	39	40	34	51	40	36	48	26	38	24	44	46
8	33	33	37	36	23	36	31	49	26	40	31	38	37	22	41	34
9	36	38	m	41	30	30	44	33	33	34	40	46	58	37	30	40
10	30	34	36	29	34	36	41	37	m	31	14	31	28	36	44	36
11	26	39	26	23	m	36	38	34	23	22	31	30	28	30	34	30
12	28	28	34	46	32	45	37	40	38	28	36	36		m	26	29
13							47									
14																
15																
N°Total plantas	47				48				44				46			
Altura promedio	32				37				35				33			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

N° Planta	Rep II															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	19	m	33	35	29	31	44	46	33	38	35	43	44	28	35	49
2	27	m	36	41	29	30	31	35	32	28	41	33	29	40	35	37
3	31	31	31	35	24	22	30	39	29	32	29	34	30	28	27	32
4	25	30	44	40	29	24	51	52	29	39	36	30	43	27	37	40
5	18	34	41	42	40	22	49	23	26	40	53	32	34	38	48	40
6	35	32	28	23	49	24	m	42	30	30	25	35	28	30	41	46
7	32	48	26	55	39	m	41	31	47	38	39	29	28	26	41	37
8	37	36	37	32	43	37	44	41	31	24	27	44	27	39	42	39
9	40	47	47	51	28	29	47	24	30	32	45	42	26	38	38	45
10	32	25	34	28	62	29	35	51	25	27	29	30	49	34	34	47
11	m	43	45	43	53	43	36	29	40	30	40	26	m	26	31	34
12	36	36	31	38	31	36	52	38		38	33	31	34	28	29	35
13	33	m	36	36								23		40	26	41
14	m															
15																
N°Total plantas	48				46				48				50			
Altura promedio	35				37				34				36			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

N° Planta	Rep III															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	34	23	38	48	41	46	41	m	30	39	38	32	28	34	29	38
2	24	36	28	35	34	47	45	35	33	32	33	37	27	32	35	39
3	29	50	34	28	31	38	37	27	31	32	40	34	34	34	37	37
4	27	26	24	26	35	35	35	35	48	30	32	29	38	24	50	38
5	36	38	39	34	47	22	38	40	40	43	28	43	50	29	49	23
6	33	32	31	45	41	37	46	36	31	33	17	40	30	28	52	44
7	43	35	37	46	25	44	31	41	27	32	36	44	43	32	37	50
8	31	15	30	39	36	31	41	38	42	52	27	38	44	42	35	34
9	30	30	47	27	40	34	46	31	41	44	44	46	23	31	30	38
10	25	30	32	32	33	40	46	29	31	30	m	45	24	24	57	41
11	22	28	25	27	31	50	34	31	34	29	24	41	24	39	49	34
12	35	45	44	27	34	34	31	42	29	34	44	41	28	29	44	34
13	29	30	23	45	28	29	27	40					23	33	49	43
14					31	45	37	34								
15																
N°Total plantas	52				55				47				52			
Altura promedio	33				37				36				36			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

FORMULARIO TERRENO
Medición periódica de alturas en cm.

Fecha de medición: 23 noviembre 2007

N° Planta	Rep I															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	35	37	34	36	38	40	53	49	41	39	37	33	34	37	39	34
2	30	30	43	45	35	46	45	53	40	50	38	41	26	38	38	49
3	34	30	36	32	45	36	43	49	m	52	30	43	29	31	38	42
4	40	34	28	34	40	35	45	51	m	47	55	40	33	27	37	28
5	m	30	44	30	33	37	36	41	m	49	25	30	37	38	43	49
6	41	35	43	31	41	37	53	39	39	36	50	50	34	23	35	41
7	34	40	29	34	44	45	39	56	44	40	52	30	43	29	49	51
8	37	37	41	40	28	41	36	54	30	44	35	42	42	27	46	39
9	40	42	m	45	35	35	49	38	37	38	44	50	63	42	35	45
10	34	38	40	33	39	41	46	42	m	35	18	35	33	41	49	41
11	30	43	30	27	m	41	43	39	27	26	35	34	33	35	39	35
12	32	32	38	50	37	50	42	45	42	32	40	40		m	31	34
13							52									
14																
15																
N°Total plantas	46				48				44				46			
Altura promedio	36				42				39				38			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

