

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE FORESTACIÓN CON
Eucalyptus gunnii, CHILE CHICO, XI REGIÓN**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

KARINA ALEJANDRA VERGARA RECABAL

Profesor Guía: Ing. Forestal Sr. Antonio Vita Alonso

SANTIAGO - CHILE

2004

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE FORESTACIÓN CON
***Eucalyptus gunnii*, CHILE CHICO, XI REGIÓN.**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

KARINA ALEJANDRA VERGARA RECABAL

Calificaciones		Nota	Firma
Profesor Guía	Sr. Antonio Vita A.	..6,5..
Profesor Consejero	Sr. Juan Caldentey P.	..6,0..
Profesor Consejero	Sr. Sergio Donoso C.	..6,0.

SANTIAGO - CHILE

2004

Mis más sinceros agradecimientos a los que hicieron posible la finalización de esta memoria.

A mi profesor Guía Don Antonio Vita por su constante apoyo y calidad humana; a Sergio Donoso por su rigurosidad y rectitud; a Juan Caldentey por saber escuchar y un especial agradecimiento a Don Sergio Mora por su permanente ayuda a alumnos y ex alumnos y a Francisca por su gran paciencia.

A la Corporación Nacional Forestal Provincial De Chile Chico por su apoyo financiero, técnico y humano, en especial a Gerardo Vera quien gestiona la aprobación de esta investigación, a Felipe Valencia por su cooperación de inicio a fin y a Rosita Guerrero por su constante preocupación.

Finalmente agradezco a mi madre que aún tengo la fortuna de tenerla junto a mí, a mi padre que ya descansa y que siempre vio la belleza en las cosas simples de la vida, a la madre de mi esposo quien cuidó de mi hijo mientras yo escribía, a mi esposo al cual amo y admiro día a día y a Dios por caminar junto a mí.

Aunque sientas el cansancio,
aunque el triunfo te abandone,
aunque un error te lastime,
aunque una traición te hiera,
aunque una ilusión se apague,
aunque el dolor queme tus ojos,
aunque ignoren tus esfuerzos,
aunque la ingratitud sea la paga,
aunque la incomprensión corte tu risa,
aunque todo parezca nada...
vuelve a empezar.

Dedico esta memoria a lo que más amo en este mundo,
a mi hijo Ignacito, un regalo maravilloso que
espero disfrutar cada día de mi vida.

RESUMEN

En el año 1997, se establecieron dos ensayos de forestación con *Eucalyptus gunnii*, en la localidad de Chile Chico, XI Región de Aysén, que se caracteriza por sus escasas precipitaciones anuales, 287 mm, vientos en periodo estival y temperaturas inferiores a los 10 ° C **bajo cero** en período invernal. Están ubicados sobre terrazas escalonadas originadas de los diferentes niveles alcanzados por el lago General Carrera, con suelos de origen fluvio-glacial.

En el primer ensayo constó de los siguientes tratamientos: Aplicación de gel hidratante Stockosorb (5g/planta); protección lateral de plástico sobre la superficie (20 cm de ancho por 20 cm de largo por 30 cm de alto); capa subterránea de plástico de forma cuadrada de 30 cm de ancho, con una perforación al centro del diámetro de la maceta que corresponde a 10 cm; casilla bajo nivel de forma cuadrada, de 20 cm de ancho por 20 cm de profundidad; aplicación de gel hidratante Stockosorb (5g/planta) y capa subterránea de plástico y por último, aplicación de gel hidratante Stockosorb (5g/planta) y protección lateral de plástico. Se procuró determinar la respuesta de *Eucalyptus gunnii* ante diferentes métodos de cultivo, donde de los 7 tratamientos dispuestos completamente al azar, el más recomendable resultó ser aquel donde se utilizó una protección lateral de plástico, con el fin de controlar la excesiva evapotranspiración producida por el viento.

En el segundo ensayo se quiso determinar la respuesta de *Eucalyptus gunnii* ante diferentes frecuencias de riego y dosis de fertilizantes. El diseño experimental implementado fue de bloques aleatorizados, con arreglo factorial de dos factores y un total de repeticiones correspondiente a tres bloques, con 16 tratamientos cada uno. El riego tuvo efectos muy **positivos** en la respuesta de la sobrevivencia. La fertilización tuvo efectos muy **positivos** en la respuesta del incremento medio de la altura, del diámetro a la altura del cuello y del índice de crecimiento, resultando ser el tratamiento más recomendable aquel en que se aplicó 5 litros de agua por planta cada 10 días, de comienzos de enero hasta fines de abril y una dosis de fertilizante de 30, 15 y 7,5 gramos por planta de N, P y K respectivamente.

SUMMARY

In 1997, two forestation experiments were made with *Eucalyptus gunni*, on the site of Chile Chico, XI Region, Aysén, which is characterised by very few annual rainfall, 287 mm, winds in summer and very low temperatures in winter. It is located on stepped terraces originated by the different levels reached by General Carrera lake, with soils originated from rain and glaciers.

We wanted to determine the response of *Eucalyptus gunni* before different methods of cultivation, where out of the 7 random treatments, the most advisable was the one where a side plastic cover was used, with the objective of controlling the excessive evapotranspiration produced by the wind.

In the second experiment we wanted to determine the response of *Eucalyptus gunni* before different irrigation volumes and doses of fertilizers, disposed in a design of randomised blocks, with a factorial arrangement and three repetitions, where out of the 16 of the resulting treatments, the irrigation had very significant answers regarding survival, the fertilizer factor had very significant responses before the average variable increment of height, diameter to the height of neck and index of growth, it was not like this regarding survival, resulting the most advisable treatment the one that applied 5 liters of water per plant every 10 days, from January to April, and a fertilizer dose of 30, 15 and 7,5 grams per plant of each N, P and K.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 CARACTERÍSTICAS REGIONALES.....	3
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
2.2.1 Límites comunales.....	4
2.2.2 Clima.....	5
2.2.3 Topografía y Suelos.....	7
2.2.4 Hidrología.....	7
2.2.5 Fauna.....	7
2.2.6 Vegetación.....	7
2.3 ANTECEDENTES DE LA ESPECIE <i>EUCALYPTUS GUNNII</i>	8
2.3.1 Obtención de semillas.....	9
2.3.2 Resultados de su introducción en Chile.....	10
2.4 ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE <i>EUCALYPTUS</i>	11
2.4.1 Preparación del sitio en plantaciones de <i>Eucalyptus</i>	11
2.4.2 Los superabsorbentes y su aplicación en la actividad forestal.....	12
2.4.3 Fertilización en plantaciones de <i>Eucalyptus</i>	13
2.4.4 Riego en plantaciones de <i>Eucalyptus</i>	15
2.4.5 Efecto del riego y la fertilización en plantaciones de <i>Eucalyptus</i>	15
3. OBJETIVOS	17
4. MATERIAL	18
4.1 LUGAR DE INSTALACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	18
4.2 OBTENCIÓN DE LAS SEMILLAS.....	18
4.3 PRODUCCIÓN DE PLANTAS.....	18
4.4 ANÁLISIS DE FERTLIDAD.....	18
5. MÉTODO	19
5.1 ENSAYO SOBRE MÉTODOS DE PLANTACIÓN.....	19
5.1.1 Superficie y plantación.....	19
5.1.2 Diseño experimental.....	19
5.1.3 Variables medidas.....	20
5.1.4 Distribución de las parcelas y de las plantas.....	20
5.1.5 Metodología de análisis.....	20
5.2 ENSAYO DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN.....	21
5.2.1 Superficie y plantación.....	21
5.2.2 Diseño Experimental.....	21
5.2.3 Disposición de los tratamientos.....	22
5.2.4 Variables medidas y metodología de análisis.....	23

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ENSAYO SOBRE MÉTODOS DE PLANTACIÓN CON <i>Eucalyptus gunnii</i>	25
6.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ENSAYO SOBRE RIEGO Y FERTILIZACIÓN CON <i>Eucalyptus gunnii</i>	27
6.2.1 Evaluación de la sobrevivencia promedio.....	27
6.2.2 Evaluación del incremento medio en altura.....	35
6.2.3 Evaluación del incremento medio en diámetro a la altura del cuello.....	41
6.2.4 Evaluación del incremento medio del índice de crecimiento.....	47
6.3 DISCUSIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO SOBRE RIEGO Y FERTILIZACIÓN CON <i>Eucalyptus gunnii</i>	53
7. CONCLUSIONES	59
8. RECOMENDACIONES	60
9. BIBLIOGRAFÍA	61
APÉNDICES	
ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

La extracción de leña y fabricación de carbón, son reconocidos como uno de los de los principales rubros consumidores de madera nativa. En los sectores urbanos el consumo de estos materiales es abastecido fundamentalmente por plantaciones, particularmente de Eucaliptos, manejadas para este fin. Por el contrario, en los sectores rurales, la leña se extrae directamente de los bosques naturales. El carácter doméstico de esta última actividad, sumado a la informalidad de su mercado, hace muy difícil una cuantificación. Aún así, se estima que el consumo anual de leña y combustibles similares en el país representa 14,4 millones de m³ de madera, de los cuales se afirma que más de 10,6 millones se extraen directamente desde el bosque, correspondiendo 6,4 millones de m³ (60%) a especies nativas, lo que constituye una de las causas actuales e históricas de su degradación (CONAMA, 1994).

Es por esto la importancia de disminuir la extracción de leña o de manejar los bosques para estos fines, ya que es sabido que los bosques son uno de los recursos con mayor incidencia sobre el medio ambiente, debido a sus largos ciclos de vida y a sus múltiples funciones vinculadas a la conservación de las aguas, suelos, climas locales y fauna silvestre.

En ecosistemas naturales frágiles, como es el caso de las regiones áridas, semiáridas y vastas áreas de la región austral del país, la extracción de leña sin normas técnicas desencadena un proceso de desertificación que intensifica las condiciones adversas de dichas áreas, provocando un decrecimiento paulatino de la productividad de sus ecosistemas.

Es lo que ha sucedido en la parte oriental de la XI Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, específicamente en la localidad de Chile Chico, donde los fuertes vientos y la condición climática semiárida del área, en conjunto con el sobrepastoreo de ovinos y la extracción de leña, han desencadenado un fuerte y acelerado proceso de desertificación.

La extracción de leña ha disminuido en forma continua la vegetación predominante de dicha localidad. Ya en septiembre de 1966, en el documento de proposición de creación de la Reserva Forestal del Lago Jeinimeni, ubicado a 70 km de Chile Chico, se afirmaba que "la Reserva Forestal no sólo defenderá el bosque y protegerá el suelo, sino que proporcionará madera y leña al pueblo de Chile Chico, cuya escasez adquiere contornos dramáticos" (Oficio N ° 370/844, del 23/09/66 de la VII Zona Forestal del Ministerio de Agricultura).

Actualmente, de acuerdo a la CONAF Provincia de Chile Chico, sólo se permite el ingreso de un sólo camión al mes que puede extraer desechos de cortas anteriores.

Las otras opciones, como fuentes proveedoras, la constituyen lugares situados al interior del lago General Carrera, pero su lejanía, sumado a la falta de medios de transportes eficientes y lo imprevisible de la navegación, tiene como consecuencia un abastecimiento discontinuo y un alto precio para el consumidor.

En síntesis, el costo cada vez más alto del combustible y las consecuencias que trae el deterioro del medio ambiente a través de la deforestación, conducen a una mala calidad de vida, sin mayores proyecciones, para vastas áreas de la Provincia.

La elaboración de una política dendroenergética que considere el desarrollo de una silvicultura con estos fines, así como de una tecnología eficiente para su aprovechamiento, podrían revertir los efectos negativos de esta actividad.

Es por esto, que la Corporación Nacional Forestal de la XI Región de Aysén, con el fin de poder dar solución a la escasez de leña y revertir en parte el proceso de desertificación, inició en el año 1990 un proyecto de investigación en introducción y producción de especies dendroenergéticas en Chile Chico y sectores orientales del lago General Carrera, el cual finalizó su primera etapa el año 1997.

En Chile Chico las especies ensayadas se establecieron con riego, debido a que toda la localidad posee canales de regadío por ser una zona agrícola. De este proyecto se concluyó que la especie que obtuvo la mayor tasa de sobrevivencia fue *Eucalyptus gunnii*, estableciéndose además, los métodos de viverización más adecuados para la producción de plantas.

Es así como surgió el interés de llevar a cabo una segunda etapa, para dar continuidad a este proyecto. Sobre la base de esta nueva investigación, se desarrolló la presente memoria, la cual tuvo como fin evaluar dos ensayos de forestación con la especie antes mencionada.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 CARACTERÍSTICAS REGIONALES.

La Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, ubicada en la zona austral de Chile, se extiende, de norte a sur, entre los 43°50' y 49°16' S y 71°30' a 75°39' O; abarca una superficie de 108.000,62 km² que equivale, aproximadamente, al 14,3% de la superficie total del país (IREN, 1979).

Desde el punto de vista edáfico, el clima, la morfología y la vegetación han generado un ordenamiento de los suelos, secuencia que se advierte gradualmente de este a oeste. Empezando por el este, en el sector oriental se encuentran suelos esteparios, que se caracterizan por ser delgados, con escaso desarrollo genético, los cuales han sido afectados severamente por la erosión eólica como resultado del sobrepastoreo. Luego, se encuentran suelos algo más profundos, de origen volcánico que también presentan algún grado de erosión eólica. Por último, en el lado oeste, en el sector insular y de los archipiélagos, se encuentra una topografía abrupta con suelos delgados, casi orgánicos donde se mantiene un ecosistema muy inestable, con sustrato de rocas casi sin alteración debida a la lenta acción del clima frío y lluvioso (Soto, 1999).

Este patrimonio regional, ya bastante modificado por factores diversos, de los cuales uno importante es el antropogénico, debe ser conservado y ,eventualmente, mejorado.

La Región se sectorizó en cuatro grandes formas de relieve con zonas agroclimáticas homogéneas, las cuales se describen a continuación (Soto, 1999).

I Zona insular y litoral continental: la sub-zona insular (meridianos 73°30'-74°30'), ocupa una superficie de 3.220.700 hectáreas, que se extiende longitudinalmente a través de toda la Región. En esta área existe un daño debido exclusivamente a la acción antropogénica, que se limita a sectores mayormente poblados como Las Guaitecas y Las Huichas y en menor grado las islas Luz, Jéchica, Tránsito y otras. Luego al existir en el área una abundante disponibilidad de humedad debido a la alta pluviosidad (3.000 a 3.500 mm), no existen procesos de desertificación (Soto, 1999).

La sub-zona litoral continental (meridianos 72°15'-73°30'"), ocupa una superficie de 1.448.900 hectáreas que se extiende longitudinalmente en una faja que comienza en el límite con la X Región estrechándose hacia el sur hasta desaparecer en los campos de hielo norte. En esta zona existen pocos centros poblados, destacándose Puyuhuapi y Puerto Cisnes, donde las condiciones climáticas con altas precipitaciones (4.000 a 5.000 mm) y la gran diversidad de especies indican que en las actuales condiciones, los daños producidos por la acción antropogénica tienden a ir en retroceso (Soto, 1999).

II Zona andina continental: Los asentamientos humanos se concentran en los valles y márgenes de ríos y lagos como el valle del río Mañihuales, valle del río Aysén y algunas localidades en el margen occidental del Lago General Carrera. La superficie que abarca esta zona corresponde a 1.376.100 hectáreas, extendiéndose longitudinalmente desde el río Mañihuales hasta los Campos de hielo Sur, en una distribución heterogénea (Soto, 1999).

En esta zona se aprecia un mayor proceso erosivo principalmente a raíz de los incendios originados a principios de siglo, que dejaron los suelos desnudos y expuestos a altas precipitaciones (1.500 a 3.000 mm anuales), causando un fuerte escurrimiento sub-superficial en pendientes pronunciadas presentando un estado de desertificación moderado con tendencia estable (Soto, 1999).

III Zona de relieves sub-andinos orientales: la mayor parte de la población (58%) se ha establecido en esta zona, en los valles de los ríos Ñirehuao, Coyhaique, Simpson e Ibáñez (Soto, 1999). La superficie ocupada por esta zona alcanza las 2.818.000 hectáreas, y se extiende de norte a sur a través de toda la región en forma paralela a zona andina continental (Soto, 1999).

La presencia de suelos relativamente delgados, poco evolucionados, capaces de saturarse rápidamente; las altas precipitaciones que van de 1.000 a 1.500 mm anuales; el fuerte escurrimiento sub-superficial; las pendientes pronunciadas y el sobrepastoreo han provocado un estado de desertificación grave con tendencia estable (Soto, 1999).

IV Zona de relieves planiformes (La Pampa): La población se encuentra principalmente en las comunas de Chile Chico y Cochrane, abarca una superficie aproximada de 289.000 hectáreas. El clima es más árido. Con precipitaciones de 300 a 600 mm, que ocurren a lo largo del año con un máximo en periodo invernal (Soto, 1999).

El déficit hídrico de ocho meses y de cierta severidad, da lugar a la formación esteparia, conocida como Pampa. Por su condición más árida y de mayor fragilidad, presenta los mayores daños, debido a los temporales de viento, que provocan altas tasas de erosión eólica, originando campos de dunas interiores. Además de la acción antrópica, el pastoreo acentúa una cubierta vegetal pobre. Por su condición de aridez y fragilidad, esta zona presenta un estado de desertificación grave con tendencia progresiva (Soto, 1999).

Es por esto el interés de poder desarrollar proyectos productivos que puedan reducir significativamente el rápido proceso destructivo que se está viviendo y de esta forma mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta Región, considerada como "Reserva de Vida" (Soto, 1999).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIDAD DE CHILE CHICO.

2.2.1 Límites comunales.

Chile Chico es la ciudad capital de la Provincia General Carrera, la que se divide en dos Comunas, Río Ibáñez y Chile Chico, siendo esta última la comuna más poblada con 3.757 habitantes y luego la comuna de Río Ibáñez con 2.776 habitantes. La Provincia representa el 8% del total poblacional de la XI Región (INE, 1992). Los centros poblados más importantes de la Comuna de Chile Chico son Chile Chico, Puerto Guadal, Mallín Grande y Puerto Bertrand. En la Comuna de río Ibáñez son Villa Cerro Castillo y Río Tranquilo (INE, 1992).

La superficie de la Comuna de Chile Chico es de 4.669 km², representando el 4,2% de la superficie total de la XI Región (IGM, 1984).

La Comuna de Chile Chico está situada al sur del lago General Carrera, geográficamente a 46° 23' 51" S y a 71° 41' 4" de O, a una altitud de 328 m.s.n.m. (CDE, 1991). Sus límites son:

Norte : Comuna de Río Ibáñez.
Sur : Provincia Capitán Prat.
Oeste : Provincia de Aysén.
Este : Río Jeinimeni, límite internacional con la República Argentina.

2.2.2 Clima.

De acuerdo a un análisis agroclimático realizado por Novoa y Villaseca (1989), el agroclima de Chile Chico (clasificación 6.21) corresponde a un clima de tipo mediterráneo frío.

El análisis de los principales elementos climáticos se realizó sobre la base de los registros meteorológicos recopilados por la Dirección aeronáutica de Chile Chico (46°23' S; 71°42' W, 328 m.s.n.m.) desde el año 1963 al año 1993 (ANEXO 1).

De acuerdo a esto, en Chile Chico la temperatura media anual es de 9,1 °C, la máxima media anual es de 15,4 °C y la mínima media anual es de 3,6 °C. Las precipitaciones son escasas en el sector, incluso en la forma de nieve, registrándose en un año normal 287 mm. La humedad relativa es de 59%.

Al construir un diagrama ombrotérmico de Gausen, utilizando estos datos, se observan 6 meses secos que van de octubre a marzo y 6 meses húmedos, no existiendo una zona de superávit, es decir, superior a los 100 mm mensuales (Figura 1).

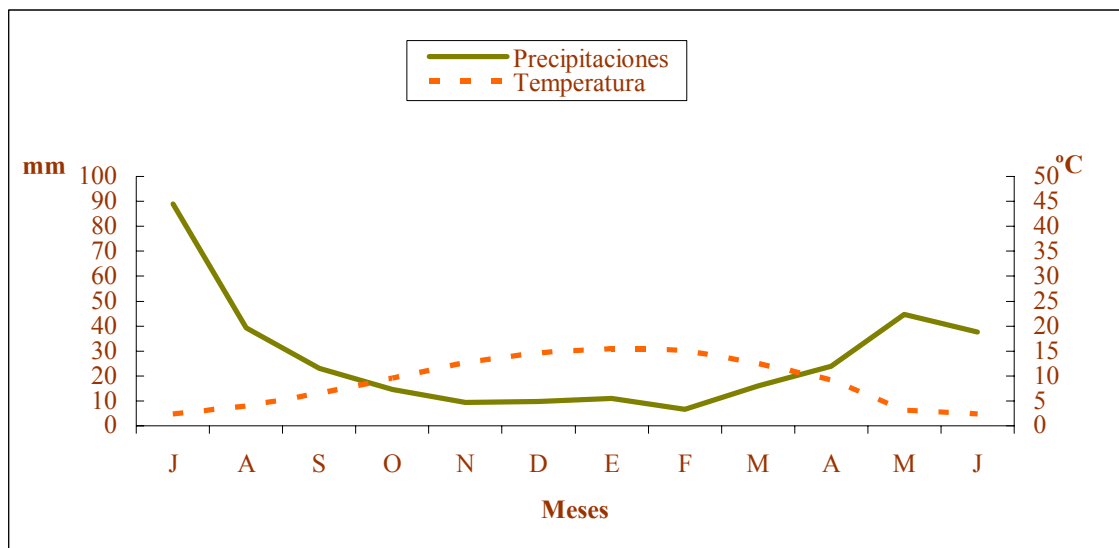


Figura 1. Diagrama Ombrotérmico de Gausen para la zona de Chile Chico a partir de los registros meteorológicos recopilados por la Dirección Aeronáutica de Chile Chico desde el año 1963 al año 1993.

El análisis del resto de los elementos climáticos se obtuvo de la caracterización climática realizada por el Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales, IREN-CORFO, (1979). Según esto, los vientos son característicos en primavera y verano, predominando los del oeste, con una velocidad promedio de 10 a 15 nudos y del noreste con una velocidad de 12 a 16 nudos, contando con más de 85 días, vientos sobre los 20 nudos (IREN, 1979).

La evapotranspiración potencial (ETP) es de 885,5 mm anuales para esta área, lo cual contrasta con el resto de la Región litoral e insular donde no se superan los 300 mm anuales. De noviembre a marzo, período de actividad vegetativa, se observan los mayores montos de ETP, todos superiores a 100 mm mensuales, siendo enero el mes con el mayor monto, 153 mm mensuales (IREN, 1979).

Un mes presenta déficit hídrico cuando los montos promedios mensuales de evapotranspiración potencial superan los montos promedios mensuales de precipitación ($ETP > pp$). De acuerdo a esto, el periodo con déficit hídrico en Chile Chico es de ocho meses, extendiéndose de septiembre a marzo, (entre 30 y 150 mm mensuales) con valores máximos en verano, siendo enero el mes con mayor déficit hídrico, 142 mm mensuales (IREN, 1979).

De acuerdo a esto, el primer factor limitante en el desarrollo y crecimiento de las plantas para el área de estudio es el déficit hídrico, el cual al incrementarse afecta negativamente los procesos fisiológicos de las plantas, desarrollando un estrés hídrico que corresponde a una condición desfavorable en el balance hídrico de las plantas (Donoso, 1994).

Las consecuencias del estrés hídrico se reflejan primero a nivel celular, luego a nivel de individuo y por último a nivel de rodal. A corto plazo se produce el cierre de los estomas por pérdidas de turgor; a mediano y largo plazo se produce una disminución de la tasa de fotosíntesis, reduciéndose el crecimiento en diámetro y posteriormente en altura, además, la resistencia a condiciones adversas de origen climático o patológicas, también disminuyen. Finalmente a nivel de rodal, se observa una disminución del área foliar, incrementándose la mortalidad y pudiendo presentarse un posible reemplazo de la especie (Donoso, 1994).

Otro elemento climático importante de considerar, es el viento, el cual ocasiona una mayor tasa de transpiración que puede causar marchitamiento en hojas y frutos, por el fuerte poder desecante de éste. También se producen deformaciones características por efecto de la desecación, como es el caso de las plantas en cojín, que corresponde a una adaptación especialmente eficiente para sobrevivir y desarrollarse bajo estas condiciones permanentemente ventosas. Esta forma se debe a que las yemas terminales mueren por desecación y entonces se desarrollan las yemas laterales (Donoso, 1994).

Por último las bajas temperaturas invernales, donde las mínimas absolutas registradas en esta zona, han descendido hasta los 12° C bajo cero, pueden provocar daños serios o la muerte de la planta. Los daños pueden producirse tanto en las partes aéreas de la planta, como en las subterráneas y son causados principalmente por el congelamiento y el desecamiento (Donoso, 1994).

Cuando las temperaturas descienden por debajo del punto de congelación se forman cristales de hielo en los espacios intercelulares de los tejidos, lo que produce un violento cambio en los valores osmóticos de las células y los espacios intercelulares, produciéndose la muerte del tejido. El desecamiento o también llamado sequía invernal, se produce en especies siempre verdes, y se debe a un rápido calentamiento del aire durante los días de sol mientras el suelo permanece frío o helado, causando un aumento de la transpiración, por lo que las raíces no pueden absorber con suficiente rapidez el agua del suelo, causando que las copas y partes expuestas de los árboles al sol, se marchiten y se sequen (Donoso, 1994).

2.2.3 Topografía y suelos.

La topografía del sector donde se implementó el proyecto se encuentra sobre planicies o terrazas escalonadas de origen fluvio-lacustre, que corresponde a distintos niveles alcanzados por el lago General Carrera (CONAF, 1996).

En el sector oriental el suelo es de origen fluvio-glacial y presenta una profundidad variable, con escasa estructura y desarrollo evolutivo, la textura es franco-arcillo-arenosa de color gris claro, susceptible a la erosión eólica (CONAF, 1996).

Según capacidad de uso los suelos de este sector se clasifican en clase VII y VIII, y una reducida superficie en clase V, aunque existe un uso potencial agrícola de unas 1.200 hectáreas en Chile Chico (CONAF, 1996).

2.2.4 Hidrología.

Los ríos y arroyos más importantes de la comuna en general son el río Jeinimeni y sus ríos tributarios arroyo Pedregoso, arroyo de las Vacas, río de las Nieves, las Horquetas y Cardenio, los cuales proporcionan junto a los arroyos Burgos y Márquez, el regadío al valle de Chile Chico (CONAF, 1996).

2.2.5 Fauna

Es importante considerar los daños producidos por los mamíferos en las especies vegetales. Según información obtenida en terreno, el daño más frecuente en plantaciones forestales es producido por liebres (*Lepus europaeus*), las cuales en el periodo invernal se alimentan de los ápices de las plántulas debido a que es la única parte expuesta a la superficie cuando se producen las nevadas, a pesar de su olor y sabor poco apreciado por los herbívoros.

2.2.6 Vegetación.

Los arbustos más comunes son la laura (*Shinus marchandii*), especie de hojas perennes que alcanza de uno a tres metros de altura; el duraznillo (*Colliguaya integerrima*), arbusto siempre verde de uno a dos metros de altura y el calafate (*Berberis buxifolia*), especie con hoja caduca muy espinosa de uno a dos metros de altura que posee un fruto comestible de color violáceo oscuro negro (CONAF, 1995).

El estrato de pastizales está dominado por el coirón (*Festuca pallescens*), pasto duro que resiste las radiaciones solares intensas como también las bajas temperaturas, siendo el forraje natural del ganado ovino (CONAF, 1995).

La extracción de leña ha provocado el deterioro continuo de la vegetación predominante, siendo laura, duraznillo y calafate, las más afectadas dentro de las especies nativas, además de las especies introducidas, sauce y álamo. Estas dos últimas especies están en forma de cortinas cortaviento y poseen una excelente capacidad regenerativa, pero un bajo poder calorífico, lo que conlleva a un mayor consumo de leña, provocando la deforestación acelerada del sector (CONAF, 1995).

Una forma de revertir esta situación fue la elaboración de un proyecto dendroenergético, en el cual se inserta la presente memoria, que consistió en seleccionar especies de alto poder calorífico, que obtuvieran las mayores tasas de sobrevivencia. De este modo, fue seleccionada la especie *Eucalyptus gunnii*, la cual está presente en gran parte de las cortinas cortaviento de Chile Chico, donde, ejemplares plantados en la década del 70, alcanzan alturas de 30 metros y diámetros de 35 cm.

Una vez seleccionada la especie, se determinaron los mejores métodos de viverización, siendo la última fase de este proyecto, la determinación de los métodos de forestación más adecuados de acuerdo a las características edafoclimáticas de la zona.

2.3 ANTECEDENTES DE LA ESPECIE *EUCALYPTUS GUNNII*.

Su nombre se debe a su colector, R.C. Gun. La denominación de "Cidergum", se asegura que proviene del uso que le daban los nativos australianos a la savia extraída de estos árboles, con lo cual preparaban una bebida parecida a la sidra (CONAF, 1996).

El tronco es muy alto, de 20 a 30 metros, generalmente ramificado a partir de la mitad de la copa, en grandes ramas bastantes rectas y delgadas (CONAF, 1996).

La corteza es claramente lisa, verdosa o de tonalidad más clara, que se desprende en grandes láminas y largas tiras (CONAF, 1996).

Su copa es muy irregular y de ramificación laxa, a partir de las cuales salen grupos numerosos de ramas jóvenes, por lo que parece estar dividida en partes. Solo los ejemplares jóvenes presentan un aspecto uniforme, aunque siempre es laxo y translúcido (CONAF, 1995).

Las ramas, en un principio, se curvan hacia arriba, pero en los ejemplares viejos son rectas y ascendentes, bastante fuertes y muy ramificadas hasta su extremo, mientras que en las proximidades del tronco están casi desnudas (CONAF, 1995).

Posee dos tipos de hoja, las ramitas jóvenes de 2 a 3 años de edad, opuestas sentadas, de perfil redondeado son de unos 3 a 6 cm de longitud y casi tanto de ancho, de color azul-grisáceo, que se sobreponen unas con otras en la base. Las hojas viejas que reemplazan a las jóvenes, son lanceoladas, acuminadas, con la base en forma de cuña o redondeada, de unos 9 cm de longitud y de 2 a 4 cm de anchura, verde azuladas por el haz, mientras que en el envés es medio amarillento. El pecíolo es amarillo de 2 a 3 cm de longitud. Cuando se trituran despiden un fuerte olor a *Eucalyptus* (CONAF, 1995).

Las flores están dispuestas en grupos de tres sobre un pedúnculo común. Las yemas florales finalizan en un casquete redondeado que se desprende cuando la flor madura. A partir de esta formación se desarrolla una cápsula bastante leñosa, que contiene semillas pequeñas y negras (CONAF, 1995).

En Nueva Zelanda es susceptible al ataque de cochinilla *Ericoccus coriaceus* continuado por el de un hongo negro, frecuentemente letal si la especie no está adaptada al medio. Se ha empleado con éxito parcial la lucha biológica (De la Lama, 1976).

Su distribución se limita a las partes altas centrales de Tasmania, especialmente en torno al Gran Lago, entre los 41° y 43° S. Crece en asociación con *E. coccifera*, *E. cordata* y *E. urnigera*, en zonas subalpinas (FAO, 1981).

Se encuentra entre los 1.200 y 1.600 m de altitud, en zonas de clima frío, con mínimas absolutas de hasta 15° C bajo cero, creciendo en forma achaparrada en las partes más altas. Es una especie muy resistente al frío a igual que *E. coccifera* y sus raíces rastreras toleran muy bien los suelos húmedos (FAO, 1981).

Las lluvias son bastante abundantes en su lugar de distribución. Los límites de precipitación para la especie son 1.000 y 1.650 mm. Es resistente a la sequía pero no en periodos prolongados, por lo que en zonas con déficit hídrico requiere de riego (FAO, 1981).

Los suelos en que esta especie crece son arenos arcillosos húmedos, de tipo podsólicos, pobres y poco o mal drenados, procedentes de rocas ígneas del paleozoico inferior o del mesozoico (FAO, 1981).

En Australia es una especie de crecimiento lento. En España, en los 3 ó 4 primeros años de ensayo, ha tenido buen crecimiento. En Brasil ha llegado a 39 m³/ha /año (FAO, 1981).

Como madera para celulosa está incluida en el grupo C de la clasificación efectuada por el IFIE de España. Según esta clasificación, su principal aplicación es para pastas semiquímicas, aunque, forzando las condiciones operatorias, pueden blanquearse y emplearse en papeles de impresión (FAO, 1981).

La madera es de buena calidad. Su duración es indefinida en interiores, permaneciendo seca y protegida de termitas. En Argentina fue de las primeras especies en introducirse; en la actualidad no es muy cultivada (FAO, 1981).

En la obra de recopilación de la FAO (1954) se hace referencia al éxito obtenido con ejemplares de esta especie, en el Condado de Essex, Inglaterra, originados de semillas provenientes de Argentina. También se aclimató en Wittingham, cerca de Edimburgo, Escocia, en 1947, con semillas provenientes de Tasmania (FAO, 1981).

2.3.1 Obtención de semillas.

El kilogramo contiene aproximadamente 220.000 semillas. La germinación varía entre el 60% y 70%. Se sugiere un pretratamiento antes de su siembra, pues de esta forma germina de 3 a 9 días el 88%. En cambio, sin este pretratamiento, germina el 76% entre 3 y 13 días (De la Lama, 1976).

El pretratamiento consiste en tener la semilla un año conservada en frigorífico a una temperatura de 5 °C. Después e inmediatamente antes de la siembra, se le pone un mes entre dos hojas de papel absorbente, muy húmedo a una temperatura de 25° C (De la Lama, 1976).

2.3.2 Resultados de su introducción en Chile.

El Instituto Forestal inició en el año 1962 un extenso programa de introducción de especies forestales al país. Dicho programa abarcó las Regiones IV a XI, probándose más de 160 especies en 60 diferentes lugares de ensayo. En parcelas experimentales plantadas entre los años 1967 y 1972, destacan los resultados obtenidos con la especie *Eucalyptus gunnii* (Barros, 1980).

En un ensayo establecido en la Provincia de Valdivia, X Región, a 175 m.s.n.m. en ladera de exposición suroeste de poca pendiente, donde la precipitación anual es de 2.000 mm, se obtuvo una sobrevivencia de 91% y se alcanzó una altura de 7 m a los 6 años de edad (Hidalgo, 1988).

En otro ensayo establecido en la misma provincia, a 400 m.s.n.m., en ladera de exposición noroeste de mayor pendiente (mayor a 30%), obtuvo una sobrevivencia de 76%, alcanzando una altura de 4, 2 m a los 6 años de edad (Hidalgo, 1988).

En la Cordillera de la Costa de la X Región, un ensayo a los ocho años de edad, alcanzó una sobrevivencia de 24%, una altura de 7,8 m y un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 13 cm (Barros, 1980).

En la Comuna de Loncoche, IX Región, donde la precipitación anual es de 2.360 mm anuales, un ensayo a los 10 años de edad presentó un 40% de sobrevivencia, 13 m de altura y 17 cm de DAP (Barros, 1979).

En la Provincia de Llanquihue, X Región, donde la precipitación anual es 1.600 a 2.500 mm anuales, un ensayo a los 12 años, presentó un 86% de sobrevivencia, una altura de 12 m y un DAP de 14,2 cm (Wrann, 1980).

