

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Silvicultura



**EFFECTO DEL SUBSOLADO Y DEL CONTROL DE LA VEGETACION
COMPETITIVA, EN LA SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO INICIAL
DE Eucalyptus globulus EN LA QUINTA REGION.**

Por

JAVIER GONZÁLEZ CASTRO

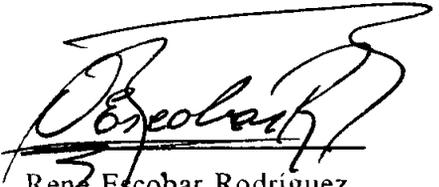
MEMORIA DE TITULO PRESENTA-
DA A LA FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE

1995

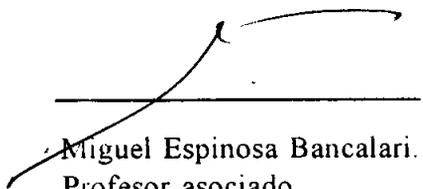
**EFEECTO DEL SUBSOLADO Y DEL CONTROL DE LA
VEGETACION COMPETITIVA, EN LA SUPERVIVENCIA Y
CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus globulus* EN LA
QUINTA REGIÓN.**

Profesor asesor



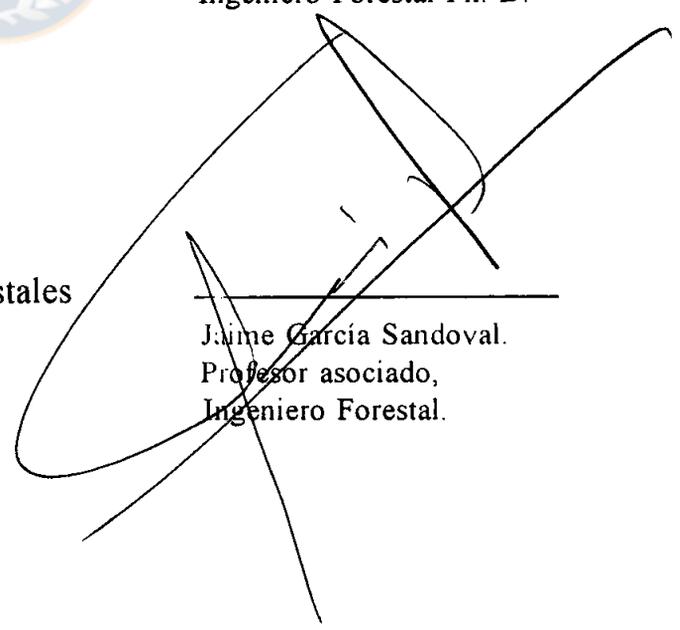
René Escobar Rodríguez
Profesor asociado,
Técnico Forestal.

Director Departamento Silvicultura



Miguel Espinosa Bancalari.
Profesor asociado,
Ingeniero Forestal Ph. D.

Decano Facultad de Ciencias Forestales



Jaime García Sandoval.
Profesor asociado,
Ingeniero Forestal.



*A mis padres y hermanos,
sin ellos esto no existiría y
a M^a Angelica, por supuesto.*

AGRADECIMIENTOS

A Don Rene Escobar por su importante guía, apoyo y dedicación en este trabajo mas allá de su responsabilidad.

A Don Gastón González por sus valiosos y desinteresados aportes a este trabajo.

A Edgardo Appel por la confianza, apoyo y paciencia depositada en mi para finalizar con éxito este trabajo, gracias por la idea.

A Rodrigo Gil por su valioso apoyo computacional y a todas las personas de FORESTAL ACE que de una u otra manera estuvieron involucradas y preocupadas en la realización de este trabajo.

A todos mis demás amigos por su preocupación y apoyo sobre todo en los momentos difíciles.

Doy gracias a Dios por todo.



INDICE DE MATERIAS

CAPITULO	PAGINA
I INTRODUCCION.....	10
II REVISION BIBLIOGRAFICA.....	12
2.1 Suelo.....	12
2.1.1 Características y propiedades.....	13
2.1.1.1 Textura.....	13
2.1.1.2 Estructura.....	14
2.1.1.3 Densidad.....	18
2.1.1.4 Porosidad.....	20
2.1.1.5 Agua en el suelo.....	21
2.1.2 Zona semiárida, suelo y características.....	24
2.1.3 Preparación de suelo.....	25
2.1.4 Técnicas de preparación del suelo.....	27
2.1.4.1 Hoyadura o casilla.....	28
2.1.4.2 Surco.....	29

2.1.4.3 Rastraje.....	30
2.1.4.4 Subsulado.....	31
2.2 Vegetación competitiva.....	34
2.2.1 Principales características.....	35
2.2.2 Efecto sobre las plantas.....	37
2.2.3 Control de la competencia.....	39
2.3 Selección de la especie adecuada.....	42
III MATERIALES Y METODOS.....	44
3.1 Descripción del lugar de ensayo.....	44
3.2 Descripción del ensayo.....	46
3.2.1 Factores y niveles estudiados.....	46
3.2.2 Descripción del diseño experimental.....	47
3.3 Establecimiento del ensayo.....	48
3.3.1 Preparación del suelo.....	48
3.3.2 Control de la vegetación competitiva.....	49
3.3.3 Plantación.....	49
3.3.4 Fertilización.....	51

3.4 Toma de datos.....	51
3.4.1 Censo en vivero.....	51
3.4.2 Variables evaluadas.....	52
3.4.3 Epocas de medición.....	52
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	54
4.1 Supervivencia.....	54
4.2 Tamaño medio.....	59
4.2.1 Altura media.....	60
4.2.3 Diámetro medio.....	62
4.3 Incremento medio.....	66
4.3.1 Incremento medio en altura.....	67
4.3.3 Incremento medio en diámetro.....	69

V CONCLUSIONES.....	73
VI RESUMEN.....	74
SUMMARY.....	75
VII BIBLIOGRAFIA.....	76
VIII APENDICES.....	84
Nº1 Datos meteorológicos de la zona.....	84
Nº2 Listado de malezas presentes en el ensayo.....	86
Nº3 Esquema del diseño en terreno.....	90
Nº4 Características de la maquinaria utilizada en subsolado y control de malezas.....	91
Nº5 Tablas de análisis de varianza.....	93
IX ANEXOS.....	99
Nº1 Perfil y serie de suelo del ensayo.....	99

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Supervivencia según subsolado y control de malezas y niveles de significancia.....	54
2 Tamaño medio según subsolado y control de malezas y niveles de significancia.....	59
3 Incremento medio en altura y diámetro según subsolado y control de malezas y niveles de significancia.....	66
<u>En el Apéndice</u>	
4 Datos meteorológicos Estación La Foresta de Catapilco.....	84

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1	Supervivencia según control de malezas..... 57
2	Altura media según control de malezas..... 61
3	Diámetro medio según control de malezas..... 64
4	Incremento medio en altura según control de malezas..... 68
5	Incremento medio en diámetro según control de malezas 70



I INTRODUCCION

El rápido crecimiento demográfico que ha tenido la población mundial lleva consigo una urgente demanda por productos forestales. Ello ha estimulado la extensión del cultivo forestal, aumentando la ocupación de terrenos desechados por la agricultura y ganadería que son, generalmente, de aptitud preferentemente forestal y que poseen normalmente, variados factores limitantes. En este caso el manejo intensivo de los suelos juega un papel importante en el buen aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables (Pritchett, 1986).

En el caso del establecimiento de nuevas plantaciones, es fundamental el empleo de técnicas adecuadas a las condiciones del sitio para lograr una supervivencia y un crecimiento que haga de la plantación una actividad económica atractiva (Prado y Rojas, 1987).

Existe una variedad de técnicas de establecimiento cuyo empleo depende del tipo de suelo en el cual se va a establecer la plantación principalmente, la especie a utilizar, los factores climáticos del lugar y la presencia de vegetación herbácea y/o arbustiva que pueda ejercer algún tipo de competencia sobre la plantación (FAO, 1966; Cromer, 1984; Frohlich, 1984; Pritchett, 1986 y Prado 1989).

En las zonas con mayores problemas de establecimiento, generalmente por la presencia de factores mas extremos de los sitios, las técnicas de establecimiento son mas importantes. Este es el caso específico de la zona

semiárida chilena, que por sus características de clima y suelo necesita de una mayor intensidad de preparación antes de forestar. En este sentido, los mayores esfuerzos han sido por parte del Estado, pero en el último tiempo, la empresa privada ha realizado una gran contribución a la recuperación de sitios degradados y/o abandonados por la agricultura y ganadería.

Forestal ACE Internacional Ltda., es parte importante de este esfuerzo en la Quinta Región, logrando grandes avances en la forestación de diferentes tipos de suelos con **Eucalyptus globulus**.

El presente trabajo analiza el comportamiento de una plantación de **Eucalyptus globulus** establecida en un sitio con limitaciones de suelo y clima.

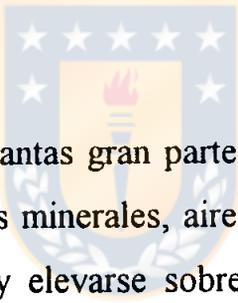
Los objetivos del estudio son los siguientes;

- 1.- Evaluar el efecto de diferentes profundidades de subsolado de suelo en la supervivencia y crecimiento inicial de las plantas de **Eucalyptus globulus**.
- 2.- Evaluar el efecto de diferentes formas de control químico de malezas sobre la supervivencia y crecimiento inicial de plantas de **Eucalyptus globulus**.
- 3.- Analizar el efecto combinado del subsolado y control de la competencia, en la supervivencia y crecimiento inicial de plantas de **Eucalyptus globulus**.

II REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Suelo

El suelo se define como la capa más externa, en su mayor parte no consolidada, de la corteza terrestre cuyo grosor varía desde unos cuantos centímetros hasta más de 3 metros. Además, se le describe como un cuerpo natural que consiste en una mezcla de materiales orgánicos y minerales. No obstante, la descripción pone de relieve la estrecha relación que existe entre el suelo y las plantas, lo cual es la base para el estudio de los suelos forestales (Pritchett, 1986).



El suelo suministra a las plantas gran parte de los elementos que necesitan para vivir: agua y nutrientes minerales, aire para las raíces y el anclaje que requieren para sostenerse y elevarse sobre el suelo. Estos elementos son suministrados a las plantas por los cuatro componentes del suelo: material mineral, sustancias orgánicas, agua y aire. Estos componentes varían considerablemente en diferentes sitios, variación que determina las características físicas y químicas del suelo, así como también el tipo de vegetación. Hoy se reconoce que un suelo con excelentes características físicas puede paliar ciertos efectos de algunas deficiencias en propiedades químicas, pero los dos tipos de propiedades son igualmente esenciales para obtener una buena productividad del bosque (Donoso, 1981).

2.1.1 Características y propiedades.

El silvicultor para mantener y/o desarrollar una alta productividad de los bosques que él maneja requiere de un buen conocimiento de las propiedades físicas del suelo sobre el cual ellos crecen. Algunas de sus propiedades pueden ser mejoradas por el silvicultor para aumentar la productividad, como es el caso de la porosidad y la estructura, el mejoramiento de otras como es el caso de la textura o la profundidad efectiva es extremadamente difícil o económicamente no aconsejable (Donoso, 1981).

2.1.1.1 Textura. El suelo se puede dividir en tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye aproximadamente el 50% del volumen de la mayor parte de los suelos superficiales y consta de una mezcla de partículas inorgánicas y orgánicas cuyo tamaño y forma varían considerablemente. La distribución proporcional de los diferentes tamaños de partículas minerales menores de 2 milímetros determina la textura de un suelo (Pritchett, 1986).

Así, la textura puede definirse como la cantidad o proporción relativa de los diferentes tipos o clases de tamaño de las partículas menores de 2 milímetros que constituyen el suelo. Esta es determinada, en gran parte, por el tipo de material parental que constituye el suelo y también por el grado de intemperización y descomposición de éste (Donoso, 1981).

Si bien la influencia indirecta de la textura sobre el crecimiento de los árboles puede ser considerable, en los suelos que se hallan en partes altas su importancia, a menudo, es eclipsada en otras regiones por otros factores más decisivos. La textura en sí, tiene poco efecto sobre el crecimiento de los árboles en tanto la humedad, nutrientes y aireación sean los correctos (Pritchett, 1986).

Wilde (1958) citado por Donoso (1981), señala que la textura del suelo es un indicador del tipo de especies que se deben plantar en un sitio específico, pero hay varios otros factores que determinan esto, tales como la profundidad del suelo, cantidad de materia orgánica, tipo de material parental, nivel freático y el clima bajo el cual se encuentra el tipo de suelo.

2.1.1.2 Estructura. Pritchett (1986), define a la estructura como la disposición espacial de las partículas libres del suelo. La circulación del agua, aireación, densidad aparente y porosidad están influenciadas de manera considerable por la disposición o agregación de las fracciones del suelo.

El proceso mediante el cual se producen las distintas estructuras de un suelo se llama agregación y no está claramente definido, siendo muchos los factores que intervienen en él (Brady, 1974; citado por Donoso, 1981).

Las partículas difieren en tamaño, forma y orientación y están variablemente asociadas e interligadas, en conjunto pueden constituir agregados de

configuraciones complejas e irregulares. Adicionalmente, la estructura del suelo es inestable por naturaleza, de allí su escasa permanencia en el tiempo, como así mismo su variabilidad en el espacio (Vera y Casanova, 1992).

La caracterización completa de la estructura de un suelo contempla tres elementos relevantes: forma o tipo, tamaño y grado estructural (Vera y Casanova, 1992).

La textura influye en el proceso de agregación del suelo. Los formados por arenas gruesas carecen de estructura y se conocen como suelos de grano simple. Para que se produzca la agregación se necesita la presencia de partículas coloidales, que no poseen las arenas y que sí poseen los suelos de texturas mas finas, en los cuales es posible encontrar diferentes clases de estructura (Donoso, 1981).

La materia orgánica, en particular el humus que es una sustancia netamente coloidal, también influye sobre la agregación, con propiedades de coagulación y peptización, que contribuyen a cementar las partículas. De la misma forma, actúan el contenido de carbonato de calcio promoviendo la formación de gránulos mediante un proceso llamado floculación y la actividad de los microorganismos del suelo, junto a la penetración y actividad de las raíces que, a través del movimiento físico en el suelo y de su descomposición una vez que mueren promueven la agregación (Donoso, 1981; Pritchett, 1986; Vera y Casanova, 1992).

La estructura también depende de las fuerzas de agregación (cohesión y adhesión) causando la contracción de los coloides por pérdida de agua y por las presiones ejercidas por el congelamiento del agua (Vera y Casanova, 1992).

Según Pritchett (1986), las alteraciones mecánicas a menudo afectan la condición física de un suelo superficial, como resultado de la modificación de su estructura por medio de la compactación y el encharcamiento. Los efectos directos afectan los sistemas aire-agua del suelo y las propiedades de dureza del suelo que afectan a la penetración de las raíces.

La compactación por medio de un equipo pesado o por el paso repetido de un equipo ligero comprime la masa del suelo y desbarata los estratos de la superficie, disminuyendo el volumen de los macroporos y aumentando el volumen proporcional de sólidos y microporos. Una reducción en la difusión del aire y en la permeabilidad, así como un aumento en la dureza del suelo son comunes en la zona compactada (Donoso, 1981).