N° Planta	Rep II															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	23	m	37	39	34	36	49	51	37	42	39	47	49	33	40	54
2	31	m	40	45	34	35	36	40	36	32	45	37	34	45	40	42
3	35	35	35	39	29	27	35	44	33	36	33	38	35	33	32	37
4	29	34	48	44	34	29	56	57	33	43	40	34	48	32	42	45
5	22	38	45	46	45	27	54	28	30	44	57	36	39	43	53	45
6	39	36	32	27	54	29	m	47	34	34	29	39	33	35	46	51
7	36	52	30	59	44	m	46	36	51	42	43	33	33	31	46	42
8	41	40	41	36	48	42	49	46	35	28	31	48	32	44	47	44
9	44	51	51	55	33	34	52	29	34	36	49	46	31	43	43	50
10	36	29	38	32	67	34	40	56	29	31	33	34	54	39	39	52
11	m	47	49	47	58	48	41	34	44	34	44	30	m	31	36	39
12	40	40	35	42	36	41	57	43		42	m	35	39	33	34	40
13	37	m	40	40								27		45	31	46
14	m															
15																
N°Total plantas	48				46				47				50			
Altura promedio	39				42				38				41			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

N° Planta	Rep III															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	38	m	42	52	46	51	46	m	34	43	42	36	33	39	34	43
2	28	40	32	39	39	52	50	40	37	36	37	41	32	37	40	44
3	33	54	38	32	36	43	42	32	35	36	44	38	39	39	42	42
4	31	30	28	30	40	40	40	40	52	34	36	33	43	29	55	43
5	40	42	43	38	52	27	43	45	44	47	32	47	55	34	54	28
6	37	36	35	49	46	42	51	41	35	37	m	44	35	33	57	49
7	47	39	41	50	30	49	36	46	31	36	40	48	48	37	42	55
8	35	19	34	43	41	36	46	43	46	56	31	42	49	47	40	39
9	34	34	51	31	45	39	51	36	45	48	48	50	28	36	35	43
10	29	34	36	36	38	45	51	34	35	34	m	49	29	29	62	46
11	26	32	29	31	36	55	39	36	38	33	28	45	29	44	54	39
12	39	49	48	31	39	39	36	47	33	38	48	45	33	34	49	39
13	33	34	27	49	33	34	32	45					28	38	54	48
14					36	50	42	39								
15																
N°Total plantas	51				55				46				52			
Altura promedio	37				42				40				41			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

FORMULARIO TERRENO
Medición periódica de alturas en cm.

Fecha de medición: 14 diciembre 2007

N° Planta	Rep I															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	40	42	39	41	43	45	58	54	45	43	41	37	39	42	44	39
2	35	35	48	50	40	51	50	58	44	54	42	45	m	43	43	54
3	39	35	41	37	50	41	48	54	m	56	34	47	34	36	43	47
4	45	39	33	39	45	40	50	56	m	51	59	44	38	32	42	33
5	m	35	49	35	38	42	41	46	m	53	29	34	42	43	48	54
6	46	40	48	36	46	42	58	44	43	40	54	54	39	28	40	46
7	39	45	34	39	49	50	44	61	48	44	56	34	48	34	54	56
8	42	42	46	45	m	46	41	59	34	48	39	46	47	32	51	44
9	45	47	m	50	40	40	54	43	41	42	m	54	68	47	40	50
10	39	43	45	38	44	46	51	47	m	39	22	39	38	46	54	46
11	35	48	35	32	m	46	48	44	31	30	39	38	38	40	44	40
12	37	37	43	55	42	55	47	50	46	36	44	44		m	36	39
13							57									
14																
15																
N°Total plantas	46				47				43				45			
Altura promedio	41				48				43				43			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