A inicios de los años setenta, la Corporación Nacional Forestal estableció ensayos de forestación de especies introducidas, entre ellas *Eucalyptus gunnii*, en terrenos fiscales de Chile Chico. Hasta fines de 1993, quedaba un rodal relicto de aproximadamente un centenar de árboles que cubrían una superficie de 2050 m², aguas abajo de la confluencia del arroyo Las Horquetas con el río Jeinimeni y dentro de la caja de ambos cursos de agua (CONAF, 1995).

Esta fue establecida mediante forestación a raíz desnuda y con riego por inundación. Los individuos de 22 años aproximadamente, presentaban alturas de 20 m y 35 cm de DAP. La especie en cuestión a pesar de estar fuera de su ambiente de distribución y en condiciones extremas de sitio presentaba excelentes características de crecimiento y adaptación; constituía la principal fuente de abastecimiento de semillas de *Eucalyptus* de la región y probablemente una de las formaciones más importantes del país para la especie (CONAF, 1995).

Sin embargo, pese a ser la especie que soporta las condiciones más severas de clima y suelo entre las especies de *Eucalyptus*, en el verano del 1993 y 1994, sin efectos aparentes de agentes bióticos, se produjo la muerte súbita y masiva del rodal. Uno de los de los supuestos fue el fin del encauzamiento del arroyo Las Horquetas aguas arriba del rodal, lo que disminuyó el escurrimiento superficial e infiltración de agua hacia la plantación, además las precipitaciones invernales disminuyeron en un 50% en relación a un año normal, no presentándose precipitaciones en enero ni en febrero según los registros de la Dirección de Aeronáutica de Chile Chico (CONAF, 1995).

2.4 ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *EUCALYPTUS*.

La superficie plantada con especies del género *Eucalyptus* en el mundo supera los seis millones de hectáreas y la razón de esto, es que crece en variadas condiciones de clima y suelo. En Chile, la superficie plantada se ha incrementado notoriamente durante los últimos años, con lo cual las labores de campo han adquirido gran relevancia, destacando entre ellas el manejo del agua, la fertilización, la preparación del suelo y el control de malezas (Bonilla y Bonomelli, 2000).

En condiciones difíciles desde el punto de vista climático y de suelos, *Eucalyptus* responde bien a las diferentes labores de campo. Algunas de ellas son la preparación del suelo, importante en la eficiencia del uso del agua; el uso de superabsorbentes, que aumenta la reserva hídrica; el riego, que nivela el déficit hídrico; la fertilización que soluciona problemas nutricionales y por último el control de malezas que disminuye la competencia (Bonilla y Bonomelli, 2000)

No obstante, el uso de todas estas técnicas no asegura el éxito del establecimiento, ya que dependerá de la combinación utilizada y de que esta sea apropiada para las condiciones que imperan en un sitio determinado (Mercado, 2000).

2.4.1 Preparación del sitio en plantaciones de *Eucalyptus*.

La preparación del sitio se puede dividir a grandes rasgos, en la habilitación del terreno o limpia, para disminuir la competencia de especies arbustivas y el cultivo del suelo (Larraín, 1993).

El cultivo del suelo es necesario para facilitar la penetración de las raíces, del agua y del aire a mayor profundidad, lo cual permite un mejor sostén y aprovechamiento de nutrientes, una mayor reserva de agua y aireación. Por último, contribuye a un mejor control de malezas, arbustos y otros (Larraín, 1993)

Es por esto, que en zonas áridas y semiáridas, donde se presentan suelos erosionados, bajas precipitaciones y escasa fertilidad, el cultivo del suelo, es indispensable para el establecimiento de una plantación (Granier, 1992).

En suelos delgados, planos o de reducida pendiente se pueden utilizar minirepresas, trincheras y otras técnicas para interrumpir el curso de las aguas y formar lugares de captación (FAO, 1981).

La casilla es otro método de cultivo donde se remueve una superficie cuadrada o rectangular, sin extraer la tierra, eliminando restos de matorral y malezas, en cuyo centro se coloca la planta (Granier, 1992).

Por último, en zonas áridas, que poseen frecuentemente suelos con costras salinas y napas freáticas muy profundas, se pueden construir tazas con dimensiones aproximadas de 80 cm de diámetro y 40 cm a 60 cm de profundidad. En el centro de la taza se prepara, manual o mecánicamente, el hoyo de plantación que tiene dimensiones de 20 cm de diámetro y 60 cm de profundidad (Latorre, 1985).

El mejor método de cultivo para *Eucalyptus grandis* en Sudáfrica, para terrenos con pendientes mayores al 30%, ha sido el uso de casillas de 50 cm de diámetro, combinada con la aplicación de glisofato (Roundup) antes de plantar. Además se ha observado que el diámetro de la casilla tiene mucho más importancia que su profundidad y se relaciona directamente con el desarrollo inicial de las plantas (Schonau et al, 1981).

En las zonas semiáridas del norte de Brasil, la técnica más usada para el establecimiento de *Eucalyptus cebra*, es el cultivo completo (aradura y posterior rastraje), al demostrarse un aumento en la sobrevivencia de un 44% a un 78%, en relación al método en casillas (Damín de Silva, 1985).

Por otro lado, Granier (1992), a partir de una plantación de *Eucalyptus globulus* ubicado en la zona de Colcura VIII Región, determinó que el método de casilla de 50*50*30, entregó los mejores valores en cuanto a volumen, variable que relaciona diámetro y altura. Además, permite un fuerte desarrollo radical de la raíz principal y secundaria, con una densa masa de raicillas

Si al cultivo del suelo se suma la posibilidad de aumentar la disponibilidad de agua útil para la planta en la zona radical, entonces ésta tendría un mejor crecimiento.

Es así, que el uso de superabsorbentes puede ser de gran ayuda en el establecimiento de plantaciones forestales debido capacidad de absorber gran cantidad de agua en relación a su peso (Mercado, 2000)

2.4.2 Los superabsorbentes y su aplicación en la actividad forestal.

Los superabsorbentes o geles hidratantes, son polímeros de ácido acrílico y archilamida en base a sales de sodio o potasio. Son capaces de absorber muchas veces su propio peso de líquido, en general agua o soluciones acuosas y retenerlas bajo la acción de fuerzas como la gravedad (Mercado, 2000).

Las plantas en busca de agua por medio de sus raíces, perforan los cristales hidratados y ejercen una presión osmótica sobre ellos. Bajo el efecto de esta presión, los cristales entregan gradualmente el agua solicitada por las plantas, reduciendo al mismo tiempo su tamaño. Al entrar nuevamente en contacto con el líquido, los cristales se rehidratan para iniciar un nuevo ciclo. Las repetidas expansiones y contracciones ayudan a aumentar la aireación de los suelos, ablandando y mejorando la calidad de éstos y, al mismo tiempo, aumenta la masa radical (Tauern, 1997).

Según Jara y Venegas (1999) la aplicación de superabsorbentes en la agricultura ha demostrado que aumenta en forma duradera la reserva hídrica aprovechable por los suelos, permitiendo espaciar al doble los días de riego; asegura un aporte uniforme de agua a las plantas; garantiza un arraigamiento más rápido y mejor; disminuye la lixiviación de nutrientes hacia la napa freática y reduce los gastos de riego.

En el sector forestal la utilización de superabsorbente está centrada, fundamentalmente, en mantener la humedad de las plantas en la etapa de transporte desde el vivero a la plantación y entregar una reserva de agua a las plantas al momento de ser establecidas (Mercado, 2000). Además, su uso permite reducir los gastos de mantenimiento reduciendo los ciclos de riego y el consumo de agua y de fertilizantes, permitiendo aumentar la zona cultivada en varias veces, con el mismo consumo (Tauern, 1997).

Los productos comerciales más conocidos son Stockosorb e Hidrosorbforest. Cada kilo de Stockosorb es capaz de absorber hasta 300 litros de agua y la incorpora en su estructura cristalina, impidiendo su evaporación y filtración. Junto con el agua absorbe todos los nutrientes disueltos en ella, manteniéndolo a disposición exclusiva del cultivo (Tauern, 1997).

En terrenos con baja retención o escasez de agua se aplica 2 a 5 g por ejemplar antes de plantar, mezclándolo con parte de la tierra de excavación, ubicando esta mezcla en la zona de las raíces, plantando y completando la fosa con la tierra extraída. El producto no es tóxico y es compatible con el medio ambiente. El riego debe ser en forma lenta y abundante (Tauern, 1997).

2.4.3 Fertilización en plantaciones de *Eucalyptus*.

Los nutrientes son compuestos de naturaleza inorgánica que son aportados por el suelo y absorbidos por los vegetales para su crecimiento y metabolismo (Toro, 1988)

Este aporte adquiere mayor importancia en la primera fase de crecimiento, donde principalmente se construye el aparato fotosintético y el sistema de transporte metabólico, lo que requiere una absorción máxima de nutrientes. En cambio, en la segunda fase de crecimiento, donde se desarrollan las estructuras de soporte, las plantas se vuelven menos dependientes de la absorción de nutrientes desde las reservas del suelo (Pereira, 1992).

La importancia de los nutrientes en el crecimiento y metabolismo de las plantas, hace necesario conocer las funciones más importantes de los principales macronutrientes y los síntomas visuales provocadas por de su deficiencia o toxicidad en las especies de *Eucalyptus*.

El nitrógeno es una de las unidades fundamentales de las proteínas, la clorofila y los ácidos nucleicos. Además, controla los procesos metabólicos de las plantas y es importante en la formación del follaje determinando la cantidad de este (Shonau y Herbert, 1988). La deficiencia de éste en plantas de *Eucalyptus* se manifiesta en la disminución del crecimiento, la clorosis del mesófilo y el enrojecimiento del pecíolo y el nervio principal, que aparece primero en las hojas viejas y luego en las jóvenes. Si la deficiencia es aguda, la clorosis va seguida de pigmentación rojiza y finalmente necrosis, más o menos generalizada (Pereira, 1992).

Según Cerda (1994), los efectos provocados por la toxicidad fueron descritos principalmente para cultivos agrícolas, y en algunos casos para especies forestales. En el caso del nitrógeno, aparece marchites en la planta, con clorosis y luego necrosis en hojas más viejas. Existe abarquillamiento hacia el haz o envés de la hoja con malformación de esta, adquiriendo una estructura coriácea. Las raíces se tornan rojizas con sus extremos muertos.

El fósforo es importante en el metabolismo, y su máxima concentración ocurre en partes que están creciendo rápidamente. Estimula el crecimiento inicial de la planta y es importante en el desarrollo y formación de raíces (Shonau y Herbert, 1988). Con ligera o mediana deficiencia no acusa sintomatología. Con deficiencia acentuada se observan plantas esbeltas de hojas finas con nervios poco marcados. En las hojas viejas, aparecen formas irregulares, una ligera clorosis y puntas marrón rojiza, que luego se observa en las hojas jóvenes (Pereira, 1992). En el caso de toxicidad, provoca que algunos micronutrientes queden retenidos y no disponible para la planta, induciendo una deficiencia por el elemento (Cerda, 1994).

El potasio actúa como enzima activadora en la síntesis de proteínas y carbohidratos, es esencial en la translocación de azúcares y la formación de almidón. También es importante en la apertura y cierre de estomas, estimula el crecimiento radicular y aumenta la resistencia de los cultivos a las heladas, sequías y enfermedades (Shonau y Herbert, 1988). Su deficiencia se manifiesta en la disminución del tamaño de las hojas jóvenes y algo de clorosis. En las hojas viejas se produce un enrojecimiento de los bordes que se curvan hacia el envés y posteriormente se necrosan (Pereira, 1992). No se registran antecedentes por toxicidad para este elemento (Cerda, 1994).

La fertilización en plantaciones de *Eucalyptus* es de apoyo, es decir, se efectúa generalmente en el establecimiento. Shonau (1984), citado por Prado y Barros (1989), señala que dado el estímulo que el fertilizante ejerce sobre el desarrollo radicular, es recomendable aplicarlo al momento de la plantación o inmediatamente después. La aplicación un año más tarde ya no produce los mismos resultados y, en algunos casos, el efecto del fertilizante es mínimo o inexistente.

En cuanto al efecto de la fertilización, se hace evidente a los pocos meses de la aplicación, produciendo una diferencia con los árboles no fertilizados que se manifiesta durante toda la rotación (Prados y Barros, 1989).

Experiencias efectuadas por Cremer (1986) en Australia, indican que pueden existir diferencias de hasta 25 toneladas por hectárea entre las parcelas fertilizadas y las no fertilizadas (Lyon, 1990).

La fertilización de apoyo con NPK en plantaciones de *Eucalyptus globulus Labill*, ubicadas en la X Región, al sureste de Valdivia, respondieron positivamente tanto en pradera como en roce, logrando diámetros de cuello mayores que las no fertilizadas. Además, el diámetro demostró ser una variable más sensible que la altura a la aplicación de fertilizantes y por último la tasa de crecimiento fue mayor en el ensayo de roce que en el de pradera (Escobar et al, 1993).

2.4.4 Riego en plantaciones de *Eucalyptus*.

Entre las necesidades vitales de las plantaciones forestales, el agua tiene una gran importancia dentro del sistema suelo-planta-atmósfera, puesto que la disponibilidad de ésta, en zonas de veranos secos, controla la supervivencia y por consiguiente, la distribución de la vegetación (Jiménez, 2001).

Es así que, cuando la cantidad de agua disponible en el suelo no es capaz de compensar la cantidad evapotranspirada por el follaje en crecimiento, el desarrollo de los árboles se ve afectado, ya que esta constituye uno de los componentes principales de la savia y de los tejidos verdes de las plantas, además de ser un solvente vital para la absorción de los nutrientes a través de las raíces (Benedetti y Perret, 1995).

Por esto, la aplicación de agua es muy importante en zonas con déficit hídrico, donde el régimen de reposición natural no siempre se ajusta a las necesidades de los cultivos. Por lo tanto, es necesario recurrir al control de la humedad en forma tal de asegurar a éstos el ambiente adecuado para su crecimiento y desarrollo y esto se logra a través del riego (Salgado, 1993).

La cantidad de agua suplementada a través del riego, debe estar en función de la deficiencia detectada, de modo que no exceda la capacidad de retención del suelo. Por ejemplo, en un suelo de texturas pesadas un litro de agua de riego al mes puede ser suficiente. En cambio en uno muy arenoso podría requerir la misma cantidad, pero en unas cuatro aplicaciones al mes (Benedetti y Perret, 1995).

En suelos arroceros de la VII Región, los resultados indicaron que las plantas de *Eucalyptus globulus* sometidas a la aplicación de riego superaron en crecimiento a las no regadas. En este caso el mejor tratamiento fue la aplicación de un litro de agua por planta cada 15 días, durante dos meses (Becerra, 1999).

2.4.5 Efecto del riego y la fertilización en plantaciones de *Eucalyptus*.

Ensayos realizados en Chile y en el exterior, señalan como un factor fundamental el manejo del agua para un establecimiento exitoso de plantaciones de *Eucalyptus*. En Chile ya son unas 5 mil las hectáreas forestales que se encuentran bajo algún sistema de riego. Dentro de ellos es posible encontrar algunos tan simples como riego por tendido, hasta sistemas altamente tecnificados como la micro aspersion (Bonilla y Bonomelli, 2000).

Por otro parte, desde la década de los 90, se fertilizan anualmente alrededor de 40 mil hectáreas de *Eucalyptus*, lo cual ha aumentado en forma significativa la productividad de las plantaciones (Bonilla y Bonomelli, 2000).

En un ensayo de fertilización con *Eucalyptus globulus* en sitios con suelos arenosos, de una pluviometría anual de 620 mm, y en sitios arcillosos, con 1000 mm anuales, se determinó que la aplicación de fertilizantes aumenta el crecimiento temprano en todos los sitios; sin embargo, éstos eran mejores en suelos fértiles y sin limitantes hídricas que en suelos con texturas desfavorables y limitados por la disponibilidad de agua (Judd et al, 1996).

De acuerdo a ensayos realizados durante tres años con la especie *Eucalyptus globulus* en el valle central de VIII Región, se observó que la altura de los árboles era mayor en los sitios regados, potenciándose el efecto cuando se fertiliza y se riega. En el tratamiento sin riego, la altura de los árboles fertilizados y no fertilizados no alcanzó la de los árboles regados (Bonilla y Bonomelli, 2000).

En Portugal se realizaron investigaciones en condiciones similares a las de Chile, también con *Eucalyptus globulus*, con tratamientos de riego y fertilización en una zona donde el clima es mediterráneo seco desde fines de primavera hasta fines del verano con precipitaciones principalmente distribuidas entre otoño e invierno. Al cabo del quinto año se observó un incremento de aproximadamente un 20% al fertilizar, con respecto al testigo. Al regar y no fertilizar, el aumento en biomasa aérea fue de alrededor de un 50% más que el de las plantas control. El mejor tratamiento siempre fue el regado y fertilizado, superando en términos de biomasa, en aproximadamente en un 80% al testigo al final del ensayo (Bonilla y Bonomelli, 2000).

Finalmente se demuestra que cuando el riego permite superar el déficit hídrico, el efecto de la fertilización se hace evidente, adelantando la fecha de cierre del dosel, contribuyendo al control de malezas y reduciendo la competencia por agua y nutrientes (Bonilla y Bonomelli, 2000).

Es por esto importante definir cuáles son los factores limitantes de la zona a plantar. Si el factor limitante es el agua, se deberá buscar la forma de suplementar artificialmente el agua que la atmósfera no proporciona en forma natural. En cambio si las condiciones climáticas mantiene la humedad del suelo y el suministro de nutrientes en el suelo es la limitante, entonces se deberá superar este déficit a través de la fertilización.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento inicial de *Eucalyptus gunnii* de acuerdo a las técnicas de forestación utilizadas en dos ensayos instalados en Chile Chico, XI Región.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la respuesta de la especie *Eucalyptus gunnii* ante diferentes métodos de cultivo.

Determinar la respuesta de *Eucalyptus gunnii* a la aplicación de riego y fertilización en distintas dosis.

4. MATERIAL

4.1 LUGAR DE INSTALACIÓN DE LOS ENSAYOS.

Los ensayos fueron instalados, en terrenos del vivero de CONAF Provincial de Chile Chico, por ser representativo de las características edafoclimáticas de la zona. Está ubicado a dos kilómetros del pueblo de Chile Chico en el denominado Sector Agrícola, geográficamente a 46° 23' 51" S y a 71° 41' 4" O. Se encuentra a 328 m.s.n.m.

4.2 OBTENCIÓN DE LAS SEMILLAS.

Las semillas utilizadas para la producción de plantas fueron recolectadas de marzo a mayo del año 1995, provenientes de árboles adultos de la misma localidad, ya que entregaron los mejores resultados en cuanto a desarrollo y sobrevivencia, en los ensayos de introducción de especies dendroenergéticas.

4.3 PRODUCCIÓN DE PLANTAS.

El suelo natural del vivero era de textura arcillosa; para mejorar sus propiedades de drenaje y retención de agua se mezcló 27% de tierra de vivero, 37% de tierra con alto contenido de materia orgánica y 34% de arena, la cual se arneó para reducir el número de partículas gruesas. Además se aplicó un producto químico al sustrato para la prevención de hongos (BAYER 5072) en dosis de 1 g/m² de mezcla, en 1 litro de agua.

La siembra se efectuó directamente a la maceta dentro del invernadero. Se realizó depositando tres semillas por maceta durante la primera semana de septiembre. La germinación ocurrió a los 10 días, al germinar más de una semilla fueron repicadas posteriormente a otras macetas. A comienzos de octubre nacieron las hojas verdaderas, obteniéndose un tallo de 1 mm de grosor y 4 cm de altura. Hasta ese momento era importante mantener el riego por aspersión dos veces al día, en la mañana a las 9 y en la tarde a las 19 horas.

A fines de octubre, las plantas se sacaron del invernadero y se dejaron bajo una sombra de un 35% por 10 días, para posteriormente sacarlas a plena luz. Se ubicaron en platabandas bajo nivel y se realizó riego por inundación hasta que el ejemplar reuniera las condiciones para ser plantada.

El control de plagas y enfermedades de las plantas se realizó sobre la base de aplicación de productos químicos. Esta se dividió en dos etapas: preemergencia y postemergencia.

4.4 ANÁLISIS DE FERTILIDAD.

La fertilización requerida por plantas de invernadero (abono foliar BAYFOLAN de 15 cc en 15 litros de agua), se determinó a través de un análisis químico realizado al sustrato ocupado para la siembra de las semillas. También se realizó este análisis a muestras extraídas del suelo del vivero forestal de la CONAF Provincial de Chile Chico donde se instalaron los ensayos (ANEXO 2).

5. MÉTODO.

5.1 ENSAYO SOBRE MÉTODOS DE PLANTACIÓN.

5.1.1 Superficie y plantación.

En enero de 1997, se establecieron siete parcelas en el vivero forestal de la CONAF Provincial de Chile Chico, donde cada una ocupó una superficie de 50 m² y sus dimensiones fueron de 10 m de largo y 5 m de ancho. En su interior se plantaron 25 ejemplares de un año provenientes de maceta, a una distancia de dos metros entre hileras y a un metro de distancia en la hilera.

El hoyo de la plantación se realizó con pala plantadora y fue lo suficientemente ancho y profundo de manera que permitiera introducir libremente la maceta, teniendo cuidado, al extraer la bolsa que no se disgregara la tierra compactada alrededor de la raíz. La profundidad máxima del hoyo fue de 25 cm, y estuvo dada por la hoja de la herramienta. Luego, se relleno el hoyo de la plantación con parte de la tierra extraída y se apisonó.

5.1.2 Diseño experimental.

Se implementó un diseño experimental completamente al azar, con siete tratamientos, para determinar la respuesta de la especie *Eucalyptus gunnii* ante diferentes métodos de plantación. Cada tratamiento tuvo 25 repeticiones, correspondiendo una planta a una unidad experimental. Los tratamientos fueron los siguientes:

- T1 : Testigo.
- T2 : Aplicación de gel hidratante Stockosorb (5g/planta)
- T3 : Protección lateral de plástico sobre la superficie (20 cm de ancho por 20 cm de largo por 30 cm de alto)
- T4 : Capa subterránea de plástico de forma cuadrada de 30 cm de ancho, con una perforación al centro del diámetro de la maceta que corresponde a 10 cm
- T5 : Casilla bajo nivel de forma cuadrada, de 20 cm de ancho por 20 cm de profundidad.
- T6 : Aplicación de gel hidratante Stockosorb (5g/planta) y capa subterránea de plástico
- T7 : Aplicación de gel hidratante Stockosorb (5g/planta) y protección lateral de plástico.

Se escogieron estos tratamientos para disminuir las pérdidas de agua por la excesiva evapotranspiración producto de los vientos predominantes en período estival y aprovechar en forma más eficiente las escasas precipitaciones caídas durante el año. Al momento de plantar se realizó un único riego de cinco litros por planta por medio de un bidón, incluyendo al tratamiento testigo.

Se utilizaron cinco gramos del gel hidratante Stockosorb que se colocaron en el hoyo de la plantación, de manera de quedar bajo el sistema radical al momento de plantar. Luego se relleno con la tierra extraída y de inmediato se efectuaron riegos lentos y abundantes, hasta completar cinco litros de agua por planta. La dosificación de 5 g del producto por planta capta y retiene 1,5 litros de agua, la cual alcanzaría para varias semanas hasta la llegada de nuevas lluvias.

La protección lateral de plástico se utilizó para disminuir la excesiva evapotranspiración por causa del viento. Para tales efectos, se clavaron cuatro varas en los vértices de un cuadrado de 20 cm por lado, encontrándose en su centro la planta a proteger. Las varas tenían un largo de 70 cm de largo, quedando sobre la superficie 40 cm de éstas. Alrededor de las varas se instaló un plástico de 30 cm de ancho y 90 cm de largo. Se obtuvo una protección de forma paralelepípeda de 30 cm de alto y 20 cm de ancho.

También se utilizó casillas bajo nivel de forma cuadrada de 20 cm de lado y 20 cm de profundidad, con el fin de disminuir el efecto del viento y aprovechar mejor el agua de lluvia.

Por último, se utilizó una capa subterránea de plástico para evitar la pérdida de agua por percolación, de manera de mejorar la absorción de agua. Esta fue colocada a 20 cm de profundidad con una perforación de un centímetro en su centro, coincidiendo con la base de la maceta

5.1.3 Variables medidas.

En enero de 1997 se realizaron las mediciones a las siguientes variables y con los instrumentos que se indican a continuación:

Sobrevivencia: Obtenida de la relación entre el número de plantas vivas sobre el número total de plantas establecidas inicialmente y que se midieron en cada unidad muestral.

Diámetro a la altura del cuello de planta en mm (DAC): Medido a nivel del suelo, utilizando un pie de metro graduado en décimas de milímetro, con precisión de un milímetro.

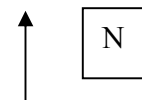
Altura de la planta en cm (H): Determinada desde el suelo hasta el ápice a través del tallo principal, utilizando una huincha metálica graduada en milímetros, con una precisión de un centímetro.

Índice del crecimiento total: Dado por la combinación del diámetro al cuadrado a la altura del cuello (DAC) en cm y la altura (H) en cm ($DAC^2 \cdot H$).

5.1.4 Distribución de las parcelas y de las plantas.

Parcela 1 T 4	Parcela 2 T 6	Parcela 3 T 5	Parcela 4 T 3	Parcela 5 T 1	Parcela 6 T 7	Parcela 7 T 2
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

1	2	3	4	5
10	9	8	7	6
11	12	13	14	15
20	19	18	17	16
21	22	23	24	25



5.1.5 Metodología de análisis.

En enero de 1998, todos los ápices de las plantas estaban cortados por efecto de los lagomorfos, por lo que sólo se midió sobrevivencia, realizándose una comparación de los resultados obtenidos.

5.2 ENSAYO DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN.

5.2.1 Superficie y plantación.

Se establecieron 48 parcelas, de características similares a las del ensayo anterior en cuanto a superficie, cantidad de plántulas y espaciado entre hileras. La plantación se realizó de la misma forma que el ensayo anterior.

5.2.2 Diseño experimental

El diseño experimental implementado fue de bloques aleatorizados, con arreglo factorial de dos factores y un total de repeticiones correspondiente a tres bloques, con 16 tratamientos cada uno.

Los factores y los diferentes niveles considerados para cada uno, fueron:

Factor Riego : Riego en época estival
R0 : Sin Riego
R1 : Riego de 5 litros por planta cada 10 días
R2 : Riego de 5 litros por planta cada 20 días
R3 : Riego de 5 litros por planta cada 30 días

Factor Fertilización : Fertilización (gramos efectivos de elementos)
F0 : Sin fertilizantes
F1 : N=30 g/planta P=15 g/planta K= 7,5 g/planta
(37,1g Úrea + 32,6 g Fosfato diamónico + 53,6 g Salitre potásico = 123,3 g de mezcla/p*300p= 36990 g mezcla)
F2 : N=60 g/planta P=30 g/planta K= 15,0 g/planta
(74,26 g Úrea+ 65,2 g Fosfato diamónico + 107,1 g Salitre potásico=246,56 g de mezcla/p*300p= 73968 g mezcla)
F3 : N=90 g/planta P=45 g/planta K= 22,5 g/planta
(111,37g Úrea+97,8g Fosfato diamónico + 160,7 g Salitre potásico =369,87 g de mezcla/p*300p=110961g mezcla)

El riego se inició la segunda semana de enero hasta la última semana de abril de 1997, partiendo con un riego general de 5 litros por planta, exceptuando las unidades experimentales testigo y continuando con el calendario de riego establecido para cada tratamiento.

Para determinar la dosis de fertilizantes a ocupar, se utilizó el análisis de fertilidad realizado a las muestras de suelo donde se establecieron los ensayos.

La fertilización se realizó inmediatamente con la plantación la primera semana de enero de 1997. La mezcla de nutrientes se aplicó en cuatro puntos a una distancia de 15 cm de la planta a 10 cm de profundidad, distribuyendo la dosis en cuatro partes iguales.

Cabe mencionar que la Urea aporta un 45% de nitrógeno, el Fosfato diamónico aporta un 46% de P_2O_5 (anhídrido fosfórico) y el Salitre potásico aporta un 14% de K_2O (potasa) y un 14% de nitrógeno. En este ensayo no se aplicó Stokcosorb.

A través de la CONAF provincial de Chile Chico se comprobó en terreno que la masa radical de las plántulas involucradas en este ensayo no alcanzó una longitud horizontal superior la mitad de la distancia entre dos plantas, lo cual descartó la posibilidad de que alguna planta haya absorbido la mezcla de fertilizantes aplicada en ella más el de la planta contigua.

Para obtener el total de tratamientos (Cuadro1), se combinaron los niveles del factor riego con los de niveles del factor fertilización, obteniéndose 16 tratamientos.

Cuadro 1. Determinación de los tratamientos para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Riego	Niveles de fertilización			
	F0	F1	F2	F3
R0	R0F0 = T1	R0F1 = T2	R0F2 = T3	R0F3 = T4
R1	R1F0 = T5	R1F1 = T6	R1F2 = T7	R1F3 = T8
R3	R2F0 = T9	R2F1 = T10	R2F2 = T11	R2F3 = T12
R4	R3F0 = T13	R3F1 = T14	R3F2 = T15	R3F3 = T16

En el Cuadro 2 se describen los 16 tratamientos de acuerdo a la combinación de factores, con sus respectivas frecuencias de riego y gramos de fertilizante por planta. La frecuencia de riego y la dosis de fertilizante, se utilizaron en la confección de gráficos y discusión de resultados.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos utilizados para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Tratamientos		Factores					
		Riego (5 litros por planta)		Fertilización (Gramos por planta)			
		Frecuencia	Frecuencia o Cantidad de Riego	Dosis			
R0	F0	T1	Sin Riego	Nula	Sin fertilizantes		Nula
	F1	T2	Sin Riego	Nula	N=30 P=15 K= 7,5		Menor
	F2	T3	Sin Riego	Nula	N=60 P=30 K= 15		Media
	F3	T4	Sin Riego	Nula	N=90 P=45 K= 22,5		Mayor
R1	F0	T5	Cada 10 días	Mayor	Sin fertilizantes		Nula
	F1	T6	Cada 10 días	Mayor	N=30 P=15 K= 7,5		Menor
	F2	T7	Cada 10 días	Mayor	N=60 P=30 K=15		Media
	F3	T8	Cada 10 días	Mayor	N=90 P=45 K= 22,5		Mayor
R2	F0	T9	Cada 20 días	Media	Sin fertilizantes		Nula
	F1	T10	Cada 20 días	Media	N=30 P=15 K= 7,5		Menor
	F2	T11	Cada 20 días	Media	N=60 P=30 K= 15		Media
	F3	T12	Cada 20 días	Media	N=90 P=45 K= 22,5		Mayor
R3	F0	T13	Cada 30 días	Menor	Sin fertilizantes		Nula
	F1	T14	Cada 30 días	Menor	N=30 P=15 K= 7,5		Menor
	F2	T15	Cada 30 días	Menor	N=60 P=30 K= 15		Media
	F3	T16	Cada 30 días	Menor	N=90 P=45 K= 22,5		Mayor

5.2.3 Disposición de los tratamientos.

La disposición de los bloques con sus respectivos tratamientos fue la siguiente:

T9	T6	T16	T2	T7	T15	T11	T8	T5	T3	T4	T1	T12	T14	T10	T13
T16	T11	T7	T4	T5	T3	T14	T1	T12	T8	T15	T10	T13	T2	T6	T9
T8	T1	T4	T6	T10	T12	T7	T9	T2	T11	T13	T14	T15	T3	T5	T16

La disposición de las plantas fue igual al ensayo anterior.

5.2.4 Variables medidas y metodología de análisis

Las variables consideradas fueron las mismas del ensayo anterior. La primera medición se realizó en enero de 1997 y la segunda en enero de 1998.

El análisis de varianza sólo se realizó para la variable sobrevivencia, debido a que producto de las diferentes sobrevivencias obtenidas, varió el número de ejemplares por unidad experimental, lo cual no permite aplicar un análisis de varianza, para las demás variables, ya que se requiere de igual número de individuos por unidad experimental para realizarlo. Por esto sólo se realizó un análisis descriptivo para las demás variables, donde se compararon las medias obtenidas por los niveles de cada factor y las combinaciones de tratamientos.

Para el análisis de sobrevivencia se empleó el análisis de varianza para un diseño de bloques aleatorizados, con arreglo factorial de dos factores (4x4), utilizando el porcentaje de sobrevivencia, con un nivel de significación de 0,05. El total de repeticiones correspondió a tres bloques, con un total de 16 tratamientos cada uno

Para esta variable, la cual se expresa en términos porcentuales, se realizó previo al análisis de varianza, la transformación del arco seno o angular (Little y Hillst, 1976).

$$Y = \arcsin (X^{1/2})$$

donde,

Y= variable transformada con aproximación a la distribución normal.

X= porcentaje de sobrevivencia/100

En los casos en que se detectaron diferencias estadísticamente significativas, se realizaron comparaciones múltiples de medias, empleando el test de Duncan, para determinar entre que niveles de cada factor o entre que combinación de tratamientos hubo diferencias significativas, con un nivel de significación de 0,05.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \ell_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, \dots, 4$
 $j = 1, \dots, 4$
 $K = 1, \dots, 3$

En donde Y_{ijk} , es la observación de la respuesta en el k-ésimo bloque para el tratamiento (i, j), μ es la media global, ℓ_k es el efecto sobre la respuesta debido al k-ésimo bloque, α_i es el efecto principal causado por el i-ésimo nivel de riego, β_j es el efecto principal causado por el j-ésimo nivel de fertilización, $(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de interacción para el i-ésimo nivel de riego y j-ésimo nivel de fertilización y ε_{ijk} es el k-ésimo error aleatorio en el tratamiento (i, j).

Cabe mencionar que el principal interés no es determinar si el efecto del bloque es estadísticamente significativo, si no más bien, es aislar el efecto del bloque y removerlo del error experimental, de tal manera que se incremente la eficiencia para detectar diferencia reales entre los tratamientos, si que estas existen

Para el análisis, se suponen las varianzas de la población, para cada una de los tratamientos, iguales, y los errores aleatorios, como variables aleatorias independientes, normalmente distribuidas, con medias iguales a cero y varianza común σ^2 .

Los niveles de cada factor se seleccionaron de antemano y no al azar, por lo que se consideran como parámetros de efectos fijos, es así que las hipótesis de interés a probar fueron:

$$\begin{array}{ll}
 H_0^{\cdot} : \alpha_i = 0, \text{ para toda } i=1, \dots, 4 & \text{Versus } H_1^{\cdot} : \text{ existe un } \alpha_i \neq 0 \\
 H_0^{\cdot\cdot} : \beta_j = 0, \text{ para toda } j=1, \dots, 4 & \text{Versus } H_1^{\cdot\cdot} : \text{ existe un } \beta_j \neq 0 \\
 H_0^{\cdot\cdot\cdot} : (\alpha\beta)_{ij} = 0, \text{ para toda } i=1, \dots, 4 & \text{versus } H_1^{\cdot\cdot\cdot} : \text{ existe un } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \\
 & \text{para toda } j=1, \dots, 4
 \end{array}$$

Si $H_0^{\cdot\cdot\cdot}$ es cierta, entonces los efectos de los factores riego y fertilización son aditivos, por lo tanto, no existe interacción entre el factor riego y el factor fertilización, es decir, que el efecto de un factor, es igual para los distintos niveles del otro factor.