La textura del suelo tiene gran influencia sobre su estructura por esa razón, se considera como una de las propiedades físicas más importantes desde el punto de vista del crecimiento de los árboles. Pero la estructura puede modificar algunos efectos en sus características que le imparte una textura determinada. Así es como un suelo arcilloso, puede ser suelto y friable si tiene una buena estructura de tipo granular, en tanto que si es dispersado, puede desarrollar un suelo impermeable y mal aireado (Donoso, 1981).

Una función importante de la estructura es modificar las propiedades que, de alguna manera, son controladas por la textura del suelo. Principalmente, los beneficios están relacionados con su efecto en la proporción de poros (grandes y pequeños) en el suelo. Los macroporos son esenciales para el flujo de aire que suministra oxígeno para el crecimiento de raíces y de la fauna edáfica. Los microporos en cambio, prioritariamente retienen el agua que en definitiva utilizará la planta (Vera y Casanova, 1992).

Donoso (1981), señala que a medida que aumenta el tamaño de los agregados tiende a aumentar la capacidad de infiltración del suelo, en tanto que al aumentar la cantidad de arcilla, pero sin mejorar la estructura, tiende a disminuir la capacidad de infiltración al disminuir la aireación porque se facilitan las condiciones de anegamiento y a dificultar la penetración de las raíces y la actividad de la microfauna, lo que afecta considerablemente el crecimiento de los árboles.

Aparte del suministro de materia orgánica existen varias formas de mantener o mejorar la estructura del suelo. El disturbio mínimo del suelo por maquinaria indudablemente permitirá desarrollar y mantener una buena condición estructural. Una de las prácticas que motivaba la intensiva alteración del suelo era el control de malezas. Pero ahora que la tecnología ha tenido avances notables, ha llegado a ser menos riesgosa en este sentido. El evitar la compactación superficial del suelo es un punto a favor en la estructura de éste ya que el daño puede ocurrir en suelos de cualquier textura. Desde este punto de vista, el momento apropiado para el uso de maquinaria constituye una decisión relevante puesto que en sistemas

tradicionales de operación, es importante que la labranza no se realice en suelos que contienen más de un 20% de arcilla y en una condición cercana a la plástica. Si se efectúa a la misma profundidad cada año dará lugar a la formación de pie de arado y de estructuras laminares (Vera y Casanova, 1992).

2.1.1.3 Densidad. Para expresar el peso del suelo existen dos posibilidades. La primera consiste en lo que se llama densidad de las partículas o gravedad específica de un suelo y es el peso de una unidad de volumen de partículas sólidas de suelo, expresado en gramos por centímetro cúbico, expresándose de la siguiente forma:

$$\text{Densidad de partículas} = \frac{\text{Peso de sólidos (gr)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$

No se le atribuye comúnmente mucha importancia como característica física del suelo porque el rango de variación para los diferentes suelos, salvo casos especiales, es muy estrecho. Se estima que la densidad de las partículas en la mayor parte de los suelos varía entre 2,6 y 2,7 gr/cm³ y se usa normalmente como promedio el valor de 2,65 gr/cm³ (Donoso, 1981).

A diferencia de la densidad de las partículas, que considera solamente las partículas sólidas, las mediciones de densidad aparente incluyen el espacio ocupado por el aire, así como el volumen del suelo, de esta forma las mediciones se relacionan con la porosidad. Esta segunda posibilidad de expresión es la relación del peso al vacío de un volumen dado de suelo no

alterado con el peso de un volumen igual de agua. Como es una medida de peso por la cual todo el volumen del suelo se toma en consideración, es influida considerablemente por la estructura del suelo y se calcula de la siguiente forma (Pritchett, 1986).

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso seco del suelo (gr)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$

La densidad aparente depende en gran medida de la estructura del suelo. Por esta razón los suelos que son sueltos y porosos tienen bajos pesos por unidad de volumen (densidad aparente), en tanto que aquellos que son compactados tienen valores altos. Los suelos que tienen alto contenido de materia orgánica tienen menores densidades aparentes que los suelos bajos en este componente (Donoso, 1981; Pritchett, 1986).

El pisoteo excesivo de los animales de pastoreo; el uso de maquinaria pesada de tala o las perturbaciones cuando los suelos están húmedos, aumentará la densidad aparente, sobre todo en los de texturas finas. Las arenas compactadas con densidades aparentes superiores a 1.75 o las arcillas con densidades superiores a 1.55, pueden impedir la penetración de las raíces de los árboles, es decir, la densidad del suelo por encima de la cual las raíces no penetran, varía con la textura del suelo y una determinada densidad aparente en los suelos de texturas finas limita el crecimiento de las raíces más que la misma densidad en los suelos de texturas gruesas (Pritchett, 1986).

2.1.1.4 Porosidad. Es el porcentaje de espacio poroso que existe en un suelo o el espacio de suelo que no está ocupado por sólidos. Se define también como la porción de suelo que está ocupada por aire y/o por agua. En suelos secos los poros estarán ocupados por aire y en suelos inundados por agua (Donoso, 1981).

La densidad aparente es un buen indicador de la porosidad, a mayor densidad menor será la porosidad y viceversa. Los poros se encuentran en un rango continuo de tamaño, dividiéndose usualmente en dos tipos: los macroporos y microporos. La tasa de movimiento del agua y del aire a través del suelo es determinada, en gran medida, por el tamaño de los poros. Los macroporos facilitan una rápida percolación del agua y el movimiento del aire, en tanto que los microporos dificultan el movimiento del aire y retienen gran cantidad de agua por capilaridad; por consiguiente, los microporos son muy importantes en la retención del agua y los macroporos son de gran valor en el drenaje interno del suelo y en la aireación. Una buena aireación no solamente favorece la absorción del agua y del oxígeno, sino también de los nutrientes minerales. Por ejemplo, una mala aireación de suelos puede redundar en un escaso desarrollo arbóreo simplemente porque el desarrollo de las raíces se restringe a un pequeño volumen del suelo superficial empobrecido (Donoso, 1981; Pritchett, 1986).

Brady (1974) y Wide (1959) citados por Donoso (1981), señalan que la textura es un factor que afecta la porosidad. Los suelos forestales tienen porosidades que fluctúan entre 30% y 65%, siendo mas porosos los de texturas medias a finas y menos porosos los suelos de texturas gruesas. Los

suelos arenosos tienen una porosidad de 35% a 50% y los francos a arcillosos de 40% a 60% o más. Lo que no es absoluto por ser dependiente del grado de compactación y agregación.

La compactación disminuye considerablemente la porosidad, la que puede llegar al 25% a 30% en suelos arenosos compactados. La agregación de las partículas en cambio, aumenta la porosidad considerablemente en los suelos de texturas medias a finas (Donoso, 1981).

La materia orgánica por ser altamente porosa, con valores de 80% a 90%, influye sobre la estructura aumentando su porosidad, pero las actividades agrícolas y forestales contribuyen a disminuir la porosidad lo que se debe a la disminución en el contenido de materia orgánica y a la compactación (Donoso, 1981).



2.1.1.5 Agua en el suelo. La cantidad y el estado energético del agua en el suelo son influenciadas por las propiedades físicas del suelo más que ningún otro factor (Baver et al., 1972).

El agua es una sustancia esencial para el desarrollo de las plantas, requerida en cantidades mucho mayores que cualquier otra; pero en tanto que la planta retiene una gran parte de cualquier otro de los elementos que absorbe, la característica sobresaliente del agua es su continuo flujo en una dirección, desde el suelo a través de las raíces y los tallos hasta la superficie de la hoja,

donde se evapora principalmente dentro de los estomas difundiéndose, después, en el aire (Russell y Russell, 1964).

Tanto el agua como el aire ocupan el espacio de poros del suelo. Todos estos poros están llenos de agua líquida en el estado de saturación, debiendo incluirse en el concepto de agua las sustancias (sales y gases) disueltas en ella. Si el contenido de agua disminuye, se vacían primero los poros grandes y el agua es retenida firmemente en los poros pequeños (Baver et al., 1972).

La función del agua del suelo en el manejo de los bosques es extraordinariamente importante porque un gran porcentaje de las tierras que son o muy húmedas o muy secas para el uso agrícola, están relegadas a la silvicultura. El aprovisionamiento de humedad en los suelos determina en gran medida el tipo de árbol que puede cultivarse y de esta manera, influye en la distribución de los bosques de todo el mundo (Pritchett, 1986).

El agua que infiltra en el suelo es retenida durante mayor o menor tiempo en él por fuerzas de adhesión, cohesión y tensión superficial, que permiten clasificarla desde el punto de vista físico en tres formas diferentes, pero que no están separadas por límites precisos. Estas formas son, agua gravitacional, agua capilar y agua higroscópica a las que se pueden agregar el agua combinada y el vapor de agua (Donoso, 1981).

El agua gravitacional es la que se drena por gravedad a través de los espacios porosos grandes del suelo (agua en exceso de 0.1 a 0.2 bares de succión); el agua capilar se retiene en los poros capilares y alrededor de las

partículas del suelo por fuerzas de cohesión y adhesión después de que se ha eliminado el agua gravitacional, el agua higroscópica es retenida muy firmemente, como una delgada película que rodea las partículas aisladas del suelo, después de que el agua capilar ha sido removida. Su forma esencialmente no es líquida y se mueve sobre todo en forma de vapor y no es disponible para las plantas superiores (Pritchett, 1986).

Las raíces de los árboles absorben grandes cantidades de agua para substituir la que se pierde por la transpiración y la que se consume en actividades metabólicas. En condiciones favorables ésta puede ser hasta 6 mm por día (75.000 litros por hectárea) a principios del verano.

Los árboles consumen de 300 a 500 kilogramos de agua por cada kilogramo de materia seca producida y sus raíces pueden aprovechar de manera efectiva la humedad del suelo incluso tratándose de contenidos de baja humedad (Pritchett, 1986).

Como se ha señalado, no toda el agua que entra en el suelo es utilizada por las plantas. Aunque en el caso de los árboles con raíces profundas y extensas el agua gravitacional puede ser de gran valor, es utilizada solo en parte. Una parte del agua gravitacional más el agua capilar, constituyen normalmente el agua disponible para las plantas. Más corrientemente, la expresión agua disponible para las plantas se define como la cantidad de agua que retiene el suelo entre la capacidad de campo (C.C.) y el punto de marchitez permanente (P.M.P.) (Donoso, 1981).

Si el contenido de agua del suelo es mayor que su capacidad de campo, la absorción de agua y el crecimiento de las raíces se verán dificultados o impedidos por falta de aireación. Por otro lado, si el contenido de agua en el suelo es muy bajo, el agua que permanece es fuertemente retenida y las plantas no la pueden aprovechar. Por esta razón, mientras mayor sea el rango entre la C.C. y el P.M.P. en un suelo, más agua disponible habrá para las plantas, lo que va a favorecer el crecimiento de ellas (Donoso, 1981).

2.1.2 Zona semiárida, sus características edafoclimáticas

La degradación de los recursos naturales como resultado de la sobreutilización e inadecuado manejo de los suelos y las condiciones climáticas imperantes es la característica de las zonas semiáridas. Esta ocupa una extensa superficie del país, que se extiende desde la IV hasta la VII Región, donde se produce una transición hacia un tipo bioclimático mediterráneo subhúmedo. Se caracteriza por una alta variabilidad de ecosistemas, incluyendo desde formaciones arbustivas semidesérticas en la IV Región, zonas con una disponibilidad hídrica limitada hasta bosques esclerófilos (INFOR, 1980).

La precipitación anual oscila entre los 400 y 700 mm de norte a sur, presentando una gran variabilidad mensual y anual, concentrándose en los meses de invierno dando origen a un período seco de 7 a 8 meses. Las condiciones señaladas imponen ciertas limitantes para el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales de alta productividad (INFOR, 1980).

En zonas difíciles desde el punto de vista forestal como es la zona semiárida chilena, la aplicación de métodos de establecimiento adecuado es indispensable para obtener una actividad económica forestal atractiva (Prado y Rojas, 1987).

2.1.3 Preparación de suelo.

Un alto porcentaje de los bosques del mundo se desarrollan en terrenos que tienen escaso valor para otros tipos de plantas. Si bien los suelos de la mayor parte de estos campos no son adecuados para fines agrícolas muchos son o pueden ser, tierras forestales altamente productivas. La gran mayoría de los suelos de los mejores campos forestales no requieren técnicas especiales de manejo para obtener una alta productividad continua. Cuando se plantan árboles en localidades perturbadas o adversas en un esfuerzo por mejorar las condiciones del suelo y los valores de carácter estético por lo general, se requieren técnicas especiales de manejo (Pritchett, 1986).

Como resultado del uso, cada vez mayor, de equipo rodante para actividades agrícolas y forestales, el pisoteo excesivo por los animales de pastoreo y las perturbaciones en el suelo cuando está húmedo, éste se compacta, aumentando la resistencia a la penetración de las raíces debido a la mala aireación y a la mayor densidad aparente, lo que se traduce en un menor desarrollo radicular y en consecuencia de la planta en general (Donoso, 1981; Pritchett, 1986).

Muchas razones se han dado del porqué del manejo de los suelos, pero los dos objetivos fundamentales son mejorar el establecimiento y el crecimiento de las plantaciones. Frohlich (1984), señala que las metas principales del manejo de los suelos son;

- mejorar el acceso para la plantación
- mejorar la facilidad de plantación
- reducir la competencia de especies indeseables
- disminuir la densidad del suelo
- reducir la resistencia del suelo por el rompimiento de "hardpan"
- mejorar el anclaje radicular y así la resistencia al viento
- mejorar la capacidad de retención de agua
- mejorar el drenaje
- incorporar materia orgánica
- restaurar la porosidad en suelos con compactación superficial

Las técnicas de establecimiento son muy variadas y dependen de muchos factores como lo son precipitación del área, topografía, condiciones del suelo, vegetación existente, pedregosidad y condiciones ajenas al establecimiento mismo de las plantaciones, tales como condiciones socioeconómicas imperantes en el área donde se realizará la forestación las que pueden afectar la disponibilidad y costos de mano de obra. Entre las técnicas de establecimiento está la preparación del suelo que es un factor de gran importancia en el que se basa, en gran medida, el éxito o el fracaso del las plantaciones expresado en supervivencia y crecimiento inicial de las plantas (Prado, 1989).

Experiencias realizadas por Mc Kimm y Flinn (1979), Prado y Rojas (1987) y Wrann e Infante (1988) han demostrado que la preparación del suelo es esencial para un establecimiento satisfactorio de las plantaciones de diversas especies de Eucalyptus.

2.1.4 Técnicas de preparación del suelo.

La incorporación de extensas superficies a los programas de forestación, han demostrado que existen una serie de factores limitantes de suelos que inciden en forma determinante en los índices de supervivencia y crecimiento de las plantaciones (Carrasco, 1984).

La preparación del suelo es un factor de mucha utilidad en lugares donde las condiciones de sitio son más favorables pero imprescindible en zonas con suelos delgados, erosionados y de escasa fertilidad como es el caso de las zonas áridas y semiáridas (Prado, 1989).