N° Planta	Rep II															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	m	m	41	43	39	41	54	56	41	46	43	51	54	38	45	59
2	35	m	44	49	39	40	41	45	40	36	49	41	39	50	45	47
3	39	39	39	43	34	32	40	49	37	40	37	42	40	38	37	42
4	33	38	52	48	39	34	61	62	37	47	44	38	53	37	47	50
5	26	42	49	50	50	32	59	33	34	48	61	40	44	48	58	50
6	43	40	36	31	59	34	m	52	38	38	33	43	38	40	51	56
7	40	56	34	63	49	m	51	41	55	46	47	37	38	36	51	47
8	45	44	45	40	53	47	54	51	39	32	35	52	37	49	52	49
9	48	55	55	59	38	39	57	34	38	40	53	50	36	48	48	55
10	40	33	42	36	72	39	45	61	33	35	37	38	59	44	44	57
11	m	51	53	51	63	53	46	39	48	38	48	34	m	36	41	44
12	44	44	39	46	41	46	62	48		46	m	39	44	38	39	45
13	41	m	44	44								31		50	36	51
14	m															
15																
N°Total plantas	47				46				47				50			
Altura promedio	44				47				42				46			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

N° Planta	Rep III															
	T0				T1				T2				T3			
	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4	h1	h2	h3	h4
1	42	m	46	56	51	56	51	m	38	47	46	40	38	44	39	48
2	32	44	m	43	44	57	55	45	41	40	41	45	37	42	45	49
3	37	58	42	36	41	48	47	37	39	40	48	42	44	44	47	47
4	35	34	32	34	45	45	45	45	56	38	40	37	48	34	60	48
5	44	46	47	42	57	32	48	50	48	51	36	51	60	39	59	33
6	41	40	39	53	51	47	56	46	39	41	m	48	40	38	62	54
7	51	43	45	54	35	54	41	51	35	40	44	52	53	42	47	60
8	39	23	38	47	46	41	51	48	50	60	35	46	54	52	45	44
9	38	38	55	35	50	44	56	41	49	52	52	54	33	41	40	48
10	33	38	40	40	43	50	56	39	39	38	m	53	34	34	67	51
11	30	36	33	35	41	60	44	41	42	37	32	49	34	49	59	44
12	43	53	52	35	44	44	41	52	37	42	52	49	38	39	54	44
13	37	38	31	53	38	39	37	50					33	43	59	m
14					41	55	47	44								
15																
N°Total plantas	50				55				46				51			
Altura promedio	41				47				44				46			

h1, h2, h3, h4: Hileras
m : muerta

Anexo 4

Formulario Laboratorio

FORMULARIO MEDICIÓN FINAL DE PLANTAS

Datos de Altura (cm.) y DAP (mm)

Tratamiento 0

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)
T00101	53,0	4,0	T00201	43,0	3,0	T00301	54,0	4,5
T00102	38,0	3,0	T00202	48,0	3,5	T00302	60,0	4,5
T00103	44,0	2,0	T00203	56,0	3,0	T00303	60,0	4,5
T00104	54,0	4,0	T00204	43,0	3,0	T00304	46,0	3,5
T00105	52,0	3,5	T00205	55,0	3,0	T00305	58,0	4,0
T00106	46,0	3,0	T00206	43,0	3,5	T00306	50,0	4,0
T00107	50,0	3,5	T00207	62,0	3,5	T00307	40,0	3,0
T00108	36,0	4,5	T00208	46,0	5,0	T00308	48,0	3,0
T00109	46,0	2,5	T00209	53,0	3,5	T00309	55,0	4,0
T00110	50,0	3,0	T00210	43,0	2,0	T00310	60,0	4,0
T00111	43,0	3,5	T00211	56,0	4,0	T00311	53,0	3,5
T00112	32,0	2,5	T00212	45,0	3,5	T00312	46,0	4,5
T00113	46,0	3,0	T00213	40,0	3,0	T00313	54,0	2,5
T00114	46,0	2,5	T00214	40,0	3,0	T00314	50,0	3,0
T00115	53,0	2,5	T00215	51,0	3,0	T00315	48,0	3,0
Promedio	45,9	3,1	Promedio	48,3	3,3	Promedio	52,1	3,7