Si $H_0^{\cdot\cdot}$ es cierta, entonces no hay diferencias entre las medias de los diferentes niveles de fertilización.

Si H_0^{\cdot} es cierta, entonces no hay diferencias entre las medias de los diferentes niveles de riego.

Si $H_0^{\cdot\cdot\cdot}$ es rechazada, la conclusión es que los factores riego y fertilización no son aditivos, es decir, interactúan.

En este caso H_0^{\cdot} y $H_0^{\cdot\cdot}$ puede ser probada aún, pero los resultados de tales pruebas generalmente no son de interés. Cuando hay interacciones es de mayor interés probar cual es la mejor combinación de tratamientos, que probar cual es el mejor nivel de riego o fertilización.

En esta situación, la aceptación de H_0^{\cdot} puede interpretarse como que no hay diferencia entre los niveles de riego cuando son promediados sobre todos los niveles de fertilización. Similarmente se interpreta la aceptación de $H_0^{\cdot\cdot}$ (1)

(1) Sergio Mora, 2004. Académico del Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Recopilación estadística efectuada por el profesor.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ENSAYO SOBRE MÉTODOS DE PLANTACIÓN CON *Eucalyptus gunnii*.

En el Cuadro 3 se presenta los resultados de sobrevivencia de cada uno de los tratamientos utilizados.

Cuadro 3. Porcentaje de sobrevivencia para el ensayo sobre Métodos de Plantación con *Eucalyptus gunnii*.

Tratamientos		Número de individuos	Sobrevivencia (%)
T1	Testigo.	0	0
T2	Aplicación de superabsorbente	3	12
T3	Protección lateral de plástico	12	48
T4	Capa subterránea de plástico	0	0
T5	Casilla bajo nivel.	10	40
T6	Aplicación de superabsorbente Y capa subterránea de plástico	0	0
T7	Aplicación de superabsorbente Y protección lateral de plástico.	10	40

De acuerdo al Cuadro 3, T3 obtuvo la mayor sobrevivencia, 48%, en el cual se utilizó una protección lateral de plástico sobre la superficie, para disminuir el efecto secante del viento, el cual ocasiona una mayor tasa de transpiración que puede causar marchitamiento en hojas y frutos. En el mes febrero de 1997 se presentaron los vientos más intensos del año, alcanzando velocidades de 58 km/hora, duplicando las velocidades alcanzadas en época invernal.

T5 y T7 obtuvieron la segunda mejor sobrevivencia, 40%. En T5 se utilizó una casilla bajo nivel para proteger a la planta de la acción del viento y aprovechar mejor las precipitaciones anuales, donde la máxima se registró en el mes de julio con 65 mm y la mínima en el mes de enero, en el cual no se registraron precipitaciones. El total anual de precipitaciones fue de 239 mm, inferior al de un año normal que es de 287 mm.

Una técnica similar, pero más intensiva es ocupada con *Prosopis tamarugo* en las Regiones I y II del país, uno de los lugares más secos del mundo, donde se construye una taza con el fin de romper la costra salina y dentro de ésta se construye una casilla bajo nivel donde es plantada el ejemplar, la cual ha dado muy buenos resultados (Latorre, 1985).

En T7 se utilizó superabsorbente y protección lateral de plástico. La aplicación de superabsorbente tiene el fin de disminuir los riegos y aumentar la eficiencia en el uso del agua.

Sin embargo, en suelos arenosos de la VIII Región se observó que la aplicación de superabsorbente no afectó la sobrevivencia al aplicar de 8 g de superabsorbente con 1,6 litros de agua en el establecimiento de *Eucalyptus globulus* (Mercado, 2000).

Incluso se ha observado que la sobrevivencia de *Eucalyptus globulus*, ha disminuido en relación al tratamiento testigo, al aplicar superabsorbente. (Becerra, 2001).

Fuentes (2001), señala que esto se debe a que un suelo arcilloso al perder humedad se contrae, y si a esto se le suma el hecho de que el superabsorbente está ocupando volumen, la contracción del suelo será mayor y muchas raíces finas son cortadas o quedan expuestas al aire.

De acuerdo al análisis de fertilidad realizado al suelo donde se instaló el ensayo, este corresponde a un suelo arcilloso, lo que concuerda con Peralta, el cual señala que los suelos originados por los distintos niveles del Lago General Carrera, poseen texturas finas, pudiendo ser una de las causas de la baja sobrevivencia obtenida al aplicar superabsorbente.

La capa subterránea de plástico no tuvo ningún efecto, ya que su sobrevivencia fue nula, incluso actuando en conjunto con el superabsorbente.

En general, la sobrevivencia fue baja, debido principalmente al escaso riego al momento del establecimiento, las condiciones climáticas imperantes (ANEXO 3) y el efecto de las liebres en período invernal.

En el año 1997, se registraron temperaturas estivales con máximas absolutas de 32 ° C y una precipitación anual de 239 mm, lo que causó la muerte de muchas plantas que no pudieron soportar el estrés hídrico.

Por otra parte, las heladas tardías (mínimas absolutas de -4 ° C) que se presentaron en los meses de noviembre y diciembre, donde las temperaturas máximas absolutas oscilaron entre los 23 y 32 ° C, produjeron la muerte de muchas plantas.

Esta muerte se produce, porque al bajar las temperaturas por debajo del punto de congelamiento, se forman cristales de hielo en los espacios intercelulares y al aumentar la temperatura súbitamente, el descongelamiento rápido hace que las células no alcancen a absorber el agua que se deshiela de los espacios intercelulares, y, en cambio, se evapora, produciéndose la muerte del tejido (Donoso, 1994).

Por último, el mayor daño fue provocado por las liebres en período invernal, ya que la nieve caída cubrió parcialmente las plantas, transformándose la parte expuesta en alimento para las liebres, a pesar de su sabor poco apetecido, provocando la muerte de la planta o la extracción del ápice, haciendo imposible el análisis de incremento en altura, diámetro a la altura del cuello e índice de crecimiento, pudiendo sólo registrarse la sobrevivencia de cada tratamiento.

6.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ENSAYO SOBRE RIEGO Y FERTILIZACIÓN CON *Eucalyptus gunnii*.

6.2.1 Evaluación de la Supervivencia.

Los resultados del análisis de varianza para determinar si las diferencias observadas en los datos fueron estadísticamente significativas, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Análisis de Varianza para determinar la existencia de diferencias significativas entre los niveles de cada factor o la combinación de tratamientos, para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F _{0,05} Tabla	Diferencias Significativas (0,05)
Tratamientos	15	5,310	0,3540	12,4941	2,015	Sí
Bloques	2	0,040	0,0200	0,7069	3,320	No
Factor R	3	4,000	1,3333	47,0588	2,920	Sí
Factor F	3	0,460	0,1533	5,4118	2,920	Sí
Factor RF	9	0,840	0,0933	3,2941	2,210	Sí
Error	30	0,850	0,0283			
Totales	47					

De acuerdo al análisis de varianza, se determinó con una confiabilidad del 95%, que existieron diferencias estadísticamente significativas ($F_{cal} > F_{0,05}$) en la supervivencia debida a la combinación de tratamientos, por lo que la hipótesis nula H_0 fue rechazada.

Por lo tanto se concluye que el factor riego y factor fertilización no fueron aditivos, es decir, interactuaron. Esto debido a que el efecto de un factor sobre la respuesta en la supervivencia, fue diferente para los distintos niveles del otro factor.

También se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia debidas al factor riego, por lo que se rechazó la hipótesis nula H_0 , lo cual significa que, al menos una de las medias de los diferentes niveles de riego, fue diferente a las otras.

Por último, también se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia debidas al factor fertilización, por lo se rechazó la hipótesis nula H_0 .

De acuerdo a lo anterior, en el Cuadro 5 se presentan los resultados del test de Duncan, para el factor riego, donde se indica que niveles presentaron diferencias significativas y que niveles presentaron efectos similares u homogéneos.

Cuadro 5: Niveles de riego que presentaron diferencias estadísticamente significativas, para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

		Niveles de Riego			
		R0	R1	R2	R3
Niveles de Riego	Medias por nivel	7,65 %	69,67 %	41,65 %	48,33 %
R3	48,33 %	DIFERENTE	DIFERENTE	DIFERENTE	
R2	41,65 %	DIFERENTE	DIFERENTE		
R1	69,67 %	DIFERENTE			
R0	7,65 %				

A continuación se presentan las sobrevivencias medias de cada nivel ordenadas de mayor a menor. Las letras iguales indican que esas medias fueron homogéneas o presentaron efectos similares en la respuesta de la sobrevivencia, con un nivel de confiabilidad del 95%.

Cuadro 6: Resultados del Test de Duncan para el Factor Riego, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*

Niveles de Riego (5 litros)	Sobrevivencia (%) media
R1: riego cada 10 días (mayor frecuencia de riego)	69,67 a
R3: riego cada 30 días (menor frecuencia de riego)	48,33 b
R2: riego cada 20 días (frecuencia de riego media)	41,65 c
R0: sin riego	7,65 d

De acuerdo al Cuadro 6, la mayor sobrevivencia se obtuvo con la mayor frecuencia de riego, diferenciándose significativamente de las otras frecuencias, como se observa en la Figura 2, donde la diferencia de tramas indica diferencias significativas, de acuerdo al test de Duncan.

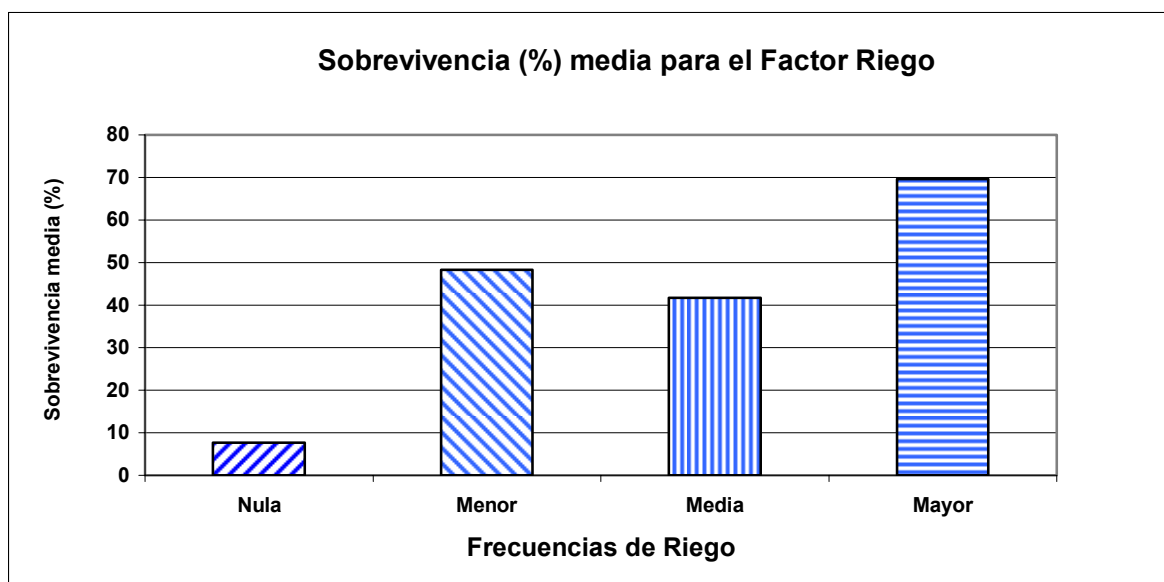


Figura 2: Sobrevivencia (%) media para cada frecuencia de riego, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 2, todas las frecuencias presentaron diferencias significativas entre si. Sin embargo, la diferencia más notoria se presentó entre las

unidades experimentales no regadas y las regadas, lo cual indica que las plantas respondieron positivamente al riego.

Esta diferencia extrema puede deberse a que en el lugar de distribución de esta especie las lluvias son bastante abundantes, de 1.000 a 1.650 mm anuales, por lo que puede deducirse que, en zonas con déficit hídrico, el riego es una variable importante al momento de establecer esta especie.

En los resultados presentados por Cisterna (1999) en suelos arroceros de la VII Región, también hubo un aumento de la sobrevivencia en la plantas de *Eucalyptus globulus*, a medida que aumentó la frecuencia de riego. Esta zona también se caracteriza por períodos de sequía, como la localidad de Chile Chico y *Eucalyptus globulus* en su lugar de distribución, presenta montos de precipitaciones anuales similares al de *Eucalyptus gunnii*.

A continuación en el Cuadro 7, se observan las sobrevivencias (%) medias, de cada nivel de fertilización, con los resultados del test de Duncan, señalando qué niveles presentaron diferencias significativas y cuales efectos fueron similares u homogéneos.

Cuadro 7: Niveles de fertilización que presentaron diferencias estadísticamente significativas, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

		Niveles de Fertilización			
		F0	F1	F2	F3
Niveles de Fertilización	Medias por nivel de fertilización	53,00 %	44,65 %	41,00 %	28,65 %
F3	28,65 %	DIFERENTE	DIFERENTE	DIFERENTE	
F2	41,00 %	DIFERENTE	DIFERENTE		
F1	44,65 %	DIFERENTE			
F0	53,00 %				

A continuación en el Cuadro 8, se presentan las sobrevivencias (%) medias de cada nivel, ordenadas de mayor a menor. Las letras iguales indican que esas medias fueron homogéneas o presentaron efectos similares en la respuesta de la sobrevivencia, con un nivel de confiabilidad del 95%.

Cuadro 8: Resultados del Test de Duncan para el Factor Fertilización, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Fertilización	Sobrevivencia (%) media por nivel de fertilización
F0: Sin fertilizantes (dosis nula)	53,00 a
F1: N=30 P=15 K= 7,5 (menor dosis)	44,65 b
F2: N=60 P=30 K=15 (dosis media)	41,00 c
F3: N=90 P=45 K=22,5 (mayor dosis)	28,65 d

De acuerdo al Cuadro 8, la mayor sobrevivencia media (53%), se produjo en las unidades experimentales que no fueron fertilizadas, diferenciándose significativamente de los otros niveles, como se muestra en Figura 3, donde la diferencia de trama indica las diferencias significativas entre dosis, de acuerdo al test de Duncan.

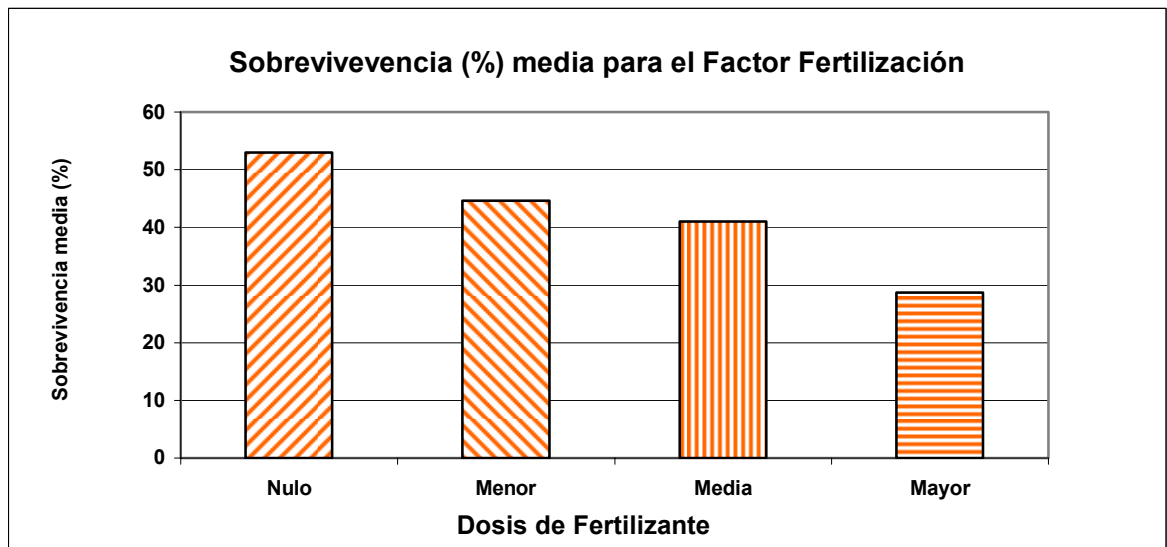


Figura 3: Sobrevivencia (%) media para cada dosis de fertilizante, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 3, todas las dosis de fertilizante presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí, según el test de Duncan.

La menor sobrevivencia media (28%), se obtuvo en aquellas unidades experimentales donde se aplicó la mayor dosis de fertilizantes, siendo significativamente diferente al resto de los niveles, según el test de Duncan.

De la figura se observa que al aumentar la dosis de fertilizante, disminuyó la sobrevivencia, lo cual, según Cerda (1994), indicaría una posible toxicidad debido a dosis de fertilizante mayores a las requeridas por la planta, produciéndose un cese del crecimiento o, en casos severos, la muerte de la planta.

De acuerdo a Escobar (1993), la fertilización de plantas de *Eucalyptus globulus* en la XI Región, tampoco afectó significativamente la sobrevivencia de las plantas, lo cual en algunos casos, puede deberse a que la fertilización nitrogenada aplicada en forma localizada causa la mortalidad de las plantas, producto de la gran concentración de sales en el sistema radicular (Prado y Wrann, 1988).

De lo anterior se puede deducir, no obstante que la fertilización se realizó sobre la base de un análisis previo, que las dosis empleadas fueron muy elevadas y perjudiciales para la sobrevivencia, por lo que para una próxima investigación deberán aplicarse dosis menores a las utilizadas.

En el Cuadro 9, se presentan los resultados del test de Duncan para la combinación de tratamientos, donde las sobrevivencia medias en porcentaje, fueron ordenadas de mayor a menor, indicándose el número de tratamiento y los respectivos niveles de riego y fertilización combinados.

Las letras iguales indican que esas combinaciones de tratamientos fueron homogéneas o produjeron efectos similares en la respuesta de la sobrevivencia, con un 95% de confiabilidad.

Cuadro 9: Resultados del Test de Duncan para la combinación de tratamientos, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

		Combinación de tratamientos		S (%) media	Test de Duncan para la combinación de tratamientos
		Riego	Fertilización		
T5	R1F0	Mayor	Sin fertilización	84,00	a
T6	R1F1	Mayor	Menor	80,00	a b
T9	R2F0	Media	Sin fertilización	72,00	b c
T8	R1F3	Mayor	Mayor	58,66	d
T7	R1F2	Mayor	Media	56,00	d e
T13	R3F0	Menor	Sin fertilización	56,00	d e f
T14	R3F1	Menor	Menor	52,00	d e f g
T15	R3F2	Menor	Media	48,00	e f g h
T11	R2F2	Media	Media	40,00	i
T16	R3F3	Menor	Mayor	37,33	i j
T10	R2F1	Media	Menor	37,33	i j k
T3	R0F2	Sin riego	Media	20,00	l
T12	R2F3	Media	Mayor	17,33	l m
T2	R0F1	Sin riego	Menor	9,33	n
T4	R0F3	Sin riego	Mayor	1,33	o
T1	R0F0	Sin riego	Sin fertilización	0,00	o P

De acuerdo al Cuadro 9, las mayores sobrevivencias (%) medias estuvieron dadas por T5, T6 y T9, como se observa en la Figura 4.

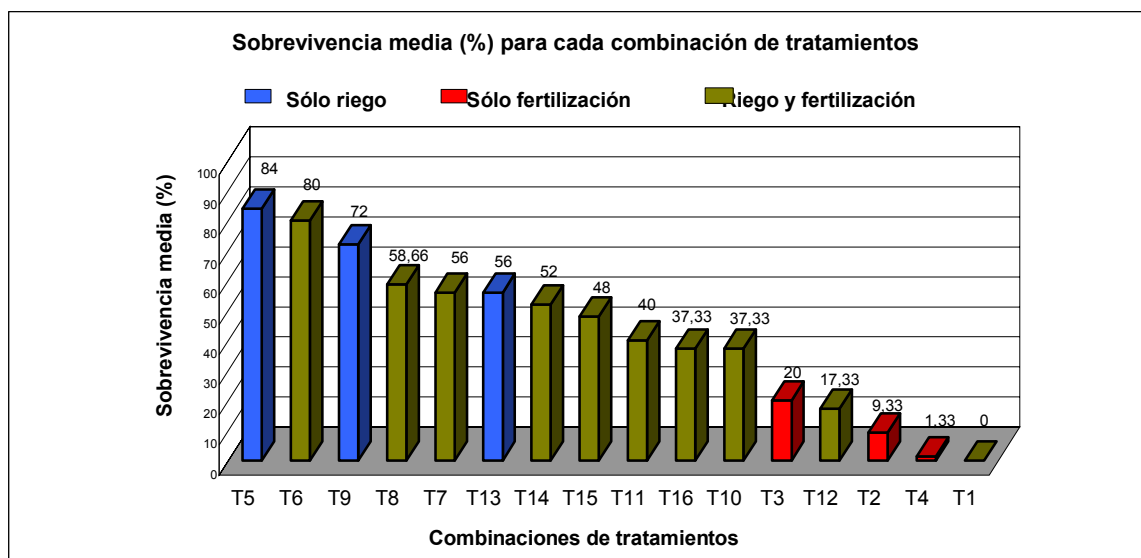


Figura 4: Sobrevivencia media (%) para cada combinación de tratamientos, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo al test de Duncan, T5 y T6 produjeron efectos similares en la sobrevivencia, a igual que T6 y T9, pero T5 y T9 presentaron diferencias significativas.

La mayor sobrevivencia la obtuvo T5 (84%), en el cual se aplicó la mayor cantidad de riego y no se fertilizó. Esta combinación de niveles, corresponde a los niveles que presentaron la mayor sobrevivencia media en cada factor, de acuerdo al anterior análisis de factores.

Las menores sobrevivencias la obtuvieron el tratamiento testigo, donde no hubo sobrevivencia y T4 con un 1,33%, produciendo efectos similares en la respuesta de la sobrevivencia, pero significativamente diferentes al resto de los tratamientos. Coincidieron en que a ambos no se les aplicó riego.

Es importante destacar que en el tratamiento testigo no hubo sobrevivencia. Esto tal vez se deba a que *Eucalyptus gunnii* no soporta prolongados periodos de sequía, característico de la localidad de Chile Chico, donde los meses con déficit hídrico van de septiembre a marzo, con valores máximos en verano, siendo enero el mes con mayor déficit hídrico (IREN, 1979). Esto sumado a las altas temperaturas estivales y a la presencia de vientos que bordean los 60 km por hora en el mismo periodo, hace muy difícil la sobrevivencia de especies que no estén adaptadas a estas condiciones extremas.

En general, se observó que la mortalidad fue del 100% al no regar ni fertilizar, experimentando una leve mejoría al fertilizar, la cual fue superada notoriamente al adicionar riego, observándose una mayor sobrevivencia a medida que aumentó la cantidad de riego y disminuyó la dosis de fertilizante.

De acuerdo a Salamé (2001) la aplicación de fertilizante, en ausencia de riego, arrojó también las sobrevivencias más bajas para *Eucalyptus globulus*, en las dunas de Chanco. Sin embargo, al aplicar riego, la sobrevivencia mejoró.

En la Figura 5, se analizó el comportamiento de la sobrevivencia para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis de fertilizante.

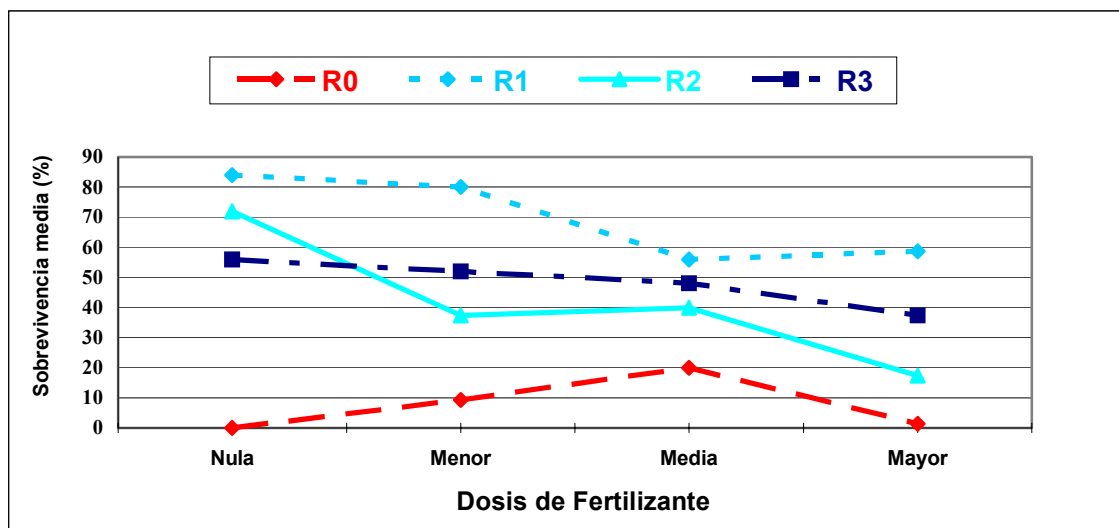


Figura 5. Comportamiento de la sobrevivencia (%) media para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis de fertilizante del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Las curvas corresponden a los diferentes niveles de riego y los cambios de pendiente se deben al comportamiento de la sobrevivencia bajo el efecto de los diferentes niveles de fertilización.

La curva R0, corresponde a las combinaciones de tratamientos donde no se regó; la curva R1, a las que se les aplicó la mayor cantidad de riego; la curva R2, a las que se les aplicó riego medio y la curva R3, a las que les aplicó la menor cantidad de riego, bajo las diferentes dosis de fertilizantes.

La curva R0 (sin riego), presentó las menores sobrevivencias, inferiores al 20%. La mayor sobrevivencia se produjo al aplicar la dosis media, siendo estadísticamente diferente a las otras tres combinaciones de tratamientos. La dosis nula y mayor presentaron las menores sobrevivencias, presentando efectos similares de acuerdo al test de Duncan.

La curva R1 (mayor riego), se diferenció notablemente de la curva R0 al aumentar en forma considerable la sobrevivencia por efecto del riego, obteniéndose las mayores sobrevivencias al no fertilizar y al aplicar la dosis menor, siendo similares sus efectos, pero diferentes estadísticamente a las otras dos combinaciones de tratamientos, las cuales disminuyeron en sobrevivencia, comportándose de forma similar, de acuerdo al test de Duncan.

En la curva R2 (riego medio), la mayor sobrevivencia se produjo al no fertilizar, diferenciándose significativamente de las otras tres combinación de tratamientos, los cuales disminuyeron en forma considerable al fertilizar. La menor sobrevivencia se produjo al aplicar la mayor dosis de fertilizante, presentando también diferencias significativas a las otras tres combinaciones.

Por último, en la curva R3 (menor riego), al aplicar la mayor dosis de fertilizante se produjo la menor sobrevivencia, siendo significativamente diferente al resto de los tratamientos. Las otras tres combinaciones de tratamientos produjeron efectos similares.

En general, se observó que la curva R0 (sin riego), es decir el tratamiento testigo y las unidades experimentales donde sólo se fertilizó, presentaron las sobrevivencias más bajas del ensayo; sin embargo, al aplicar riego la sobrevivencia aumentó en forma notoria.

De acuerdo a Salamé (2001) la aplicación de fertilizante, en ausencia de riego, arrojó también la sobrevivencias más bajas para *Eucalyptus globulus*, en las dunas de Chanco. Sin embargo, al aplicar riego, la sobrevivencia mejoró.

Esto se explica, ya que, al solucionar el problema de estrés hídrico, manteniendo una alta humedad en el suelo, mejoran las respuestas ante las dosis de fertilizante aplicadas (Cerdeira, 1994), por lo que indicaría que al aplicar fertilizante se obtendrán mejores resultados en sobrevivencia, si además se aplica riego.

Por último, la dosis más alta de fertilizante en R0, R2 y R3 produjo las menores sobrevivencias. De acuerdo a los resultados obtenidos por Salamé (2001) en las dunas de Chanco VII Región, que también presenta prolongados periodos de sequía, la sobrevivencia de *Eucalyptus globulus*, también disminuyó al aplicar la dosis más alta de fertilizante, por ser mayor a la requerida por las plantas, tanto en presencia o en ausencia de riego.

En la Figura 6, se analizó el comportamiento de la sobrevivencia para cada nivel de fertilización bajo las diferentes frecuencias de riego.

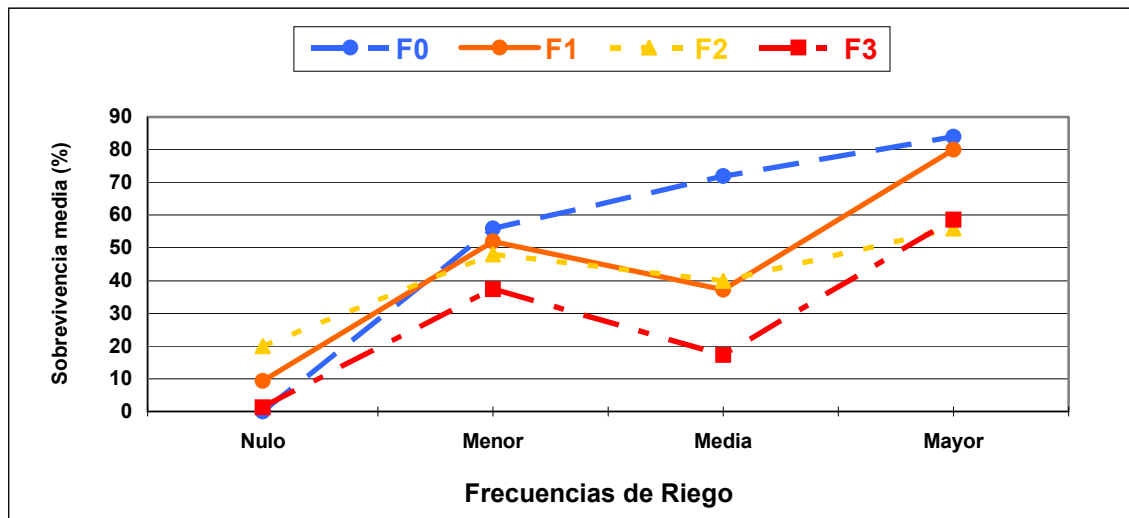


Figura 6. Comportamiento de la sobrevivencia para cada nivel de fertilización bajo las diferentes frecuencias de riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

La curva F0 (sin fertilizante) representa a aquellos tratamientos en que sólo se regó y el tratamiento testigo y, de acuerdo a esto, la sobrevivencia aumentó considerablemente al regar, en relación al tratamiento en que no se regó (testigo), produciéndose un aumento de la sobrevivencia a medida que aumentó la frecuencia de riego.

Los resultados obtenidos por Cisterna (1999), con *Eucalyptus globulus*, en suelos arroceros de la VII Región, también demostraron que la aplicación de riego aumenta la sobrevivencia de las plantas, en relación a los no regados, observándose una mayor sobrevivencia en aquellos tratamientos en que el volumen o frecuencia de riego, fue mayor.

Tanto en la curva F1, como la F2 y la F3 (dosis de fertilizante más baja, media y más alta respectivamente), aumentaron su sobrevivencia al regar, produciéndose una disminución al aumentar la frecuencia de riego, que luego aumentó superando a todas las demás combinaciones con la mayor frecuencia de riego.

En general se observó, un aumento significativo en la sobrevivencia al regar, obteniéndose las mayores sobrevivencias con la mayor frecuencia de riego, en cada una de las curvas. Santelices (1995), en la zona costera de Constitución, también observó un aumento de la sobrevivencia de las plantas de *Eucalyptus globulus* fertilizadas al regar, en relación a las no regadas.

Por todo lo analizado anteriormente, se puede decir que el riego constituye un factor importante al momento de establecer una plantación de *Eucalyptus gunnii*, lo cual puede deberse a los altos montos de precipitación en su área de origen que bordea los 1600 mm anuales, haciendo muy escasa su sobrevivencia en ecosistemas que presenten déficit hídrico permanente.

Es así que en los ensayos de introducción, implementados en el año 1990, fueron realizados con riego ya que este elemento es abundante en el área por encontrarse implementado un sistema de regadío que provee de agua a toda la zona agrícola de Chile Chico, que abarca 1.200 hectáreas aproximadamente y que es alimentado en gran parte por el río Jeinimeni y otros arroyos presentes en la localidad, los cuales desembocan finalmente al Lago General Carrera.

Por esto puede decirse con mayor seguridad que la causa de muerte, en el año 1993, de la mayor parte de los ejemplares de *Eucalyptus gunnii* plantados en la década del 70 (20 m de altura y 35 cm de DAP), fue la disminución del aporte de agua superficial y subterránea, debido al desvío de uno de los arroyos cercanos a este, por lo que cualquier tipo de establecimiento con esta especie tendrá que realizarse con riego para asegurar su sobrevivencia.

6.2.2 Análisis del incremento medio en altura.

Como se menciona anteriormente, al no existir igual número de individuos por unidad experimental, debido a las diferentes sobrevivencias obtenidas por cada combinación de tratamientos, no corresponde realizar un análisis de varianza, ya que este exige igual número de individuos por unidad experimental. Por esto sólo se realizó un análisis descriptivo, donde se compararon las medias obtenidas por los niveles de cada factor y las combinaciones de tratamientos.

En el Cuadro 10, se presentan los incrementos medios en altura de cada nivel del riego, ordenados de mayor a menor.

Cuadro 10: Incremento medio en altura para cada nivel de riego, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Riego (5 litros)	Incremento medio en altura (cm)
R0: sin riego	31,47
R1: riego cada 10 días (mayor frecuencia de riego)	16,46
R2: riego cada 20 días (frecuencia de riego media)	13,01
R3: riego cada 30 días (menor frecuencia de riego)	11,98

De acuerdo al Cuadro 10, el mayor incremento medio en altura se produjo en las unidades experimentales que no se regaron y el menor incremento en aquellas unidades experimentales que se regaron cada 30 días, es decir, recibieron la menor cantidad de riego, como se observa en la Figura 7.