Existen distintos métodos, equipos y técnicas de preparación de suelos para corregir, en parte, los problemas del suelo. Entre los equipos destacan los arados que invierten el perfil del suelo (disco y vertederas), arados que lo mezclan (rotativos) y arados que modifican la estructura pero no lo alteran como son cinceles y subsoladores ambos para labores profundas (Ibañez, 1980).

A continuación se describen las técnicas o métodos mas empleados y/o los mas recomendables dependiendo de las condiciones del sitio.

2.1.4.1 Hoyadura o Casilla. Este método ha sido ampliamente usado para el establecimiento de plantaciones no sólo de Eucalyptus, sino también de otras especies. Su efectividad depende, en gran medida, del tamaño de los hoyos y de las condiciones del sitio en donde se realiza la plantación (Prado, 1989).

En zonas secas con precipitaciones inferiores a los 400 mm anuales, el hoyo de 30 x 30 x 30 cm, que es el tamaño típico, es un tratamiento de suelo insuficiente, aún cuando acompañado de un efectivo control de la competencia, puede producir supervivencias aceptables (Prado y Rojas 1987 citado por Prado, 1989). En la medida que las condiciones de sitio mejoran, especialmente por una mayor precipitación, este tratamiento es más efectivo.

Esto coincide con lo concluído por Calderón (1992), en la zona de Lota, de mayor precipitación que la zona semiárida, donde el método tradicional de ahoyadura con pala es mejor que una casilla de 50 x 50 x 30 cm, que la ahoyadura con motoperforadora y que el surco.

Wrann (1990), concluye que en la zona árida, específicamente en Illapel, el desarrollo de las plantas establecidas sobre un surco o en subsolado tienen diferencias considerables sobre las plantadas en hoyo o casilla.

2.1.4.2 Surco. Donde las condiciones de topografía y suelo lo permiten, los surcos en curvas de nivel pueden ser un tratamiento de suelo adecuado para el establecimiento de Eucalyptus. El arado elimina la vegetación herbácea competidora y forma una pequeña terraza que colecta el agua de escurrimiento (Prado, 1989).

Los objetivos del surco son principalmente la reducción de la competencia ejercida por los pastos o matorrales y el mejor aprovechamiento del escurrimiento superficial de las aguas lluvias para incrementar la humedad disponible (Frohelich, 1984).

Prior (1963) citado por Frohlich (1984) encontró que plantaciones realizadas en surcos y casillas tuvieron tasas de supervivencia significativamente mas altas que las plantaciones en la superficie original del suelo.

El éxito de este tratamiento depende de la profundidad y ancho del surco. En zonas de suelos compactados y escasa precipitación un surco realizado con un arado liviano tirado por bueyes o caballos, normalmente constituye un tratamiento insuficiente (Prado, 1989).

El surco reduce la vegetación competitiva pero no resuelve el problema de drenaje imperfecto en suelos arcillosos. Durante los períodos húmedos los suelos altamente coloidales se saturan con agua y la disminución de la aireación puede ser causal de la mortalidad de las plantas (Frohlich, 1984).

2.1.4.3 Rastraje. La técnica del rastraje utilizada en el área forestal es una adaptación de la técnica agrícola convencional, las herramientas son mas fuertes a la resistencia de los suelos encontrados en la mayor parte de los sitios forestales (Frohelich, 1984). Esta herramienta es efectiva en el control de la vegetación indeseable, especialmente sobre las plantas de bajo crecimiento en altura.

Según el Wattle Research Institute (1972) citado por Prado (1989), el sistema más eficiente para el establecimiento de plantaciones es el arado y discado de todo el terreno. Esto asegura un eficiente control de la competencia, aumentando la capacidad de retención de agua de toda el área y no limita el crecimiento de las raíces.

En estudios realizado por McKimm y Flinn (1979), el cultivo completo del suelo a través de una aradura, entregó los mejores resultados tanto en supervivencia como en el crecimiento. Pero el surcado y el subsolado también son exitosos, ya que en terrenos rocosos son indudablemente procedimientos más prácticos y tal vez más baratos.

El rastraje puede entregar valores mayores de crecimiento cuando las condiciones adversas del suelo se encuentran principalmente en la superficie. Andrus y Frohlich (1983) citados por Frohlich (1984), encontraron que el rastraje no es adecuado para solucionar problemas de compactación del suelo. En pruebas de tres diferentes tipos de rastras en suelos compactados, mostraron que la profundidad de penetración de los discos fue solo de 10 cm

aproximadamente. En un sitio rocoso, esta característica impidió la penetración de los discos.

2.1.4.4 Subsolado. Como lo señala Prado (1989) en sus estudios de preparación de suelos, el subsolado es una práctica altamente recomendable, sobre todo en suelos muy compactados como lo son la mayoría de los suelos forestales del secano interior de la zona central de Chile.

El subsolador está diseñado para trabajar a profundidades superiores a las logradas por los arados regulares. Normalmente trabajan entre 60 y 80 cm pudiendo algunos modelos alcanzar profundidades mayores, dependiendo de la potencia disponible (Ibañez y Hetz, 1988).

El subsolado tiene una serie de efectos como;

- 1.- Romper la capa dura del subsuelo.
- 2.- Promover un rápido y vigoroso sistema radicular.
- 3.- Mejorar la aireación del suelo.
- 4.- Facilitar el paso del agua a través del perfil del suelo (percolación), evitando el anegamiento superficial.

5.- Aumentar la velocidad de infiltración disminuyendo el escurrimiento superficial, principal causa de la erosión.

6.- Lograr que las plantas utilicen la humedad almacenada en el subsuelo durante las épocas de sequía, especialmente las raíces mas profundas (Ibañez y Hetz, 1988).

El subsolado puede tener un efecto negativo en el desarrollo radicular. Las raíces pueden desarrollarse en un sólo plano, en el mismo sentido del subsolado, lo cual disminuye la resistencia de los árboles al viento (Prado, 1989). Para que el tratamiento sea efectivo, el subsolado debe hacerse antes que comience el período de lluvias, es decir, con el suelo relativamente seco para que se produzcan las grietas. Suelos húmedos serían cortados por el subsolador como con un cuchillo, teniendo el subsolado una efecto nulo e incluso negativo sin producir el efecto resquebrajador deseado (Ibañez, 1980 y Prado, 1989).

El subsolado como tratamiento único aún cuando entrega mejores resultados que el hoyo y que un surco no es un tratamiento efectivo ya que no entrega un control efectivo de la vegetación competidora, por esta razón el subsolado siempre debe acompañarse con otro tratamiento superficial del suelo o con algún método de control de la competencia (Prado, 1989).

En ensayos realizados por McKimm y Flinn (1979), Prado y Rojas (1987) y Wrann e Infante (1988) se probaron entre otros métodos ensayados,

subsolados a profundidades de 40 y 50 cm, experimentos en los cuales el subsolado estuvo siempre entre los mejores resultados.

Como con otros tipos de tratamientos mecánicos del suelo, los resultados del subsolado son variados. Berry (1979) citado por Frohlich (1984), señala que el subsolado a 60 y 80 cm de profundidad produce incrementos significativos en el crecimiento en volumen en 2 especies de *Pinus* a los 5 años de edad en Australia. Minko (1975) citado por Frohlich (1984), encontró similares resultados en *Pinus radiata*, justificando estos resultados en la reducción de la densidad aparente, uno de los factores con mayor incidencia. Pero Guild (1971) citado por Frohlich (1984), encontró que el crecimiento en altura de *Pinus radiata* en sitios subsolados en Nueva Zelandia no fue marcadamente diferente que el de sitios no subsolados, en cambio la supervivencia fue 1.8 veces mas alta en los sitios subsolados que en los no subsolados.

Boden (1984) y Carrasco (1984) en diferentes experimentos con *Pinus radiata* y *Pinus patula* respectivamente, encontraron que el subsolado fue la mejor alternativa en la supervivencia en el primer caso y en el incremento en altura en el segundo.

Es crucial que el subsolado tenga a lo menos 40 cm de profundidad para que su influencia en el suelo sea efectiva (Boden, 1984).

Schönau et al. (1981) encontraron que en plantaciones de *Eucalyptus grandis*, inicialmente el subsolado no parece ser ventajoso, pero durante el

tercer año, la tasa de crecimiento en las parcelas subsoladas fue mejor que las de parcelas con otros tratamientos.

Bajo desfavorables condiciones de suelo, por ejemplo, cuando hay capas compactadas o rocas, el subsolado puede ser más ventajoso. En este caso, debe tenerse cuidado de que la profundidad de subsolado sea suficiente para romper completamente la capa compactada (Schönau et al., 1981).

2.2 Vegetación competitiva

La vegetación que sin duda, ejerce una mayor competencia sobre las plantaciones de diferentes especies forestales, en especial sobre las especies de Eucalyptus, es la herbácea (Schönau et al., 1981; Prado, 1989 y Larrain, 1993). Esta vegetación se conoce como malezas y puede definirse como cualquier planta que crece en un lugar donde no se desea, incluyendo las especies de cultivo y ornamentales, pero sólo se consideran como tales a las plantas que siempre crecen donde no se les desea, no tienen valor económico e interfieren en el buen desarrollo de una plantación (INIA, 1989a).

2.2.1 Principales características.

La principal característica que poseen todas las malezas importantes es la capacidad para prosperar en cualquier tipo de suelo. En suelos arables muchas de ellas desaparecen bajo condiciones de cultivo continuado, pero si se deja de cultivar por unos pocos años, reinfestan el lugar al germinar las semillas que se encuentran enterradas en el suelo. Esta cualidad no la tienen la mayoría de las especies de plantas domesticadas (INIA, 1989a).

Las características que les permiten proliferar y que contribuyen a su persistencia, a pesar de los esfuerzos del hombre para eliminarlas, son:

- 1.- Poseen órganos vegetativos de reproducción (rizomas, tubérculos, etc.).
- 2.- Las semillas son muy variables, reteniendo su viabilidad en el suelo por largos períodos.
- 3.- La producción de semillas es abundante.
- 4.- Son de crecimiento rápido, pudiendo cumplir su ciclo en un corto período de 30 a 60 días y por lo general, las semillas se forman antes que se puedan tomar medidas de control.
- 5.- Por su capacidad competitiva, muchas malezas pueden alcanzar y retrasar a las plantas de cultivo aún cuando las últimas hayan emergido primero. Así pueden competir con éxito por luz, agua y nutrientes.

6.- No son apetitosas para el ganado por ser desagradables, venenosas o espinosas, de este modo tienen mayor libertad para reproducirse y diseminarse sin que se lo impida un pastoreo normal (INIA, 1989a).

Según Almendras (1994), la clasificación más amplia para efectos de manejo forestal es:

-Hoja angosta (gramíneas); sus principales características son la venación paralela de sus hojas, el sistema radicular fibroso y follaje estrecho.

- Hoja ancha (dicotiledóneas); además de los dos cotiledones presentes y sus hojas anchas, presentan una venación generalmente reticulada y un sistema radicular con raíz pivotante.

- Leñosas; son perennes y en este grupo se incluyen árboles y arbustos de baja altura que crecen bajo el dosel o la plantación.

Según su duración o ciclo de vida, se distinguen tres grupos; anuales, bianuales y perennes. Las anuales son las que completan su ciclo de vida en un año o menos, teniéndose dos situaciones; las anuales de invierno que comienzan su ciclo en otoño o durante el invierno y lo terminan en primavera o principios del verano. Las anuales de verano germinan en primavera y mueren a fines de verano o en otoño. Las bianuales completan su ciclo en dos años, por lo general en el primero sólo desarrollan una roseta de hojas basales y una raíz principal de almacenamiento, en el segundo año emiten el tallo floral, semillan y mueren. Las perennes viven tres años y mas, pueden

o no florecer en el primer año y por lo general se propagan por medios asexuados y semillas, por lo que son de difícil control (INIA, 1989a y Almendras, 1994).

Las malezas leñosas son perennes y sus tallos y raíces viven de una estación a otra. En cambio las herbáceas que pueden ser anuales, bianuales o perennes, tienen extremos que mueren cada año y no desarrollan tejidos leñosos; la mayoría de las plantas conocidas como malezas son de este tipo (INIA, 1989a).

2.2.2 Efecto de las malezas sobre las plantas.

Todas las especies de Eucalyptus que se plantan en Chile son altamente susceptibles a la interferencia que ejercen las malezas en el ecosistema forestal y que se traduce en competencia por luz, nutrientes y espacio; daño físico, efectos alelopáticos y hospederos de plagas y enfermedades (Recalde, 1994).

Investigaciones tanto nacionales como extranjeras han demostrado que las malezas causan serias interferencias en las plantaciones de Eucalyptus, que no sólo se reflejan en un menor crecimiento de los árboles, sino que son determinantes en la sobrevivencia de estos (Recalde, 1993).

En zonas con heladas, la presencia de una densa cubierta de pasto aumenta la probabilidad de daño, ya que permite una mayor disminución de la

temperatura al nivel de las plantas (Prado, 1989). Keenan y Candy (1983) citados por Prado (1989), señalan que la diferencia de temperatura entre un lugar con pasto y uno adyacente cultivado, puede ser de hasta 9°C. La preparación intensiva, para eliminar las malezas, puede elevar hasta 4°C la temperatura mínima del aire cerca del suelo (Chavesse, 1980 citado por Prado y Wrann, 1988).

La competencia ejercida por las malezas en las plantaciones recién establecidas reduce la cantidad de energía solar disponible para la fotosíntesis, agua para la transpiración y nutrientes para el crecimiento. Investigaciones han demostrado que la reducción de estos factores puede limitar severamente el crecimiento inicial (Cromer, 1984).

En cuanto a la competencia por los nutrientes, Ellis et al., (1985) citados por Prado, (1989) sostienen que la competencia por Nitrógeno es la mas importante y que la deficiencia de este elemento constituiría uno de los factores que mas limitan el crecimiento de las plantas sometidas a la competencia por pasto.

Durante las fases de establecimiento de una plantación, el crecimiento de las malezas junto a los árboles es frecuentemente la mayor causa del agotamiento del agua del suelo (Cromer, 1984). El crecimiento de malezas entre plantas recién establecidas de **Pinus radiata** causa un severo stress hídrico, una alta mortalidad y reduce la absorción de nutrientes (Nambiar y Zed, 1980 citados por Cromer, 1984).

2.2.3 Control de la competencia.

Así como es necesaria la preparación del suelo para lograr buenos resultados en las plantaciones con especies del género *Eucalyptus* tanto mas necesario es el control de la vegetación competitiva (FAO, 1966).

Este es uno de los factores que ha adquirido mayor relevancia en el crecimiento de especies de *Eucalyptus*. Tanto la experiencia de campo como algunas investigaciones en este tema dentro y fuera del país, han coincidido en la necesidad de elevar los estándares actuales de control de malezas en plantaciones de esta especie, debido a que ha demostrado ser una de las decisiones mas rentables; últimamente, esta recomendación ha alcanzado también a las plantaciones de ***Pinus radiata***.

Su importancia no sólo se debe al impacto individual sobre el crecimiento, sino también a que controla la expresión del efecto de la fertilización, cultivo, mejoramiento genético, etc. (Rodríguez, 1994).