Tratamiento1

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)
T10101	54,0	3,5	T10201	42,0	2,5	T10301	59,0	3,0
T10102	58,0	3,5	T10202	58,0	3,0	T10302	50,0	4,0
T10103	50,0	3,0	T10203	68,0	4,5	T10303	47,0	5,0
T10104	50,0	2,0	T10204	64,0	5,0	T10304	61,0	4,0
T10105	50,0	3,5	T10205	62,0	3,0	T10305	50,0	3,5
T10106	71,0	4,0	T10206	55,0	3,5	T10306	62,0	5,0
T10107	53,0	5,0	T10207	59,0	5,0	T10307	61,0	3,0
T10108	54,0	3,5	T10208	60,0	3,5	T10308	47,0	3,5
T10109	64,0	4,0	T10209	53,0	3,0	T10309	53,0	3,0
T10110	40,0	4,0	T10210	63,0	4,0	T10310	54,0	3,5
T10111	58,0	4,0	T10211	47,0	3,0	T10311	43,0	3,0
T10112	54,0	3,0	T10212	68,0	3,5	T10312	50,0	4,0
T10113	46,0	3,0	T10213	54,0	3,0	T10313	56,0	4,0
T10114	58,0	3,5	T10214	46,0	3,5	T10314	35,0	4,0
T10115	55,0	3,0	T10215	48,0	3,5	T10315	50,0	3,0
Promedio	54,3	3,5	Promedio	56,5	3,6	Promedio	51,9	3,7

FORMULARIO MEDICIÓN FINAL DE PLANTAS

Datos de Altura (cm.) y DAP (mm)

Tratamiento 2

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)
T20101	40,0	3,0	T20201	45,0	3,5	T20301	49,0	3,0
T20102	48,0	4,0	T20202	46,0	4,0	T20302	50,0	4,5
T20103	50,0	3,0	T20203	49,0	4,0	T20303	50,0	3,5
T20104	42,0	3,0	T20204	54,0	3,0	T20304	49,0	4,0
T20105	50,0	4,0	T20205	50,0	3,5	T20305	43,0	3,5
T20106	57,0	3,0	T20206	56,0	3,0	T20306	57,0	4,0
T20107	55,0	5,0	T20207	45,0	3,5	T20307	41,0	4,0
T20108	43,0	3,0	T20208	56,0	3,5	T20308	32,0	3,0
T20109	49,0	3,0	T20209	54,0	4,0	T20309	50,0	3,0
T20110	40,0	3,0	T20210	49,0	4,0	T20310	54,0	4,0
T20111	47,0	3,5	T20211	43,0	3,0	T20311	44,0	4,0
T20112	46,0	3,0	T20212	60,0	3,0	T20312	45,0	3,0
T20113	57,0	4,0	T20213	57,0	4,0	T20313	48,0	4,0
T20114	35,0	3,0	T20214	49,0	3,5	T20314	40,0	3,0
T20115	32,0	2,5	T20215	38,0	2,5	T20315	31,0	2,0
Promedio	46,1	3,3	Promedio	50,1	3,5	Promedio	45,5	3,5

Tratamiento 3

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)	Codigo	Altura (cm)	DAC (mm)
T30101	40,0	3,5	T30201	48,0	2,5	T30301	60,0	3,0
T30102	60,0	5,0	T30202	53,0	3,5	T30302	62,0	4,0
T30103	40,0	3,0	T30203	64,0	4,0	T30303	55,0	3,0
T30104	52,0	4,0	T30204	48,0	3,0	T30304	52,0	3,0
T30105	43,0	3,0	T30205	58,0	2,5	T30305	67,0	4,0
T30106	42,0	2,0	T30206	40,0	3,0	T30306	57,0	3,0
T30107	45,0	4,0	T30207	50,0	4,0	T30307	66,0	5,0
T30108	44,0	3,0	T30208	55,0	5,0	T30308	42,0	3,0
T30109	50,0	2,0	T30209	60,0	4,0	T30309	50,0	3,0
T30110	57,0	3,0	T30210	56,0	3,0	T30310	52,0	4,0
T30111	40,0	3,0	T30211	42,0	2,5	T30311	56,0	3,5
T30112	49,0	3,5	T30212	50,0	3,5	T30312	52,0	4,0
T30113	30,0	2,5	T30213	58,0	3,0	T30313	55,0	4,0
T30114	49,0	2,5	T30214	37,0	3,0	T30314	53,0	3,0
T30115	52,0	3,0	T30215	50,0	3,0	T30315	66,0	3,0
Promedio	46,2	3,1	Promedio	51,3	3,3	Promedio	56,3	3,5