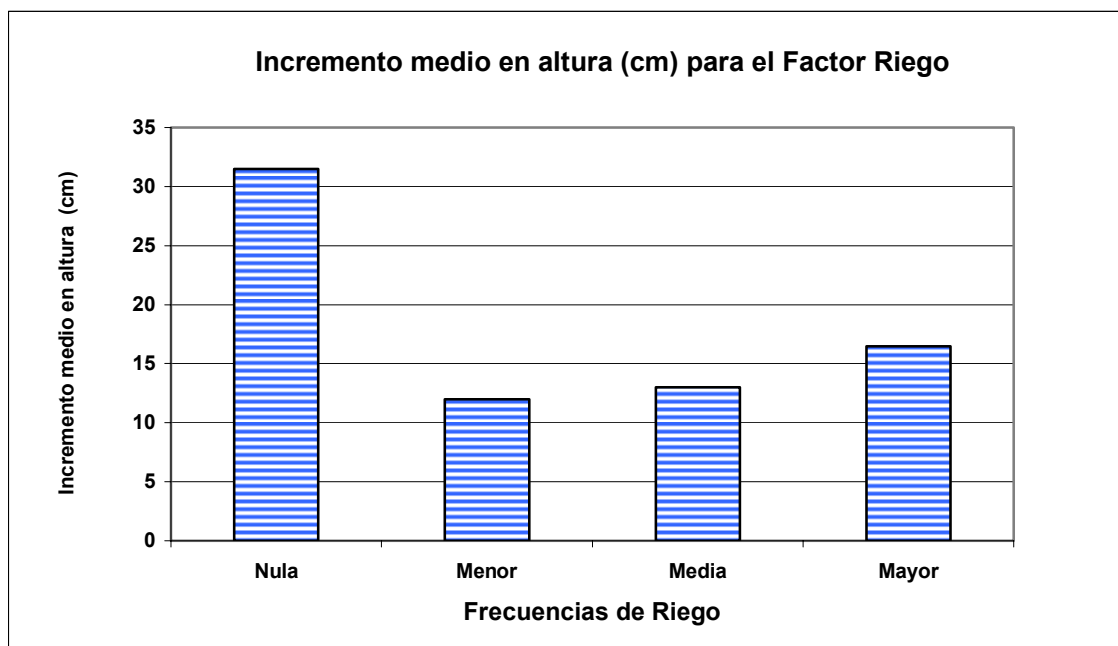


Figura 7: Incremento medio en altura para cada frecuencia de riego, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 7, las unidades experimentales que no se regaron, duplicaron en incremento a las regadas, lo que indica que el riego no produjo un efecto positivo en el incremento medio de la altura. Las unidades experimentales que no se regaron superaron entre un 91% y un 162% el incremento medio de la altura de las unidades experimentales regadas.

De todas formas se observa un aumento en el incremento medio de la altura a medida que aumentó la frecuencia de riego.

Becerra (2001), en el secano interior de la VIII Región, observó el mismo comportamiento en *Eucalyptus globulus*, donde el incremento medio en altura fue superior en las plantas que no se regaron.

A continuación en el Cuadro 11, se presentan los incrementos medios en altura para cada nivel de fertilización, ordenados de mayor a menor.

Cuadro 11: Incremento medio en altura para cada nivel de fertilización, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Fertilización	Incremento medio en altura (cm)
F1: N=30 P=15 K= 7,5 (menor dosis)	24,23
F2: N=60 P=30 K=15 (dosis media)	22,66
F3: N=90 P=45 K=22,5 (mayor dosis)	18,84
F0: Sin fertilizantes (dosis nula)	7,20

De acuerdo al Cuadro 11, el mayor incremento medio en altura se obtuvo al fertilizar con la menor dosis y el menor incremento se produjo al no fertilizar

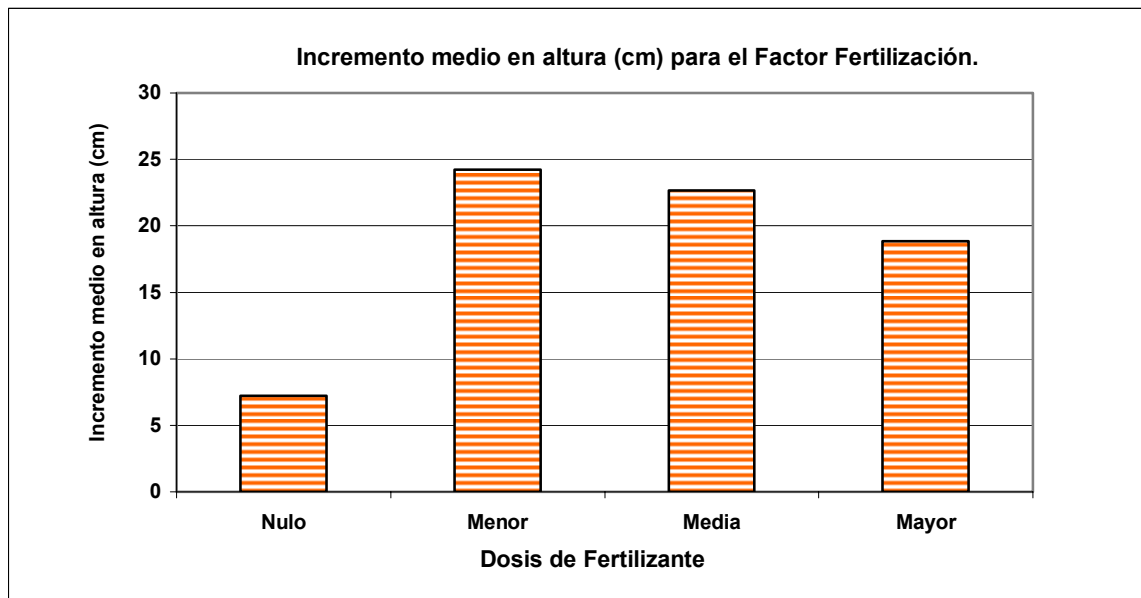


Figura 8: Incremento medio en altura para cada dosis de fertilizante, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Al Observar la Figura 8, las unidades experimentales que no se fertilizaron presentaron incrementos medios en altura claramente menores a las fertilizadas, lo que indicaría que el incremento medio en altura respondió positivamente a la fertilización. Las unidades experimentales fertilizadas superaron entre un 161% y 236% a las no fertilizadas.

De acuerdo a Escobar (1993), las plantas fertilizadas de *Eucalyptus globulus*, también respondieron positivamente a la adición de nutrientes, alcanzando alturas superiores que a las de las plantas no fertilizadas.

También se observa que a medida que disminuyó la dosis de fertilizante, aumentó el incremento medio de la altura, lo que indicaría que las dosis fueron mayores a las requeridas por las plantas.

Salamé (2001), en plantas de *Eucalyptus globulus*, también observó una disminución en el incremento medio de la altura al aumentar la dosis de fertilizante, lo cual se debió supuestamente a un abastecimiento excesivo de nutrientes con consecuencias tóxicas.

En el Cuadro 12, se observan los incrementos medios en altura para cada combinación de tratamientos, los cuales fueron ordenados de mayor a menor, indicándose el número de tratamiento y los respectivos niveles de riego y fertilización combinados.

Cuadro 12: Incremento medio en altura obtenido por cada combinación de tratamientos, para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

		Combinación de Tratamientos		ΔH (cm)
		Riego	Fertilización	
T2	R0F1	Sin riego	Menor	21,27
T3	R0F2	Sin riego	Media	16,43
T16	R3F3	Menor	Mayor	8,54
T8	R1F3	Mayor	Mayor	7,04
T7	R1F2	Mayor	Media	5,90
T6	R1F1	Mayor	Menor	5,86
T12	R2F3	Media	Mayor	5,28
T11	R2F2	Media	Media	5,20
T4	R0F3	Sin riego	Mayor	4,27
T9	R2F0	Media	Sin fertilización	3,78
T5	R1F0	Mayor	Sin fertilización	3,15
T10	R2F1	Media	Menor	3,10
T13	R3F0	Menor	Sin fertilización	2,68
T15	R3F2	Menor	Media	2,68
T14	R3F1	Menor	Menor	2,08
T1	R0F0	Nulo	Nulo	0,00
Media General				6,09

Los datos anteriores fueron traspasados a la Figura 9, que a continuación se observa.

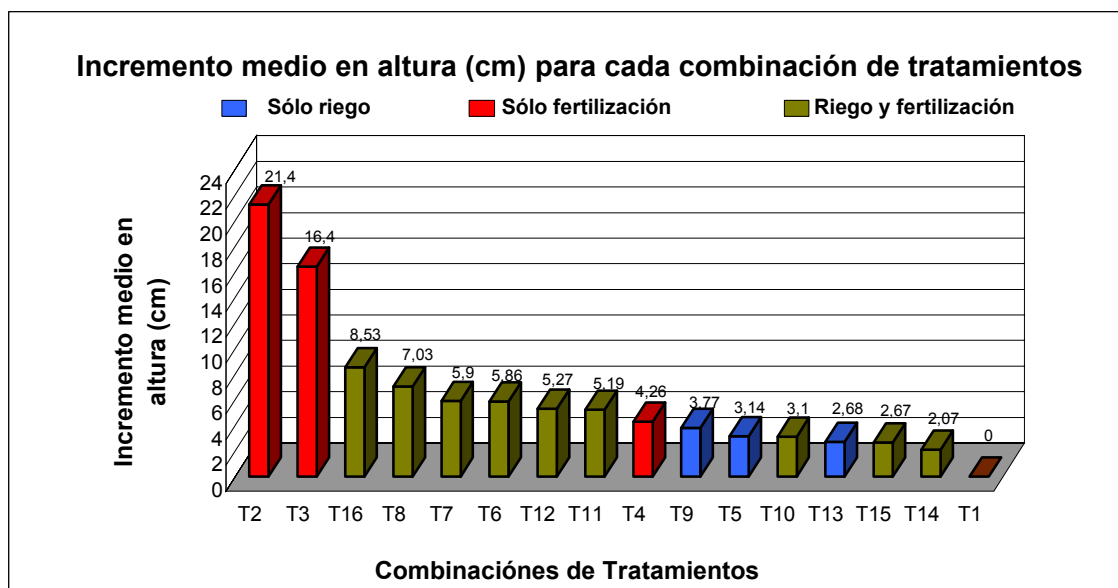


Figura 9: Incremento medio en altura (cm) para las diferentes combinaciones de tratamientos de riego y fertilización en *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 9, T2 produjo el mayor incremento medio en altura 21,27 cm, en el cual se fertilizó con la menor dosis y no se regó. T14 produjo el menor incremento medio en altura 2,08 cm, en el cual se regó con la menor frecuencia y se fertilizó con la menor dosis. T2 superó en un 922% al incremento medio de T14.

También se observa que a menor dosis de fertilizante, en ausencia de riego, mayor fue el incremento medio de la altura. Esto puede deberse, según Cerda (1994), a que en ausencia de riego y altas dosis de fertilizantes, aumenta la concentración de sales solubles en el suelo, lo cual restringe la entrada de agua hacia la raíz, inhibiendo su función, por lo que la dosis se hace tóxica, disminuyendo el crecimiento de la planta.

Por otro lado también se observó, que los tratamientos que solo se regaron (color azul), presentaron incrementos medios en altura inferiores a la media general de 6,09 cm, siendo T9 el que produjo la mayor respuesta 3,78 cm y T13 la menor 2,68 cm.

De los tratamientos que se regaron y fertilizaron (color verde), T16 produjo la mayor respuesta y el tercer mejor resultado de los tratamientos con 8,54 cm, superando a la media. En T16 se regó con la menor frecuencia y se fertilizó con la mayor dosis.

En la Figura 10 se observa el comportamiento de los incrementos medios en altura para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis de fertilización.

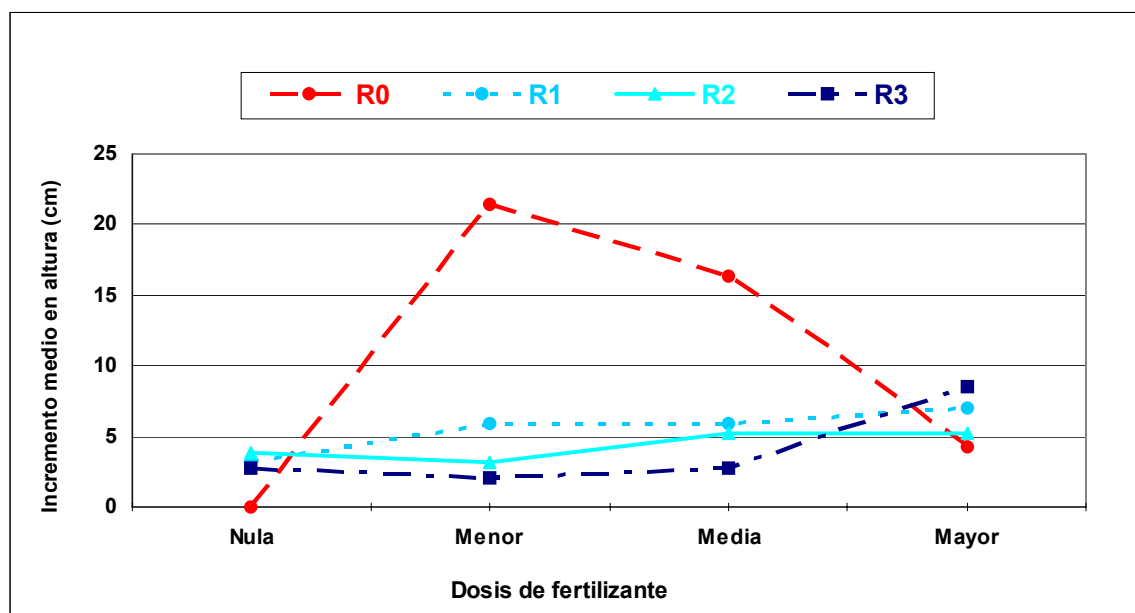


Figura 10. Comportamiento de los incrementos medios en altura para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis de fertilizante aplicadas para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

En la curva R0 (sin riego), que representa aquellos tratamientos donde sólo se aplicó fertilizante y el tratamiento testigo, el incremento medio en altura aumentó drásticamente al aplicar fertilizante en relación al tratamiento donde no se aplicó (testigo), luego a medida que aumentó la dosis de fertilizante los incrementos medios en altura fueron menores.

El mismo comportamiento se observó para *Eucalyptus globulus*, en las dunas de Chanco, donde a medida que aumentó la dosis de fertilizante disminuyó el incremento medio en altura (Salamé, 2001), ya que al aplicar una dosis mayor a la requerida por la planta, ésta disminuye su crecimiento o causa su muerte.

En la curva R1 (mayor riego), el incremento medio en altura aumentó al aplicar fertilizante, luego de lo cual tiende a estabilizarse, producto del aumento de la dosis aplicada.

La curva R2 (riego medio), el incremento medio en altura fue menor al aplicar fertilizante, experimentando un aumento al aplicar la dosis media, manteniéndose al aplicar la dosis más alta,

Por último, la curva R3 (menor riego), la mayor dosis de fertilizante logró un incremento notablemente mayor al resto de las combinaciones de tratamientos de la curva.

En general se observó, que la menor dosis y la dosis media de fertilizante lograron los mayores incrementos medios en ausencia de riego.

También se observó que el incremento medio en altura fue considerablemente menor, al aplicar riego (R1, R2 y R3). Sin embargo, para un mismo volumen de riego, el incremento aumentó a medida que aumentó la dosis de fertilizante.

Lo mismo sucedió con *Eucalyptus globulus* en el secano interior de la VIII Región, donde el incremento medio en altura aumentó para un mismo volumen de riego al aumentar la dosis de fertilizante (Jiménez, 2001).

En la Figura 11, se analizó el comportamiento del incremento medio en altura para cada nivel de de fertilización bajo las diferentes frecuencias de riego.

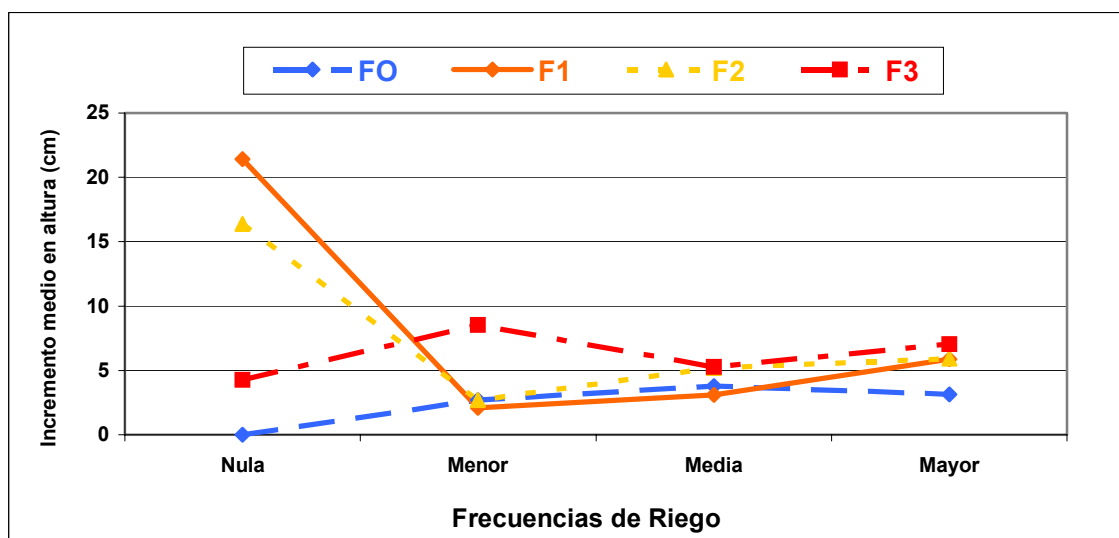


Figura 11. Comportamiento de los incrementos medios en altura para cada nivel de de fertilización bajo las diferentes frecuencias de riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

La curva F0 (sin fertilizante), muestra que el incremento medio en altura aumentó levemente al aplicar riego.

Tanto en la curva F1 (menor dosis), como la F2 (dosis media), el mayor incremento medio se obtuvo al no aplicar riego.

Sin embargo, se observa que, a medida que aumentó la frecuencia de riego también aumentó el incremento medio de la altura, lo cual también sucedió con *Eucalyptus globulus* en el secano interior de la VIII Región (Jiménez, 2001), donde para un mismo nivel de fertilización a mayor cantidad de riego, mayor fue el incremento medio en altura.

Por último, la curva F3 (mayor dosis), se produjo un aumento del incremento medio en altura al regar, pero luego disminuyó, para finalmente volver a aumentar con la mayor frecuencia de riego.

Según el análisis anterior, se observó que F1 y F2 en ausencia de riego obtuvieron los incrementos medios más altos del ensayo. L regar se obtuvieron incrementos medios notoriamente menores.

Los resultados obtenidos por Jiménez (2001) en el secano interior de la VIII Región para *Eucalyptus globulus*, en el período comprendido entre octubre y febrero, también se observó que el incremento medio en altura fue menor en las plantas fertilizadas que se regaron, pero en menor grado, no detectándose diferencias significativas.

6.2.3 Evaluación del incremento medio del diámetro a la altura del cuello.

Como se mencionó anteriormente, al no existir igual número de individuos por unidad experimental, debido a las diferentes sobrevivencias obtenidas por cada combinación de tratamientos, no corresponde realizar un análisis de varianza, ya que este exige igual número de individuos por unidad experimental. Por esto sólo se realizó un análisis descriptivo, donde se compararon las medias obtenidas por los niveles de cada factor y las combinaciones de tratamientos.

A continuación en el Cuadro 13, se presentan los incrementos medios del DAC para cada nivel de riego, ordenados de mayor a menor.

Cuadro 13: Incremento medio en DAC obtenidos por cada nivel del Factor Riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Riego (5 litros)	Incremento medio del DAC (mm)
R0: sin riego	5,99
R1: riego cada 10 días (mayor cantidad de agua)	4,91
R3: riego cada 30 días (menor cantidad de agua)	3,64
R2: riego cada 20 días (cantidad media de agua)	3,12

De acuerdo al Cuadro 13, el mayor incremento medio en DAC se produjo al no regar y el menor incremento al regar cada 20 días.

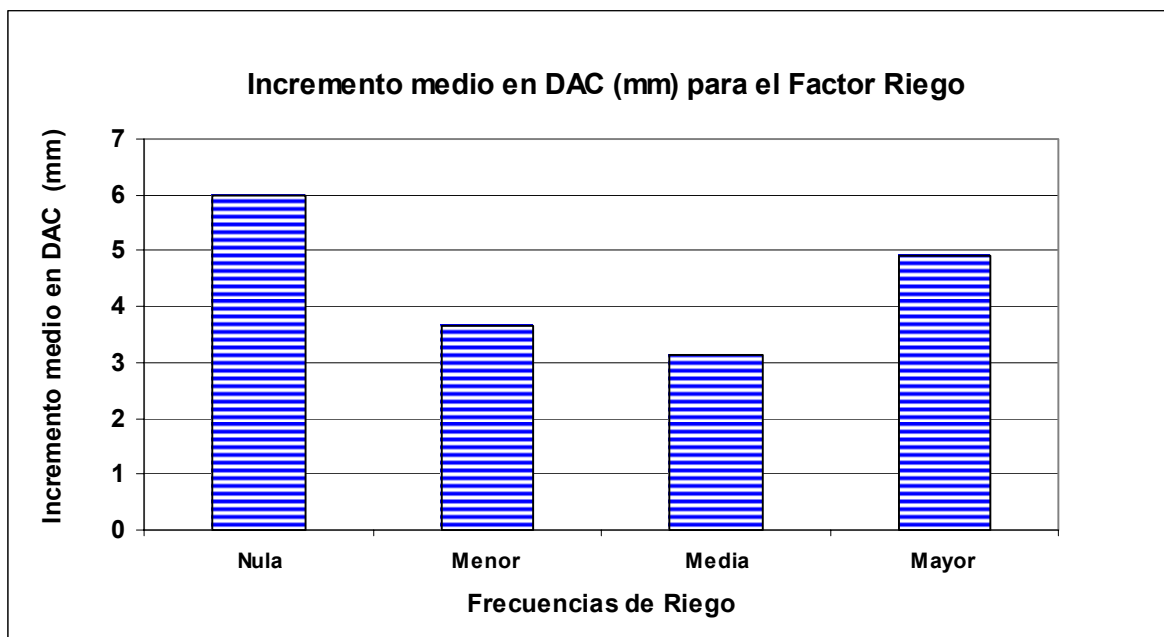


Figura 12: Incremento medio en DAC (mm) para cada frecuencia de riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 12, las unidades experimentales que no se regaron produjeron un incremento medio mayor a las regadas, superando este nivel entre un 21% y 91% a los demás niveles, por lo que el riego no tuvo un efecto positivo en el incremento medio del DAC.

Becerra (2001), en el secano interior de la octava región, también observó que las unidades experimentales que no se regaron presentaron un incremento medio superior a las regadas, pero a medida que aumentó la frecuencia de riego, esto se revirtió.

A continuación en el Cuadro 14, se presentan los incrementos medios del DAC, para cada nivel fertilización, ordenados de mayor a menor.

Cuadro 14: Incremento medio en DAC para cada nivel de fertilización, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Fertilización	Incremento medio del DAC (mm)
F2: N=60 P=30 K=15 (dosis media)	6,09
F1: N=30 P=15 K= 7,5 (menor dosis)	4,73
F3: N=90 P=45 K=22,5 (mayor dosis)	4,45
F0: Sin fertilizantes (dosis nula)	2,39

De acuerdo al Cuadro 14, al fertilizar con la dosis media se produjo el mayor incremento medio del DAC, en cambio el menor incremento se produjo al no fertilizar.

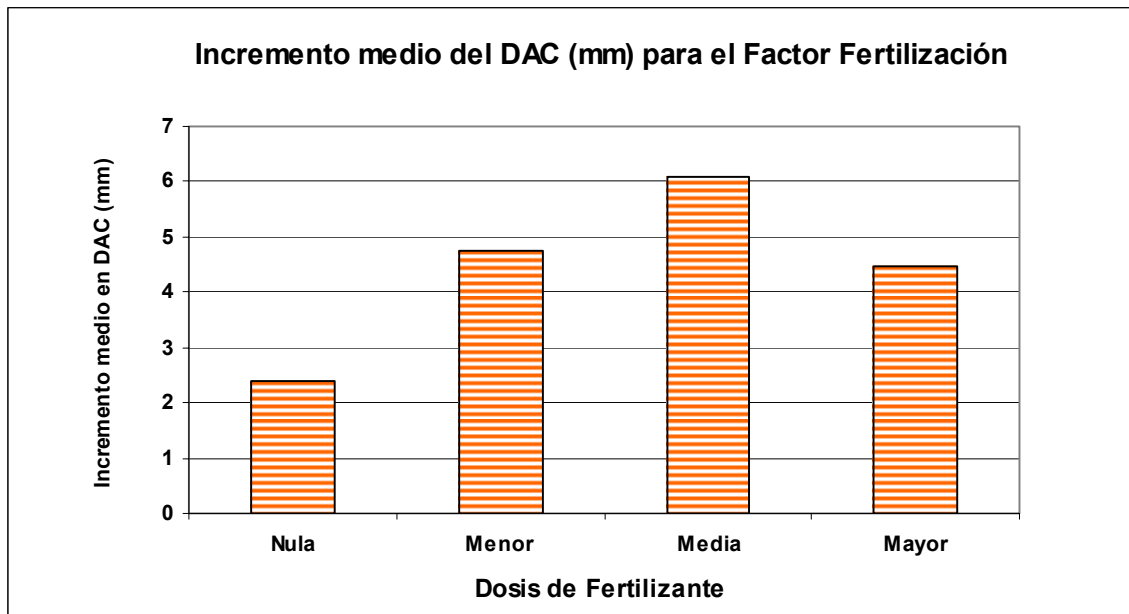


Figura 13: Incremento medio del DAC (mm) para cada dosis de fertilizante, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Al observar la Figura 13, las unidades experimentales fertilizadas obtuvieron un incremento medio del DAC, notablemente mayor a las unidades que no se fertilizaron, superando entre un 86% y un 158% al nivel que no se fertilizó.

Esto sugiere que la fertilización logró un efecto positivo en el incremento medio del DAC, observándose un aumento de este a medida que aumentó la dosis de fertilizante, obteniéndose el mayor incremento medio las unidades experimentales donde se aplicó la dosis media de fertilizante, sin embargo este disminuyó al aumentar la dosis, lo cual pudo deberse a que fue mayor a la requerida por la planta, disminuyendo su crecimiento.

Salamé (2001) en las dunas de Chanco, obtuvo los mismos resultados con ejemplares de *Eucalyptus globulus*, ya que las plantas fertilizadas superaron en incremento a las no fertilizadas, observándose un aumento del incremento a medida que aumentó la dosis, la cual disminuyó con la mayor dosis de fertilizante.

De acuerdo a Escobar et al, (1993), en la Provincia de Valdivia, las plantas fertilizadas de *Eucalyptus globulus*, también tuvieron una respuesta significativa a la adición de nutrientes. Sin embargo, a medida que aumentó la dosis, la respuesta tendió a estabilizarse, sin detectarse diferencias significativas en el incremento medio del DAC, producto de la mayor dosis de fertilizante.

En el Cuadro 15, se presentan los incrementos medias del DAC para cada combinación de tratamientos, los cuales fueron ordenados de mayor a menor.

Cuadro 15: Incremento medio en DAC obtenido por cada combinación de tratamientos, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

	Combinación de Tratamientos	Combinación de Tratamientos		Δ DAC (mm)
		Riego	Fertilización	
T3	R0F2	Sin riego	Media	3,85
T2	R0F1	Sin riego	Menor	3,10
T16	R3F3	Menor	Mayor	2,09
T8	R1F3	Mayor	Mayor	1,93
T7	R1F2	Mayor	Media	1,62
T11	R2F2	Media	Media	1,60
T6	R1F1	Mayor	Menor	1,55
T5	R1F0	Mayor	Sin fertilización	1,44
T9	R2F0	Media	Sin fertilización	1,05
T15	R3F2	Menor	Media	1,04
T4	R0F3	Sin riego	Mayor	1,03
T14	R3F1	Menor	Menor	1,03
T12	R2F3	Media	Mayor	0,88
T13	R3F0	Menor	Sin fertilización	0,70
T10	R2F1	Media	Menor	0,63
T1	R0F0	Nulo	Nulo	0,00
Media General				1,47

De acuerdo al Cuadro 15, T3, produjo el mayor incremento en DAC, 3,85 mm y T10 el menor incremento, 0,63 mm. En T3 sólo se fertilizó con la dosis media y en T10 se regó con un frecuencia media y se fertilizó con la menor dosis. T3 superó en un 511% el incremento medio de T10.

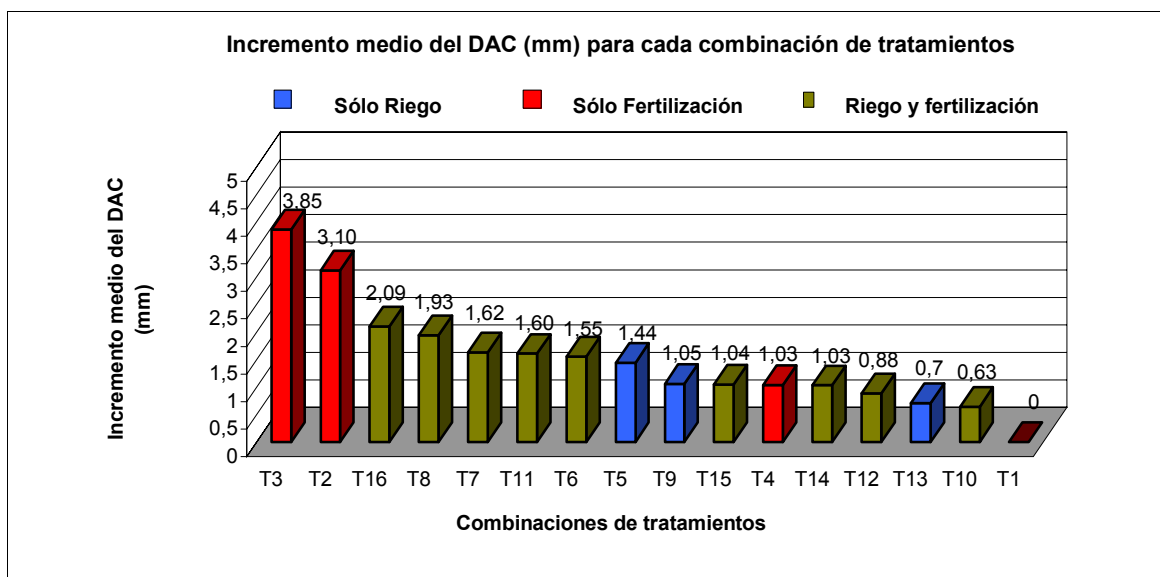


Figura 14: Incremento medio del DAC (mm) para las diferentes combinaciones de tratamientos de riego y fertilización en *Eucalyptus gunnii*.

En la Figura 14, se observa que los tratamientos que sólo se fertilizaron (color rojo), produjeron los mayores incrementos, a excepción de T4, en el cual se fertilizó con la mayor dosis, presentando un incremento inferior a la media general.

De los tratamientos que sólo se regaron, T5 obtuvo la mayor respuesta con 1,44 cm y T13 la menor 0,7 cm, donde a medida que aumentó la frecuencia de riego aumentó el incremento medio del DAC, pero sus incrementos fueron inferiores a la media general.

De los tratamientos que se fertilizaron y regaron, T16 obtuvo la mayor respuesta con 2,09 cm, superando a la media. En el se regó con la menor frecuencia y se fertilizó con la mayor dosis.

En la Figura 15, se observa el comportamiento de los incrementos medios en DAC para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis de fertilizante.

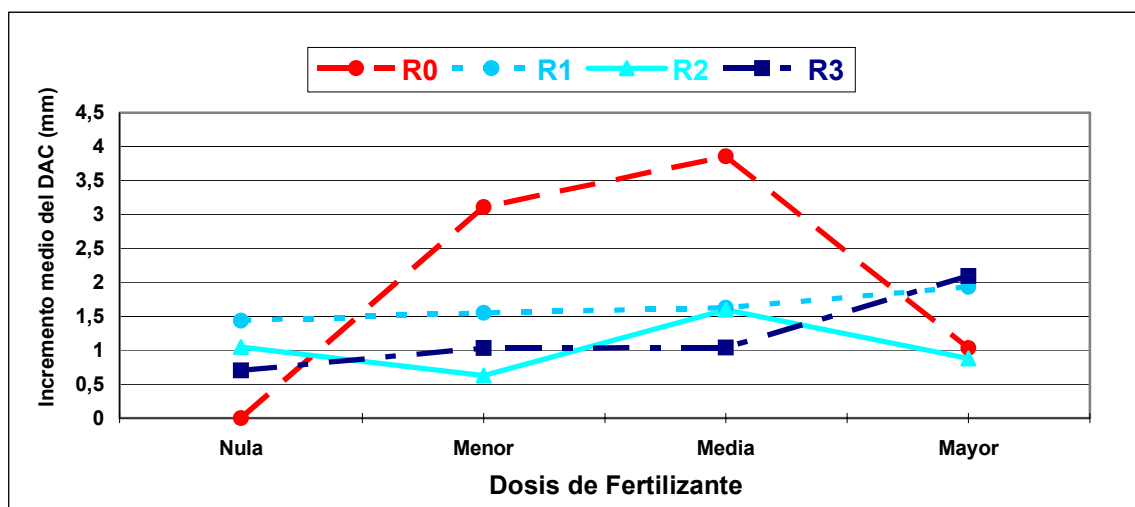


Figura 15. Comportamiento de los incrementos medios del DAC (mm) para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis fertilizante aplicadas para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 15, en la curva R0 (sin riego), se observa un gran aumento al fertilizar en relación al tratamiento en que no se fertilizó (testigo), alcanzando el máximo incremento con la dosis media, disminuyendo considerablemente al fertilizar con la dosis más alta.

Como se dijo anteriormente, el descenso drástico en el incremento podría responder a una toxicidad causada por el exceso de fertilizante, lo cual produce una disminución en el crecimiento de las plantas.

Este mismo comportamiento se observó para *Eucalyptus globulus* en las dunas de Chanco, en el cual al fertilizar con la dosis más alta, también disminuyó considerablemente el incremento medio en DAC (Salamé, 2001).

En la curva R1 (mayor frecuencia de riego) se observa que al aumentar la dosis de fertilizantes aumentó levemente el incremento medio del DAC.

La curva R2 (frecuencia media de riego), el incremento medio del DAC disminuyó al fertilizar con la menor dosis, pero aumentó en forma notoria al fertilizar con la dosis media, para luego volver a disminuir con la mayor dosis.

Por último, la curva R3 (menor frecuencia de riego), el incremento medio del DAC aumentó al fertilizar con la menor dosis, manteniéndose con la dosis media, para finalmente aumentar notoriamente con la dosis mayor.

En general, se observó que los tratamientos donde sólo se fertilizó con la menor dosis y la dosis media, presentaron los incrementos medios del DAC más altos. Para la curva R1 y R3, se observó un leve aumento en el incremento a medida que aumentó la dosis de fertilizante

Lo mismo sucedió con *Eucalyptus globulus* en el secano interior de la VIII Región, donde el incremento medio en DAC para un mismo volumen de riego aumentó al aumentar la dosis de fertilizante (Jiménez, 2001).

En la Figura 16, se analizó el comportamiento del incremento medio del DAC para cada nivel de fertilización bajo las diferentes frecuencias de riego.