Una buena preparación del suelo es probablemente uno de los factores más importante en la reducción de la competencia por las malezas en las plantaciones jóvenes pero, aún en suelos bien preparados, es necesario aplicar algunas técnicas de limpieza de malezas o algún tipo de roce (Woods, 1977, citado por Pritchett, 1986).

En las especies del género *Eucalyptus* es esencial limpiar el suelo de la vegetación competitiva y mantenerlo limpio hasta que las plantas ya

arraigadas y con su copa mas o menos formada sean lo suficientemente robustas para vencer por sí mismas la competencia. Esto ha sido plenamente demostrado tanto en suelos relativamente superficiales como en los profundos así como en arenas de dunas (FAO, 1966).

La competencia de las malezas especialmente por agua y nutrientes y el sombreamiento ejercido sobre las plantas de Eucalyptus hace indispensable su control, específicamente con herbicidas que permitan eliminar la vegetación competidora por un tiempo prolongado. La experiencia de terreno señala que en la mayoría de las situaciones es necesario controlar las malezas hasta el segundo año de la plantación (Recalde, 1994).

En experiencias realizadas por el Instituto forestal (Prado y Rojas, 1987; Wrann e Infante, 1988), se ha demostrado que uno de los factores fundamentales en el establecimiento de plantaciones de especies del género Eucalyptus es la competencia ejercida por la vegetación, principalmente la herbácea. Competencia que si es efectivamente controlada producirá un efecto positivo en la supervivencia y crecimiento de las plantas.

Rodríguez (1994) en estudios de control de malezas en Eucalyptus globulus, señala que el control de malezas tiene un gran efecto sobre el crecimiento y la supervivencia, existiendo un 75% de la mortalidad potencial que puede ser explicada únicamente por la intensidad del control de malezas, en especial durante las dos primeras temporadas.

En sitios con problemas de suelo, las mejores plantas pueden fracasar. Por ello, es necesario identificar las limitantes del lugar y modificarlas antes de establecer una plantación (Escobar, 1994). En un estudio realizado en Valdivia, en que el factor limitante era la alta densidad de masa radicular de malezas, en los primeros 30 cm del suelo, se determinó que las plantas que crecían en un suelo preparado eran un 63% más altas y 177% más gruesas que las plantas del tratamiento control, sin alteración física (Escobar et al., 1992 citado por Escobar, 1994).

Rodríguez et al. (1993), en estudios de control de malezas en plantaciones de **Eucalyptus globulus**, señalan que al realizar un control inicial sólo en la hilera de plantación, la mejor opción es realizar un control total el segundo año. En todas las variables analizadas, la combinación de control en la hilera el primer año y total el segundo, presentó resultados equivalentes a realizar sólo control total al primer año.

Schönau et al. (1981), estudiando el establecimiento de **Eucalyptus grandis**, encontraron que el crecimiento obtenido como resultado del control químico de malezas un mes después de la plantación, es una evidencia que la competencia de los pastos es una de las principales restricciones al crecimiento de los árboles. Donde el pasto es eliminado con Glifosato en la hilera de plantación, el pasto dejado en la entrehilera puede hacer aparecer las malezas usualmente en una densa cubierta y se hace necesario un siguiente control de malezas.

2.3.- Selección de la especie adecuada

La selección de la especie adecuada para la forestación en una región determinada o para la obtención de un cierto producto es fundamental, de ello depende en gran medida el éxito de la forestación. En la actualidad existe un buen número de especies alternativas para la forestación debido al intercambio que se ha producido en el mundo a través de programas de introducción. Esto da al forestador la posibilidad de plantar la especie mas adecuada a sus condiciones de sitio y a sus requerimientos. En Chile en general, el género *Eucalyptus* ofrece diversas especies alternativas para la producción de energía, productos para la agricultura y minería y madera de uso industrial (Prado, 1989).

En ensayos realizados por Prado y Rojas (1987), Wrann e Infante (1988), y principalmente por el proyecto de introducción de especies forestales del INFOR (INFOR/CORFO, 1986) se puede observar que para la zona semiárida, las especies del género *Eucalyptus* son una buena posibilidad de forestación (Prado, 1989).

Según datos climáticos de precipitación entregados por Almeyda (1958) y por INIA (1989b) y por las recomendaciones hechas por el Instituto forestal en el proyecto de introducción de especies forestales (INFOR/CORFO, 1986), las especies mas adecuadas para la zona semiárida son *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus globulus* ssp *bicostata* y ssp *globulus*.

Con respecto a la zona costera, la mayor humedad determinará una mayor productividad de las especies, en este caso **Eucalyptus globulus** se constituye en una especie alternativa de mayor desarrollo (INFOR, 1986).



III MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del lugar de ensayo

El ensayo se ubica en el fundo La Foresta de Catapilco perteneciente a la Sociedad Agrícola, Ganadera y Forestal La Foresta de Catapilco, ubicada al costado poniente de la ruta 5 norte, aproximadamente a 150 Km de Santiago y a 15 Km de la costa, comuna de Zapallar, provincia de Petorca Quinta Región.

La zona posee un clima templado cálido, influido por la cercanía del océano, de bastante homogeneidad térmica que abarca una franja costera entre las latitudes 32° 30' Sur y 33° 30' Sur.

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 14,8°C, con una máxima media del mes mas cálido (Enero) de 22,5°C y una mínima media del mes mas frío (Julio) de 8,3°C. El período libre de heladas es de 12 meses. La temperatura media mensual se mantiene todo el año sobre los 10°C (INIA, 1989b).

El régimen hídrico para la zona descrita se caracteriza por una precipitación anual de 371 mm siendo el período comprendido entre Mayo y Agosto inclusive el mas lluvioso (Canessa y González, 1991). La estación seca dura 7 meses, comienza en Noviembre y termina en Abril (Almeyda, 1958; IREN, 1964; INIA, 1989a), (Apendice 1).

El tipo de suelo corresponde a la serie Catapilco, de tipo franco arenoso fino. Es un suelo sedimentario moderadamente profundo a delgado, el primer horizonte (A1) presenta una textura franco arenosa fina de color pardo grisáceo. Bajo la primera estrata presenta un horizonte de lavado (A2) de 5 a 10 cm de espesor y bajo ésta un horizonte (B) de textura arcillosa y color pardo grisáceo. Estos descansan sobre un substrato constituido por arcillolita de estructura maciza de color pardo oliva claro que impide el desarrollo radicular en profundidad (Anexo 1). Es un suelo de topografía plana y ondulada (en el sector de Catapilco las unidades cartográficas presentan una topografía plana y de lomajes suaves), de permeabilidad moderadamente rápida en las dos primeras estratas, muy lenta en el horizonte B e impedida en el substrato. Presenta drenaje imperfecto a muy pobre (Canessa y González, 1991).

De acuerdo al clima de la zona, la vegetación natural es mas bien rala y del tipo de pastos de temporada, (apendice 2), que definen claramente una región de estepas cálidas o de estación seca prolongada, generalmente se presentan, matorrales relativamente densos, en fondos de quebradas o laderas sombrías con algún escurrimiento de aguas y en sectores muy localizados asociados a vertientes, cubiertas vegetacionales correspondientes a terrenos de vegas o pantanos y del tipo totorales (Canessa y González, 1991).

3.2 Descripción del ensayo

3.2.1 Factores y niveles estudiados.

Los factores estudiados son preparación de suelo (Factor A) y control de la vegetación competitiva (Factor B). Como tratamiento se realizó un subsolado en tres niveles, 40, 60 y 80 centímetros de profundidad mas el testigo (sin subsolado) y como subtratamiento se aplicó un control químico de malezas en dos niveles, control en la faja de plantación y control total en la superficie de plantación mas el testigo (sin control químico de malezas).

La simbología asignada a cada factor y nivel se detalla a continuación.

Factor A - Preparación de suelo (Subsolado).

Tratamiento A1 - Sin subsolado o testigo.

Tratamiento A2 - Subsolado a 40 cm.

Tratamiento A3 - Subsolado a 60 cm.

Tratamiento A4 - Subsolado a 80 cm.

Factor B - Control de la vegetación competitiva.

Subtratamiento B1 - Sin control o testigo.

Subtratamiento B2 - Control en la faja de plantación.

Subtratamiento B3 - Control total en la superficie de
plantación.

Así los tratamientos y subtratamientos realizados se combinan de la siguiente forma:

A1-B1	A2-B1	A3-B1	A4-B1
A1-B2	A2-B2	A3-B2	A4-B2
A1-B3	A2-B3	A3-B3	A4-B3

3.2.2 Descripción del diseño experimental.

El experimento corresponde a un factorial del tipo 4 x 3 con un diseño de parcelas divididas en bloques al azar y tres repeticiones (Steel y Torrie, 1988). Se habilitaron cuatro parcelas por repetición en las que se asignaron aleatoriamente las profundidades de subsolado y el tratamiento testigo, estas parcelas se dividieron a su vez en tres subparcelas en las cuales se asignaron al azar los niveles de control de malezas y el subtratamiento testigo.

Las parcelas son rectangulares, de 48 metros de largo por 18 metros de ancho. Las subparcelas son rectangulares, de 18 metros de largo por 16 metros de ancho.

Cada parcela consta de 144 plantas y cada subparcela de 48, con un total de 576 plantas por repetición y 1728 plantas para el ensayo completo, (Apendice 3).

El ensayo tiene una superficie total de 10368 m² con 216 metros de largo por 48 metros de ancho. Cada repetición tiene una superficie de 3456 m² con 72 metros de largo por 48 metros de ancho, (Apendice 3).

3.3 Establecimiento del ensayo

3.3.1 Preparación del suelo.

La preparación del suelo se inició en Abril de 1993 con la marcación en terreno del diseño del ensayo (parcelas, subparcelas y repeticiones). En Mayo, se realizó el subsolado, con Bulldozer, a las diferentes profundidades, (Apendice 3). Previo a esto, se rozaron algunos matorrales de Espino pero cuidando de que la remoción no alterara en gran medida la capa vegetal. La realización del subsolado fue bastante acuciosa, se verificó en cada línea de subsolado que la profundidad se mantuviera lo mas homogénea posible, evitando que las irregularidades del terreno hicieran subir o bajar excesivamente el subsolador, para esto se marcó el subsolador a las profundidades correspondientes y mediante un seguimiento visual se controló esta operación. Para mantener el espaciamiento entre líneas de subsolado, se le instaló una vara de 6 metros en la pala del Bulldozer centrada de tal forma que quedarán 3 metros desde el centro, hacia cada lado, así el operador pudo mantener siempre la máquina a 3 metros de la línea contigua. Conectado al subsolador se utilizó un rodillo desterronador para evitar la formación de terrones de grandes dimensiones, (Apendice 4).

3.3.2 Control de la vegetación competitiva.

En Agosto, se realizó el control químico de malezas, una vez que la germinación de estas ya había ocurrido y existía un crecimiento inicial adecuado para la aplicación. Los productos aplicados fueron Simazina (Simazina) en dosis de 3 lt/ha y Paraquat (Gramoxone), 2,5 lt/ha.

La aplicación se hizo con una máquina aspersora con barra herbicida accionada por el tomafuerza de un tractor agrícola. Al igual que en el subsolado, esta operación fue acuciosamente supervisada. En el momento de la aplicación no hubo viento, poniéndose especial cuidado de que los límites de cada parcela y subparcela quedaran claramente definidos para evitar el traslape de los diferentes controles. En el caso de las parcelas testigo del subsolado, se marcaron las líneas de plantación para evitar cualquier desviación en la línea de aplicación. En el caso del control en faja, el ancho de aplicación efectivo sobre la faja fue aproximadamente de 1 metro (Apéndice 4).

3.3.3 Plantación.

La plantación se hizo el 13 de Septiembre de 1993. Las plantas fueron producidas a raíz cubierta en el vivero Torquemada de propiedad de Forestal ACE, ubicado en las cercanías de la localidad de Con-Cón en la ciudad de Viña del Mar, aproximadamente a 70 Km al sur del lugar del ensayo.

El receptáculo corresponde a una bolsa de polietileno de 7 cm de diámetro y 11 cm de largo. El sustrato utilizado es una mezcla de arena, tierra mineral y compost, este último compuesto de guano de ave, rastrojo de trigo y turba. Las plantas fueron manejadas en vivero bajo un estricto programa fitosanitario y de riego, así se obtuvieron plantas altamente endurecidas con cuellos lignificados en sus primeros 4 cm y un sistema radicular abundante, características necesarias para soportar las condiciones adversas del lugar de plantación.

Antes del traslado, el sustrato se regó a capacidad de campo y las plantas embaladas en bins cerrados de 50 cm de alto para evitar daños por transpiración excesiva, especialmente en los ápices al momento del transporte. Este se realizó el mismo día de la plantación por lo que entre la salida desde vivero y el inicio de la plantación no transcurrieron más de 3 horas.

La plantación la realizó personal de Forestal ACE previamente instruidos en la ejecución de la faena. Las plantas se pusieron a 2 metros sobre la hilera y se cuidó que todos trabajaran en cada parcela y subparcela para evitar el efecto "plantador". Cabe señalar que inmediatamente terminada la faena de plantación comenzó a llover.

3.3.4 Fertilización.

En Septiembre, se realizó una fertilización de apoyo en todo el ensayo con N,P y K (30-20 y 15). Los productos aplicados fueron Nitrógeno (Urea), Potasio (Sulfato de Potasa) y Fósforo (Superfosfato triple).

El Nitrógeno y Potasio fueron mezclados y aplicados al voleo en un radio de 50 cm alrededor de cada planta cuidando de que el fertilizante no tuviera contacto con el cuello de las plantas. El Fósforo se aplicó en forma localizada en dos porciones, cada una a 15 cm de distancia del cuello de las plantas y a 10 cm de profundidad en cada lado de la línea de subsolado.



Las dosis utilizadas de cada fertilizante fueron para el Nitrógeno 65 g/planta de Urea, Potasio 30 g/planta de Sulfato de Potasa y Fósforo 43 g/planta de Superfosfato triple.

3.4 Toma de datos

3.4.1 Censo en vivero.

Previo al despacho de las plantas desde el vivero se realizó un censo en el mes de Septiembre de 1993 lo que permitió homogeneizar las plantas en altura y diámetro de cuello lográndose alturas entre 25 y 27 cm con un

promedio de 26.1 cm y diámetros entre 3 y 4 mm con un promedio de 3.7 mm.

3.4.2 Variables evaluadas.

Se midió la altura y diámetro de cuello de todas y cada una de las plantas vivas siguiendo el sentido de las líneas de subsolado en todas las unidades de observación, para esto se numeraron correlativamente las plantas desde el Sureste al Noroeste asignándole el número 1 a la planta ubicada en la esquina Este del ensayo y se continuó de la misma forma hacia el Suroeste para terminar en la esquina Oeste del ensayo, (Apendice 3).

La altura se midió desde la base de las plantas hasta la yema terminal con una precisión de 0.5 cm. El diámetro de tallo se midió con un pie de metro a 1 cm de la base con una precisión de 0.1 mm, en este caso se tomaron dos mediciones, una en el sentido de la línea de subsolado y la otra perpendicular a ésta, estas dos mediciones se promediaron para obtener el diámetro de tallo final.