FORMULARIO ANÁLISIS DE BIOMASA

Tratamiento 0

Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco			
	Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G
T00101	1,15	1,79	0,32	0,55	T00201	0,39	1,05	0,08	0,50	T00301	0,57	2,10	0,03	1,05
T00102	0,49	0,94	0,12	0,53	T00202	0,39	1,05	0,10	0,54	T00302	0,89	2,40	0,16	1,50
T00103	0,24	0,66	0,04	0,36	T00203	0,38	1,15	0,09	0,59	T00303	0,80	1,37	0,06	0,76
T00104	0,86	1,55	0,33	0,66	T00204	0,48	0,85	0,03	0,62	T00304	0,20	0,80	0,03	0,41
T00105	0,89	1,54	0,36	0,53	T00205	0,19	1,06	0,05	0,22	T00305	0,51	1,35	0,11	0,97
T00106	0,77	1,38	0,18	0,59	T00206	0,37	1,31	0,05	0,83	T00306	0,59	1,21	0,01	0,40
T00107	0,70	1,89	0,17	1,22	T00207	0,36	1,14	0,04	0,67	T00307	0,17	0,55	0,03	0,37
T00108	0,33	1,24	0,36	0,53	T00208	0,52	1,87	0,13	0,69	T00308	0,22	0,95	0,02	0,59
T00109	0,21	0,51	0,11	0,25	T00209	0,69	1,36	0,14	0,79	T00309	0,81	2,14	0,06	1,30
T00110	0,79	1,51	0,33	0,67	T00210	0,12	0,44	0,03	0,19	T00310	0,80	1,63	0,30	0,63
T00111	0,37	1,64	0,32	0,64	T00211	0,64	1,28	0,16	0,71	T00311	0,72	1,55	0,10	0,65
T00112	0,23	0,70	0,23	0,42	T00212	0,35	0,83	0,15	0,58	T00312	0,40	1,68	0,02	0,94
T00113	0,81	2,07	0,44	0,55	T00213	0,29	0,79	0,14	0,34	T00313	0,27	0,64	0,06	0,29
T00114	0,65	1,07	0,19	0,48	T00214	0,20	0,62	0,06	0,32	T00314	0,21	0,47	0,01	0,37
T00115	0,69	1,06	0,12	0,41	T00215	0,50	0,98	0,23	0,50	T00315	0,39	1,17	0,14	0,56

Tratamiento 1

Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco			
	Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G
T10101	0,54	1,47	0,31	0,42	T10201	0,18	0,80	0,16	0,60	T10301	0,33	0,85	0,05	0,35
T10102	0,56	1,40	0,29	0,36	T10202	0,41	1,43	0,15	0,83	T10302	0,49	1,37	0,11	0,62
T10103	1,03	2,75	0,40	1,09	T10203	0,47	2,11	0,20	1,00	T10303	0,55	1,03	0,03	0,49
T10104	0,39	0,83	0,17	0,38	T10204	0,85	1,18	0,12	0,63	T10304	0,37	1,18	0,04	0,59
T10105	0,24	0,94	0,16	0,46	T10205	0,59	0,99	0,21	0,58	T10305	0,51	0,96	0,02	0,35
T10106	2,28	3,43	0,31	0,77	T10206	0,24	0,70	0,06	0,60	T10306	0,99	2,18	0,01	1,40
T10107	1,13	4,25	0,52	1,23	T10207	1,08	1,22	0,24	0,96	T10307	0,66	1,37	0,07	0,20
T10108	0,82	1,80	0,15	0,56	T10208	0,96	2,44	0,34	0,97	T10308	0,37	1,11	0,09	0,58
T10109	1,45	3,06	0,36	0,82	T10209	0,22	1,48	0,10	0,75	T10309	0,25	0,75	0,14	0,51
T10110	0,91	2,87	0,26	0,98	T10210	0,55	1,39	0,25	0,50	T10310	0,20	0,90	0,03	0,40
T10111	0,91	2,66	0,33	0,98	T10211	0,14	0,54	0,07	0,24	T10311	0,26	0,60	0,06	0,37
T10112	1,02	1,46	0,17	0,37	T10212	0,77	0,96	0,09	0,39	T10312	0,58	0,79	0,06	3,35
T10113	0,49	1,39	0,25	0,40	T10213	0,32	1,02	0,10	0,40	T10313	0,40	0,96	0,04	0,56
T10114	0,65	1,71	0,17	0,59	T10214	1,10	0,85	0,11	0,47	T10314	0,11	0,58	0,01	0,66
T10115	0,76	1,31	0,17	0,48	T10215	0,29	1,03	0,08	0,48	T10315	0,47	0,73	0,05	0,42