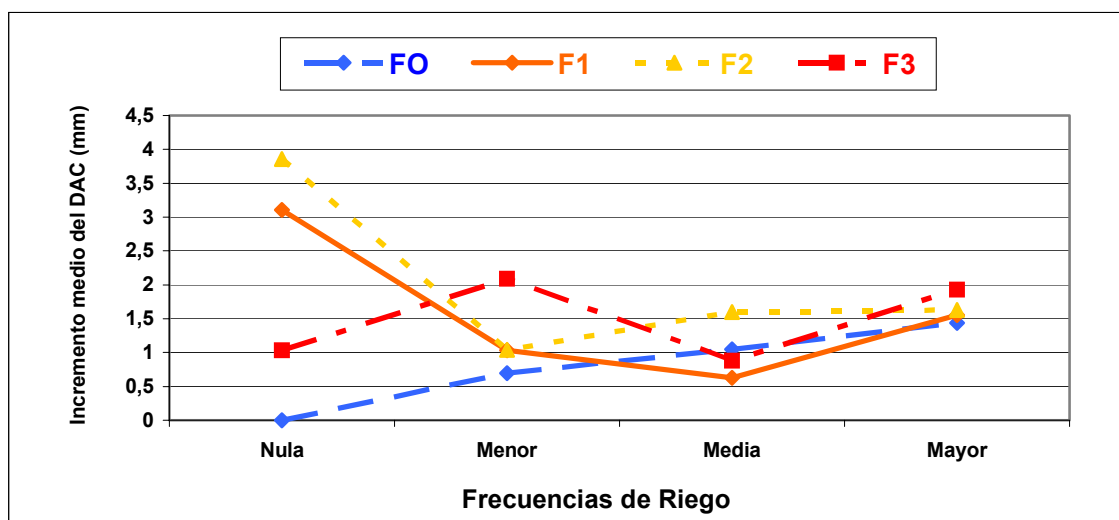


Figura 16. Comportamiento de los incrementos medios del DAC (mm), para cada nivel de fertilización bajo las diferentes frecuencias de riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 16, en la curva F0 (sin fertilizante), el incremento medio del DAC aumentó notoriamente al regar en relación al tratamiento en que no se regó (testigo), observándose luego que al aumentar la frecuencia de riego, también aumentó el incremento medio del DAC.

Lo mismo se observó para *Eucalyptus globulus* en los suelos arroceros de la VII Región, en el cual el incremento medio del DAC aumentó a medida que aumentó la frecuencia de riego (Cisterna, 1999).

En la curva F1 (menor dosis), el mayor incremento medio se obtuvo al no regar, disminuyendo notoriamente al regar, para luego aumentar con la mayor frecuencia de riego.

La curva F2 (dosis media), se comportó similar a la curva F1, ya que también disminuyó significativamente al regar.

Por último, en la curva F3 (mayor dosis), a diferencia de las otras curvas, al regar con la frecuencia media, el incremento aumentó.

Según el análisis anterior, se observó que, para F1 (menor dosis) y F2 (dosis media), el incremento medio del DAC fue notablemente menor en las unidades experimentales regadas. En cambio, en F3 (mayor dosis), el incremento medio experimentó un aumento al regar.

En los resultados obtenidos por Jiménez (2001) en el secano interior de la VIII Región para *Eucalyptus globulus*, en el período comprendido entre octubre y diciembre, también se observó un incremento medio del DAC menor en las unidades experimentales fertilizadas que se regaron, pero en menor grado, no detectándose diferencias significativas.

6.2.4 Evaluación del incremento medio del índice de crecimiento.

Como se menciona anteriormente, al no existir igual número de individuos por unidad experimental, debido a las diferentes sobrevivencias obtenidas por cada combinación de tratamientos, no corresponde realizar un análisis de varianza, ya que este exige igual número de individuos por unidad experimental. Por esto sólo se realizó un análisis descriptivo, donde se compararon las medias obtenidas por los niveles de cada factor y las combinaciones de tratamientos.

A continuación en el Cuadro 16, se presentan los incrementos medios de los IC de cada nivel de riego, ordenados de mayor a menor.

Cuadro 16: Incremento medio del IC para cada nivel de riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Riego (5 litros)	Incremento medio del IC (cm ³)
R0: sin riego	15,84
R1: riego cada 10 días (mayor frecuencia de riego)	9,34
R3: riego cada 30 días (menor frecuencia de riego)	9,08
R2: riego cada 20 días (frecuencia de riego media)	8,46

De acuerdo al Cuadro 16, el mayor incremento medio del IC, se obtuvo en aquellas unidades experimentales que no fueron regadas y el menor incremento con el riego cada 20 días.

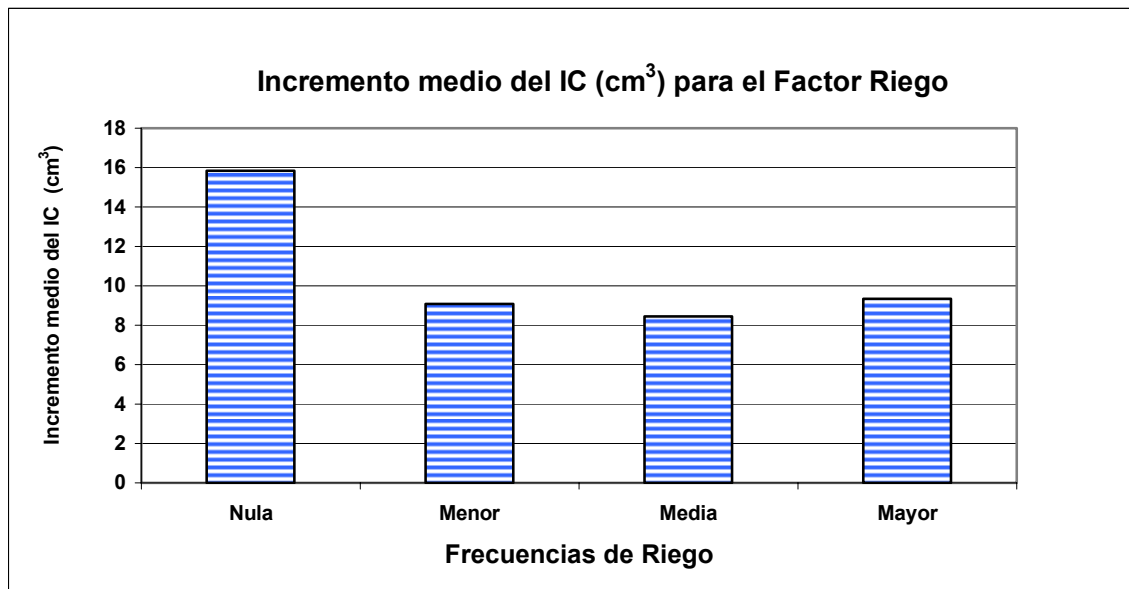


Figura 17: Incremento medio del IC (cm³) para cada frecuencia de riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

En la Figura 17, el nivel que no se regó superó entre un 69% y 87% el incremento medio del IC de los demás niveles, por lo que el efecto del riego no fue positivo en el incremento medio del IC.

En los ensayos realizados por Santelices (1995), las unidades experimentales regadas y no regadas, no presentaron diferencias significativas en el incremento medio del IC. Sin embargo, a diferencia de lo mencionado antes, las plantas regadas superaron en incremento a las no regadas.

A continuación, en el Cuadro 17 se presentan los incrementos medios de los IC para cada nivel de fertilización, ordenados de mayor a menor.

Cuadro 17: Incrementos medios del IC para cada nivel de fertilización del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Niveles de Fertilización	Incremento medio del IC (cm ³)
F1: N=30 P=15 K= 7,5 (menor dosis)	13,10
F2: N=60 P=30 K=15 (dosis media)	12,45
F3: N=90 P=45 K=22,5 (mayor dosis)	12,10
F0: Sin fertilizantes (dosis nula)	5,06

De acuerdo al Cuadro 17, la menor dosis de fertilizante logró un mayor efecto en la respuesta del incremento medio del IC que el resto de los niveles, en cambio el nivel no fertilizado produjo el menor incremento medio del IC.

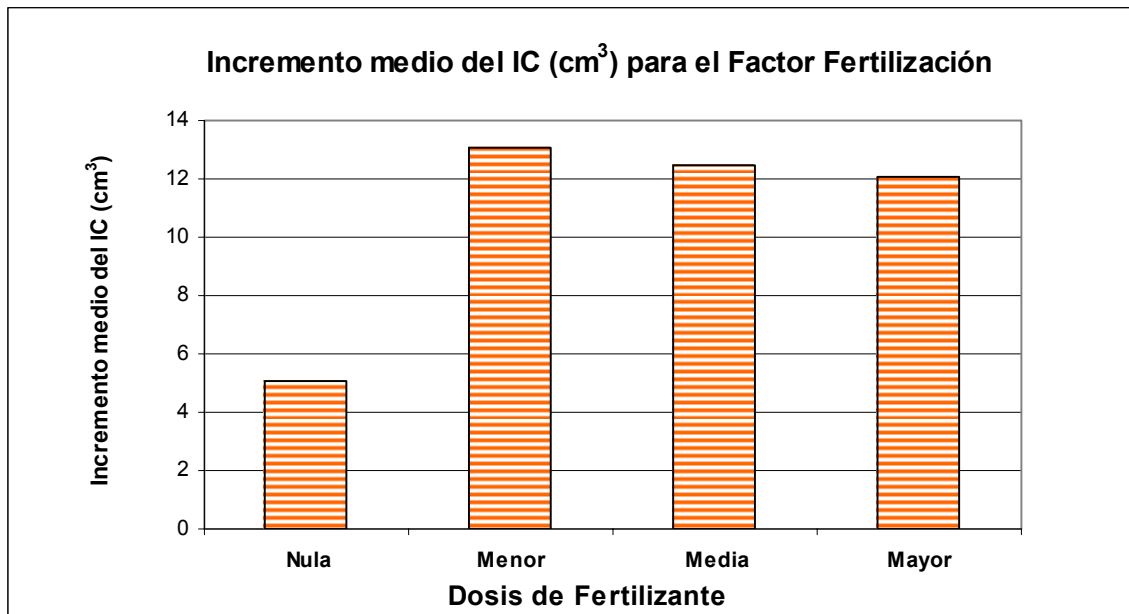


Figura 18: Incremento medio del IC (cm³) para cada dosis de fertilizante del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

En la Figura 18, se observa que la respuesta en incremento medio del IC de las unidades experimentales fertilizadas, fue notoriamente mayor a las no fertilizadas, lo que indica que el incremento medio del IC, respondió positivamente a la adición de nutrientes.

Los incrementos medios de los IC de los niveles fertilizados superaron entre un 139% y un 158% al no fertilizado.

Salamé (2001), observó lo mismo en plantas de *Eucalyptus globulus* en las dunas de Chanco, ya que las plantas no fertilizadas presentaron incrementos menores a las fertilizadas.

También se observa, en forma leve, que a menor dosis de fertilizante, mayor fue el incremento medio del IC.

En el Cuadro 18, se presentan los incrementos medios del IC, los cuales fueron ordenados de mayor a menor, indicándose el número de tratamiento y los respectivos niveles de riego y fertilización combinados.

Cuadro 18: Incrementos medios del IC obtenido por cada combinación de tratamientos, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

		Combinación de Tratamientos		ΔIC (cm ³)
		Riego	Fertilización	
T2	R0F1	Sin riego	Menor	10,76
T3	R0F2	Sin riego	Media	8,66
T16	R3F3	Menor	Mayor	5,64
T12	R2F3	Media	Mayor	5,15
T8	R1F3	Mayor	Mayor	4,11
T6	R1F1	Mayor	Menor	3,07
T5	R1F0	Mayor	Sin fertilización	2,69
T11	R2F2	Media	Media	2,62
T7	R1F2	Mayor	Media	2,59
T13	R3F0	Menor	Sin fertilización	2,33
T15	R3F2	Menor	Media	2,27
T14	R3F1	Menor	Menor	1,87
T10	R2F1	Media	Menor	1,78
T9	R2F0	Media	Sin fertilización	1,74
T4	R0F3	Sin riego	Mayor	1,70
T1	R0F0	Sin riego	Sin fertilización	0,00
Media General				3,56

Estos datos fueron traspasados a la Figura 19, que a continuación se observa.

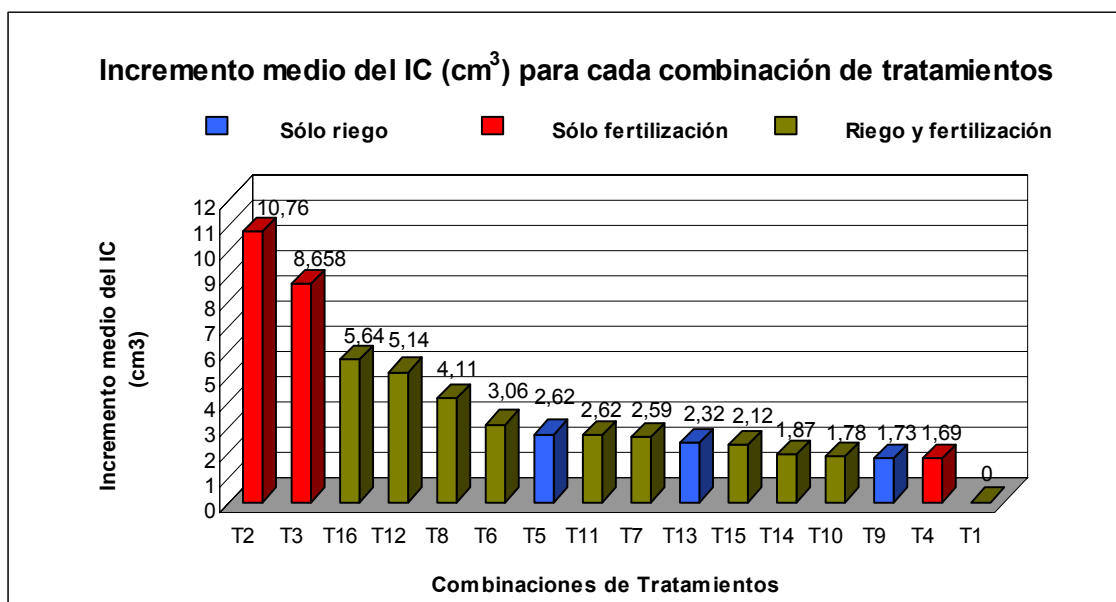


Figura 19: Incremento medio del IC (cm³) para las diferentes combinaciones de tratamientos de riego y fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 19, T2 produjo la mayor respuesta en el incremento medio del IC, 10,76 cm³ y T4 la menor, 1,7 cm³. T2 superó en un 532% a T4. En T2 se fertilizó con la menor dosis y no se regó y en T4 se fertilizó con la mayor dosis y tampoco se regó.

Los tratamientos que sólo recibieron riego (color azul), produjeron incrementos inferiores a la media de 3,56 cm³. T5, el cual se regó con la mayor frecuencia, produjo el mayor incremento, 2,62 cm³ y T9, el cual se regó con una frecuencia media, el menor, 1,73 cm³.

Los tratamientos que se regaron y fertilizaron (color verde), produjeron incrementos medios superiores a la media de 3,56 cm³ siendo T16 el que produjo la mayor respuesta, 5,64 cm³ y T10 el que produjo la menor respuesta, 1,78 cm³. En T16 se regó con la menor frecuencia y se fertilizó con la mayor dosis, y en T10 se regó con una frecuencia media y se fertilizó con la menor dosis.

A continuación, en la Figura 20 se analizó el comportamiento del incremento medio del índice de crecimiento para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis de fertilizantes aplicadas.

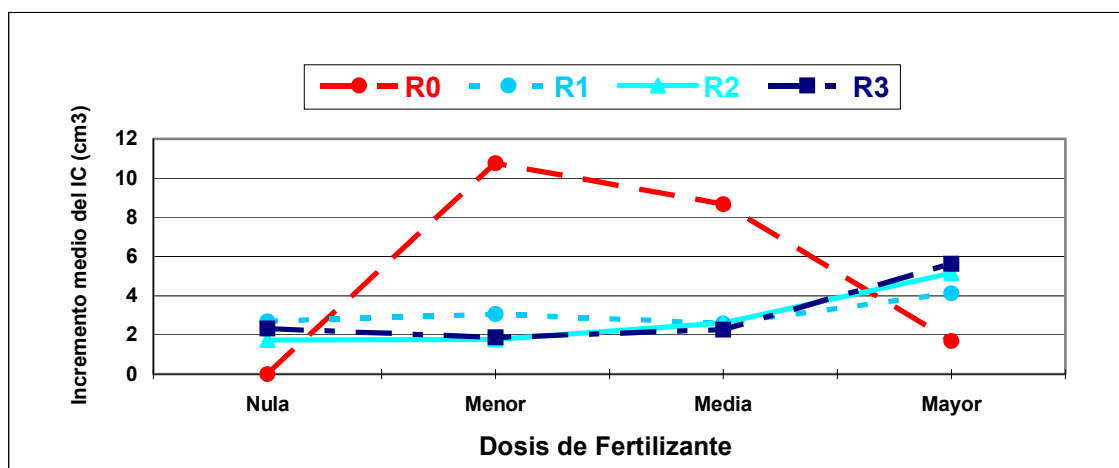


Figura 20. Comportamiento del incremento medio de los índices de crecimiento para cada nivel de riego bajo las diferentes dosis de fertilizantes aplicadas del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 20, en la curva R0 (sin riego), la fertilización con la menor dosis produjo la mayor respuesta en el incremento medio del IC y a medida que la dosis de fertilizantes aumentó, los incrementos fueron menores.

Este mismo comportamiento se observó para *Eucalyptus globulus* en las dunas de Chanco, en el cual al aplicar fertilizante se produjo un gran aumento en el incremento medio del índice de crecimiento en relación al tratamiento testigo, disminuyendo en forma considerable al aplicar la dosis más alta, lo cual indicó que el abastecimiento fue excesivo o tóxico en elementos nutritivos (Salamé, 2001).

En la curva R1, R2 y R3 (mayor, media y menor frecuencia de riego), a medida que aumentó la dosis de fertilizante, aumento en forma leve el incremento medio del IC, siendo más notorio al fertilizar con la mayor dosis.

Lo mismo sucedió con *Eucalyptus globulus* en el secano interior de la VIII Región, donde el incremento medio del índice de crecimiento aumentó para un mismo nivel de riego al aumentar la dosis de fertilizante (Jiménez, 2001).

En general se observó que la menor dosis y la dosis media de fertilizantes, produjeron incrementos notablemente mayores en ausencia de riego, que los que fueron regados, logrando la mayor respuesta en el incremento medio del IC.

En la Figura 21, se analizó el comportamiento del incremento medio de los índices de crecimiento para las diferentes dosis de fertilizantes en función de las frecuencias de riego aplicadas.

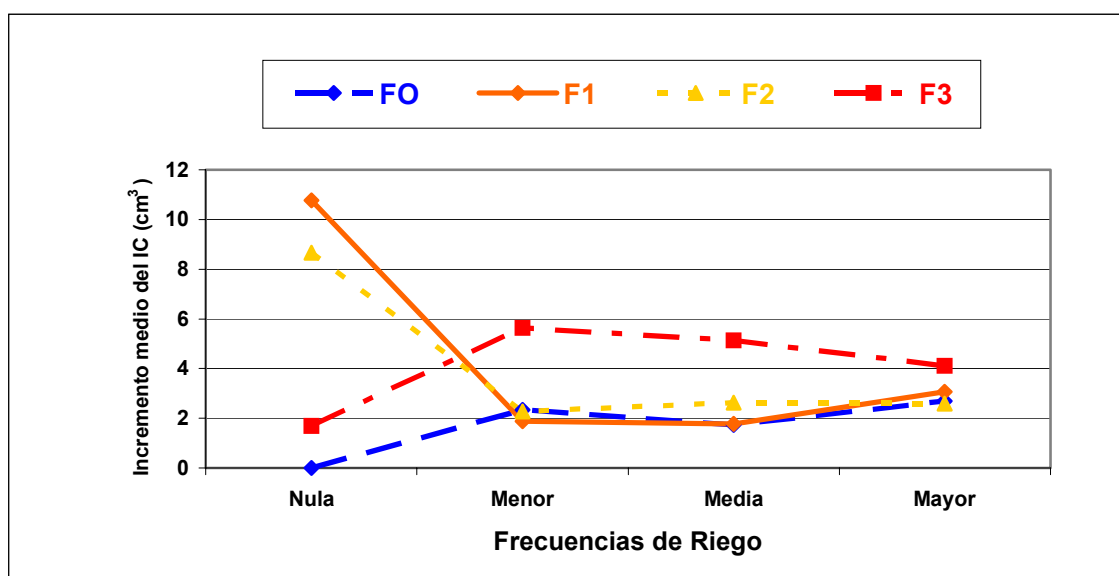


Figura 21. Comportamiento de los incrementos medios de los índices de crecimiento para cada nivel de fertilización bajo las diferentes frecuencias de riego del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 21, en la curva F0 (sin fertilizante), correspondiente a los tratamientos en que sólo se regó y el testigo, el incremento medio aumentó al regar, produciéndose una disminución del incremento con la frecuencia media de riego, para luego aumentar nuevamente, pero de forma poco notoria, al aumentar la frecuencia de riego.

En la curva F1 (menor) y F2 (media), el incremento medio del índice de crecimiento disminuyó drásticamente al regar, para luego experimentar un leve aumento con el aumento de la frecuencia de riego.

En cambio, para F3 (mayor) el incremento medio experimentó un aumento al regar, disminuyendo a medida que aumentó la frecuencia de riego.

6.3 DISCUSIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO SOBRE RIEGO Y FERTILIZACIÓN CON *Eucalyptus gunnii*.

En el Cuadro 19, se presentan la sobrevivencia media y los incrementos medios en altura, DAC e índice de crecimiento de cada combinación de tratamientos.

Cuadro 19. Sobrevivencia (%) media e incremento medio de la altura, del diámetro a la altura del cuello y del índice de crecimiento para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

				Variables Medidas					
				Combinación de Tratamientos		S (%)	Δ H (cm)	Δ dac (mm)	Δ IC (cm ³)
				Riego	Fertilización				
T1	R0	F0	Sin Riego	Sin fertilizantes	0,00	0,00	0,00	0,00	
T2	R0	F1	Sin Riego	Menor	9,33	21,26	3,10	10,75	
T3	R0	F2	Sin Riego	Media	20,00	16,43	3,85	8,66	
T4	R0	F3	Sin Riego	Mayor	1,33	4,26	1,03	1,70	
T5	R1	F0	Mayor	Sin fertilizantes	84,00	3,15	1,44	2,69	
T6	R1	F1	Mayor	Menor	80,00	5,86	1,55	3,06	
T7	R1	F2	Mayor	Media	56,00	5,90	1,62	2,59	
T8	R1	F3	Mayor	Mayor	58,67	7,03	1,93	4,11	
T9	R2	F0	Medio	Sin fertilizantes	72,00	3,77	1,05	1,73	
T10	R2	F1	Medio	Menor	37,33	3,10	0,63	1,78	
T11	R2	F2	Medio	Media	40,00	5,19	1,60	2,62	
T12	R2	F3	Medio	Mayor	17,33	5,28	0,88	5,14	
T13	R3	F0	Menor	Mayor	56,00	2,68	0,70	2,32	
T14	R3	F1	Menor	Menor	52,00	2,08	1,03	1,87	
T15	R3	F2	Menor	Media	48,00	2,68	1,04	2,26	
T16	R3	F3	Menor	Mayor	37,33	8,53	2,09	5,64	
Media Global para cada variable					41,83	6,09	1,47	3,56	

De acuerdo al cuadro 19, el tratamiento que produjo la mayor respuesta en la sobrevivencia media fue T5, en donde se regó 5 litros de agua cada 10 días y no se fertilizó, obteniéndose un 84% de sobrevivencia, en contraste absoluto con el tratamiento testigo, en el cual no se regó ni se fertilizó, produciendo un 100% de mortalidad en las plantas.

Esta diferencia extrema, se debería a las condiciones climáticas extremas que presenta Chile Chico, donde existe un periodo de sequía prolongado que en el año 1997, fue de siete meses, de septiembre a marzo de acuerdo a la Figura 22. En dicho periodo en el cual se registraron temperaturas máximas absolutas de hasta 32 ° C y vientos de 60 km/hora (ANEXO 3), lo cual se tradujo en una excesiva evapotranspiración que no es compensada debido a la escasez de lluvias, con lo cual las plantas no tienen humedad aprovechable en el suelo, por lo que finalmente al no estar adaptadas a estas condiciones, mueren (Donoso, 1994).

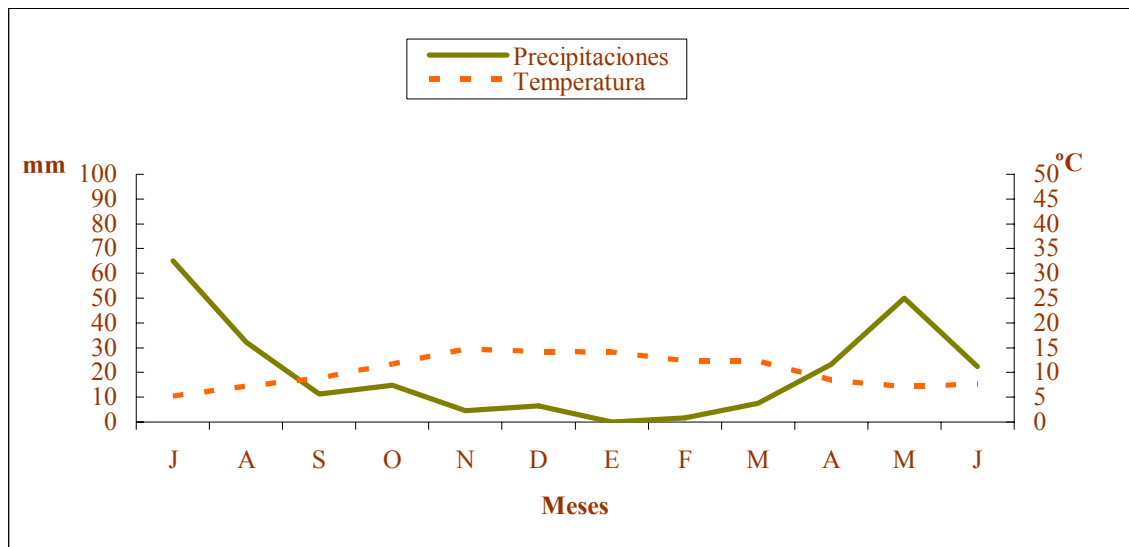


Figura 22. Diagrama Ombrotérmico de Gausen para la zona de Chile Chico a partir de los registros meteorológicos recopilados por la Dirección Aeronáutica de Chile Chico del año 1997.

Eucalyptus gunnii es una especie que no resiste períodos prolongados de sequía, lo cual quedó demostrado con la mortalidad total que presentó el tratamiento testigo. Sin embargo, al solucionar esta limitante a través del riego, la sobrevivencia alcanzó porcentajes superiores al 80%, considerado bastante aceptable en el establecimiento de una plantación con fines dendroenergéticos.

Otra limitante que presenta esta localidad, son sus bajas temperaturas invernales, que en 1997 alcanzó los 7 °C bajo cero. Sin embargo, *Eucalyptus gunnii* se caracteriza por soportar temperaturas de hasta 15 °C bajo cero, por lo que para esta especie no constituye una limitante.

También es importante considerar la relación altura/diámetro que presentaron las plantas al momento de la plantación y su período de viverización. De acuerdo a Ottone (1993), los *Eucalyptus* deben tener una altura que oscile entre 30 y 40 cm al momento de plantar, ya que si su altura es mayor, el viento las agita originando daños al cuello, tallo y hojas, por lo que la relación ideal es de 60:1 y la relación entre altura de la planta y sistema radicular debe ser de 3:1, para una normal absorción, transpiración y desarrollo armónico.

Cozzo, (1995) en cambio, señala que la mejor relación altura diámetro es de 62:1 a 75:1, es decir plantas de 25 a 30 cm de altura con DAC de 4 mm, la cual debe poseer raíces abundantes, no enrolladas, ricas en raicillas finas, con una relación altura de la planta y largo de raíces 3:1, ya que de esta forma reacciona mejor al medio adverso del terreno de la plantación.

Al momento de establecer las plantas, éstas tenían raíces abundantes ricas en raicillas, con una altura promedio de 16,45 cm y un DAC promedio de 2,49 mm lo que da una relación de 66:1, encontrándose dentro del rango aconsejado por Cozzo.

Además, las plantas tenían un año de viverización, lo cual el mismo autor considera que es el óptimo, debido a que mayor tiempo de viverización, se producen plantas excesivamente lignificadas, con raíces pobres como para reaccionar con prontitud.

De lo expuesto anteriormente, la baja sobrevivencia promedio de 46%, más se habría debido a la falta de riego que a las características propias de las plantas.

En cuanto a las variables de crecimiento, T2 produjo la mayor respuesta en el incremento medio de la altura (21,26 cm) y el índice de crecimiento (10,75 cm³). En cambio, T3 produjo la mayor respuesta en el incremento medio del diámetro a la altura del cuello (3,85 mm). En ambos se fertilizó en ausencia de riego. En T2 se fertilizó con la menor dosis y en T3 con la dosis media.

Sin embargo, ninguno de lo tratamientos mencionados anteriormente son recomendables para la producción de leña, lo cual se explica a continuación a través de la comparación de la sobrevivencia con cada una de las variables de crecimiento.

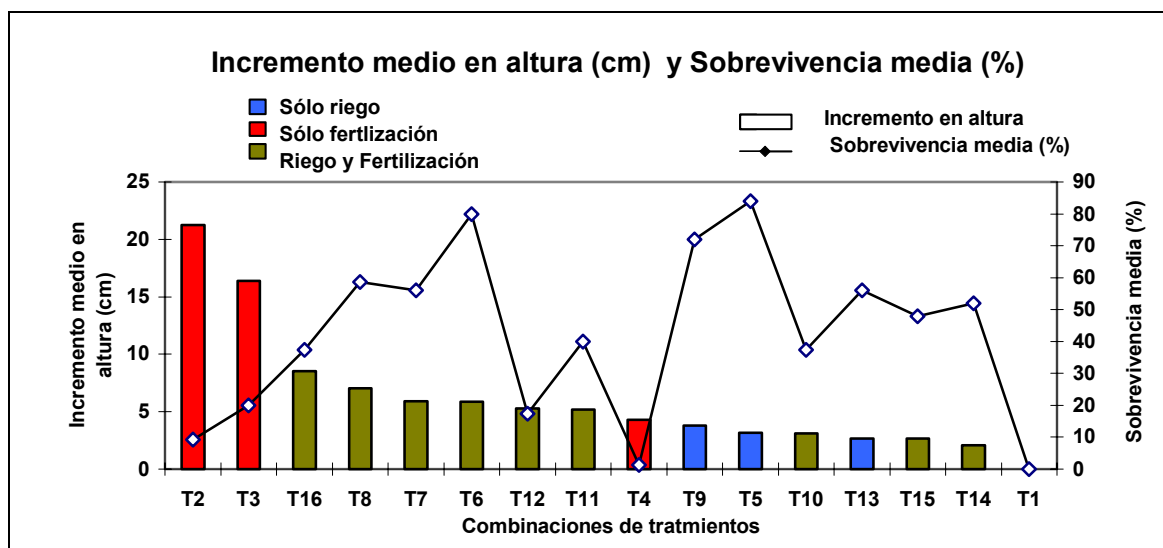


Figura 23. Incremento medio en altura (cm) y Sobrevivencia media (%) para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Al observar la Figura 23, T2 y T3, a pesar de haber obtenido los mayores incrementos medios en altura, sus sobrevivencias fueron muy bajas, inferiores al 20%, no siendo recomendables, ya que al momento de establecer una plantación con fines dendroenergéticos, el 80% de las plantas no sobreviviría, por lo que la obtención de leña sería mínima. Por otro lado, el costo involucrado en la plantación no sería recuperado, siendo económicamente inviable.

Cabe destacar que los tratamientos donde sólo se aplicó riego, a pesar de haber obtenido un alto porcentaje de sobrevivencia, superior al 72% en el caso de T5 y T9, presentaron bajos incrementos en altura (3,7 cm), inferiores a la media general de 6,09 cm, por lo que tampoco serían recomendables, por existir otros tratamientos con mejores respuestas ante ambas variables involucradas.

Del resto de los tratamientos donde interactuaron ambos factores, T16 a pesar de haber presentado el tercer mejor incremento del ensayo, 8,53 cm, tuvo una baja sobrevivencia 37,7%, por lo que tampoco sería recomendable.

Por último T8, T7 y T6, se diferenciaron en la respuesta de la sobrevivencia media, ya que T6 produjo un 80% de sobrevivencia, diferenciándose notablemente de los otros dos tratamientos, los cuales obtuvieron un 56% de sobrevivencia T7 y 58% T8, por lo que sería el tratamiento más recomendable para la producción de leña. En T6 se aplicó la mayor cantidad de riego y la menor dosis de fertilizante.

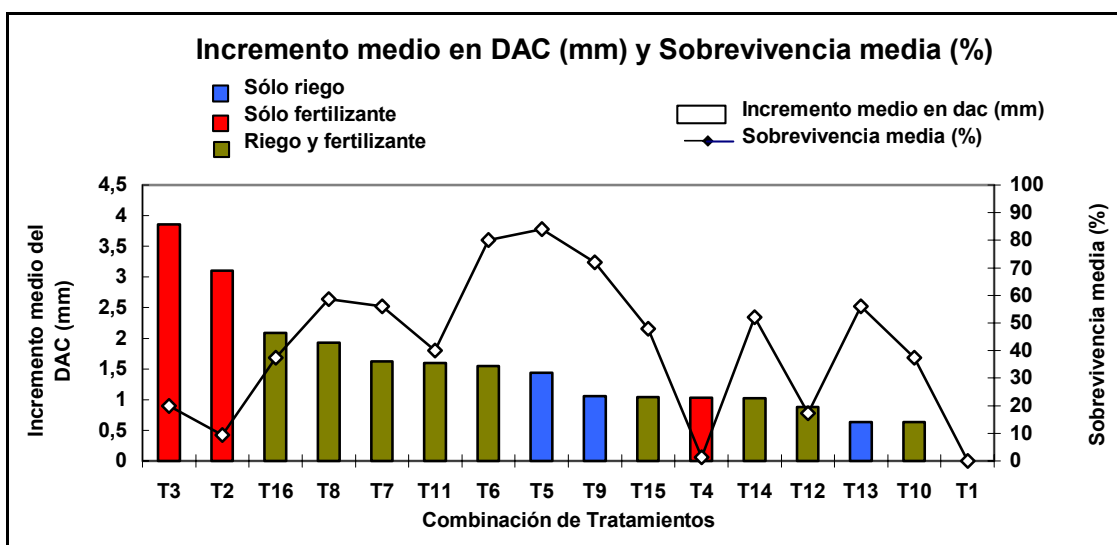


Figura 24. Incrementos medios en DAC (cm) y Sobrevivencia media (%) para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Al observar la Figura 24, se puede decir que T3 y T2, a pesar de obtener los mayores incrementos en DAC, 3,85 y 3,1 mm, no son recomendables para la producción de leña por sus bajas sobrevivencias medias, inferiores al 20%.

Del resto de los tratamientos donde interactuaron ambos factores, T16 a pesar de haber presentado el tercer mejor incremento del ensayo, 2,09 mm, tuvo una baja sobrevivencia, 37,6%.

Por último, T8, T7, T11 y T6, presentaron diferencias en la sobrevivencia media, ya que T6 obtuvo un 80% de sobrevivencia, superando notablemente a los otros tratamientos, por lo que sería el tratamiento más recomendable al establecer una plantación con fines dendrenergéticos. En él se aplicó la mayor cantidad de riego y la menor dosis de fertilizante.

Es importante mencionar que T5 presentó una sobrevivencia superior a T6, por lo que también sería recomendable en caso de querer disminuir los costos de establecimiento, ya que en este no se aplicó fertilizante, sólo la mayor cantidad de riego.