3.4.3 Epocas de medición.

Se efectuaron dos censos de plantas de la forma descrita en el punto anterior. El primero fue el 16 de Diciembre de 1993 y el segundo 3 meses después, el 16 de Marzo de 1994.

Con los datos recopilados en estas dos mediciones y los datos obtenidos del censo de las plantas en vivero 3 meses antes de la primera medición, se obtuvieron tres intervalos de crecimiento, Septiembre-Diciembre, Septiembre-Marzo y Diciembre-Marzo, además se obtuvieron datos de supervivencia para los meses de Diciembre y Marzo a través del censo de plantas realizado en cada mes. En base a estos datos se realizó el análisis estadístico del ensayo a través del análisis de varianza correspondiente al diseño experimental realizado (Apendice 5). En el caso donde se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó el test de comparaciones múltiples de Tukey al 1% y 5% de confianza para conocer cual o cuales de ellos tuvieron mayores diferencias estadísticas.



IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Supervivencia.

En la tabla 1 se presentan los valores promedios de supervivencia para los factores en estudio a 3 y 6 meses del establecimiento, además del grado de significancia proporcionado por el análisis de varianza para los factores y su respectiva interacción.

TABLA 1. VALORES PROMEDIOS DE SUPERVIVENCIA Y NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LOS FACTORES SUBSOLADO Y CONTROL DE MALEZAS.

FACTOR	SUPERVIVENCIA (%)	
	Diciembre 93	Marzo 94
A. Subsulado		
A1 Testigo	93.05	86.11
A2 Subsulado 40 cm	92.13	83.80
A3 Subsulado 60 cm	94.44	82.87
A4 Subsulado 80 cm	95.83	89.35
B. Control de malezas		
B1 Testigo	85.07	62.85
B2 Control en faja	97.92	97.22
B3 Control total	98.61	96.53
ANALISIS DE VARIANZA		
A. Subsulado	n.s.	n.s.
B. Control de malezas	* *	* *
AxB. Interacción	n.s.	n.s.

n.s. Variable no significativa

* Variable significativa al 5%

* * Variable significativa al 1%

Los valores absolutos de la tabla 1 muestran que, el tratamiento con mayor porcentaje de supervivencia en el mes de Diciembre, fue el subsolado a 80 cm con un 95.83% el que supera sólo en un 3.86% al con menor porcentaje, el subsolado a 40 cm. En Marzo, nuevamente es el subsolado a 80 cm el con mayor porcentaje de supervivencia, 89.35% superando en un 7.25% al subsolado a 60 cm, en ninguna de las dos épocas de medición hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Estos resultados concuerdan con estudios realizados por Schönau et al., (1981), Cirano y Goffard (1987), Prado y Rojas (1987) y Prado y Wrann (1988) los cuales señalan que en diferentes períodos de medición, no existe influencia del subsolado en la supervivencia de las plantas.

Esto probablemente se deba a que el subsolado es una técnica destinada a la modificación de factores limitantes del suelo en profundidad, que no invierte el perfil de este y no actúa en la superficie, lugar donde la vegetación herbácea compite fuertemente por luz, agua y nutrientes con las plantas recién establecidas, factor determinante en la supervivencia de estas (Cromer 1984; Ibañez y Hetz, 1988).

Por otra parte, los resultados obtenidos en este estudio no concuerdan con los del trabajo realizado por Wrann e Infante (1988) en la zona árida (IV Región), quienes encontraron diferencias significativas en la supervivencia en subsolado en *Eucalyptus camaldulensis*. La razón probable de esta diferencia puede deberse al período de evaluación del estudio que en su caso

es de 48 meses, contra 6 meses de éste, es probable que en un período mayor de tiempo el subsolado pueda tener efecto sobre la supervivencia.

Así como el subsolado no tiene efecto en la supervivencia, ésta tampoco se ve afectada por la interacción subsolado-control de malezas. Según lo planteado por Boden (1984), esto puede deberse a que el efecto del subsolado es posterior al del control de malezas, por lo tanto es poco probable que tengan un efecto combinado sobre las plantas en los primeros 6 meses de plantación. Otra causa adicional puede ser el hecho de que las características de la estrata compactada sean tales que no sean totalmente modificadas por el subsolado específicamente su profundidad y espesor, por esto es necesario que en la continuación de este estudio y en el establecimiento de estudios similares se realicen análisis de los factores limitantes en detalle como su material generador, la continuidad de su profundidad y espesor en el perfil (en el caso de la arcillolita) y resistencia a la penetración que permitan definir las técnicas adecuadas de preparación con mayor seguridad.

Respecto del efecto del control de malezas en la supervivencia de plantas en la Figura 1 se observa que el subtratamiento con más bajo porcentaje, a 3 y 6 meses después de la plantación, es el tratamiento testigo el que es superado en un 15.1% por el control en faja y en un 15.9% por el control total en Diciembre, en Marzo las diferencias aumentan a un 54.7% por el control en faja y en 53.6% por el control total. En ambas épocas de evaluación las diferencias señaladas son estadísticamente significativas. Entre los esquemas de control en fajas o total, no hay diferencias.

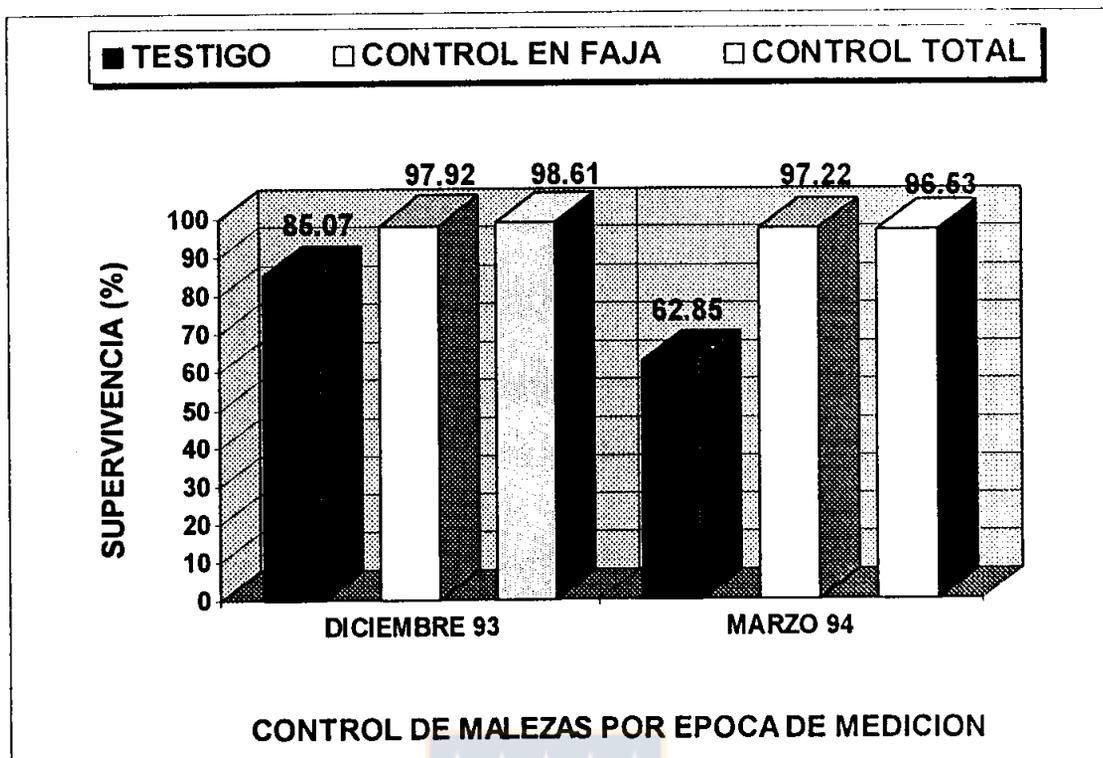


FIGURA 1. Efecto del control de malezas en la supervivencia de plantas de Eucalyptus globulus en dos épocas de medición.

A diferencia del efecto producido por el subsolado en la supervivencia, el control de malezas se transforma en una técnica indispensable para asegurar un alto porcentaje de esta variable, esto se atribuye al hecho de que la ausencia de vegetación competitiva permite que las plantas recién establecidas, puedan absorber agua, nutrientes y captar la energía solar necesarias para los procesos fisiológicos y fotosintéticos (Cromer, 1984).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por varios autores (Schönau et al., 1981; Boden, 1984; Prado y Rojas, 1987; Wrann, 1990 y Calderón, 1992).

La similitud de los valores de supervivencia obtenidos con ambos esquemas de control de vegetación herbácea estarían señalando la conveniencia de

eliminar sólo la vegetación competitiva cercana a las plantas, aplicación de herbicida en faja y no realizar un control total en la superficie.

Prado y Rojas (1987), Prado y Wrann (1988) y Calderon (1992), indican que el control químico de malezas efectuado en una superficie de 1 m² alrededor de las plantas, logra el mismo efecto en la supervivencia que un control en una faja de 1 metro de ancho sobre la línea de plantación. Afirmando esto el hecho de que para obtener una buena supervivencia de las plantas, solo sería necesario eliminar la vegetación competitiva en el área cercana a las plantas.



4.2 Tamaño medio.

En la tabla 2, se presentan los valores de tamaño medio, en altura y diámetro para los factores subsolado y control de malezas. Además, el grado de significancia proporcionado por el análisis de varianza para los factores y variables analizadas y su respectiva interacción.

TABLA 2. VALORES PROMEDIOS DE TAMAÑO (ALTURA Y DIAMETRO) Y NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LOS FACTORES SUBSOLADO Y CONTROL DE MALEZAS

FACTOR	TAMAÑO MEDIO					
	ALTURA (cm)			DIAMETRO (mm)		
	Sep93	Dic93	Mar94	Sep93	Dic93	Mar94
A. Subsolado						
A1 Testigo	26.10	44.63	68.13	3.70	7.00	10.08
A2 Subsolado 40 cm	26.10	45.22	70.50	3.70	7.14	10.31
A3 Subsolado 60 cm	26.10	49.94	76.51	3.70	7.93	11.52
A4 Subsolado 80 cm	26.10	48.94	73.43	3.70	7.85	10.88
B. Control de malezas						
B1 Testigo	26.10	37.28	48.32	3.70	5.32	6.18
B2 Control en faja	26.10	51.93	82.01	3.70	8.57	12.57
B3 Control total	26.10	52.34	86.10	3.70	8.54	13.35
ANALISIS DE VARIANZA						
A. Subsolado		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.
B. Control de malezas		**	**		**	**
AxB Interacción		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.

n.s. Variable no significativa

* Variable significativa al 5%

** Variable significativa al 1%

4.2.1 Altura media.

En ninguna de las dos épocas de medición se obtuvo diferencias significativas para la variable altura en el subsolado, tabla 2, las alturas medias de los tratamientos no se superan en mas de 5 y 6 cm en los meses de Diciembre y Marzo respectivamente. En el futuro, probablemente esta situación cambie ya que como lo señalan Schönau et al., (1981), Boden (1984), Prado y Rojas (1987), Sierra (1990) y Wrann (1990), el subsolado es una labor que tiene su efecto en un plazo mas largo que el control de malezas el cual recién se nota transcurridos 1 a 2 años de realizado el establecimiento. Por ello, será altamente conveniente continuar con la evaluación anual de este estudio por un período de unos 5 años.

Respecto del efecto del control de malezas en la variable altura en la figura 2, se puede observar la gran diferencia existente entre las medias de los tratamientos que tienen control químico y la del testigo. Ambos tratamientos superan en alrededor de un 40% en Diciembre y en mas de un 70% en Marzo. Al comparar las medias de los tratamientos que tienen control químico, no se producen diferencias entre ellos. Indicando esto, que para la situación del predio en que se realizó el estudio, basta un control de malezas en faja por ser mas económico que el control total.

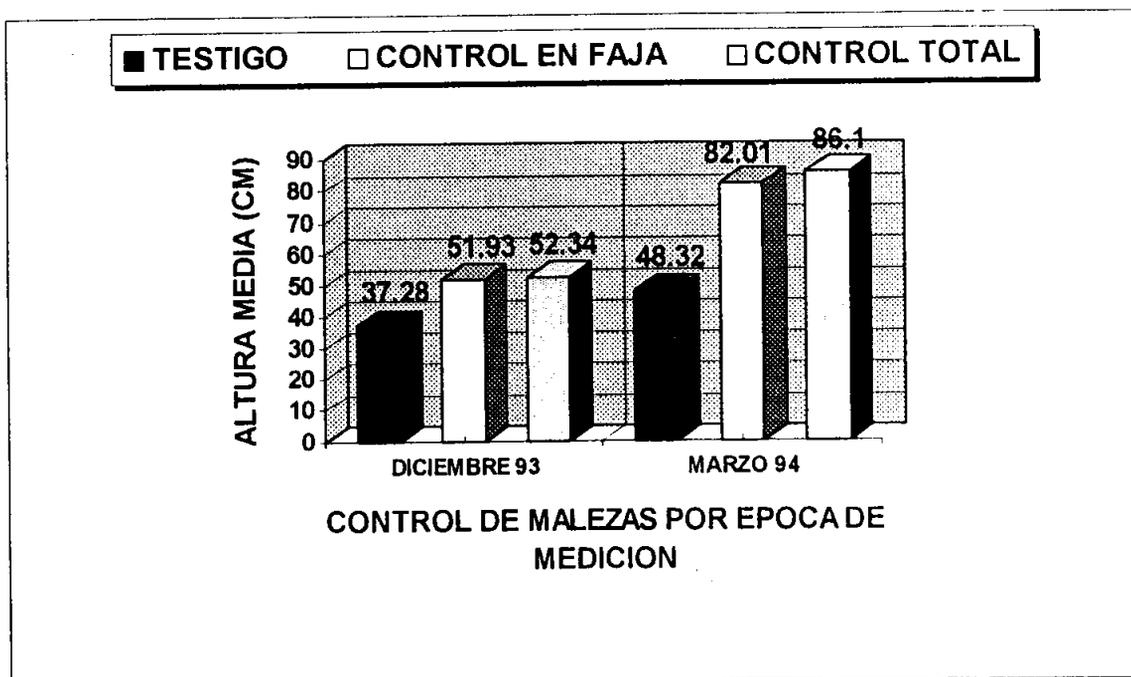


Figura 2. Efecto del control de malezas en la altura media de plantas de *Eucalyptus globulus* en dos épocas de medición.

La existencia de malezas en plantaciones de la zona semiárida, con condiciones meteorológicas adversas, Apéndice 1, sin duda que provocan un nivel de competencia por luz, nutrientes y especialmente por agua que causan en las plantas un stress tal que las lleva, desde un mínimo crecimiento en altura y diámetro hasta la muerte de las mismas.

Si se suma a lo anterior las pobres características del suelo, Anexo 1, delgado, arcilloso, pobre en drenaje, con un horizonte compactado a los 50 cm de profundidad y menos; que en verano se transforma en un suelo muy difícil de penetrar por las raíces, se puede concluir que al no realizar labores

destinadas al mejoramiento de sus características que permitan un mejor aprovechamiento de luz y nutrientes, fundamentales para un buen desarrollo, las ganancias en crecimiento tanto en altura como en diámetro serán mínimas (Cromer, 1984; Prado y Rojas, 1987).