FORMULARIO ANÁLISIS DE BIOMASA

Tratamiento 2

Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco			
	Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G
T20101	0,81	1,27	0,19	0,51	T20201	0,76	1,30	0,15	0,72	T20301	0,47	1,17	0,13	0,27
T20102	0,67	1,78	0,24	0,85	T20202	0,47	1,09	0,07	0,63	T20302	0,54	0,80	0,08	0,56
T20103	0,55	1,32	0,25	0,43	T20203	1,13	1,41	0,42	1,00	T20303	0,44	1,13	0,01	0,19
T20104	0,48	0,79	0,10	0,34	T20204	0,54	0,85	0,11	0,30	T20304	0,43	1,01	0,02	0,57
T20105	0,82	1,69	0,24	0,80	T20205	0,85	1,28	0,10	0,56	T20305	0,26	1,12	0,04	0,48
T20106	1,06	1,59	0,32	0,55	T20206	0,34	0,91	0,08	0,51	T20306	1,34	1,91	0,19	0,74
T20107	1,30	2,86	0,65	1,15	T20207	0,23	1,03	0,01	0,47	T20307	0,62	1,33	0,05	0,45
T20108	0,43	1,05	0,03	0,44	T20208	0,60	1,18	0,25	0,99	T20308	0,09	0,54	0,03	0,33
T20109	0,57	0,93	0,10	0,34	T20209	0,59	1,20	0,25	0,76	T20309	0,26	0,59	0,08	0,27
T20110	0,21	0,71	0,06	0,47	T20210	0,58	1,45	0,22	0,77	T20310	0,45	1,39	0,10	0,99
T20111	0,32	0,87	0,08	0,29	T20211	0,55	0,97	0,07	0,56	T20311	0,34	1,52	0,04	0,48
T20112	0,52	1,30	0,05	0,32	T20212	0,53	1,09	0,08	0,21	T20312	0,06	0,65	0,03	0,50
T20113	0,84	1,81	0,36	0,47	T20213	0,90	1,28	0,17	0,71	T20313	0,34	0,90	0,15	0,76
T20114	0,14	0,64	0,02	0,26	T20214	0,46	1,30	0,07	0,40	T20314	0,16	0,58	0,02	0,28
T20115	0,15	0,54	0,04	0,27	T20215	0,21	0,64	0,09	0,34	T20315	0,12	0,26	0,02	0,09