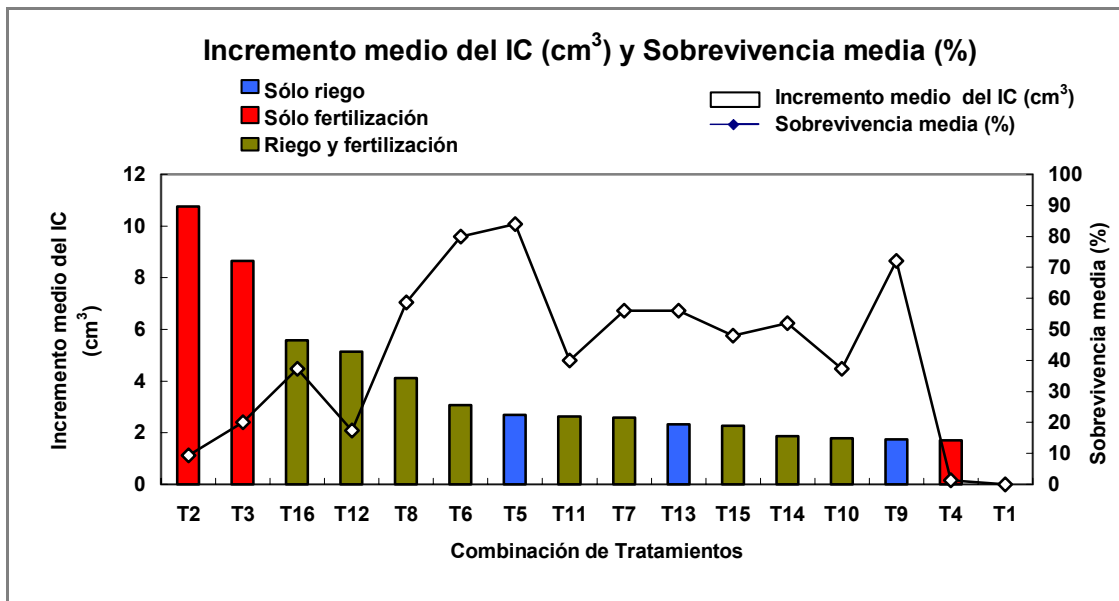


Figura 25. Incrementos medios del IC (cm³) y Supervivencia media (%) para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Los datos de la Figura 25, fueron trasladados a la Figura 26 en términos de incremento medio de cm³ de fitomasa por hectárea producida por cada combinación de tratamiento, lo cual se observa a continuación.

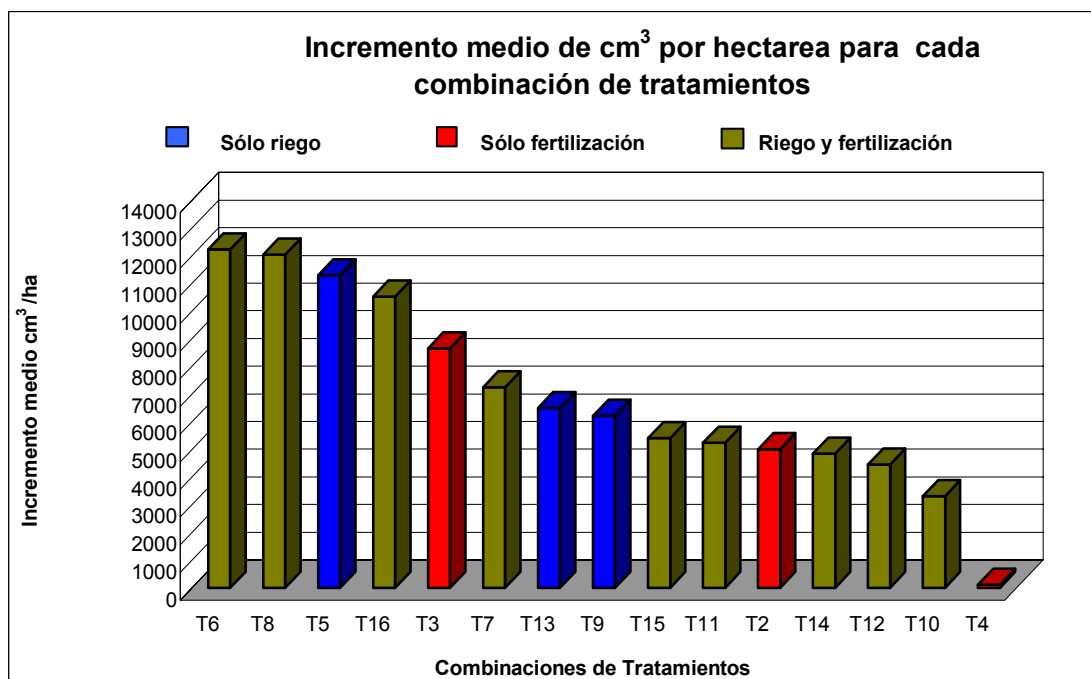


Figura 26. Incremento medio de cm³ por hectárea para el ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

De acuerdo a la Figura 25 y 26, T2, a pesar de haber producido el mayor incremento medio del IC, $10,76 \text{ cm}^3$, obtuvo una baja sobrevivencia, 9%, por lo que al momento de establecer una plantación con fines dendroenergéticos sólo obtendría un incremento medio de 4842 cm^3 por hectárea de fitomasa, lo cual es inferior a lo alcanzado por otros tratamientos, por lo que no sería recomendable.

Lo mismo sucede con T3, T16 y T12, los cuales a pesar de haber producido incrementos medios de IC altos, no obtuvieron sobrevivencias significativas, por lo que sus incrementos medios de cm^3 por hectárea fueron inferiores a otros tratamientos.

Por último, entre T8, T6 y T5, al momento de establecer una plantación con fines dendroenergéticos, T8 produciría un incremento medio de $12056,68 \text{ cm}^3/\text{ha}$, T6 de $12240 \text{ cm}^3/\text{ha}$ y T5 de $11298 \text{ cm}^3/\text{ha}$, lo cual se observa claramente en la Figura 26, por lo que T6 sería el tratamiento más recomendable al establecer una plantación con fines dendroenergéticos. En él se aplicó la mayor cantidad de riego y la menor dosis de fertilizante.

De acuerdo a ensayos realizados en Portugal por Bonilla y Bonomelli (2000) con *Eucalyptus globulus*, en una zona donde el clima es mediterráneo seco desde fines de primavera hasta fines del verano, con precipitaciones principalmente distribuidas entre otoño e invierno, se observó un incremento de aproximadamente de un 20% al fertilizar, con respecto al testigo. Al regar y no fertilizar, el aumento en biomasa aérea fue de alrededor de un 50% más que el de las plantas control. El mejor tratamiento siempre fue el regado y fertilizado, superando en términos de biomasa, en aproximadamente un 80% al testigo al final del ensayo.

Esto es similar a lo obtenido en esta investigación, ya que los tratamientos fertilizados superan en volumen al testigo, los regados superan a los fertilizados y los regados y fertilizados superan, a todos los anteriores en términos de volumen.

7. CONCLUSIONES

Para el ensayo sobre métodos de plantación con *Eucalyptus gunnii*, el tratamiento que produjo la mayor respuesta en sobrevivencia (48%), fue la protección lateral de plástico, el cual tuvo por función disminuir la evapotranspiración producida por efecto del viento, que aumenta en período estival.

En cuanto al ensayo experimental de riego y fertilización, el análisis de los datos para el periodo de 12 meses indicó que:

El factor riego, el factor fertilización y la combinación de ambos presentaron diferencias significativas en las respuestas de la sobrevivencia, de acuerdo al análisis de varianza.

El riego afectó positivamente la sobrevivencia media; en cambio, la fertilización afectó positivamente el incremento medio de la altura, del diámetro a la altura del cuello y del índice de crecimiento, pero al considerar las cuatro variables analizadas, el tratamiento más recomendable fue aquel en que interactuaron ambos factores.

Este tratamiento correspondió a T6, en el cual aplicó un riego de 5 litros por planta cada 10 días (mayor frecuencia riego) de comienzos de enero hasta fines de abril y 30, 15 y 7,5 gramos por planta de N, P y K respectivamente (menor dosis).

T6 presentó una sobrevivencia media de un 80%, un incremento en altura de 5,86 cm, un incremento medio del DAC de 1,55 mm y un incremento medio del índice de crecimiento de 3,06 cm³.

T3, y T2, donde sólo se aplicó fertilizante, a pesar de haber producido las mayores respuestas en las variables de crecimiento, sus sobrevivencias medias fueron bajas, inferiores al 20%, debido al nulo riego, por lo que no serían recomendables. En T3 y T2 sólo se aplicó fertilizante, la menor dosis y la dosis media respectivamente.

T5, donde se regó con 5 litros de agua cada 10 días (mayor frecuencia de riego) y no se fertilizó, produjo la mayor respuesta en la sobrevivencia media, (84%), alcanzando el tercer lugar en cuanto a incremento medio de cm³ por hectárea, por lo que sería recomendable en caso de querer disminuir los costos de establecimiento, ya que sólo se requeriría de riego.

8. RECOMENDACIONES

Para futuros ensayo se recomienda proteger las plántulas a establecer, de los lagomorfos presentes en el área de ensayo, ya que su daño es muy grave en periodo invernal donde la nieve cubre toda la vegetación herbácea, no quedando otra vegetación disponible, más que las plántulas que sobresalen de la nieve, como alimento para estas.

También se recomienda utilizar dosis de fertilizante más bajas que las ocupadas en este ensayo, tomando como máxima dosis T3 (dosis media), es decir, 60, 30 y 15 gramos por planta de NPK.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. BARROS, S. 1979. Supervivencia y desarrollo de 25 especies forestales plantadas experimentalmente en el predio de San Antonio de Loncoche, IX Región. INFOR. Informe Técnico N ° 91. Santiago - Chile. 22 p.
2. BARROS, S. 1980. Resultados preliminares de introducción de especies forestales Cordillera de la Costa - X Región. INFOR. Informe Técnico N ° 88. Santiago - Chile. 36 p
3. BECERRA, G. 2001. Crecimiento y supervivencia de *Pinus Radiata* D. Don Y *Eucalyptus globulus* Labill bajo distintos tratamientos de aplicación de agua y superabsorbente en el secano interior de la Octava Región. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción – Chile. 39 p.
4. BENEDETTI, S. y PERRET, S. 1995. Manual de forestación. Zonas áridas y semiáridas. Manual N ° 21. Santiago de Chile. 135 p.
5. BENEDETTI, S. y VALDEBENITO, G. 1997. Visión del Instituto Forestal sobre la investigación para las zonas áridas y semiáridas de Chile. En: Forestación y silvicultura en zonas áridas y semiáridas de Chile. Santiago de Chile.
6. BONILLA, B. y BONOMELLI, C. 2000. Riego y fertilización en plantaciones de Eucalipto. Revista El Campesino. 130 (12) p 24-27 y 131 (1) p 34-37.
7. CERDA, J. 1994. Efectos fitotóxicos provocados por fertilización con N P K y micronutrientes en plantas de *Eucalyptus globulus* Labill., producidas en Styroblock. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción – Chile. 86 p.
8. CISTERNA, O. 1999. Efectos de distintas frecuencias de riego en la supervivencia de *Eucalyptus globulus* Labill ssp. *globulus*, en suelos arroceros VII Región. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción-Chile. 33p.
9. CDE. 1991. Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Fachinal. XI Región. Chilean Mining Corp. 300 p.
10. CONAF 1995. Informe n° 4. Investigación e introducción de especies arbóreas dendroenergéticas en Chile Chico y sectores aledaños al lago General Carrera. Propuesta F.N.D.R. 68 p.
11. CONAMA. 1994. Recursos forestales y efectos ambientales derivados de su uso. En: Perfil ambiental de Chile. Santiago-Chile. 569 p.
12. COZZO, D. 1995, Silvicultura de plantaciones maderables. Primera Edición. Orientación Gráfica Editora S.R.L.. Buenos Aires, Argentina. 905 p.

- 13.DAMIN DA SILVA, H. 1985. Nueva técnica para la reforestación de la región semiárida del norte brasilero. En: Segundo encuentro regional C.I.I.D. América Latina y el Caribe. INFOR, Santiago-Chile. p 223-232.
- 14.DE LA LAMA, G. 1976. Atlas del *Eucalyptus*. Tomo I. Ministerio de Agricultura, Sevilla - España. 475 p.
- 15.DI CASTRI, F. y HAJEK, E. 1975. Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 65 p.
- 16.DONOSO, C. 1994. Ecología Forestal. El bosque y su Medio Ambiente. Cuarta Edición. Editorial Universitaria. Chile. 369 p.
- 17.ESCOBAR, R., PEREIRA, G., ESPINOZA, M., y SÁNCHEZ, M. 1993. Respuesta de plantas de *Eucalyptus globulus Labill* establecidas en terrenos de pradera y de roce a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. Actas Simposio. Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile. Pucón, Chile 24 al 26 de noviembre de 1993. Santiago. p 195-207.
- 18.FAO, 1981. El Eucalipto en la repoblación forestal. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. Serie montes N° 11. 723. p
- 19.FAO-PNUMA, 1997. Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PANCD) para la agricultura y la alimentación, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. La Serena-Chile. 117 p.
- 20.FUENTES, G. 2001. Efecto de diferentes dosis y formas de aplicación de superabsorbente MVH-102 en el crecimiento y supervivencia de *Pinus radiata* D Don. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. 65 p
- 21.GRANIER, C, 1992. Efecto de la preparación del suelo sobre la sobrevivencia y el crecimiento del *Eucalyptus globulus labill*, Colcura, VIII Región. Memoria de Título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago- Chile. 86 p
- 22.HIDALGO, D. 1988. Ensayo de introducción de especies forestales, predios Railen y Entreríos, Provincia de valdivia. En: CORFO-INFOR. Actas "Simposio manejo silvícola del genero *Eucalyptus*". Viña del Mar-Chile. p 108-182.
- 23.IGM. 1984. Atlas de Chile. Instituto Geográfico Militar. 140 p.
- 24.INE. 1992. Resultados de Precenso de la XI Región de Aysén. 55 p.
- 25.IREN - CORFO. 1979. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Caracterización climática. Volumen 2. 91 p.
- 26.JARA, J. y VENEGAS, J. 1999. Polímeros guardadores de agua. Revista del campo N ° 1.22.

27. JIMÉNEZ, G. 2001. Crecimiento y desarrollo inicial de *Pinus radiata* (D. Don) y *Eucalyptus globulus* Labill spp. *globulus* con aplicación de agua y fertilizantes en el secano interior de la VIII Región. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción-Chile. 39 p.
28. JUDD, T., BENNETT, L., WESTON, C., ATTIWILL, P., AND WHITEMAN, H, 1996. The response of growth and foliar nutrients to fertilizers in young *Eucalyptus globules* Labill. Plantations in Gippsland Southeastern Australia. Forest Ecology and Management. 82: p 7-101.
29. LARRAÍN, O. 1993. Establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus* en Forestal Angol Limitada. Actas Simposio. Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile. Pucón, Chile 24 al 26 de noviembre de 1993. Santiago. p 157-267.
30. LATORRE, J. 1985. Algunas experiencias en reforestación de zonas áridas y semiáridas de Chile. Encuentro Regional Comisión Internacional de Investigación para el Desarrollo para América Latina y el Caribe. p 117-150.
31. LITTLE, T. y HILLS, F. 1975. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Centro Regional de Ayuda Técnica México-Buenos Aires. Editorial Trillas México. 269 p.
32. LYON, A. 1990. Análisis del efecto de la fertilización en plantaciones de un año de *Eucalyptus globulus* Labill, en los suelos volcánicos de VIII Región. Memoria de Título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago-Chile. 112 p
33. MERCADO, G. 2000. Efecto del esquema de control de malezas y aplicación de superabsorbentes en el comportamiento de planta de *Pinus radiata* D. Don y *Eucalyptus globulus* Labill en dos suelos diferentes. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción-Chile. 84 p.
34. NOVOA, R. y VILLASECA, S. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Área agroecológica. Programa ecología y producción. Proyecto agrometeorológico. 221 p.
35. OTTONE, J. 1993. Árboles Forestales. Prácticas de Cultivo. Primera Edición. Editorial Agro Vet S.A. Buenos Aires. Argentina. 571 p.
36. PERALTA, M.; GONZALEZ, S.; CARPINELLI, A. y KHUNE, A. 1979. Perspectiva de desarrollo de los recursos de la XI Región. Suelos y Erosión II. Santiago-Chile. IREN-CORFO. 122p.
37. PEREIRA, G. 1991. Fertilización correctiva con N P K en plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill ssp, establecidos en suelos metamórficos de la X Región. Universidad del Bio Bío. Facultad de Ciencias Forestales. Chillán-Chile. 89 p.

- 38.PRADO, J. y BARROS, S. 1989. *Eucalyptus*. Principios de silvicultura y manejo. INFOR-CORFO. Santiago, Chile. 168 p.
- 39.PRADO, J. y ROJAS, P. 1987 Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la zona semiárida de Chile. Ciencia e Investigación forestal 1(1): 17-27.
- 40.PRADO, J. y WRANN, J. 1988. La importancia de la preparación del sitio y la fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus*. En : Actas Simposio Manejo Silvícola del Género *Eucalyptus*. 9-10 junio. Viña del Mar. CORFO-INFOR. Santiago-Chile.
- 41.SALAMÉ, P. 2001. Evaluación de un ensayo de fertilización, riego y protección del cuello de plantas de *Eucalyptus globulus* en las Dunas de Chanco, Séptima Región. Memoria de Título. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Forestales. Talca – Chile. 110 p.
- 42.SCHONAU, A y HERBERT, M. 1988. Fertilizing *Eucalyptus* at plantation establishment. Simposium Manejo silvícola del genero *Eucalyptus*. Viña del Mar, Chile. 27 p.
- 43.SOTO, G. 1999. Corporación Nacional Forestal. Mapa preliminar de la desertificación en Chile. Desertificación en Chile. La Serena-Chile. 88 p.
- 44.TAUERN, S.A. 1997. Documento técnico del gel hidratante Stockosorb. Monseñor Edwards 2076. La Reina, Santiago. 4 p.
- 45.TORO, V. 1988. Efecto de la fertilización en el desarrollo inicial de plantaciones de *Eucalyptus*. Simposio "Manejo Silvícola del género *Eucalyptus*". Viña del Mar. Chile. 13 p.
- 46.WRANN, J. 1980. Metodología para el análisis de la regeneración natural en formaciones arbóreas nativas de la zona semiárida de Chile. En: Segundo encuentro regional C.I.I.D. América Latina y el Caribe. INFOR, Santiago-Chile. p 189-221.

APÉNDICE

ENSAYO SOBRE RIEGO
Y FERTILIZACIÓN CON
Eucalyptus gunnii.

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1997
DATOS DE ALTURA (cm) TOTAL Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
PRIMERA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6		PARCELA 7		PARCELA 8	
	T9 R2F0		T6 R1F1		T16 R3F3		T2 R0F1		T7 R1F2		T15 R3F2		T11 R2F2		T8 R1F3	
	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1
1	13,4	1,95	17	2	13	2,15	13,8	2,3	21	2,9	20,8	3,75	22,5	2,7	21	3,6
2	15	2,15	14,1	1,9	12	2	11,1	2	24	2,6	18,4	2,3	22,2	2,25	22	4
3	10,3	2	14	2	14,4	1,9	16,5	2,45	15,5	2,25	22,7	2,85	14,8	2,35	14,5	2,35
4	7,5	1,75	11	1,75	14,3	2	12,3	2,4	11,6	1,55	14,1	2,3	13,1	1,6	11,6	1,9
5	16,6	2,25	13,6	2,5	11,9	2	10,2	1,95	14,9	2	29,2	3,5	24,5	3	19	3,25
6	15	2,2	15,5	2,4	14,8	2,1	17,8	3,35	19,8	2	9	1,7	21,5	2,3	14,5	2,7
7	10,6	1,9	19,5	2,5	15	2,2	23,4	3,75	20,5	2,85	14,7	1,9	16	2,4	12,5	1,9
8	14,5	2,2	14,6	2,3	12,5	1,5	12,2	2,8	13,7	2,25	8,1	1,8	16,6	2,25	17,5	2,5
9	13,4	1,95	14,7	2,25	12,5	2	10,5	2,15	18,6	2,4	27,4	2,95	17,8	2,85	25,7	4,35
10	11	1,85	13,5	2,4	18	3,05	24,2	3,5	19	2,75	31,5	3,4	17,7	2,2	20	2,55
11	11,4	2,15	14	2,05	9,2	1,55	8,8	1,7	13,6	2	21,5	2,75	10,5	2,15	17,8	2,15
12	16	2	12,8	2,25	16,5	2,5	8,4	1,6	16,5	2,1	9,6	1,65	17,8	2	24,5	3
13	13,8	2,15	17	2,15	11,7	1,7	17,3	2,9	11,5	1,6	6,6	1,4	12,1	2,4	21	3,1
14	17,2	2,7	24	3,05	11,5	2,45	19,4	2,85	11,7	2,25	11,5	2	16	2,2	6,5	1,15
15	9,4	1,85	17,7	3,05	14,4	1,9	13,9	2,15	24,3	2,75	18,7	2,45	19,1	2,8	24,2	2,85
16	16,4	2,5	7,5	1,55	14,3	2	9,9	1,95	17,2	2,15	19,8	2,2	15,7	2,25	18,6	3,25
17	9,2	1,4	17,3	2,55	11,6	2,15	14,5	2,25	24	3,65	14,9	2,25	25,3	2,55	19,2	3
18	8	1,6	10,1	2,45	17,2	2,6	19,1	3,45	14,5	1,8	18,4	2,2	21,3	3,4	15,8	2,25
19	8,4	1,35	13,5	2,4	10,5	2,3	20,3	2,95	20,4	2,45	16,7	2,55	24	3,75	18,4	3,7
20	6	1,25	16,5	2	15	2,2	8,6	1,6	19,5	2,1	19,6	3,05	13,3	2,3	32	3
21	9,4	1,7	16,6	2,2	18,2	2,45	7,9	1,45	16	2,7	21,5	2,55	28,5	4	22,9	3,25
22	17,5	2,25	13,4	1,75	15,6	2,25	17,2	2,55	16,7	2	15,1	2	15,6	3,25	21	3,3
23	17	2,8	13,3	2,2	14,2	2,1	9,1	1,75	17	2,2	8,6	1,75	24,5	2,45	19,7	3,1
24	14,2	1,75	21	2,7	15,3	2,2	6,6	1,3	14,1	2,2	10	1,9	22	3	15,2	1,85
25	12	1,65	17,2	2,75	14,2	2,2	15,3	2,1	16	2,25	18,9	2,45	21,1	2,7	16	1,9

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1997
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
PRIMERA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 9		PARCELA 10		PARCELA 11		PARCELA 12		PARCELA 13		PARCELA 14		PARCELA 15		PARCELA 16	
	T5 R1F0		T3 R0F2		T4 R0F3		T1 R0F0		T12 R2F3		T14 R3F1		T10 R2F1		T13 R3F0	
	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1
1	15	2,7	8,2	1,55	9,8	1,95	8,7	1,5	21,5	4,4	12,5	2,75	22	3,6	46,4	7,5
2	15	2,65	7,8	1,45	9,1	1,9	11,6	1,75	21	3,35	20	3	23	2,6	16,5	2,75
3	21,5	3,15	15,7	2,85	13,1	1,9	13,8	2,46	23,9	3,3	14	2,15	30	5,2	28	4,15
4	22	3,6	14,1	2,35	12,3	2,35	9,3	2,6	22,5	2,8	12,5	1,6	20,5	4,1	20,5	2,85
5	15,5	2,45	22,8	2,75	16,8	2,5	15	2,6	14,5	2,65	23,5	3	19,5	2,6	26,3	5,75
6	21	3,2	24,4	3,35	18,3	2,2	19,2	3,2	19	3,4	16	1,85	27,5	3,5	14,5	3,15
7	19	3,95	22,7	2,85	13,4	2,55	23,5	3,4	17,8	2,65	14	2,75	27	5,35	23	4,5
8	18,6	2,7	27	3,95	15,6	2,3	33,4	3,8	19,8	3,15	27,2	2,7	22,5	3,15	27,5	3,8
9	19	3,55	16,1	2,4	13	2,4	20,2	2,95	17,5	2,85	20	2,7	24,5	2,85	20,5	2,25
10	14,7	2,25	9,2	1,9	8,9	1,9	8,1	1,6	15,2	2,95	14,5	1,8	23	3	22,5	2,85
11	19,7	5,25	8,7	1,8	7,6	1,65	17,6	2,55	15,5	2,3	18,2	3,25	24	3,15	23	3,15
12	17	2,75	8,5	1,8	18,2	2,9	22,7	2,7	18,5	2,4	15	1,85	23,5	3	22	2,25
13	19,2	4,15	26,5	4,5	11,6	1,8	21,6	3,3	17,8	3,1	10,5	2,7	23	2,65	23	3,5
14	15,5	2,5	17,4	2,45	14,4	2,7	17,9	2,35	13	2,7	14,5	2,2	14	2,2	17	2,65
15	21,2	3,75	22,2	3,25	7,3	2,2	22,1	2,85	21,5	3,3	17	1,8	25	4,15	19	3,35
16	18	3,95	15,8	2,45	14,6	2,5	8,8	1,7	13,5	2	18	2,75	24,2	3,65	25	3
17	15,5	3,35	14,6	1,9	15,3	2,35	19,5	3,2	15,4	2,6	16	2,9	15,2	2,85	17	2,2
18	17,5	4,35	12,7	2	11,4	2,35	11,8	3,25	22,5	3,15	13	2	24	3,9	18,5	2,9
19	31,5	5,35	17,7	2,45	10,3	1,85	16,8	3,85	19	3,95	13,5	2,65	20,5	3,25	19,5	5
20	20,5	1,65	14,2	2,15	11,3	2,3	10,5	2,25	20	2,4	16	2,65	20,2	3	34	5,6
21	16,2	3,55	26,9	3,1	15,7	2,7	13,1	2,3	36	5,7	26,5	3,65	25,5	3,8	20	2,2
22	21,5	3,8	15,3	2,55	15,2	2,75	22,7	3,6	13	2,4	15,5	3,35	20	3,3	20,5	2,85
23	15,5	2,75	13,5	2,3	11,8	2,05	16,3	2,65	13	3,95	16,5	2	19	2,4	30	3,5
24	16	3,85	24,6	4,1	15,4	2,6	19,3	2,75	26,5	5,3	11,5	2	15	2,7	14	2
25	14,7	2	21,1	3,05	10,9	1,9	9,8	1,65	19	2,65	21	3,5	17	3,25	22,6	4,25

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1997
DATOS DE ALTURA (cm) TOTAL Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
SEGUNDA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6		PARCELA 7		PARCELA 8	
	T16 R3F3		T11 R2F2		T7 R1F2		T4 R0F3		T5 R1F0		T3 R0F2		T14 R3F1		T1 R0F0	
	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2
1	7,8	1,35	19,6	3,55	14,3	2,25	12,9	2,35	23,5	2,7	9,4	1,75	11	1,65	26	3,5
2	14	2,75	13,5	2,15	15,4	2,2	9,2	1,55	24	2,7	15,4	2,25	1,2	2,25	9,6	1,9
3	9,3	1,4	14,7	1,8	15,3	2,05	14,5	2,85	14	2,25	16,1	2,25	8,5	2,35	17	1,45
4	16	2,25	12,5	1,5	12,2	2,2	14,7	2,2	19	2	10,6	1,75	19,1	2,4	13,3	2,2
5	17,5	2,6	24,4	4,35	14,2	2,2	10,1	1,75	15,1	2,7	18,2	2,5	10,6	1,85	14,6	2,5
6	11,5	1,75	18,3	2,45	11,5	1,6	21,8	3,6	14,3	2,3	18,1	3,35	20,7	2,55	9,4	1,75
7	14,5	2,1	23,5	2,7	8,7	1,35	14,7	2,6	13,7	1,8	9,3	1,7	15,5	2	9,8	1,75
8	11	1,85	14	1,9	14,3	2,25	16,3	2,5	19,3	3,05	15,4	2,35	20,8	3	17,8	2,4
9	12,4	2	11	1,5	11,1	2,1	8,6	1,4	21,5	2,3	11,9	2,45	16,1	2,7	8,5	1,65
10	15,5	2,5	16,2	2,45	10,8	2,1	9,5	1,75	25,5	3,5	19,8	2,6	14,6	2,2	22,3	3,5
11	7,6	1,5	23,4	2,75	15	2,15	9,3	1,65	18,2	2,45	10,1	2,25	19,3	2,35	12,8	2,15
12	11,5	2	10	2	11,4	1,9	17,4	2,05	17,8	2,2	27	2,5	10	1,7	11,7	2
13	11,7	1,95	14,4	2	13	2,15	19,2	3,4	20,2	2,7	16,1	2,45	13,3	1,75	9,8	1,6
14	19,9	2,7	17,1	2,5	11,1	2,25	19,3	3,2	19	2,1	7,8	1,4	21,8	2,6	20,4	3,3
15	11,6	2,35	16,5	2	10,3	1,7	21,6	3,1	16,9	2,25	15,6	2,5	21,6	2,7	13,4	2,65
16	12,4	1,8	14,6	2,25	9,6	1,6	9,4	1,65	16,5	2,2	17,3	2,7	16	2,35	11,2	2,2
17	14,5	2,3	13	2	13,8	1,9	15,9	3,05	17	1,95	11,2	2	10,5	1,75	13,9	2,05
18	11,7	2,2	12,9	2,2	12,8	2	8,8	1,55	19,5	2,5	18,2	2,35	13,1	2,25	13,3	2,15
19	10,2	1,6	12,2	1,75	11,2	1,5	20	3,3	13,5	1,9	15,1	2,45	15,5	2,25	14	2,6
20	11,9	1,5	16,5	2,25	10	1,7	16,4	2,7	13	1,8	17,6	2,55	16	1,1	17,5	2,7
21	5,1	1	15	1,8	11,2	2	13,9	1,85	29,3	3,7	11	2,15	15,5	2,55	17,4	2,5
22	9,1	1,75	13,1	1,9	7	1,4	16,5	2,45	18,9	2,55	9,8	1,85	9,8	1,85	14,4	3,55
23	9	1,55	11,2	1,5	11	1,75	13,4	2,4	22	2,45	9,5	1,8	10	1,5	15,5	2,85
24	9,8	1,75	8,8	1,45	8,5	1,5	15,5	3,3	21,5	3,25	8,6	1,7	26,8	3	21,5	3,45
25	9,7	1,7	20	3	14	1,9	15,3	2,55	10,9	1,65	15,9	2,2	24,2	2,8	16,4	2,3

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1997
DATOS DE ALTURA (cm) TOTAL Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
SEGUNDA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 9		PARCELA 10		PARCELA 11		PARCELA 12		PARCELA 13		PARCELA 14		PARCELA 15		PARCELA 16	
	T12 R2F3		T8 R1F3		T15 R3F2		T10 R2F1		T13 R3F0		T2 R0F1		T6 R1F1		T9 R2F0	
	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2
1	23,2	2,4	21,2	2	21	2,7	14,2	3	23	2,65	15,5	2,65	21,1	2,95	15	3,15
2	19,6	2,55	16	2,5	11	2,2	19,8	3,35	21,4	3,15	10,4	2,05	24	3,4	24,5	4,4
3	16	2,6	17,2	2,2	16,6	2,35	20	2,75	16,5	2,25	18,6	2,45	15,4	2,55	10,7	2,1
4	16,5	2,8	17	2,55	18,5	2,6	14,6	2,8	33	4,55	20,3	3,05	9,6	1,65	15	2,45
5	15	2,4	16	2,05	23	3,2	25,5	3,5	14,8	2,65	9,6	1,65	20	2,5	20,6	3,05
6	15,2	2,5	10	1,4	24	0,25	18,5	2,45	13	1,9	8,9	1,6	9	1,6	10,4	2,2
7	18	2,75	25,2	2,65	12	1,9	15,6	2,75	38	5,45	16,6	3,5	16,6	2,1	37,5	5,75
8	22,5	2,8	11,5	2	11	1,6	28,3	3,4	17,9	2,75	11,6	2,5	8,9	1,75	23	3,35
9	16	2	10	1,35	14,1	1,65	18,3	2,75	10,8	2	20,8	2,6	21	3	18,5	2,6
10	28	3,3	17	2,3	18,7	2,6	11,5	2,3	17,6	2,7	19,9	2,4	24,4	3,35	23,4	3,25
11	12	1,55	18,5	2,15	20,6	2,95	25,6	3,9	27,7	4	15,3	2,6	22,2	33,6	16	2,3
12	24,2	3,75	19	2,65	14,4	2,35	10,5	2,55	24,1	3,25	13,9	1,9	23	2,3	16,7	2,75
13	25	2,05	11,5	1,8	17	1,85	18,5	3,2	15,9	2,2	17,1	2,6	28,2	4,25	17,7	2,55
14	14,5	1,9	15,5	2,35	24,6	1,85	14	2,25	28	5,15	8,8	1,5	16	4,1	31	3,4
15	17,5	3,95	20	2,75	18,2	2,8	13,4	2,45	42	6,25	10,2	1,95	13,5	1,75	10,9	1,7
16	17,5	2,45	11	1,75	20,7	2,55	21,5	3,35	14,8	2,5	9,6	1,85	19,5	3	31,5	3,85
17	13	1,85	18,5	2,5	27,5	2,5	17,8	2,95	42,5	6,85	9,2	1,8	11,6	1,9	23,5	2,8
18	18,2	2,75	11,2	1,55	17,5	2,6	18,5	2,6	18,2	2,55	17,3	2,2	21,4	2,7	22,6	2,75
19	11	1,75	18	2,75	21,2	2,7	17,2	2,85	16,7	2,45	13,9	2,3	18,5	2	27	3,85
20	20,2	2,5	14	2,6	18,8	3,75	22,5	3,05	18,2	2,7	26,1	3,5	22,5	2,75	15,9	2,5
21	17	3,05	19	1,9	16	2,25	19,5	3,1	20,7	2,95	25,3	2,85	23,5	2,9	19,8	3,75
22	23,2	2,45	15,5	1,55	15	1,85	11,2	2,25	17,5	3,15	23,7	3,95	24,3	2,3	15,5	2,25
23	19,5	2,25	18	2,15	20,3	2,4	18	3	20,5	2,75	18,8	2,75	10,5	2,9	29	3,65
24	11	2,2	21	2,35	21,6	2,75	12	2,5	15,5	2,2	17,8	2,4	12,6	2	14,5	2,75
25	18,5	2,8	17	2,9	19,5	3,05	14,5	2,7	24,3	4,7	15,73	2,6	44,1	6,8	20,5	3,3

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1997
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
TERCERA REPETICIÓN