El que no existan diferencias entre los dos controles de malezas realizados puede deberse a la misma razón de la no existencia de diferencias en la supervivencia, tal vez en los 6 primeros meses, el control en faja sea suficiente para que las plantas tengan un buen desarrollo inicial. Pero en los 12 ó 24 meses siguientes puede ser necesario que el control de las malezas se mantenga, en ese caso el control total puede ser más efectivo ya que al haber un control al 100% de la superficie de plantación, el poder de colonización de las malezas es menor que en el caso del control en faja lográndose un mayor tiempo de control de éstas (Schönau et al., 1981).

4.2.3 **Diámetro medio**

En la tabla 2, se observan las bajas diferencias en valores absolutos, en el diámetro entre los tratamientos, diferencias que no superan los 0.85 mm en el mes de Diciembre y los 1.44 mm en el mes de Marzo. Análogamente al

análisis de la influencia del subsolado en la altura media, éste no tiene influencia significativa en el diámetro medio de las plantas en los primeros 6 meses de plantación. La razón es también análoga, el subsolado que trabaja a una profundidad mayor que cualquier otra técnica de preparación de suelo, tiene su efecto en un plazo mas prolongado que el que poseen el rastraje, la aradura y/o el surcado, técnicas que actúan sobre el nivel del subsolado modificando los primeros 25-30 centímetros del suelo. Es en este lugar en donde las raíces de las plantas recién establecidas inician su desarrollo tomando contacto con el suelo modificado en un corto tiempo, observandose su efecto en los primeros meses de plantación (Frohelich, 1984; Ibañez y Hetz, 1988; Prado y Wrann, 1988). De igual manera que en el caso de la variable altura, es muy conveniente continuar con la evaluación anual del estudio.



En el caso del efecto del control de malezas en la variable diámetro, en la figura 3, se observa que al igual que para la variable altura el control de malezas produjo diferencias estadísticas altamente significativas en el diámetro en ambas épocas de medición. Los dos tratamientos superan al testigo en aproximadamente un 60% en Diciembre y en mas de un 100% en Marzo. Comparando las medias entre los tratamientos con control químico, no se producen diferencias entre ellos, lo que coincide con su efecto sobre la variable altura.

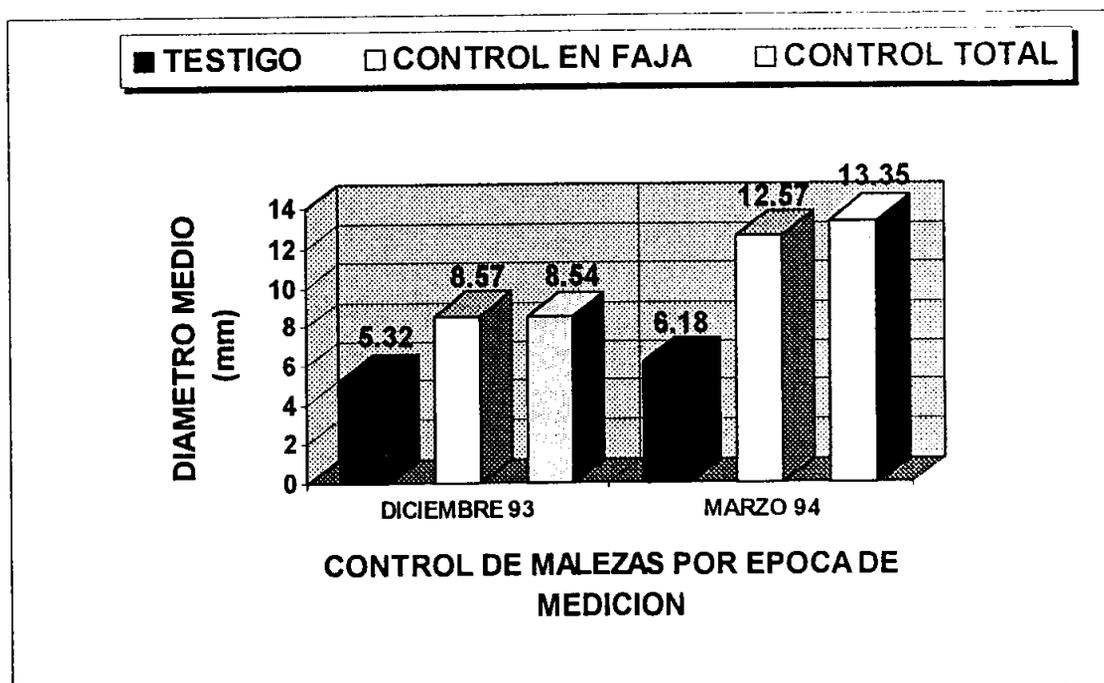


Figura 3. Efecto del control de malezas en el diámetro medio de plantas de *Eucalyptus globulus* en dos épocas de medición.

Los resultados concuerdan con los obtenidos por Prado y Wrann (1988), Wrann e Infante (1988), Escobar et al. (1992), Larrain (1993), y Wrann et al. (1993). El control de malezas es fundamental para que las plantas aprovechen la luz, agua y nutrientes disponibles en el suelo. Su control logra un marcado efecto sobre el crecimiento de las plantas.

Las diferencias mínimas en el diámetro medio de tallo entre los tratamientos que contemplan control de malezas estarían señalando que en los 6 primeros meses de plantación, las plantas solo necesitan de un control en el área cercana de competencia. Las malezas remanentes que no fueron controladas por la aplicación de químico en faja, en la próxima temporada de crecimiento pueden colonizar los sectores controlados en la temporada previa, es ahí donde, probablemente el control total de la superficie podría diferenciarse

del control en faja al haber eliminado por completo las malezas existentes, así la colonización será menor produciéndose una menor competencia sobre las plantas.

De la misma forma que en la supervivencia, la interacción entre subsolado y control de malezas no tuvo efecto sobre el tamaño medio de las plantas lo que coincide con los estudios de Escobar et. Al., (1992).



4.3 Incremento medio.

En la tabla 3, se presentan los valores de incrementos medios en altura y diámetro para los factores en estudio en los tres intervalos realizados. Además, se entrega el grado de significancia proporcionado por el análisis de varianza para los factores y variables estudiadas y su respectiva interacción.

TABLA 3. VALORES PROMEDIO DE INCREMENTOS EN ALTURA Y DIAMETRO Y NIVELES DE SIGNIFICANCIA PARA LOS FACTORES SUBSOLADO Y CONTROL DE MALEZAS.

FACTOR	INCREMENTO MEDIO					
	ALTURA (cm)			DIAMETRO (mm)		
	I1	I2	I3	I1	I2	I3
A. Subsulado						
A1 Testigo	18.53	23.50	42.03	3.30	3.09	6.39
A2 Subsulado 40 cm	19.12	25.28	44.40	3.44	3.17	6.61
A3 Subsulado 60 cm	23.84	26.57	50.41	4.23	3.59	7.82
A4 Subsulado 80 cm	22.84	24.49	47.33	4.15	3.03	7.18
B. Control de malezas						
B1 Testigo	11.18	11.04	22.22	1.62	0.86	2.48
B2 Control en faja	25.83	30.08	55.91	4.87	4.00	8.87
B3 Control total	26.24	33.76	60.00	4.84	4.81	9.65
ANALISIS DE VARIANZA						
A. Subsulado	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B. Control de malezas	**	**	**	**	**	**
AxB Interacción	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. Variable no significativa

* Variable significativa al 5%

** Variable significativa al 1%

I1: Incremento entre Septiembre de 1993 y Diciembre de 1993

I2: Incremento entre Diciembre de 1993 y Marzo de 1994

I3: Incremento entre Septiembre de 1993 y Marzo de 1994.

4.3.1 Incremento medio en altura.

Los valores de la tabla 3, muestran que en los tres intervalos estudiados, los mayores incrementos en altura se produjeron en el subsolado a 60 cm y los menores en el tratamiento testigo. Las diferencias entre estos dos tratamientos son de 23.2% para Septiembre y Diciembre, 13.1% para Diciembre y Marzo y 19.9% para Septiembre y Marzo, las diferencias con el resto de los tratamientos son similares para los tres intervalos. Las diferencias señaladas no son significativas concordando con los resultados obtenidos por Schönau et al. (1981) y Carrasco (1984), será muy conveniente evaluar el comportamiento de las plantas de los distintos tratamientos en el futuro.

Respecto del efecto del control de malezas, de la figura 4 se desprende que el subtratamiento con mayor incremento en altura en los tres intervalos estudiados fue el control de malezas realizado al 100% de la superficie. El control total junto al control en faja superan al testigo en mas de un 120% entre Septiembre y Diciembre, 140% entre Diciembre y Marzo y 130% entre Septiembre y Marzo. Comparando las medias de los tratamientos químicos, no se presentan diferencias significativas entre ellos. Es posible que en un período mayor de tiempo sus efectos sean diferentes, por esto es recomendable continuar con el análisis de ellos en las plantas.

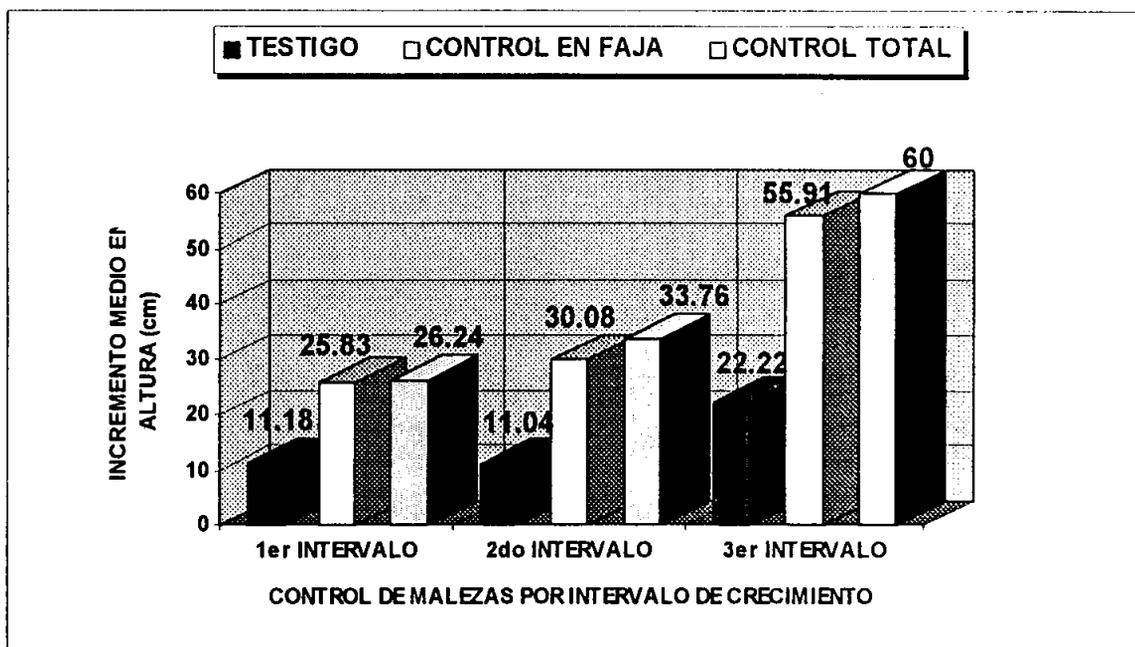


Figura 4. Efecto del control de malezas en el crecimiento en altura de plantas de Eucalyptus globulus en tres intervalos de crecimiento.

El crecimiento de las plantas en los primeros meses de plantación se encuentra condicionado de igual forma que la supervivencia a la eliminación de la vegetación competitiva. Esta acción posibilita que las plantas dispongan de los nutrientes y el agua necesaria para su desarrollo inicial, elementos que son disminuidos por la competencia de la vegetación herbácea que además en muchos casos reducen la cantidad de luz disponible traduciéndose en una menor fotosíntesis (Boden, 1984; Cromer, 1984; Francis, 1984).

El pasto es un gran competidor por la humedad lo cual hace que su control tenga una mayor importancia en las zona áridas y semiárida (Prado y Wrann, 1988).

Nuevamente la baja diferencia entre los dos tipos de control de malezas efectuados puede ser atribuible a que en los primeros meses de plantación la eliminación de la vegetación cercana a las plantas es suficiente para posibilitar un buen crecimiento inicial de éstas. Esto puede ser insuficiente en los próximos 30 meses en los cuales se necesita que el efecto del control de malezas continúe (Boden, 1984).

Prado y Wrann (1988) señalan que en un ensayo ubicado en Casablanca al término del segundo año, el control en faja perdió su efecto y las malezas iniciaron nuevamente la competencia por agua y nutrientes. Por esto el control total de la superficie puede ser una herramienta válida en el control de la competencia al eliminar por completo las malezas del lugar de plantación, disminuyendo el poder de colonización de estas.

4.3.3 Incremento medio en diámetro.

En la tabla 3 se puede observar que, en ninguno de los intervalos estudiados se presentaron diferencias significativas del efecto del subsolado en el incremento en diámetro. Los incrementos fueron, en los tres intervalos, muy semejantes y las diferencias entre los tratamientos con mayor y menor incremento, subsolado a 60 cm y testigo respectivamente, fueron solo de 0.93 mm entre Septiembre y Diciembre, 0.5 mm entre Diciembre y Marzo y 1.44 mm entre Septiembre y Marzo.

Como lo señalan Schönau et al. (1981), Boden (1984) y Sierra (1990) el efecto del subsolado es posterior al año e incluso al segundo año de plantación por lo tanto la continuación de este estudio en el futuro será muy importante.

Con respecto al efecto del control de malezas, de la figura 5 se deduce que, los incrementos medios logrados por el diámetro en los dos tipos de control químico de malezas y en cada uno de los intervalos estudiados superan ampliamente al testigo lo que entregó diferencias significativas sobre éste.