Tratamiento 3

Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco				Codigo	Peso seco			
	Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G		Hojas	Tallo	R.F	R.G
T30101	0,47	1,09	0,29	0,94	T30201	0,42	0,80	0,16	0,60	T30301	0,76	1,11	0,17	0,46
T30102	0,82	2,26	0,06	1,43	T30202	0,51	1,43	0,15	0,83	T30302	1,09	1,47	0,37	0,97
T30103	0,40	0,76	0,11	0,42	T30203	1,25	2,11	0,20	1,00	T30303	0,46	0,98	0,14	0,61
T30104	0,79	1,42	0,42	0,45	T30204	0,34	1,18	0,12	0,63	T30304	0,43	0,75	0,20	0,43
T30105	0,40	0,74	0,13	0,32	T30205	0,54	0,99	0,21	0,68	T30305	0,86	1,93	0,11	1,00
T30106	0,30	0,51	0,07	0,21	T30206	0,25	0,70	0,13	0,60	T30306	0,76	1,11	0,14	0,45
T30107	0,73	1,36	0,12	0,89	T30207	0,78	1,22	0,24	0,96	T30307	1,38	0,36	0,05	1,87
T30108	0,27	0,85	0,08	0,58	T30208	1,05	2,44	0,34	0,97	T30308	0,33	0,38	0,08	0,19
T30109	0,36	0,62	0,18	0,47	T30209	0,40	1,48	0,10	0,75	T30309	0,48	1,17	0,04	0,38
T30110	0,79	1,19	0,22	0,58	T30210	0,82	1,39	0,25	0,50	T30310	0,62	1,03	0,16	0,58
T30111	0,69	1,09	0,25	0,72	T30211	0,21	0,54	0,07	0,24	T30311	0,46	0,70	0,19	0,31
T30112	0,99	1,75	0,30	0,85	T30212	0,51	0,96	0,09	0,39	T30312	0,53	0,95	0,05	0,88
T30113	0,55	0,57	0,20	0,28	T30213	0,55	1,02	0,10	0,40	T30313	0,69	1,98	0,13	0,54
T30114	0,76	1,02	0,33	0,40	T30214	0,30	0,85	0,11	0,47	T30314	0,34	0,80	0,08	0,39
T30115	0,63	1,09	0,18	0,46	T30215	0,26	1,03	0,08	0,48	T30315	0,58	0,92	0,04	0,43

Anexo 5

Estadística Descriptiva y Análisis de varianza

Cuadro 1. Estadística descriptiva para mortalidad en términos absolutos

Tratamiento*	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
T0	2	3,33	6	69,28
T1	1	1,67	2	34,64
T2	1	2,67	5	78,06
T3	1	1,33	2	43,30

* n constante = 4

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos para la variable altura (cm), por tratamiento y fecha de medición

Fecha de medición	Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación (%)
21-Sep-07	T0	25,4	26,2	27,5	4,2
	T1	27,5	28,4	29,3	3,2
	T2	26,6	27,3	28,5	4,0
	T3	24,7	26,8	28,0	7,0
12-Oct-07	T0	27,5	29,0	30,5	5,2
	T1	31,5	31,9	32,3	1,2
	T2	29,6	30,6	31,5	3,2
	T3	27,7	29,8	31,0	6,2
02-Nov-07	T0	31,8	33,3	35,3	5,4
	T1	24,7	37,0	37,4	1,2
	T2	33,6	34,8	35,7	3,2
	T3	32,9	34,8	36,0	4,9
23-Nov-07	T0	36,0	37,4	39,3	4,5
	T1	41,6	42,0	42,4	1,0
	T2	37,6	38,9	40,2	3,3
	T3	37,9	39,8	41,0	4,3
14-Dic-07	T0	41,0	41,9	43,7	3,6
	T1	46,6	47,1	47,7	1,3
	T2	41,6	42,9	44,2	3,0
	T3	43,1	44,9	45,9	3,4

Cuadro 3. Estadística descriptiva para variable DAC (mm)

Componente	Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación
DAC	T0	3,13	3,38	3,7	8,7
	T1	3,50	3,59	3,7	2,8
	T2	3,33	3,43	3,5	2,6
	T3	3,13	3,31	3,5	5,6

Cuadro 4. Estadística descriptiva para la relación raíz / tallo.

Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación
T0	0,06	0,43	0,63	74,4
T1	0,47	0,66	0,85	28,7
T2	0,53	0,58	0,64	9,9
T3	0,68	0,79	0,96	18,6

Cuadro 5. Estadística descriptiva para la relación raíz fina/raíz gruesa.

Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación
T0	0,11	0,25	0,45	69,5
T1	0,12	0,27	0,44	59,6
T2	0,15	0,24	0,33	38,1
T3	0,25	0,30	0,39	26,0

Cuadro 6. Estadística descriptiva para el Coeficiente de Vigorosidad.