N°	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6		PARCELA 7		PARCELA 8	
	T8 R1F3		T1 R0F0		T4 R0F3		T6 R1F1		T10 R2F1		T12 R2F3		T7 R1F2		T9 R2F0	
	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3
1	16,6	2,35	14,4	2,65	12,2	2,3	15	2	22,5	2,75	12	1,75	28,3	3,4	16,3	2,45
2	14,1	2,15	14,5	2,15	8,2	1,75	14,7	2,25	16,2	2,05	8,9	1,7	11,5	1,9	14,7	1,9
3	12,6	2	14,2	2,45	9,3	1,65	18	1,6	13,9	1,75	16,3	2,2	9,7	1,55	14,2	1,85
4	17	2,25	18,6	3,2	21,8	3,45	19	2,25	16,6	2	11,5	2	15	2,6	13,5	2,15
5	14,5	1,75	8,8	1,55	17,7	3,2	23	3,4	6,8	1,55	11,1	2,25	19,5	2,45	18,5	2,25
6	18,4	2,2	12,2	2,75	7,8	1,45	14,2	1,95	12	1,9	18,3	2,05	11,5	1,85	15,6	2,5
7	17	2	14,6	2,2	9	1,65	13,2	2,6	14	1,9	7,6	1,45	9	1,75	25,6	2,7
8	15,6	2,1	8,3	1,5	9,5	1,75	14,4	2,5	21	2,2	19	2,7	15,6	1,95	18,4	2,2
9	17	2,7	15,6	2,5	9,4	1,7	16,7	2,25	18,2	2,55	11	1,95	12	2,35	21,1	3,5
10	14,5	2,3	13,2	2,35	16,1	2,35	16,7	2,45	13,9	1,75	13,9	2,1	13,5	1,75	17,5	2,25
11	16	2,35	17,6	3,1	10,1	1,9	18,3	2,45	19,8	2,8	10,9	1,95	18	2,4	13,4	2,25
12	14,9	2,45	10,1	2,35	8,1	1,65	12,1	2,25	20,1	2,8	29,5	5	13,8	2,1	15,5	2,25
13	26,4	3,45	13,7	2	8,5	1,6	18,2	1,6	9,5	1,5	13,6	2,25	12,1	1,85	20	2,4
14	21,5	2,7	9,3	1,7	23,2	3,15	16,5	2,5	14	2	14,9	1,25	17,8	2,6	13	1,85
15	19	2,85	9,6	1,75	8,6	1,6	17,7	2,25	11	1,75	10	2	14,5	2,15	21,2	3,1
16	11	1,9	8,4	1,55	9,2	1,65	15,5	2,2	14,8	2	13,2	2	14,5	2,2	20,7	3,55
17	14,2	2,5	13,8	2,2	9,1	1,7	14,8	1,75	20,8	3,15	11,5	2	18	2,55	15,6	2,1
18	16,6	2,7	18,8	2,5	10,4	1,95	14,8	2	16,4	2,15	15	2,25	14,3	1,9	22,5	3,15
19	13	1,85	12,3	2,25	10	1,9	12,4	2,45	15,2	2,35	9,9	1,85	15,5	2,25	10	1,6
20	15,8	2,45	12,6	2,3	17,4	2,75	12,6	1,75	8,7	1,75	14	2,2	17	2,45	14,7	2,15
21	13,1	2	19	2,4	13,3	2,5	13	1,9	14,4	1,45	10,5	1,45	11,5	2,1	20,2	2,75
22	12,4	1,75	20,6	2,35	7	1,5	12,6	1,95	18,7	2,5	9,5	2,1	12,5	2	18	2
23	13,5	1,75	13,5	2	9,8	1,75	17,8	2,2	23,2	3,15	9,4	1,6	9,2	1,75	11,4	1,5
24	16	2,2	7,9	1,45	9,1	1,8	18,2	2	14,5	3	19,2	3	16	2,7	16,5	1,8
25	20	3	9,3	1,65	8,7	1,5	18,8	2,6	22,5	4,75	9,6	1,75	13,4	2,2	15,6	1,95

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1997
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
TERCERA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 9		PARCELA 10		PARCELA 11		PARCELA 12		PARCELA 13		PARCELA 14		PARCELA 15		PARCELA 16	
	T2 R0F1		T11 R2F2		T13 R3F0		T14 R3F1		T15 R3F2		T3 R0F2		T5 R1F0		T16 R3F3	
	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3
1	16,4	2,65	21,2	3	23,3	3,65	22,2	3,55	17	2,45	21,2	2,6	18,1	1,6	48,5	2,6
2	18,8	3,25	19,8	2,7	17	2,15	21,4	3	18,7	3	16,5	2,95	21,2	1,21	22	2,85
3	9	1,65	12,4	2,25	16,2	2,1	12,4	2,15	19,8	2,5	14	2,2	28,9	1,15	15,4	1,9
4	10,1	1,85	21	2,7	30	4,55	24,3	3,5	30	3,65	17,2	2,3	22,3	2,6	21,3	2,75
5	8,5	1,5	17,2	2,85	23	3,5	20	2,75	27,4	2,6	19,8	2,7	15,4	2,12	13,9	1,75
6	8,6	1,45	15,8	2,1	21,8	2,8	12,3	1,6	29	5,1	15,4	2,75	14,4	1,85	12,1	2
7	17,8	2,4	14,7	2,55	12,5	2,25	26,2	3,65	18,8	2,5	9,5	1,7	18,6	1,7	14,5	2
8	22,9	3,05	16,1	1,9	17,5	3	14,6	2,55	18	2,85	18,5	2,8	19,2	1,95	20,4	2,75
9	7,6	1,3	11,5	2	16,8	2,3	21,5	2,65	18,2	2,25	19,8	3,25	29	2,35	14	1,7
10	24,4	3,3	18,9	2,45	11,3	2	20	3,1	19,5	1,9	14,7	2	19,4	1,75	14,6	2,25
11	17,5	2,9	17,2	2,3	14,4	2,75	19,5	2,8	16,2	2,6	22,6	2,85	7,1	2,4	22,8	3
12	11,2	1,5	20,3	2,75	21,9	3,55	22,3	4,15	19,3	2,75	21,1	2,55	17,5	2,1	22,5	3
13	15,3	2,25	16,1	2,2	21,1	3	15,6	2,75	24	3,3	20,2	2,76	16,3	1,85	9	1,8
14	18,3	2,5	24,9	3,1	17,9	2,25	10	2,15	21,5	3	13,8	2,55	20,4	2,6	15,5	2,75
15	9,1	1,6	17,2	2	17,1	1,95	17,3	2,55	19,4	2,7	9,9	1,75	15,6	2,15	17,3	2,55
16	8,9	1,65	20,6	2,7	27,8	4,3	15,6	2,1	17,9	2,45	14,7	2,5	10,6	2,2	11,6	1,35
17	7,7	1,4	17,5	2,85	18,5	2,35	18,5	2,5	26,3	3,15	18,8	3,15	25,8	1,31	17,5	3
18	7,9	1,45	17,5	3,25	18,3	3	21,7	2,4	25,2	2,5	17,4	2,05	19,7	1,9	9	1,65
19	9,5	1,6	16	2,8	17,9	2,45	16,8	2,2	16,2	2,3	13,2	2,05	28,5	2,25	23,3	2,55
20	13,5	1,9	13,5	2,55	20,8	2,95	22,6	2,55	16,6	2,15	17,9	2,25	17	2,45	20,8	2,85
21	20,2	2,85	11,6	2,15	15	2,4	20,4	2,7	21	3,25	13,5	1,9	13	2,1	16	2,2
22	7,8	1,35	12	1,65	13,5	1,75	18,5	2,7	10,1	1,6	13,6	1,9	38	2	10,4	2
23	23,8	2,5	23,1	2,75	12,6	2,15	28,8	4	20	2,6	8,8	1,6	17,6	2,2	13,2	2,4
24	13,2	1,75	18,5	2,6	20,6	2,65	17,5	2,55	24,4	3,85	17,9	2,3	32	2,7	11,5	2,2
25	21,3	2,85	21,5	2,35	10,9	1,65	22	2,55	19	2,5	19,5	3,4	23,5	1,13	25,6	3,5

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1998
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
PRIMERA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6		PARCELA 7		PARCELA 8	
	T9 R2F0	D1	T6 R1F1	D1	T16 R3F3	D1	T2 R0F1	D1	T7 R1F2	D1	T15 R3F2	D1	T11 R2F2	D1	T8 R1F3	D1
1	16	5,7	27,7	4,9	19,1	3,45			**		**		26,7	4,15	23,9	6,1
2	23,9	3,65	21,9	3,2					27,3	4,55	**				25,5	5,85
3	18,8	4,3	16,3	2,95	23,5	4,7			24,1	4,2	27,7	4,95	**			
4	*	3,85	14,1	2,9	**				20,1	3,85	**				15,9	4,65
5	31,1	3,65	18,5	4,45	17,3	3,25	**		20	3,55	*	4,85				
6	21,1	4	19,9	4,15			**		**		13,1	3,3	**			
7	25,5	4,8	25,2	5	18,2	3,85			23,3	4,5	*	3,25	**			
8	22,4	3,35	32,1	5,35	29,8	4,5	32,3	5,7	20,7	3,5	10,3	3,1			23,9	3,6
9	18,4	3,1	25,5	4,7					21,5	4,74			20,4	4,65	28,5	6,3
10	24,8	4,05	19,5	4,6	**		**				35,5	4,55	20,8	3,25	**	
11	19	3,55	23	4,9					20,8	4,5	22,5	3,85	13,6	3,05	**	
12	21,8	3,45	24,4	5,65					**				20,8	3,75		
13	18	4,15	27,2	4,95	21,7	4			**				19	3,45		
14	24,9	3,75	29,7	4,65	**				16,6	4	16,3	3,85	21,3	3,6		
15			**		**		**		*	3,7					*	2,9
16	24,8	3,5	12	2,35	17,1	3,3			21	4,5			23,9	4,25		
17	16,5	2,7	22,1	4,55	*	3,15					**				*	3,9
18	13,2	4,15	13,3	4,3	26,5	3,6	43	6,3	20,6	4,15					18,4	4,75
19	23	3,65	16,2	3,75	21,1	4,65			22,3	3,75			27	4,8	24,7	5,6
20	17,3	2,75	32,1	5,8	30,9	4,2			30,5	4,2			15,6	4,9		
21	13,4	2,75	30,7	6,25											27,7	4,75
22	29,5	3,65	18,7	3,6	**				**		18,6	3,4			26,5	5,25
23	20,5	3,35	14,6	2,85	30,4	4,35			22,3	4,25					25,9	4,7
24	15,6	2,45	**						**		13,2	2,7				
25	18,7	2,5	28,8	4,9					19	4,5	22,4	4,05	21,2	4,6	**	

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

*

: Especie con daño por liebre, pero fue considerada para sobrevivencia

**

: Especie que no sobrevivió al daño hecho por liebre

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1998
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
PRIMERA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 9		PARCELA 10		PARCELA 11		PARCELA 12		PARCELA 13		PARCELA 14		PARCELA 15		PARCELA 16	
	T5 R1F0		T3 R0F2		T4 R0F3		T1 R0F0		T12 R2F3		T14 R3F1		T10 R2F1		T13 R3F0	
									H1	D1	H1	D1	H1	D1	H1	D1
1	18,1	4									20,1	4,8			50,7	8
2	23,7	3,7									*	4,2			17,3	4,15
3																
4	*	4,85									16,1	3,15				
5	25,5	4,5							**				*	3,2		
6	24,7	4,5													16,3	3,7
7	21,5	4,05									14,7	3,65				
8	**												*	3,9		
9	22,7	4,55														
10	19,4	4,6			21,7	5									25,8	3,45
11											19,2	4,35				
12	21,5	3,2	29,6	6,8					**						25,4	3,5
13	20,3	4,9							**				23,5	3,3	25,8	4,55
14	15,8	2,85							*	2,85						
15									*	3,7	*	3,5				
16											**				*	4,15
17	16	4,35									17,9	3,55			18	4
18	20,2	5,35									13,4	4,1				
19	23,5	5,9			*	3,85									34,4	5,1
20	23,4	4,65													36,7	5,65
21	18,2	3,9							43,1	7,35	*	4,4				
22	21,8	4,4	22,8	4,5												
23	18,1	3,5									18,7	3,8			33,2	4,25
24	17,4	4,25							**		15,9	4,6			15	2,8
25	*	2,8							*	3,55						

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

*

: Especie con daño por liebre, pero fue considerada para sobrevivencia

**

: Especie que no sobrevivió al daño hecho por liebre

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1998
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
SEGUNDA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6		PARCELA 7		PARCELA 8	
	T16 R3F3		T11 R2F2		T7 R1F2		T4 R0F3		T5 R1F0		T3 R0F2		T14 R3F1		T1 R0F0	
									H2	D2	H2	D2	H2	D2	H2	D2
1					18	3,65			**				*	3,45		
2			20,1	2,55	**				*	4,2			12,2	3,75		
3			23,6	3,5	**											
4	**		19	3,45					20,7	3,15	27	4,95	19,8	3,7	**	
5	**		*	6,35			4,95		16,2	3,2			**			
6			28,7	5,45					19,3	3,55						
7					17,1	3,8	6		17,6	2,95			17,1	3,65		
8			19,8	4,35	**		6,25	**			33,3	6,25	21,4	4,8		
9	**		**		18,3	4,25			25	4,1			**			
10	25,8	5,15			17,8	4,7			28,4	5,56			**			
11			**		**				24,1	3,95			*	4,8		
12	18,1	3,4	16,5	3,5	20,6	3,7			25,2	4,55			10,5	3,5	**	
13	16,8	3,75	23,7	3,7	*	4,1			*	3,95			*	3,2		
14	30	8,4			**		4,1		23,4	4,25	22,7	4,1	23,9	4,4		
15	23,1	3,95	*	4,45	22,2	4,95			18,8	3,8						
16	20	3,8	25,3	6,6	21,4	5			21,1	5,1			18,7	3,9		
17	26,8	4,9	21	3,55					21,1	3,55			*	3,55		
18	21,8	4			*	3,45			22,9	3,5			*	3,7	**	
19					16,6	3,6			*	3,15					**	
20			25,5	4,5					14,7	2,85						
21			30,9	4,6	19,5	4,25			33,8	4,95			16	3,35		
22	21	3	29,5	4,75	12,7	3,1				3,85						
23	16	3,4	20,5	3,25	18,6	5,05	5,5		25,8	4,15	27,6	5,5	**			
24	19,3	4,45	18,3	4,85	**		4,2		23,8	4,9	23,3	4,2			**	
25	16,1	2,85	28	6,3	*	3,35			16,3	2,85			**		**	

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

*

: Especie con daño por liebre, pero fue considerada para sobrevivencia

**

: Especie que no sobrevivió al daño hecho por liebre

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1998
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
SEGUNDA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 9		PARCELA 10		PARCELA 11		PARCELA 12		PARCELA 13		PARCELA 14		PARCELA 15		PARCELA 16								
	T12 R2F3	H2	D2	T8 R1F3	H2	D2	T15 R3F2	H2	D2	T10 R2F1	H2	D2	T13 R3F0	H2	D2	T2 R0F1	H2	D2	T6 R1F1	H2	D2	T9 R2F0	H2
1				**						15,8	3,5	24	3,9									15,3	3,95
2				21,6	5,15	**				21,7	3,5	*	3,6			**						25,8	5,3
3	24,9		4,3			**						18,6	4,9	3,95	5,3	**						**	
4	**			23,5	4,8	22,2	4,2	**	3,35	37,1	5,75											19,5	3,45
5						**				15,6	3,6	*	3,5	**								21,2	3,6
6				18,6	3,5	26,3	3,38			*	2,45											11	2,6
7				30,5	4	**				*	6,5	**			18,5	3,9						43,6	6,5
8				19,2	3,9	15,2	3,5	28,9	4,45						12,2	2,5					*		3,9
9				18,9	28,5					*	3,2											19,2	3,1
10						20,4	3,6	17	3,3													23,5	4,25
11															*	4,4							
12	*		4	**		17,1	2,95			25,5	4,8			**								*	2,9
13				**						*	3,35			**								*	3,85
14						26,7	2,6	*	3,1	31,2	6,9			**								23,4	4,3
15						22,2	4,6	16,2	3,85	48,1	7,7				15,2	2,85						13,9	2,6
16				16	4,45			20,3	4,15													3,3	4,8
17				27,7	3,75	28,9	3,15							34,5	6,4							24,3	3,5
18	19,6		3,8	24,7	4,55			*	4	22,2	3,55			*	3,5							22,7	3,55
19				23,9	3,35					20,1	3,4											27,2	4,85
20	**			23,9	5,1	18,1	3,8	*	3,55	**													
21				23,3	3,9			*	3,3					*	4,05							*	4,35
22	28,4		3,95	21,2	4,3	22,1	5,6			**					28,8	4,1							
23	**			26,5	3,45					22,9	3,8												
24				29,3	4,55																	*	3,5
25	**					20,7	3,85	**		**				*	7,9							21,8	4,35

H : Altura en cm

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

*

: Especie con daño por liebre, pero fue considerada para sobrevivencia

**

: Especie que no sobrevivió al daño hecho por liebre

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1998
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
TERCERA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6		PARCELA 7		PARCELA 8	
	T8 R1F3		T1 R0F0		T4 R0F3		T6 R1F1		T10 R2F1		T12 R2F3		T7 R1F2		T9 R2F0	
	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3
1	31,4	6,05					19,9	4,2	**		**		30	4,7		
2	**						16,5	3,65					17	2,6	**	
3							**	2,9							15,8	
4	**						*	3,7	22,1	3,05			17,4	3,9		2,95
5							31,6	4,2			**		27,1	3,75	20	
6							22,7	3,2	13,2	3,3			19,5	3,4		3,2
7							20,2	3,85			**		9,4	2,65	26,6	
8	25,4	4,55					**		**				**			3,75
9	25,3	4,75					24,6	4	*	3,05	**		**		**	
10							25,7	4,3	22,2	3,45						
11	20,5	5,4					28,3	5,55	27,9	4,65	**				16,4	3,3
12	26,4	4,25					24,5	5,5	27,5	3,8						
13	32	5,3					23,7	4,3	*	3,15	**		13,7	2,6		
14	**						17,7	5,05	**				22,8	3,6	13,8	2,9
15	21,6	3,25					25,7	3,6	18,7	3,45			19,7	3,3	**	
16	15,6	3,2							21,6	2,8	16,1	3,1	19,2	3,1		
17	21,5	4,1					20,6	3,7	23,8	4,15	15,7	3,1	25,6	3,15	*	3
18	29,1	4,65					21,8	5,3	26,3	3,6	18,6	3,45			23,4	4,05
19	23,8	4,9							20,1	3,75						
20	27,2	4,85					20,6	3,2					20,6	4,65		
21	31,5	5,3					20,7	3,6	17,7	3,4					22,8	3,4
22	24	3,25							24,6	3,35					**	
23	26,5	5,65											**			
24	23,6	3,6					28,7	3,95			*	3,85	**		20,5	3,15
25	27,3	4,05					25,1	3,45	52,2	6,45	*	3,1			17,5	3,15

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

*

: Especie con daño por liebre, pero fue considerada para sobrevivencia

**

: Especie que no sobrevivió al daño hecho por liebre

**EVALUACIÓN DE ENSAYO EXPERIMENTAL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
VIVERO FORESTAL DE CHILE CHICO ENERO DE 1998
DATOS DE ALTURA TOTAL (cm) Y DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm)
TERCERA REPETICIÓN**

N°	PARCELA 9		PARCELA 10		PARCELA 11		PARCELA 12		PARCELA 13		PARCELA 14		PARCELA 15		PARCELA 16	
	T2 R0F1		T11 R2F2		T13 R3F0		T14 R3F1		T15 R3F2		T3 R0F2		T5 R1F0		T16 R3F3	
	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3	H3	D3
1					**					2,85			20,3	6,6	52,2	6,25
2			**		**								24	5,4	**	
3							14,8	2,6	**				31,9	4,35	**	
4			**		32,4	5,1	24,5	4,2	*	4,35	24,2	3,6	22,4	4,2		
5									28,9	4,65			19,6	7,65		
6					*	3,3			32	6,35	27,2	4,65	15,7	2,95		
7					14,1	2,75		4,1	20,7	4	31,6	4,6	24,3	5,45		
8					*	3,15	15,1	3,45	21,3	3,4			21,2	3,35		
9			12,2	3	17,8	3,1										
10					**		20,6	4,1	21,4	3,4	**		21,5	4,2	24,2	3,2
11					*	3,25	24	4,55								
12	19,4	2,6			*	4,5	23,2	4,4								
13					21,4	3,15	17,5	4,75	25,3	4,15	36	5,85	19,1	2,8		
14			**		*	2,8					**		27,7	4,6		
15	39,5	5,45	**				20	3,95			58,2	7,8	*	2,8	**	
16	**						18,8	3,3					13,8	2,4		
17			**		19,9	3,1	**		27	4,9	29,5	6,75	30,3	5,75		
18					**		23,7	3,3					20,1	2,9		
19			**		20	3	**		**				32,5	4,5		
20			**		*	3,8			**				19	3,1		
21			**				25,9	3,65	**		**	5,7	**			
22			**				21,2	3,9	*	2	28	3,9				
23					17,3	3,7			*	3,3			20,4	5,8	**	
24	**		22,6	3,65	**		**		25,6	4,3			33	4		
25							25,1	4,25					26,4	6,2		

H : Altura en centímetros

DAC : Diámetro a la altura del cuello, en milímetros

* : Especie con daño por liebre, pero fue considerada para sobrevivencia

PROMEDIO DE INCREMENTO EN ALTURA (cm) CONSIDERANDO LAS TRES REPETICIONES PARA CADA TRATAMIENTO

N°	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
1													3,1		2,2	10,7		4,9		3,7	1,7	2,9		14,8
2													8,7	*	2,8	7,8		1,8	3,3		5,5	3,5	5,6	
3					*										3	2,3			8,6					
4								16,4	7				*	1,7	0,1	3,1		*	8,5		2,4	4,3	6,5	
5					*								10	1,1	4,2	4,9		8,6	5,1		7,6			
6													3,7	5	1,3	4,4		8,5			8		8,6	
7													2,5	3,9	2,8	5,7	1,9	7	2,8	8,4	0,4		5,3	
8				20,1				17,9						*	2	17,5	3,3		7			6,4	7,7	9,8
9													3,7	3,5		10,8		7,9	2,9	7,2		2,8	8,9	8,3
10										12,8			4,7	2,9	2,1	6		9		7				
11														5,9		9	*	10	7,2					4,5
12						8,2	21,1						4,5	7,4		11,6		12,4		9,2				11,5
13										15,8			1,1	*	2,8	10,2		5,5		*	1,6			5,6
14								14,9					0,3	4,4	4,3	5,7		1,2	4,9		5			
15						30,4				48,3				1,9	*		1,7	8	*	11,9	5,2	*		2,6
16														4,6	3,2	4,5			3,8	11,8	4,7		5	4,6
17					23,1					10,7			0,5	4,1	4,5	4,8		5,8			7,6	*	9,2	7,3
18				23,9									2,7	3,4	0,4	3,2	*	7	6,1	*		2,6	5,9	12,5
19													2	*	4	2,7			1,9	5,4		6,3	6,7	10,8
20													2,9	1,7	2	15,6		8	11		3,6		9,9	11,4
21										*			2	4,5	*	14,1	*	7,7		8,3		4,8	4,3	18,4
22							7,5			14,4			0,3			5,3	4,5			5,7		5,5	5,7	11,6
23										18,1			2,6	3,8	2,8	1,3			5,3	7,6		6,2	8,5	13
24										14,7			1,4	2,3	1			10,5					8,3	7,6
25													*	5,4	2,9	11,6	*	6,3	3	*				7,3
N	0	0	0	2	1	2	2	5	7	1	0	0	18	18	19	23	4	18	15	11	12	10	15	17
Z	0	0	0	44	23,1	38,6	28,6	82	130,1	12,8	0	0	56,7	67,5	48,4	172,8	11,4	130,1	81,4	86,2	53,3	45,3	106,1	161,6
X	0	0	0	22	23,1	19,3	14,3	16,4	18,59	12,8	0	0	3,15	3,75	2,547	7,513	2,85	7,228	5,427	7,836	4,442	4,53	7,073	9,506
S	0	0	0	2	3	2	2	5	8	1	0	0	20	22	21	23	8	19	16	14	12	12	15	17

H1: Incremento en altura, 1º repetición (cm)
H2: Incremento en altura, 2º repetición (cm)
H3: Incremento en altura, 3º repetición (cm)
Z : Sumatoria de incrementos

* : Sólo se considera para sobrevivencia debido a daño grave de su ápice causado por liebre
X : Promedio del incremento en altura para cada repetición
S : Sobrevivencia
N: Número de individuos considerados para el promedio

PROMEDIO DE INCREMENTO EN ALTURA (cm) (CONSIDERANDO LAS TRES REPETICIONES PARA CADA TRATAMIENTO)

N°	T9			T10			T11			T12			T13			T14			T15			T16		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
1	2,6	0,3			1,6		4,2						1,1	1		7,6	*				*	6,1		4,3
2	8,9	1,3			2,8			6,6					0,8	*		*	1							*
3	8,5		1,6					8,9			8,9			2,1				2,4	5			9,1		*
4	*	4,5				5,5		6,5					*	4,1	2,4	3,6	0,7	0,2		3,7	*			
5	14,5	0,6	1,5	*				*						0,8					*	*	1,5	5,4		
6	6,1	0,6				1,2		10,4					1,8	*	*				4,1	2,3	3			
7	14,9	6,1	1											*	1,6	0,7	1,6	*	*		1,9	3,2		
8	7,9	*		*	0,6			5,8							*		0,6	0,5	2,2	4,2	3,3	17,3		
9	5	0,7				*	2,6		0,7					*	1									
10	13,8	0,1			5,5	8,3	3,1						3,3					0,6	4	1,7	1,9		10,3	9,6
11	7,6		3			8,1	3,1								*	1	*	4,5	1					
12	5,8	*				7,4	3	6,5			*		3,4	1,4	*		0,5	0,9		2,7			6,6	
13	4,2	*		0,6		*	6,9	9,3					2,8	*	0,3		*	1,9			1,3	10	5,1	
14	7,7	1,4	0,8		*		5,3			*				3,2	*		2,1		4,8	2,1			10,1	
15		3			2,8	7,7		*		*				6,1		*		2,7		4			11,5	
16	8,4	*			1,2	6,8	8,2	10,7				2,9	*				2,7	3,2			*	2,8	7,6	
17	7,3	0,8	*			3		8				4,2	1	*	1,4	1,9	*	*		1,4	0,7	*	12,3	
18	5,2	0,1	0,9		*	9,9					1,4	3,6		4		0,4	*	2				9,3	10,1	
19	14,6	0,2				4,9	3						14,9	3,4	2,1							10,6		
20	11,3				*		2,3	9					2,7		*					3,3		15,9		
21	4	*	2,6		*	3,3		15,9		7,1						*	0,3	5,5						
22	12					5,9		16,4			5,2							2,7	3,5	3,1	*		11,9	
23	3,5							9,3					3,2	2,4	4,7	2,2					*	16,2	7	
24	1,4	*	4					9,5	4,1	*		*	1			4,4			3,3		1,2		9,5	
25	6,7	1,3	1,9			9,7	0,1	8				*						3,1	3,5	1,2			6,4	
N	23	14	9	1	6	13	11	15	2	1	3	3	11	10	7	8	8	13	9	11	8	11	12	2
Z	181,9	21	17,3	0,6	14,5	81,7	41,8	140,8	4,8	7,1	15,5	10,7	36	28,5	13,5	21,8	9,5	30,2	31,4	29,7	14,8	105,9	108,4	13,9
X	7,909	1,5	1,922	0,6	2,417	6,285	3,8	9,387	2,4	7,1	5,167	3,567	3,273	2,85	1,929	2,725	1,188	2,323	3,489	2,7	1,85	9,627	9,033	6,95
S	24	20	10	3	10	15	11	17	2	4	4	5	13	16	13	11	13	15	11	12	13	12	12	4

H1: Incremento en altura, 1º repetición (cm)

H2: Incremento en altura, 2º repetición (cm)

H3: Incremento en altura, 3º repetición (cm)

Z : Sumatoria de incrementos

***** : Sólo se considera para sobrevivencia debido a daño grave de su ápice causado por liebre

X : Promedio del incremento en diámetro de cada repetición

S : Sobrevivencia

N: Número de individuos considerados para el promedio

PROMEDIO DEL INCREMENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm) CONSIDERANDO LAS TRES REPETICIONES

N°	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
1													1,3		3,2	2,9		2,2		1,4	1,3	2,5		3,7
2													1,05	**	3,5	1,3		1,4	1,95		0,7	1,85	2,65	
3					2,85										2,8	0,95			1,95					
4								3,2	1,3				**	1,15	1,6	1,15		1,45*	2,3		1,3	2,75	2,25	
5					**								2,05	0,5	5,2	1,95		0,8	1,55		1,3			
6									1,9				1,3	1,25	1,1	1,75		1,25			1,55		2,1	
7									2,9				0,1	1,15	3,7	2,5	1,8	1,25	1,65	2,45	0,9		1,35	
8				2,9				3,9						.65*	1,4	3,05	0,75		1,25			1,1	1,9	2,45
9													1	1,8		2,45		1,75	2,3	2,15		1,95	1,5	2,05
10										3,1			2,35	2,15	2,45	2,2		1,85		2,6				
11														1,5		2,85	.8*	3,1	2,5					3,05
12						1,1	5						0,45	2,35		3,4		3,25		1,8				1,8
13										3,9			0,75	**	0,95	2,8		2,7		1,95*	0,75			1,85
14									2,7				0,35	2,15	2	1,6		2,55	1,75		1			
15						3,85				6,05				1,55	.65*		1,1	1,35	.95*	3,25	1,15	.05*		0,4
16														2,9	0,2	0,8			2,35	3,4	0,9		2,7	1,3
17					4,6					3,6			1	1,6	3,2	2		1,95			0,6	.9*	1,25	1,6
18				2,85									1	1	1	1,85	.8*	3,3	2,35	1,45*		2,5	1,75	1,95
19													0,55	**	2,25	1,35			1,3	2,1		1,9	1,8	3,05
20													1	1,05	0,65	3,8		1,45	2,1		2,2		2,5	2,4
21										**			0,35	1,25	.1*	4,05	1,15*	1,7		2,25		1,5	2	3,3
22							1,95			2			0,6			1,85	1,8			1,7		1,95	2,75	1,5
23									1,8				0,75	1,7	4,05	0,65			2,05	3,3		1,6	1,3	3,9
24									1,7				0,4	1,65	1,3			1,95					2,2	1,4
25													2,8*	1,2	1,3	2,15	1,1*	0,85	2,3	1,45*				1,05
N	0	0	0	2	2	2	2	5	7	1	0	0	19	19	21	23	8	19	16	14	12	12	15	17
Z	0	0	0	5,75	7,45	4,95	6,95	16	21,65	3,1	0	0	16,35	27,9	41,85	49,35	5,45	34,65	29,65	26,4	13,65	19,6	30	36,75
X	0	0	0	2,87	3,725	2,475	3,475	3,2	3,093	3,1	0	0	0,861	1,468	1,993	2,146	0,681	1,8236	1,853	1,886	1,138	1,633	2	2,162
S	0	0	0	2	3	2	2	5	8	1	0	0	20	22	21	23	8	19	16	14	12	12	15	17

D1: Incremento en diámetro, 1º repetición (mm)

D2: Incremento en diámetro, 2º repetición (mm)

D3: Incremento en diámetro, 3º repetición (mm)

** : Plántula con daño grave de ápice causado por liebre, considerada sólo para sobrevivencia

* : Plántula con daño de ápice mínimo considerada para medir DAC.