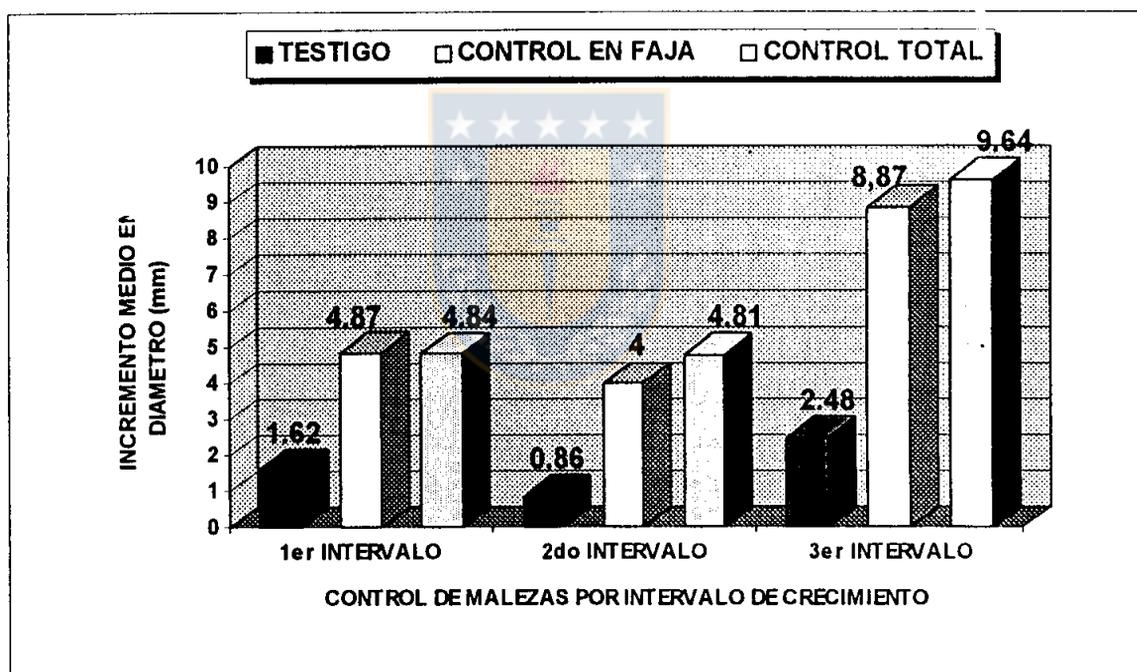


Figura 5. Efecto del control de malezas en el crecimiento en diámetro de plantas de Eucalyptus globulus en tres intervalos de crecimiento.

Al comparar las medias de los tratamientos de control químico de malezas con el testigo, ambos lo superan en más de 190% en el primer intervalo,

360% en el segundo y en 250% en el intervalo total del estudio. Esto vuelve a reflejar la importancia del control de la competencia, elemento principal y fundamental para lograr un buen desarrollo inicial de las plantas, coincidiendo plenamente con lo afirmado por Schönau et al. (1981), Cromer (1984), Prado y Rojas (1987), Wrann e Infante (1988), Calderón (1992) y Escobar et al. (1992).

Comparando las medias de los controles realizados, no se producen diferencias significativas entre ellos en el incremento en diámetro.

De la misma forma que en el caso del incremento en altura, el incremento en diámetro se ve favorecido en los primeros 6 meses de plantación por el control de las malezas en sí, sin presentar diferencias en ese momento entre las formas en la cual se realice ese control, en este caso en la faja de plantación o en el 100% de la superficie. Esta diferencia puede presentarse en los próximos 30 meses ya que como lo plantean Boden (1984), Prado y Wrann (1988) y Larraín (1993), además del control de malezas, herramienta imprescindible en los primeros meses de la plantación, también es necesario mantener su efecto en los dos años siguientes para disminuir la competencia por agua y nutrientes. Es ahí donde el control total de la superficie de plantación puede diferenciarse del control en faja en el crecimiento en diámetro, al tener un menor grado de competencia debido a la disminución de la cantidad de malezas presentes en el lugar, que en el caso del control en faja sería mayor por dejar malezas entre las hileras de plantación, las cuales en el siguiente período de crecimiento pueden ser una fuente de colonización

de la superficie aledaña a las plantas, ejerciendo nuevamente la competencia por agua y nutrientes.

En la tabla 3 se observa que en ninguno de los dos intervalos de crecimiento, ni en el intervalo total del estudio se obtuvieron diferencias estadísticas para los incrementos en altura y diámetro, en las diferentes combinaciones de subsolado y control de malezas.

De la misma forma que en el caso del tamaño medio de las plantas, el crecimiento en los primeros 3 y 6 meses de plantación se ve claramente influenciado por el control de la vegetación competitiva, es este factor uno de los principales reguladores del crecimiento de las plantas en sus primeros meses (Cromer, 1984).

El subsolado, probablemente comenzará su efecto cuando el crecimiento radicular de las plantas alcance las modificaciones hechas por esta técnica en el suelo (Boden, 1984). Si en ese momento el efecto del control de malezas continúa, es posible que la combinación del subsolado y control de malezas produzcan un mayor incremento tanto en la altura como en el diámetro.

V CONCLUSIONES

- El subsolado no afecta la supervivencia ni la tasa de crecimiento de plantas de **Eucalyptus globulus** hasta 6 meses después de realizada la plantación.
- El control de malezas afecta, positivamente, la supervivencia de las plantas y su crecimiento en altura y diámetro desde los 3 meses de realizada la plantación.
- La forma de control de malezas, en faja o control total, no afecta la supervivencia ni la tasa de crecimiento de las plantas de **Eucalyptus globulus**, después de 6 meses de plantación.
- No hubo efecto de la interacción subsolado y control de malezas, en sus diferentes niveles, sobre la supervivencia, tamaño medio e incremento medio de las plantas.

VI RESUMEN

En la zona de Catapilco, Quinta Región, utilizando un diseño de parcelas divididas, se estableció un ensayo con Eucalyptus globulus en el cual se probaron tres profundidades de subsolado y dos formas de control químico de malezas.

A los 3 y 6 meses de realizada la plantación se evaluó la supervivencia y el tamaño medio de las plantas. Así también se evaluó el incremento medio en altura y diámetro en 2 intervalos de crecimiento de 3 meses cada uno y en un intervalo total de 6 meses que correspondió al período total del estudio.

Los resultados después del primer período de crecimiento, muestran que el control de malezas afecta positivamente la supervivencia, el tamaño medio e incremento medio de altura y diámetro a los 3 y 6 meses de efectuada la plantación.

El subsolado y la interacción de subsolado y control de malezas no tuvieron incidencia en ninguna de las variables analizadas.

SUMMARY

A split plot trial with three subsoiling depth and two way of chemical weed control in experimental plantations of Eucalyptus globulus were tested. The trial are located in Chile's semiarid zone.

The evaluation of survival and medium size was made when the tress was 3 and 6 month of age. Medium increase was evaluated in two growth interval of 3 month each one and one of 6 month which was the total interval of experiment.

The result obtained stamped that weed control affect positively the survival, medium size and growth in height and diameter of plants.

Subsoiling and the interaction between subsoiling and weed control, haven't influence over survival, medium size and growth of plants in the first 6 month of age.

VII BIBLIOGRAFIA

- 1.- Almeyda, A.E. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
- 2.- Almendras, D. 1994. Algunas experiencias de control de malezas en plantaciones de Pino radiata en la VIII Región. Forestal Celco S.A. En: Silvotecnica IV. Ciencia e Investigación aplicada a la silvicultura. Fundación Chile. Chile, pp 59-81.
- 3.- Baver, L.D, W.H. Gardner y W.R. Gardner 1972. Física de suelos. Editorial hispano-americana, México.
- 4.- Boden, D.I. 1984. Early response to different method of site preparation for three commercial species. In:Proc. IUFRO, Symposium on site and productivity of fast growing planations. Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa, pp 565-578.
- 5.- Calderón, S. 1992. Respuesta del Eucalyptus globulus ssp. globulus a la preparación del sitio, control malezas y enmiendas nutricionales. En: Ciencia e Investigación forestal. Vol. 6 N°1, pp 5-23.
- 6.- Canessa, D.J. y T. González 1991. Estudio de reclasificación de suelos. Fundo La Foresta de Catapilco, Zapallar. Quillota, Chile.

- 7.- Carrasco, P. 1984. Mejoramiento de la calidad de sitio mediante labores de preparación de suelo. En: Cuarto simposio nacional de la ciencia del suelo. Sociedad chilena de la ciencia del suelo. Universidad austral de Chile. Valdivia, Chile.
- 8.- Cirano, O. y J. Goffard 1987. Efecto del subsolado y de la aplicación de algunos fertilizantes sobre el crecimiento inicial de las plantaciones de Pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) en la VIII Región. Tesis de grado. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Universidad de Chile.
- 9.- Cromer, R.N. 1984. Site amelioration for fast growing plantations. In: Proc. IUFRO, Symposium on site and productivity of fast growing plantation. Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa, pp. 181-196
- 10.- Donoso, C. 1981. Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial universitaria. Santiago, Chile.
- 11.- Escobar, R. 1994. La planta ideal. En: Silvotecna IV. Producción de plantas. Ciencia y tecnología aplicada a la silvicultura. Fundación Chile, Chile.
- 12.- Escobar, R., M. Espinoza, E. Kunstmann y C. Bassaber 1992. Efecto de la interacción preparación de suelo, herbicida y fertilización, en la supervivencia y crecimiento inicial de *Eucalyptus globulus*

Labill. ssp globulus. En: Agricultura técnica, vol. 52 N°4. pp 480,485.

- 13.- Espinoza, N. 1988. Malezas del sur de Chile. IX-X Regiones. INIA, estación experimental Carillanca. Bol. tecnico N° 117. Temuco, Chile.
- 14.- FAO 1966. El Eucalyptus en la repoblación forestal. FAO. Roma, Italia.
- 15.- Francis, P.J. 1984. The role of cultivation in plantation establishment in subtropical eastern Australia. In: Proc. IUFRO, Symposium on site and productivity of fast growing plantation. Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa, pp.579-586.
- 16.- Froehlich, H.A. 1984. Mechanical ameloration of adverse physical soil conditions in forestry. In: Proc. IUFRO, Symposium on site and productivity of fast growing plantation. Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa, pp.507-521.
- 17.- Ibañez, C.M. y E. Hetz 1988. Arados cinceles y subsoladores. Bol. extensión N° 39. Universidad de Concepción. Departamento de Ingeniería Agrícola. Chillán, Chile.

- 18.- Ibañez, C.M. 1980. Preparación de suelo para la siembra. Boletín de extensión N° 29. Universidad de Concepción. Departamento de Ingeniería Agrícola. Chillán, Chile.
- 19.- INFOR 1980. Crecimiento de especies de los géneros Pinus y Eucalyptus en el secano costero, VI región Inf. tec. N° 93. Santiago, Chile.
- 20.- INFOR / CORFO 1986. Especies exóticas de interés económico para Chile. INFOR / CORFO. Santiago, Chile.
- 21.- INIA 1989a. Malezas de Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Bol. técnico N°15 S. Altamirano (Editora), Stgo., Chile.
- 22.- INIA 1989b. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. R. Novoa y S. Villaseca (editores) Santiago, Chile.
- 23.- IREN 1964. Proyecto aerofotogramétrico. Descripción de suelos. OEA/BID/CORFO. Santiago, Chile.
- 24.- Larraín, O. 1993. Establecimiento de plantaciones de Eucaliptos en Forestal Angol. En: Actas simposio. Los Eucaliptos en el desarrollo forestal de Chile. Pucón, Chile. pp 157-165.

- 25.- McKimm, R.J and D.W. Flinn 1979. Eucalypt species, site preparation and fertilizer requeriments for reforestation in the Toorong Plateau in central Victoria. In: Aust. for. 42 (2): 117,124.
- 26.- Navas, L.E. 1979. Flora de la cuenca de Santiago de Chile. Tomos I al III. Ediciones de la Universidad de Chile. Editorial Andrés Bello. Stgo., Chile
- 27.- Prado, J.A. 1989. Establecimiento de plantaciones. pp. 57-78. En: Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo. INFOR/CORFO. Santiago, Chile.
- 28.- Prado J.A y P. Rojas 1987. Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *E. globulus* en la zona semiárida de Chile. En: Ciencia e Investigación forestal Vol. 1 (1): 17,27.
- 29.- Prado, J.A., y J. Wrann 1988. La importancia de la preparación del sitio y la fertilización en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus. N° XII En: Actas simposio. Manejo silvícola del género Eucalyptus. Viña del Mar, Chile.
- 30.- Pritchett, W.L. 1986. Suelos forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. Editorial Limusa, Mexico.

- 31.- Recalde, M. 1993. Alternativas para el control químico de malezas en plantaciones de *Eucalyptus* de la región mediterránea semiárida de Chile. En: Actas simposio. Los Eucaliptos en el desarrollo forestal de Chile. Pucón, Chile. pp. 283-294.
- 32.- Recalde, M. 1994. Malezas de hoja angosta en plantaciones de Eucalipto. En: Silvotecna IV. Ciencia y tecnología aplicada a la silvicultura. Fundación Chile, Chile. pp. 43-49.
- 33.- Rodríguez, J. 1994. Efecto de la intensidad inicial de control de malezas en el crecimiento de *Eucalyptus globulus*. En: Silvotecna IV. Ciencia y tecnología aplicada a la silvicultura. Fundación Chile, Chile. pp. 112-122.
- 34.- Rodríguez, J.P., J.A. Celhay y P. Herwenz 1993. Impacto de ocho estrategias de control de malezas post plantación, en el desarrollo de *Eucalyptus globulus* Labill. establecido en suelos rojo arcillosos. En: Actas simposio. Los Eucaliptos en el desarrollo forestal de Chile. Pucón, Chile. pp. 271-282.
- 35.- Russell, J. y W. Russell 1964. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Tercera edición. Madrid, España.
- 36.- Schönau, A.P.G., Verbren van Themaat and D.I. Boden 1981. The importance of complete site preparation and fertilizing in the

- establischment of Eucalyptus grandis. In. S. Afr. For. J. 116: 1-10.
- 37.- Sierra, V. 1990. Técnicas de establecimiento en Eucalyptus (suelo sedimentario). En: Primer taller del grupo silvícola, 37 pp. Fundación Chile. Concepción, Chile.
- 38.- Steel, R. y J. Torrie 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. Segunda edición, Mexico.
- 39.- Vera, W. y M. Casanova 1992. Morfología de suelos. En: Suelos, una visión actualizada del recurso. Publicaciones misceláneas agrícolas N° 38. Universidad de Chile. Stgo., Chile.
- 40.- Wrann, J. 1990. Efectos de diferentes métodos de plantación en el desarrollo inicial de Eucalyptus camaldulensis, Eucalyptus cladocalyx y Eucalyptus sideroxylon en la zona árida de Chile. En: Ciencia e Investigación forestal. Vol. 4, N°1. pp 69-88.
- 41.- Wrann, J.H. y P. Infante 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de E. Camaldulensis y Q. saponaria en la zona árida de Chile. En: Ciencia e Investigación forestal N° 3: 13,26.
- 42.- Wrann, J., F. Andrade y C. Alvear 1993. Técnicas de establecimiento para Eucalyptus cladocalyx y Eucalyptus camaldulensis en la

zona árida y semiárida de Chile. En: Actas simposio. Los Eucaliptos en el desarrollo forestal de Chile. Pucón, Chile.







APENDICE 1

**INFORMACION DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION PARA
LA ZONA Y EPOCA DEL ESTUDIO.**

**TABLA 4. DATOS METEOROLOGICOS FUNDO LA FORESTA DE CATAPILCO
ESTACION METEOROLOGICA LA FORESTA DE CATAPILCO
ENTRE LOS MESES DE ENERO DE 1993 Y MARZO DE 1994**

AÑO	M E S	T E M P E R A T U R A			P R E C I P I T A C I O N	
		MAXIMA	MINIMA	MEDIA	MENSUAL	ACUMULADA
1993	ENERO	28.2	11.5	20.4	-	-
	FEBRERO	27.0	13.6	20.8	-	-
	MARZO	27.1	12.3	20.5	-	-
	ABRIL	23.2	10.6	17.4	47.0	47.0
	MAYO	19.3	5.9	13.5	63.5	110.5
	JUNIO	19.0	6.3	12.5	28.5	139.0
	JULIO	17.2	2.6	10.8	37.0	176.0
	AGOSTO	19.2	4.4	12.8	44.0	220.0
	SEPTIEMBRE	20.3	5.4	13.3	-	-
	OCTUBRE	24.7	7.4	17.0	-	-
	NOVIEMBRE	25.9	6.8	17.3	-	-
	DICIEMBRE	28.4	9.7	20.6	-	-
1994	ENERO	29.3	12.2	22.0	-	-
	FEBRERO	28.8	11.4	20.5	-	-
	MARZO	28.3	12.7	19.9	-	-



APENDICE 2

PRINCIPALES MALEZAS PRESENTES EN LA ZONA DEL ESTUDIO.