Tratamiento	Mínimo	Media	Máximo	Coefficiente de variación
T0	14,43	14,92	15,27	2,9
T1	14,44	15,55	16,18	6,2
T2	13,23	13,96	14,66	5,1
T3	15,42	15,93	16,41	3,1

Cuadro 7. Prueba de normalidad para DAC y altura total

Tratamiento	Variable	Chi-cuadrado	gl	P-valor
T0	Altura	44,70	36	0,152 ns
	DAC	18,00	12	0,116 ns
T1	Altura	41,81	40	0,392 ns
	DAC	9,76	12	0,637 ns
T2	Altura	33,50	38	0,678 ns
	DAC	13,58	12	0,328 ns
T3	Altura	44,90	40	0,274 ns
	DAC	9,00	10	0,532 ns

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 8. Prueba de homogeneidad de varianzas para el DAC y altura total

Variables	Altura	DAC
Estadístico de Levene	0,563	1,892
gl1	3	3
gl2	8	8
P-valor	0,654 ns	0,209 ns

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 9. Análisis de varianza para mortalidad

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P-valor
Tratamiento	7,583	3	2,528	0,978	0,450 ns
Error	20,667	8	2,583		
Total	28,250	11			

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 10. Análisis de varianza para Altura en la última fecha de medición

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P- valor
Tratamiento	84,277	3	28,092	2,396	0,144 ns
Error	93,812	8	11,726		
Total	178,089	11			

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 11. Análisis de varianza para el DAC

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P-valor
Tratamiento	0,128	3	0,043	1,237	0,358 ns
Error	0,277	8	0,035		
Total	0,405	11			

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 12. Análisis de varianza para relación raíz /tallo

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P- valor
Tratamiento	0,209	3	0,070	1,704	0,243 ns
Error	0,327	8	0,041		
Total	0,536	11			

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 13. Análisis de varianza para relación raíz fina/ raíz gruesa

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P- valor
Tratamiento	0,007	3	0,002	0,123	0,944 ns
Error	0,142	8	0,018		
Total	0,149	11			

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 14. Análisis de varianza para Coeficiente de vigorosidad

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P- valor
Tratamiento	6,650	3	2,217	4,723	0,035 s
Error	3,755	8	0,469		
Total	10,405	11			

s, significativo p-valor < 0,05 de significancia

Cuadro 15. Análisis de varianza para la biomasa por componente y total

Peso seco (g)	Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	F	P- valor
Hojas	Tratamiento	0,030	3	0,010	0,512	0,685
	Error	0,158	8	0,020		
	Total	0,189	11			
Tallo	Tratamiento	0,201	3	0,067	0,709	0,573
	Error	0,756	8	0,095		
	Total	0,958	11			
Raíces finas	Tratamiento	0,002	3	0,001	0,116	0,948
	Error	0,048	8	0,006		
	Total	0,050	11			
Raíces gruesas	Tratamiento	0,035	3	0,012	2,694	0,117
	Error	0,035	8	0,004		
	Total	0,070	11			
Biomasa total	Tratamiento	0,537	3	0,179	0,706	0,575
	Error	2,029	8	0,254		
	Total	2,566	11			

ns, no significativo p-valor > 0,05 de significancia

Cuadro 16. Prueba de comparación múltiple de Tukey para el coeficiente de vigorosidad.

Tratamiento(I)	Tratamiento(J)	Diferencia de medias (I-J)	Error	P-valor	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T0	T1	-0,63	0,56	0,68	-2,42	1,16
	T2	0,95	0,56	0,38	-0,84	2,74
	T3	-1,01	0,56	0,33	-2,80	0,78
T1	T0	0,63	0,56	0,68	-1,16	2,42
	T2	1,59	0,56	0,08	-0,20	3,38
	T3	-0,38	0,56	0,90	-2,17	1,41
T2	T0	-0,95	0,56	0,38	-2,74	0,84
	T1	-1,59	0,56	0,08	-3,38	0,20
	T3	-1,97	0,56	0,03	-3,76	-0,18
T3	T0	1,01	0,56	0,33	-0,78	2,80
	T1	0,38	0,56	0,90	-1,41	2,17
	T2	1,97	0,56	0,03	0,18	3,76

P – valor < 0,05 significativo con un 95% de confianza