N: Número de individuos considerados para el promedio

Z : Sumatoria de incrementos

X : Promedio del crecimiento en diámetro de cada repetición

S : Sobrevivencia

PROMEDIO DE INCREMENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm) CONSIDERANDO LAS TRES REPETICIONES

N°	T9			T10			T11			T12			T13			T14			T15			T16		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
1	3,75	0,8			0,5		1,45						0,5	1,25		2,05	1,8*				.4*	1,3		3,65
2	1,5	0,9			0,15			1,5					1,4	.45*		1,2*	1,5							**
3	2,3		1,1					1,7			1,7			2,65				0,45	2,1				2,8	**
4	**	1				1,05		1,95					.85*	1,2	0,55	1,55	1,3	0,7		1,6	.7*			
5	1,4	0,55	0,95	.6*				2						0,95					1,35*	.3*	2,05	1,25		
6	1,8	0,4				1,4		3					0,55	.55*	.5*				1,6	1,3	1,25			
7	2,9	0,75	1,05											1,05*	0,5	0,9	1,65	.45*	1,35*		1,5	1,65		
8	1,15	.55*		.75*	1,05			2,45							.15*		1,8	0,9	1,3	1,95	0,55	3		
9	1,15	0,5				.5*	1,8		1					1,2*	0,8									
10	2,2	1			1	1,7	1,05						0,6					1	1,15	1	1,5		2,65	0,95
11	1,4		1,05			1,85	0,9								.5*	1,1	2,45*	1,75	1,1					
12	1,45	1,5*				1	1,75	1,5		**			1,25	1,55	.95*		1,8	0,25		0,6			1,4	
13	2	1,3*		0,65		1,65*	1,05	1,7					0,85	1,15*	0,15		1,45*	2			0,85	2,3	1,8	
14	1,05	0,9	1,05		.85*		1,4			.15*				1,75	.55*		1,8		1,85	0,75			5,7	
15		0,9			1,4	1,7		2,45*		.4*				1,45		1,7*		1,4		1,8			1,6	
16	1	0,95			0,8	0,8	2	4,35				1,1	1,15*				1,55	1,2			1*	1,3	2	
17	1,3	0,7	.9*			1		1,55				1,1	1,8	1,25*	0,75	0,65	1,8*	.1*		0,65	1,75	1*	2,6	
18	2,55	0,8	0,9		1,4*	1,45					1,05	1,2		1		2,1	1,45*	0,9				1	1,8	
19	2,3	1				1,4	1,05						0,1	0,95	0,55								2,35	
20	1,5				.5*		2,6	2,25					0,1		.85*					1,85		2		
21	1,05	.6*	0,65		.2*	1,95		2,8		1,65							.75*	1,1	0,95					
22	1,4					0,85		2,85			1,5								1,2	1,4	1,95	.4*		1,25
23	0,55							1,75					0,75	1,05	1,55	1,8					.4*	2,25	1,85	
24	0,7	.75*	1,35					3,4	1,05	**		.85*	0,8			2,6			0,8		0,45		2,7	
25	0,85	1,05	1,2			1,7	1,9	3,3				1,35*						1,7	1,6	0,8			1,15	
N	23	20	10	3	10	15	11	17	2	3	3	5	13	13	13	11	13	15	11	12	13	12	12	2
Z	37,25	12,2	9,3	0,65	4,9	17,85	16,95	38,05	2,05	1,65	4,25	3,4	8,7	13,8	4,85	12,75	12,5	14,4	12,9	14,25	9,9	21,2	26,5	4,6
X	1,62	0,61	0,93	0,217	0,49	1,19	1,541	2,238	1,025	0,55	1,417	0,68	0,669	1,062	0,373	1,159	0,962	0,96	1,173	1,188	0,762	1,767	2,208	2,3
S	24	20	10	3	10	15	11	17	2	4	4	5	13	16	13	11	13	15	11	12	13	12	12	4

D1: Incremento en diámetro, 1º repetición (mm)

D2: Incremento en diámetro, 2º repetición (mm)

D3: Incremento en diámetro, 3º repetición (mm)

****:** Plántula con daño grave de ápice causado por liebre, considerada sólo para sobrevivencia

***** : Plántula con daño de ápice mínimo considerada para medir DAC.

N: Número de individuos considerados para el promedio

Z : Sumatoria de incrementos

X : Promedio del crecimiento en diámetro de cada repetición

S : Sobrevivencia

PROMEDIO DE INCREMENTO DEL ÍNDICE DE CRECIMIENTO (cm³) CONSIDERANDO LAS TRES REPETICIONES

N°	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8		
	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3
1													1,803		4,214	5,971		2,91		1,674	3,356	6,172		10,58
2													2,191		5,014	1,734		1,454	4,029		0,734	5,207	4,729	
3															4,595	0,859				3,467				
4								6,291	2,226					1,294	2,444	0,849				2,701		1,633	3,019	5,414
5													4,233	0,558	9,81	2,813		2,915	1,925		2,64			
6									4,717				2,851	1,676	0,873	2,534		1,785			1,861		2,083	
7									6,412				0,562	1,088	6,548	5,081	2,082	2,102	3,053	2,311	0,384		3,11	
8				9,538				12,16							1,649	8,415	0,49		1,842			2,004	2,46	4,57
9													2,305	3,065		4,889		3,091	3,759	2,816		6,449	1,353	4,469
10										5,104			3,361	5,656	3,198	3,349		3,75		3,456				
11														2,668		4,934		7,619	3,668					5,094
12						1,059	13,41						0,916	4,356		7,141		6,799		2,409				3,874
13									10,78				1,567		0,94	5,879		3,916			0,512			5,847
14								3,663					0,315	3,389	4,482	4,189		3,483	2,064		1,752			
15						11,5			35,11					1,859			0,821	2,435		5,142	1,475			0,738
16														4,69	0,282	0,483			3,457	5,104	1,143		2,832	1,2
17					13,83				11,58				1,288	2,013	5,72	3,45		2,367			1,37		2,739	2,727
18				14,79									2,47	1,587	0,979	1,853		5,532	3,078			3,352	4,844	5,082
19													2,645		5,138	1,501			1,911	1,899		5,227	1,321	5,269
20													4,502	0,773	0,805	10,14		1,724	4,52		3,434		5,27	5,45
21													0,727	4,271		11,19		2,213		3,074		3,831	2,858	8,324
22							3,622		3,768				1,116			2,013	3,556			1,083		5,017	3,547	2,155
23								8,041					1,045	3,123	7,117	0,542			3,205	4,407		3,828	2,322	8,046
24								3,862					0,771	3,443	2,947			3,75					4,906	2,284
25														1,027	0,92	5,614		1,717	3,038					2,678
N	0	0	0	2	1	2	2	5	7	1	0	0	18	18	19	23	4	18	15	11	12	10	15	17
Z	0	0	0	24,33	13,83	12,56	17,03	34,01	74,59	5,104	0	0	34,67	46,53	67,68	95,42	6,949	59,56	45,72	33,37	20,29	44,1	49,79	78,38
X	0	0	0	12,17	13,83	6,279	8,517	6,803	10,66	5,104	0	0	1,926	2,585	3,562	4,149	1,737	3,309	3,048	3,034	1,691	4,41	3,319	4,611

IC1 : Incremento en Índice de Crecimiento, 1º repetición (cm³)
IC2 : Incremento en Índice de Crecimiento, 2º repetición (cm³)
IC3 : Incremento en Índice de Crecimiento, 3º repetición (cm³)

N : Número de plantas
Z : Sumatoria
X : Promedio del incremento en índice de crecimiento de cada repetición

PROMEDIO DE INCREMENTO DEL ÍNDICE DE CRECIMIENTO CONSIDERANDO LAS TRES REPETICIONES

N°	T9			T10			T11			T12			T13			T14			T15			T16				
	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3	IC1	IC2	IC3		
1	4,689	0,899			0,658		2,958						3,61	2,035		3,686							1,672		17,09	
2	2,491	2,504			0,436			0,683					1,732				1,495									
3	3,064		0,889					2,415			3,522			3,631				0,427	4,943				4,671			
4		1,421				1,392		1,98						5,434	2,216	1,278	1,999	1,345		2,665						
5	3,303	0,831	1,111											0,982								4,397	1,351			
6	2,65	0,24				1,004		7,426					0,793						1,166	2,99	5,36					
7	5,493	6,023	1,874												0,434	0,9	1,284					2,137	1,972			
8	1,812				2,451			3,241									3,912	0,848	0,727	1,58	1	5,753				
9	1,259	0,595					2,965		0,638						0,822											
10	3,691	1,773			1,243	2,217	1,34						1,243						1,541	3,708	1,38	1,77		5,874	1,739	
11	1,868		1,108			4,48	0,78									1,711		3,44	1,709							
12	1,955					2,395	2,213	1,621					1,998	3,33			0,555	0,651		0,693				1,632		
13	2,462			0,944			1,565	2,669					2,524		0,224			2,769				1,744	3,134	1,918		
14	2,248	2,407	0,716				1,986							7,428			2,651		1,956	0,963				19,72		
15		0,625			1,597	1,889								12,11				1,996		3,271				2,964		
16	2,013				1,083	1,101	3,522	10,28				1,019					2,588	1,359					1,29	2,486		
17	1,023	1,134				2,035		2,127				1,049	2,057		0,891	0,91					1,149	3,873		5,668		
18	2,069	1,152	1,606			2,65					1,454	1,454		1,614		1,733		1,331					2,272	2,922		
19	2,911	2,396				1,987	2,846						4,072	1,321	0,726								4,007			
20	1,215						3,042	4,328					1,053								4,287			4,725		
21	0,742		1,108			1,743		6,052		11,59							1,32	1,963								
22	3,044					1,592		6,183			3,039							1,876	1,546	2,1				1,611		
23	0,968							1,913					2,322	1,756	1,786	2,04							5,126	1,633		
24	0,502		1,5					4,12	1,76				0,616			2,904			0,601		1,117			3,522		
25	0,842	1,893	1,143			16,64	2,948	9,313										3,103	2,54	1,254				1,027		
N	23	14	9	1	6	13	11	15	2	1	3	3	11	10	7	8	8	13	9	11	8	11	12	2		
Z	52,31	23,89	11,05	0,944	7,468	41,13	26,16	64,35	2,398	11,59	8,015	3,522	22,02	39,64	7,098	15,16	15,8	22,65	18,9	22,33	21,4	35,97	50,97	18,83		
X	2,274	1,707	1,228	0,944	1,245	3,164	2,379	4,29	1,199	11,59	2,672	1,174	2,002	3,964	1,014	1,895	1,975	1,742	2,1	2,03	2,675	3,27	4,248	9,414		

IC1 : Incremento en Índice de Crecimiento, 1º repetición (cm³)
 IC2 : Incremento en Índice de Crecimiento, 2º repetición (cm³)
 IC3 : Incremento en Índice de Crecimiento, 3º repetición (cm³)

N : Número de plantas
 Z : Sumatoria
 X : Promedio del incremento en índice de crecimiento de cada repetición

TABLA RESUMEN DE PROMEDIOS EN SOBREVIVENCIA E INCREMENTOS MEDIOS DE ALTURA (cm), DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (mm) E ÍNDICE DE CRECIMIENTO (cm)

	T1				T2				T3				T4	
REPETICIÓN	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC
I	0	0	0	0	21,40	3,125	12,17	2	14,30	3,475	8,517	2	12,80	3,1
II	0	0	0	0	23,10	3,725	13,83	3	16,4	5	6,803	5	0	0
III	0	0	0	0	19,30	2,475	6,279	2	18,59	3,093	10,66	8	0	0
SUMATORIA (Z)	0	0	0	0	63,80	9,33	32,28	7,00	59,67	11,57	25,97	15,00	12,80	3,10
PROMEDIO (X)	0	0	0	0	21,27	3,11	10,76	2,33	16,43	3,86	8,66	5,00	4,27	1,03

	T5				T6				T7				T8	
REPETICIÓN	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC
I	3,15	0,86	1,926	20	7,51	2,146	4,149	23	5,43	1,85	3,048	16	4,53	1,63
II	3,75	1,46	2,585	22	2,85	0,68	1,737	8	7,84	1,88	3,034	14	7,07	2
III	2,55	1,99	3,562	21	7,23	1,82	3,309	19	4,44	1,14	1,691	12	9,51	2,16
SUMATORIA (Z)	9,45	4,32	8,073	63,00	17,59	4,65	9,19	50,00	17,70	4,88	7,77	42,00	21,11	5,8
PROMEDIO (X)	3,15	1,44	2,69	21,00	5,86	1,55	3,06	16,67	5,90	1,63	2,59	14,00	7,04	1,93

	T9				T10				T11				T12	
REPETICIÓN	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC
I	7,91	1,62	2,274	24	0,6	0,22	0,944	3	3,8	1,55	2,379	11	7,1	0,55
II	1,5	0,61	1,707	20	2,417	0,49	1,245	10	9,387	2,23	4,29	17	5,167	1,41
III	1,92	0,93	1,228	10	6,285	1,19	3,164	15	2,4	1,03	1,199	2	3,567	0,68
SUMATORIA (Z)	11,33	3,16	5,209	54,00	9,30	1,9	5,35	28,00	15,59	4,8	7,87	30,00	15,83	2,65
PROMEDIO (X)	3,78	1,05	1,74	18,00	3,10	0,63	1,78	9,33	5,20	1,6	2,62	10,00	5,28	0,88

	T13				T14				T15				T16	
REPETICIÓN	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC	IC	S	H	DAC
I	3,2727	0,67	2,002	13	2,725	1,16	1,895	11	3,489	1,17	2,1	11	9,627	1,77
II	2,85	1,06	3,964	16	1,188	0,96	1,975	13	2,7	1,19	2,03	12	9,03	2,21
III	1,9286	0,37	1,014	13	2,323	0,96	1,742	15	1,85	0,76	2,67	13	6,95	2,3
SUMATORIA (Z)	8,05	2,1	6,98	42,00	6,24	3,08	5,61	39,00	8,04	3,12	6,805	36,00	25,61	6,27
PROMEDIO (X)	2,68	0,7	2,33	14,00	2,08	1,03	1,87	13,00	2,68	1,04	2,27	12,00	8,54	2,09

ANÁLISIS DE SOBREVIVENCIA PROMEDIO PARA EL ENSAYO DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN CON *EUCALYPTUS GUNNII* INSTALADO EN EL VIVERO FORESTAL DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE CHILE CHICO, XI REGIÓN DE AYSÉN

Sobrevivencia media (%), para cada combinación de tratamientos, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

Combinación de factores			Bloque			Sobrevivencia Media (%)
			I	II	III	
R0	F0	T1	0	0	0	0,00
	F1	T2	8	12	8	9,33
	F2	T3	8	2	32	20,00
	F3	T4	4	0	0	1,33
R1	F0	T5	80	88	84	84,00
	F1	T6	92	72	76	80,00
	F2	T7	64	56	48	56,00
	F3	T8	48	60	68	58,67
R2	F0	T9	96	80	40	72,00
	F1	T10	12	40	60	37,33
	F2	T11	44	68	8	40,00
	F3	T12	16	16	2	17,33
R3	F0	T13	52	64	52	56,00
	F1	T14	44	52	60	52,00
	F2	T15	44	48	52	48,00
	F3	T16	48	48	16	37,33
Sobrevivencia Media (%)			41,25	44,125	37,875	
Sobrevivencia Media General						41,83

Transformación de los datos de Sobrevivencia para el posterior análisis de varianza.

Transformación de los datos			Decimal			Raíz cuadrada			Arcoseno		
Combinación de factores			Bloque			Bloque			Bloque		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III
R0	F0	T1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	F1	T2	0,08	0,12	0,08	0,28	0,35	0,28	0,29	0,35	0,29
	F2	T3	0,08	0,20	0,32	0,28	0,45	0,57	0,29	0,46	0,60
	F3	T4	0,04	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
R1	F0	T5	0,80	0,88	0,84	0,89	0,94	0,92	1,11	1,22	1,16
	F1	T6	0,92	0,72	0,76	0,96	0,85	0,87	1,28	1,01	1,06
	F2	T7	0,64	0,56	0,48	0,80	0,75	0,69	0,93	0,85	0,77
	F3	T8	0,48	0,60	0,68	0,69	0,77	0,82	0,77	0,89	0,97
R2	F0	T9	0,96	0,80	0,40	0,98	0,89	0,63	1,37	1,11	0,68
	F1	T10	0,12	0,40	0,60	0,35	0,63	0,77	0,35	0,68	0,89
	F2	T11	0,44	0,68	0,08	0,66	0,82	0,28	0,73	0,97	0,29
	F3	T12	0,16	0,16	0,20	0,40	0,40	0,45	0,41	0,41	0,46
R3	F0	T13	0,52	0,64	0,52	0,72	0,80	0,72	0,81	0,93	0,81
	F1	T14	0,44	0,03	0,60	0,66	0,18	0,77	0,73	0,18	0,89
	F2	T15	0,44	0,48	0,52	0,66	0,69	0,72	0,73	0,77	0,81
	F3	T16	0,48	0,48	0,16	0,69	0,69	0,40	0,77	0,77	0,41

Datos de Supervivencia transformados para el posterior análisis de varianza.

Combinación de factores			Bloque			Suma de Tratamientos	Media de Tratamientos
			I	II	III		
R0	F0	T1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	F1	T2	0,28	0,35	0,28	0,92	0,30
	F2	T3	0,28	0,46	0,60	1,35	0,45
	F3	T4	0,20	0,00	0,00	0,20	0,06
R1	F0	T5	1,10	1,21	1,15	3,48	1,16
	F1	T6	1,28	1,01	1,05	3,35	1,11
	F2	T7	0,92	0,84	0,76	2,53	0,84
	F3	T8	0,76	0,88	0,96	2,62	0,87
R2	F0	T9	1,36	1,10	0,68	3,16	1,05
	F1	T10	0,35	0,68	0,88	1,92	0,64
	F2	T11	0,72	0,96	0,28	1,98	0,66
	F3	T12	0,41	0,41	0,46	1,28	0,42
R3	F0	T13	0,80	0,92	0,80	2,53	0,84
	F1	T14	0,72	0,80	0,88	2,41	0,80
	F2	T15	0,72	0,76	0,80	2,29	0,76
	F3	T16	0,76	0,76	0,41	1,94	0,6
Suma de Bloques			10,74	11,21	10,07		
Media de bloques			0,67	0,700	0,62		
Suma General						32,02	

Supervivencia media (%) para cada nivel de riego y fertilización.

Niveles de Riego (5 litros)	Niveles de Fertilización (Dosis)				Suma de medias	Media por nivel
	F0 Nula	F1 Menor	F2 Media	F3 Mayor		
R0: sin riego	0,00	0,92	1,35	0,20	2,48	0,62
R1: cada 10 días	3,48	3,35	2,53	2,62	11,99	2,99
R2: cada 20 días	3,16	1,92	1,98	1,28	8,35	2,08
R3: cada 30 días	2,53	2,41	2,29	1,94	9,19	2,29
Suma de Medias	9,18	8,62	8,16	6,05		
Media por nivel	2,29	2,15	2,04	1,51		

Sumas de cuadrados necesarias para el análisis de varianza

Suma total de cuadrados (SCT)	$0^2 + 0,28^2 + \dots + 0,41^2 - 32,02^2 / (4 \times 4 \times 3)$	6,208
Suma de los cuadrados de los tratamientos (SCTR)	$(0^2 + 0,92^2 + \dots + 1,94^2) / 3 - 32,02^2 / (4 \times 4 \times 3)$	5,312
Suma de los cuadrados de los Bloques (SCB)	$(10,74^2 + \dots + 10,07^2) / (4 \times 4) - 32,02^2 / (4 \times 4 \times 3)$	0,041
Suma de los cuadrados de los errores (SCE= SCT - SCTR - SCB)	$6,208 - 5,312 - 0,041$	0,854
Suma de los cuadrados del Factor Riego (SCR)	$(2,48^2 + \dots + 9,19^2) / (4 \times 3) - 32,02^2 / (4 \times 4 \times 3)$	4,00
Suma de los cuadrados del Factor Fertilización (SCF)	$(9,18^2 + \dots + 6,05^2) / (4 \times 3) - 32,02^2 / (4 \times 4 \times 3)$	0,467
Suma de los cuadrados de la interacción de Factores (SCRxF = SCTR - SCR - SCF)	$5,132 - 4,00 - 0,467$	0,844
Número de niveles por factor	4	
Número de bloques	3	
Total de combinaciones de tratamientos	4x4	16

Análisis de Varianza para determinar la existencia de diferencias significativas entre los niveles de cada factor o la combinación de tratamientos.

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F _{0,05} Tabla	Diferencias Significativas (0,05)
Tratamientos	15	5,310	0,3540	12,4941	2,015	Sí
Bloques	2	0,040	0,0200	0,7069	3,320	No
Factor R	3	4,000	1,3333	47,0588	2,920	Sí
Factor F	3	0,460	0,1533	5,4118	2,920	Sí
Factor RF	9	0,840	0,0933	3,2941	2,210	Sí
Error	30	0,850	0,0283			
Totales	47					

MÉTODO DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE MEDIAS: TEST DE DUNCAN.

Factor Riego

$$S_{yij} = \text{raíz}(CME/an) = \text{raíz}(0,0283/4 \times 3) = 0,048$$

P	2	3	4
r _{0,05;16;30}	1	1,05	1,08
S _{yij x r}	0,048563	0,050991	0,05245
R0	R2	R3	R1
0,62	2,08	2,29	2,99

Comparación múltiple de medias

	Resta			Resta			
R1-R0	2,99	0,062	2,928	2,928	0,052448	2,875552	Diferencia
R1-R2	2,99	2,08	0,91	0,91	0,050991	0,859009	Diferencia
R1-R3	2,99	2,29	0,7	0,7	0,048563	0,651437	Diferencia
R3-R0	2,29	0,62	1,67	1,67	0,050991	1,619009	Diferencia
R3-R2	2,29	2,08	0,21	0,21	0,048563	0,161437	Diferencia
R2-R0	2,08	0,62	1,46	1,46	0,048563	1,411437	Diferencia

Niveles de riego que presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Niveles de Riego	Medias por nivel	Niveles de Riego			
		R0	R1	R2	R3
R3	48,33 %	7,65 %	69,67 %	41,65 %	48,33 %
R2	41,65 %	DIFERENTE	DIFERENTE	DIFERENTE	
R1	69,67 %	DIFERENTE			
R0	7,65 %				

Resultados del test de Duncan para el Factor Riego.

Niveles de Riego (5 litros)	Sobrevivencia (%) media			
R1: riego cada 10 días (mayor volumen de agua)	69,67	a		
R3: riego cada 30 días (menor volumen de agua)	48,33		b	
R2: riego cada 20 días (volumen medio de agua)	41,65			c
R0: sin riego	7,65			d

Factor Fertilización

$$S_{yij} = \text{raiz}(CME/an) = \text{raiz}(0,0283/4 \times 3) = 0,048$$

P	2	3	4
$r_{0,05;16;30}$	1	1,05	1,08
$S_{yij} \times r$	0,048563	0,050991	0,05245
F3	F2	F1	F0
1,5128	2,0419	2,1561	2,2957

Comparación múltiple de medias

	Resta			Resta			
F0-F3	2,2957	1,5128	0,7829	0,7829	0,052448	0,730439	Diferencia
F0-F2	2,2957	2,0419	0,2539	0,2539	0,050991	0,202859	Diferencia
F0-F1	2,2957	2,1561	0,1396	0,1396	0,048563	0,091013	Diferencia
F1-F3	2,1561	1,5128	0,6433	0,6433	0,050991	0,59232	Diferencia
F1-F2	2,1561	2,0419	0,1143	0,1143	0,048563	0,065711	Diferencia
F2-F3	2,0419	1,5128	0,5290	0,5290	0,048563	0,480474	Diferencia

Niveles de fertilización que presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Niveles de Fertilización	Medias por nivel de fertilización	Niveles de Fertilización			
		F0	F1	F2	F3
		53,00 %	44,65 %	41,00 %	28,65 %
F3	28,65 %	DIFERENTE	DIFERENTE	DIFERENTE	
F2	41,00 %	DIFERENTE	DIFERENTE		
F1	44,65 %	DIFERENTE			
F0	53,00 %				

Resultados del Test de Duncan para el Factor Fertilización.

Niveles de Fertilización	Sobrevivencia (%) media por nivel de fertilización			
F0: Sin fertilizantes (dosis nula)	53,00	a		
F1: N=30 P=15 K= 7,5 (menor dosis)	44,65		b	
F2: N=60 P=30 K= 15 (dosis media)	41,00			c
F3: N=90 P=45 K=22,5 (mayor dosis)	28,65			d

Combinación de tratamientos

$S_{yij} = \text{raíz}(CME/n) = \text{raíz}(0,0283/3) = 0,096$

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$r_{0,05;16;30}$	1	1,05	1,08	1,11	1,12	1,14	1,15	1,16	1,17	1,175	1,18	1,185	1,19	1,19	1,19
$S_{yij \times r}$	0,09713	0,10198	0,1049	0,10781	0,10878	0,11072	0,11169	0,11267	0,11364	0,11412	0,11461	0,11509	0,11558	0,11558	0,11558
R0F0	R0F3	R0F1	R2F3	R0F2	R2F1	R3F3	R2F2	R3F2	R3F1	R3F0	R1F2	R1F3	R2F0	R1F1	R1F0
0	0,06712	0,30908	0,42889	0,45056	0,64151	0,64743	0,66051	0,76535	0,80558	0,84603	0,84608	0,87367	1,05377	1,11869	1,16116

Comparación múltiple de medias

R1F0	ROFO	1,161	0,000	1,161	1,161	0,116	1,046	diferencia	R2F0	R0F2	1,054	0,451	0,603	0,603	0,114	0,490	diferencia
R1F0	R0F3	1,161	0,067	1,094	1,094	0,116	0,978	diferencia	R2F0	R2F1	1,054	0,642	0,412	0,412	0,113	0,300	diferencia
R1F0	R0F1	1,161	0,309	0,852	0,852	0,116	0,736	diferencia	R2F0	R3F3	1,054	0,647	0,406	0,406	0,112	0,295	diferencia
R1F0	R2F3	1,161	0,429	0,732	0,732	0,115	0,617	diferencia	R2F0	R2F2	1,054	0,661	0,393	0,393	0,111	0,283	diferencia
R1F0	R0F2	1,161	0,451	0,711	0,711	0,115	0,596	diferencia	R2F0	R3F2	1,054	0,765	0,288	0,288	0,109	0,180	diferencia
R1F0	R2F1	1,161	0,642	0,520	0,520	0,114	0,406	diferencia	R2F0	R3F1	1,054	0,806	0,248	0,248	0,108	0,140	diferencia
R1F0	R3F3	1,161	0,647	0,514	0,514	0,114	0,400	diferencia	R2F0	R3F0	1,054	0,846	0,208	0,208	0,105	0,103	diferencia
R1F0	R2F2	1,161	0,661	0,501	0,501	0,113	0,388	diferencia	R2F0	R1F2	1,054	0,846	0,208	0,208	0,102	0,106	diferencia
R1F0	R3F2	1,161	0,765	0,396	0,396	0,112	0,284	diferencia	R2F0	R1F3	1,054	0,874	0,180	0,180	0,097	0,083	diferencia
R1F0	R3F1	1,161	0,806	0,356	0,356	0,111	0,245	diferencia	R1F3	R0F0	0,874	0,000	0,874	0,874	0,115	0,759	diferencia
R1F0	R3F0	1,161	0,846	0,315	0,315	0,109	0,206	diferencia	R1F3	R0F3	0,874	0,067	0,807	0,807	0,115	0,692	diferencia
R1F0	R1F2	1,161	0,846	0,315	0,315	0,108	0,207	diferencia	R1F3	R0F1	0,874	0,309	0,565	0,565	0,114	0,450	diferencia
R1F0	R1F3	1,161	0,874	0,287	0,287	0,105	0,183	diferencia	R1F3	R2F3	0,874	0,429	0,445	0,445	0,114	0,331	diferencia
R1F0	R2F0	1,161	1,054	0,107	0,107	0,102	0,005	diferencia	R1F3	R0F2	0,874	0,451	0,423	0,423	0,113	0,310	diferencia
R1F0	R1F1	1,161	1,119	0,042	0,042	0,097	-0,05	homogéneo	R1F3	R2F1	0,874	0,642	0,232	0,232	0,112	0,120	diferencia
R1F1	R0F0	1,119	0,000	1,119	1,119	0,116	1,003	diferencia	R1F3	R3F3	0,874	0,647	0,226	0,226	0,111	0,116	diferencia
R1F1	R0F3	1,119	0,067	1,052	1,052	0,116	0,936	diferencia	R1F3	R2F2	0,874	0,661	0,213	0,213	0,109	0,104	diferencia
R1F1	R0F1	1,119	0,309	0,810	0,810	0,115	0,695	diferencia	R1F3	R3F2	0,874	0,765	0,108	0,108	0,108	0,001	diferencia
R1F1	R2F3	1,119	0,429	0,690	0,690	0,115	0,575	diferencia	R1F3	R3F1	0,874	0,806	0,068	0,068	0,105	-0,03	homogéneo
R1F1	R0F2	1,119	0,451	0,668	0,668	0,114	0,554	diferencia	R1F3	R3F0	0,874	0,846	0,028	0,028	0,102	-0,07	homogéneo
R1F1	R2F1	1,119	0,642	0,477	0,477	0,114	0,364	diferencia	R1F3	R1F2	0,874	0,846	0,028	0,028	0,097	-0,07	homogéneo
R1F1	R3F3	1,119	0,647	0,471	0,471	0,113	0,359	diferencia	R1F2	R0F0	0,846	0,000	0,846	0,846	0,115	0,731	diferencia
R1F1	R2F2	1,119	0,661	0,458	0,458	0,112	0,346	diferencia	R1F2	R0F3	0,846	0,067	0,779	0,779	0,114	0,665	diferencia
R1F1	R3F2	1,119	0,765	0,353	0,353	0,111	0,243	diferencia	R1F2	R0F1	0,846	0,309	0,537	0,537	0,114	0,423	diferencia
R1F1	R3F1	1,119	0,806	0,313	0,313	0,109	0,204	diferencia	R1F2	R2F3	0,846	0,429	0,417	0,417	0,113	0,305	diferencia
R1F1	R3F0	1,119	0,846	0,273	0,273	0,108	0,165	diferencia	R1F2	R0F2	0,846	0,451	0,396	0,396	0,112	0,284	diferencia
R1F1	R1F2	1,119	0,846	0,273	0,273	0,105	0,168	diferencia	R1F2	R2F1	0,846	0,642	0,205	0,205	0,111	0,094	diferencia
R1F1	R1F3	1,119	0,874	0,245	0,245	0,102	0,143	diferencia	R1F2	R3F3	0,846	0,647	0,199	0,199	0,109	0,090	diferencia
R1F1	R2F0	1,119	1,054	0,065	0,065	0,097	-0,03	homogéneo	R1F2	R2F2	0,846	0,661	0,186	0,186	0,108	0,078	diferencia
R2F0	R0F0	1,054	0,000	1,054	1,054	0,116	0,938	diferencia	R1F2	R3F2	0,846	0,765	0,081	0,081	0,105	-0,02	homogéneo
R2F0	R0F3	1,054	0,067	0,987	0,987	0,115	0,872	diferencia	R1F2	R3F1	0,846	0,806	0,040	0,040	0,102	-0,06	homogéneo
R2F0	R0F1	1,054	0,309	0,745	0,745	0,115	0,630	diferencia	R1F2	R3F0	0,846	0,846	0,000	0,000	0,097	-0,09	homogéneo
R2F0	R2F3	1,054	0,429	0,625	0,625	0,114	0,511	diferencia									

R1F0	R1F1	R2F0	R1F3	R1F2	R3F0	R3F1	R3F2	R2F2	R3F3	R2F1	R0F2	R2F3	R0F1	R0F3	R0F0
X	X														
	X														
	X	X													
		X													
		X	X	X	X	X									
				X	X	X	X								
					X	X	X								
						X	X								
							X								
								X	X	X					
									X	X					
											X	X			
												X			
													X		
														X	X
															X

Resultados del Test de Duncan para la combinación de tratamientos, del ensayo de Riego y Fertilización con *Eucalyptus gunnii*.

		Combinación de tratamientos		S (%) media	Test de Duncan para la combinación de tratamientos
		Riego	Fertilización		
T5	R1F0	Mayor	Sin fertilización	84,00	a
T6	R1F1	Mayor	Menor	80,00	a b
T9	R2F0	Media	Sin fertilización	72,00	b c
T8	R1F3	Mayor	Mayor	58,66	d
T7	R1F2	Mayor	Media	56,00	d e
T13	R3F0	Menor	Sin fertilización	56,00	d e f
T14	R3F1	Menor	Menor	52,00	d e f g
T15	R3F2	Menor	Media	48,00	e f g h
T11	R2F2	Media	Media	40,00	i
T16	R3F3	Menor	Mayor	37,33	i j
T10	R2F1	Media	Menor	37,33	i j k
T3	R0F2	Sin riego	Media	20,00	l
T12	R2F3	Media	Mayor	17,33	l m
T2	R0F1	Sin riego	Menor	9,33	n
T4	R0F3	Sin riego	Mayor	1,33	o
T1	R0F0	Sin riego	Sin fertilización	0,00	o p

ANEXOS

ANEXO 1

REGISTROS CLIMÁTICOS DE CHILE CHICO

OBTENIDOS DE LA DIRECCIÓN AERONÁUTICA DE

CHILE CHICO

XI REGIÓN DE AYSÉN

**REGISTROS CLIMÁTICOS DE CHILE CHICO, XI REGIÓN DE AYSÉN, OBTENIDOS DE LA DIRECCIÓN
AERONÁUTICA DE CHILECHICO**

	Temperatura media	Temperatura máx media	Temperatura mín media	Temperatura máx abs	Temperatura mín abs	Humedad Relativa	Precipitación
Enero	15.5	22.3	8.4	29.7	3.5	49	11
Febrero	15.2	22.3	7.9	28.8	2.8	50.3	6.7
Marzo	12.5	19.6	6.2	26.7	0.5	53.4	16
Abril	9.3	15.4	3.9	22.4	-1.4	59.5	23.9
Mayo	5.5	10.8	1.5	17.9	-4.5	66.7	44.7
Junio	3.1	7.7	-0.4	14.8	-6.6	69.5	37.6
Julio	2.4	7.3	-1.1	14.1	-7.9	71.9	89
Agosto	3.9	9.8	0.0	16.7	-6.1	68.6	39.2
Septiembre	6.5	13.0	1.4	19.4	-4.1	63.7	23
Octubre	9.6	16.1	3.0	22.5	-1.9	56.2	14.6
Noviembre	12.7	19.3	5.8	26.1	0.5	49.9	9.4
Diciembre	14.7	20.9	6.4	28	1.7	49.4	9.8
Media Anual	9.1	15.4	3.6	22.3	-1.8	59	287

Fuente: Registros meteorológicos recopilados por la Dirección aeronáutica de Chile Chico (46°23' S;71°42' W, 328 m,s,n.m) desde el año 1963 al año 1993.

ANEXO 2

ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ÁREA DISEÑOS EXPERIMENTALES
VIVERO CHILE CHICO**

A.- IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
PRODUCTOR	CONAF	EMPRESA	CONAF CHILE CHICO
PREDIO	VIVERO	N° ORDEN	13711
LOCALIDAD	CHILE CHICO	N° LAB	36923
POTRERO	ANÁLISIS DE SUELO EN ÁREA DE DISEÑOS		
B.- RESULTADOS ANALÍTICOS			
ELEMENTOS	CONTENIDO		CATEGORÍA
NITRÓGENO DISPONIBLE (N)	47 ppm		ADECUADO
FODFORO DISPONIBLE (P)	10 ppm		REGULAR
POTASIO DISPONIBLE (K)	302 ppm		ADECUADO
ph 1:2:5 SUSPENSIÓN (ph)	6,8		NEUTRO
CONDUCCIÓN ELÉCTRICA (CE)	0,1 mmhos/cm		SIN PROBLEMA
MATERIA ORGÁNICA (MO)	4,4 %		MEDIO
ZINC DISPONIBLE	1,98 ppm		ALTO
MANGANESO DISPONIBLE	18,36 ppm		ALTO
FIERRO DISPONIBLE	62,16 ppm		ALTO
COBRE DISPONIBLE	1,43 ppm		ALTO
C.I.C.	11,47 meq/100 g		
TEXTURA BOUYOCOS		CURVA DE HUMEDAD	
ARCILLA	47%	0,3 ATMÓSFERA 26,1%	
LIMO	20%	15 ATMÓSFERA 13,2%	
ARENA	33%	HUMEDAD APROVECHABLE 12,9	
CLASE TEXTURAL	ARCILLOSO		

Fuente: AGROLAB LTDA. Laboratorio Agrícola. Análisis del suelo – Foliar – Agua.

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE LA MEZCLA DE SUSTRATO UTILIZADA EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS

A.- IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
PRODUCTOR	CONAF	EMPRESA	CONAF CHILE CHICO
PREDIO	VIVERO	N° ORDEN	13393
LOCALIDAD	CHILE CHICO	N° LAB	34947
POTRERO	MEZCLA DE SUSTRATO		
B.- RESULTADOS ANALÍTICOS			
ELEMENTOS	CONTENIDO	CATEGORÍA	
NITRÓGENO DISPONIBLE (N)	98 ppm	ALTO	
FOSFORO DISPONIBLE (P)	49 ppm	ADECUADO	
POTASIO DISPONIBLE (K)	810 ppm	ADECUADO	
ph 1:2:5 SUSPENSIÓN (ph)	7,6	LIG. ALCALINO	
CONDUCCIÓN ELÉCTRICA (CE)	3,8 mmhos/cm	LEV. ALCALINO	
MATERIA ORGÁNICA (MO)	6,5 %	MEDIO	
ZINC DISPONIBLE	3,21 ppm	ALTO	
MANGANESO DISPONIBLE	5,13 ppm	ALTO	
FIERRO DISPONIBLE	43,23 ppm	ALTO	
COBRE DISPONIBLE	0,8 ppm	ALTO	
C.I.C.	16,71 meq/100 g		
TEXTURA BOUYOUCOS			
ARCILLA	13%		
LIMO	18%		
ARENA	69%		
CLASE TEXTURAL	FRANCO ARENOSO		

Fuente: AGROLAB LTDA. Laboratorio Agrícola. Análisis del suelo – Foliar – Agua.

ANEXO 3

**REGISTROS CLIMÁTICOS DEL AÑO 1997 DE LA
DIRECCIÓN DE AERONÁUTICA DE CHILE CHICO,
XI REGIÓN DE AYSÉN**

REGISTROS CLIMÁTICOS DEL AÑO 1997 DE LA DIRECCIÓN DE AERONÁUTICA DE CHILE CHICO, XI REGIÓN

	Temperatura media	Temperatura max abs	Temperatura min abs	vientos km/hora	Precipitación
Enero	14,1	28,6	0,2	56	0
Febrero	12,3	27,5	0,1	58	1,7
Marzo	12,2	26,4	-0,2	52	7,5
Abril	8,5	22,8	-2	48	23,3
Mayo	7,1	17,5	-6,2	45	49,9
Junio	7,6	15,2	-7,4	35	22,3
Julio	5,2	14,8	-5,2	32	65
Agosto	7,2	13,8	-6	25	32,3
Septiembre	8,9	21,2	-4,8	28	11,2
Octubre	11,7	21,5	-3,6	34	14,9
Noviembre	14,8	23,6	-0,1	45	4,5
Diciembre	14,2	32,5	-4	54	6,4
Media Anual	10,32	22,12	-3,27	42,67	239*

Fuente: Registros meteorológicos recopilados por la Dirección aeronáutica de Chile Chico (46°23' S; 71°42' W, 328 m,s,n.m) del año 1997

* Sumatoria de precipitaciones mensuales.