Carthamus lanatus "Cardilla"

Abundante hierba anual de 50 cm de altura app. laxamente pubescente, de hojas lanceoladas, coriáceas y sésiles de 3 a 5 cm de longitud por 2 a 2.5 cm de ancho con márgenes espinosos. Flores isomorfas, hermafroditas y amarillas. Es una especie nativa de Europa, naturalizada en Chile que florece desde octubre a Febrero.

Erodium cicutarium "Alfilerillo"

Hierba anual o bianual de 8 a 90 cm de alto con o sin tallo, pubescente-glandulosa. Hojas de 3 a 15 cm de longitud alternas y opuestas, compuestas bipinnadas, pinnas ovales y estípulas agudas. Inflorescencia en umbela largamente pedunculada con 4 a 10 flores, pétalos rosa-violáceos de 5 a 7 mm de longitud. Planta nativa del mediterráneo, adventicia en América, muy polimorfa y se la encuentra en todo Chile.

Lolium perenne "Ballica"

Hierba anual de tallo erguido o doblado, de 30 a 60 cm de alto. Láminas planas, glabras, arrolladas longitudinalmente en la prefoliación, vaina lisa, glabra. Espiga comprimida, erecta o algo pendular, espiguillas de 10 a 20 mm de largo, solitarias y alternadas en dos hileras sobre lados opuestos del ráquis. Originaria de Europa, se reproduce por semillas y florece desde octubre a diciembre.

Sonchus oleraceus "Ñilhue"

Hierba anual de 40 a 100 cm de alto, tallo simple o ramoso, hueco, glabro o con pelos glandulosos en la parte superior. Hojas glabras, las inferiores atenuadas en pecíolo y abrazaderas, no divididas; las superiores más largas, sésiles de igual tamaño. Flores amarillas, en capítulos dispuestos en cimas umbeliformes. Es especie europea, actualmente cosmopolita, florece desde enero a febrero.

Fuente (Navas, 1979 y Espinoza, 1984)

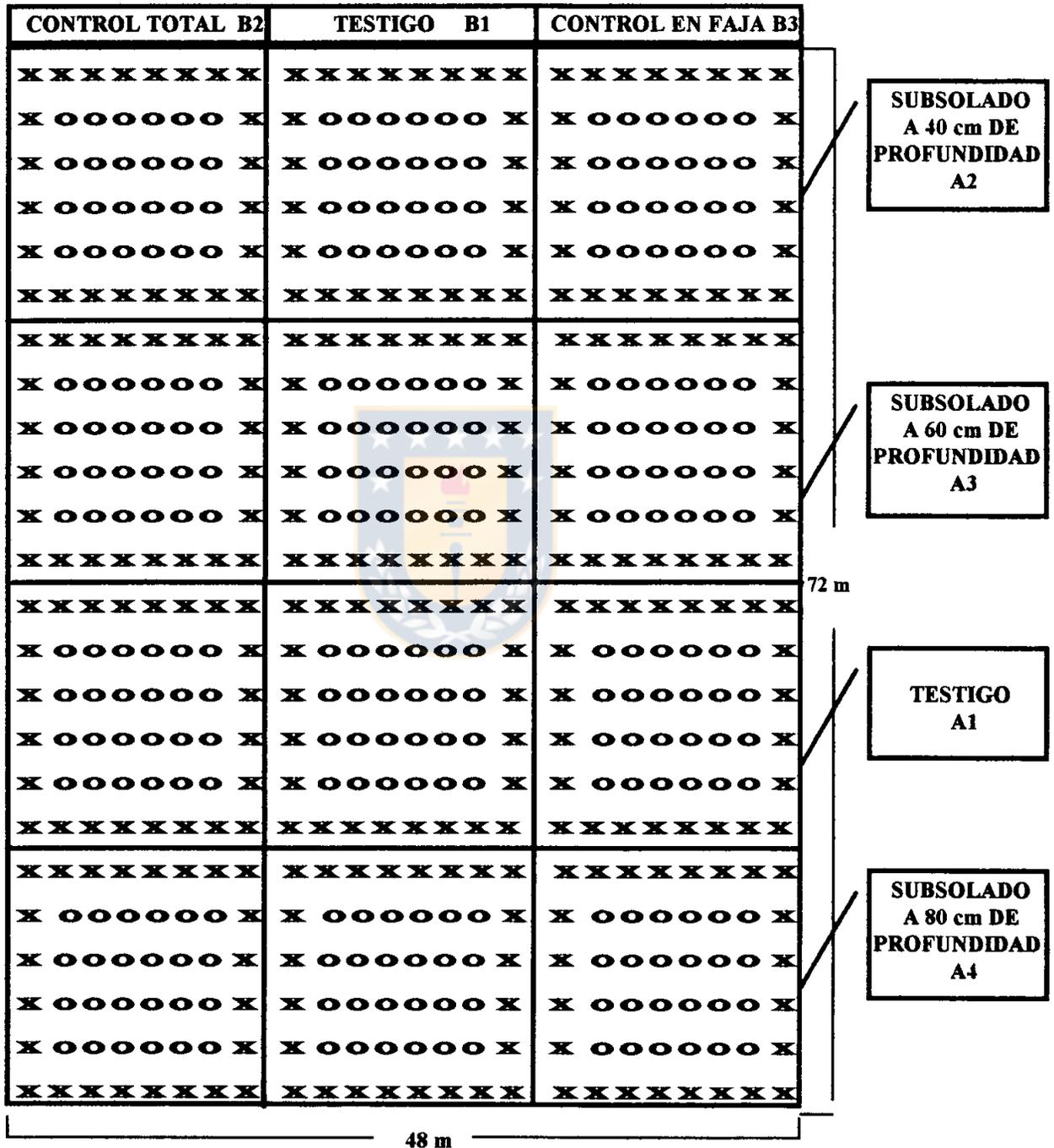


APENDICE 3

ESQUEMA DEL DISEÑO DEL EXPERIMENTO EN TERRENO



CONTROL DE MALEZAS



○ : PLANTAS SUJETAS A MEDICION
X : PLANTAS BORDE SIN MEDICION



APENDICE 4

**PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS MAQUINARIAS
UTILIZADAS EN LA PREPARACION DE SUELO Y CONTROL DE
MALEZAS.**

DATOS TECNICOS DE LA MAQUINARIA UTILIZADA

Preparación de suelo

Tipo de maquina: Bulldozer, FIATALLIS 14C TURBO
motor Cummins 6CT 8,3 Diesel
Turboalimentado. 160 HP.

Tipo de subsolador: Tipo paralelogramo.
Profundidad máxima de penetración 90 cm
Largo 1 mt
Ancho 21 cm
Espesor 6 cm

Tipo de rodillo: Desterronador.
Peso 80 kg app.
Ancho 1 mt
Largo de púas 12 cm

Control de malezas

Tipo de maquina: Tractor FORD 7810 doble tracción 108 HP
toma de fuerza de 2 velocidades.

Pulverizadora de levante hidráulico
de 600 lt de capacidad.
Barra aplicadora de 6 a 12 mt de largo
con 8 boquillas de pulverización fina.

Velocidad de avance: 4 Km/hr promedio

Tipo de boquillas: Tipo APG-110-R (cerámica roja)

Presion utilizada: 28 lb/pulg²

Caudal por boquilla: 1 lt/min

Volumen aplicado
por superficie: 300 lt/ha app





APENDICE 5

**TABLAS DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS TAMAÑOS
MEDIOS E INCREMENTOS MEDIOS DE SUPERVIVENCIA,
ALTURA Y DIAMETRO DE TALLO DE LAS PLANTAS.**

PRIMERA MEDICION (DICIEMBRE)

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	Fm	Fc (1%)	Fc (5%)
ENTRE PARCELAS	503,874	11	TRATAMIENTO A	189,678	3	63,226	1,610	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	314,196	8	39,275			
DENTRO PARCELAS	2048,440	24	SUBTRATAMIENTO B	1766,260	2	883,130	65,856	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	67,619	6	11,270	0,840	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	214,562	16	13,410			
TOTAL	2552,315	35			35				

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	Fm	Fc (1%)	Fc (5%)
ENTRE PARCELAS	16,374	11	TRATAMIENTO A	6,135	3	2,045	1,598	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	10,239	8	1,280			
DENTRO PARCELAS	93,833	24	SUBTRATAMIENTO B	83,769	2	41,884	109,113	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	3,923	6	0,654	1,703	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	6,142	16	0,384			
TOTAL	110,207	35			35				

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA SUPERVIVENCIA

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	Fm	Fc (1%)	Fc (5%)
ENTRE PARCELAS	493,355	11	TRATAMIENTO A	70,880	3	23,627	0,447	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	422,475	8	52,809			
DENTRO PARCELAS	2123,926	24	SUBTRATAMIENTO B	1393,790	2	696,895	17,412	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	89,759	6	14,960	0,374	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	640,377	16	40,024			
TOTAL	2617,281	35			35				

SEGUNDA MEDICION (MARZO)

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	F _m	F _c (1%)	F _c (5%)
ENTRE PARCELAS	1214,652	11							
			TRATAMIENTO A	355,602	3	118,534	1,104	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	859,050	8	107,381			
DENTRO PARCELAS	10990,949	24	SUBTRATAMIENTO B	10313,117	2	5156,558	169,883	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	192,175	6	32,029	1,055	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	485,657	16	30,354			
TOTAL	12205,601	35			35				

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	F _m	F _c (1%)	F _c (5%)
ENTRE PARCELAS	35,022	11							
			TRATAMIENTO A	11,055	3	3,685	1,230	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	23,968	8	2,996			
DENTRO PARCELAS	399,530	24	SUBTRATAMIENTO B	371,437	2	185,719	182,597	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	11,819	6	1,970	1,937	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	16,274	16	1,017			
TOTAL	434,552	35			35				

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA SUPERVIVENCIA

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	F _m	F _c (1%)	F _c (5%)
ENTRE PARCELAS	1313,151	11							
			TRATAMIENTO A	225,244	3	75,081	0,552	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	1087,907	8	135,988			
DENTRO PARCELAS	12314,380	24	SUBTRATAMIENTO B	9265,864	2	4632,932	30,190	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	593,145	6	98,858	0,644	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	2455,371	16	153,461			
TOTAL	13627,531	35			35				

PRIMER INTERVALO (SEPTIEMBRE-DICIEMBRE)

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	Fm	Fc (1%)	Fc (5%)
ENTRE PARCELAS	491,542	11							
			TRATAMIENTO A	190,986	3	63,662	1,695	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	300,556	8	37,570			
DENTRO PARCELAS	2003,877	24	SUBTRATAMIENTO B	1725,171	2	862,586	64,317	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	64,121	6	10,687	0,797	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	214,585	16	13,412			
TOTAL	2495,420	35			35				

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	Fm	Fc (1%)	Fc (5%)
ENTRE PARCELAS	16,341	11							
			TRATAMIENTO A	6,167	3	2,056	1,617	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	10,174	8	1,272			
DENTRO PARCELAS	93,212	24	SUBTRATAMIENTO B	83,196	2	41,598	109,204	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	3,922	6	0,654	1,716	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	6,095	16	0,381			
TOTAL	109,553	35			35				

SEGUNDO INTERVALO (SEPTIEMBRE-MARZO)

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	F _m	F _c (1%)	F _c (5%)
ENTRE PARCELAS	1215,649	11							
			TRATAMIENTO A	356,479	3	118,826	1,106	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	859,171	8	107,396			
DENTRO PARCELAS	10982,715	24	SUBTRATAMIENTO B	10305,950	2	5152,975	170,017	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	191,827	6	31,971	1,055	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	484,939	16	30,309			
TOTAL	12198,364	35			35				

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO

F. DE V.	S. DE C.	G.L.	F. DE V.	S. DE C.	G.L.	M. S. C.	F _m	F _c (1%)	F _c (5%)
ENTRE PARCELAS	34,732	11							
			TRATAMIENTO A	10,967	3	3,656	1,231	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	23,965	8	2,971			
DENTRO PARCELAS	398,352	24	SUBTRATAMIENTO B	370,580	2	185,290	185,856	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	11,821	6	1,970	1,976	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	15,951	16	0,997			
TOTAL	433,084	35			35				

TERCER INTERVALO (DICIEMBRE-MARZO)

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA

F. DE V.	S. DE C.	G. L.	F. DE V.	S. DE C.	G. L.	M. S. C.	F _m	F _c (1%)	F _c (5%)
ENTRE PARCELAS	279,880	11							
			TRATAMIENTO A	40,880	3	13,627	0,456	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	239,000	8	29,875			
DENTRO PARCELAS	4095,247	24	SUBTRATAMIENTO B	3851,144	2	1925,572	180,526	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	73,440	6	12,240	1,148	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	170,663	16	10,666			
TOTAL	4375,126	35			35				

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DIAMETRO

F. DE V.	S. DE C.	G. L.	F. DE V.	S. DE C.	G. L.	M. S. C.	F _m	F _c (1%)	F _c (5%)
ENTRE PARCELAS	6,656	11							
			TRATAMIENTO A	1,520	3	0,507	0,789	7,59	4,07
			ERROR PARCELA	5,136	8	0,642			
DENTRO PARCELAS	123,772	24	SUBTRATAMIENTO B	112,566	2	56,283	139,119	6,23	3,63
			INTERACCION A x B	4,733	6	0,789	1,950	4,2	2,74
			ERROR SUBPARCELA	6,473	16	0,405			
TOTAL	130,428	35			35				



ANEXOS



ANEXO 1
CARACTERISTICAS DEL PERFIL DEL SUELO DEL LUGAR DEL
ENSAYO

CARACTERISTICAS DEL PERFIL DE LA SERIE CATAPILCO.

Descripción del perfil:

HORIZONTE	TEXTURA	ESTRUCTURA	COLOR	OBSERVACIONES
A1 0-19 cm	Franco arenosa fina	Bloques subangulares medios	Pardo grisáceo oscuro	Raíces finas abundantes, medias y gruesas escasas.
A2 19-25 cm	Franco arenosa	Granos simples	Gris oscuro	Raíces finas abundantes, medias y gruesas comunes.
B 25-54 cm	Arcillosa	Prismática gruesa	Pardo grisáceo oscuro	Raíces finas medias y gruesas abundantes.
54-75 y mas cm	Substratum constituido por arcillolita	Maciza y compactada	Pardo grisáceo y Pardo oliva claro	Su estructura no permite desarrollo radicular en profundidad

Fuente: Canessa y González, 1991.

