

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

**EFFECTO DE LA PREPARACIÓN DE SUELO Y MICORRIZACIÓN SOBRE  
EL ESTABLECIMIENTO DE *Prosopis alba* Y *Prosopis chilensis*, EN  
HIGUERITAS UNIDAS, CUARTA REGIÓN**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**ULISES ALEJANDRO ROMERO SALINAS**

Profesor Guía: Ing. Forestal Sr. Antonio Vita A.

**SANTIAGO – CHILE.**

**2004**

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

**EFFECTO DE LA PREPARACIÓN DE SUELO Y MICORRIZACIÓN SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE *Prosopis alba* Y *Prosopis chilensis*, EN HIGUERITAS UNIDAS, CUARTA REGIÓN**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**ULISES ALEJANDRO ROMERO SALINAS**

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. Antonio Vita	6,5	.....
Prof. Consejero Sr. Gustavo Cruz	5,5	.....
Prof. Consejero Sr. Manuel Ibarra	5,5	.....

**SANTIAGO – CHILE.**

**2004**

## AGRADECIMIENTOS

Como primera parte de mis agradecimientos, quisiera gratificar a todos aquellos que participaron en la confección y desarrollo de esta memoria. A mi profesor guía don Antonio Vita, por su ayuda en todo este largo y duro proceso. A CONAF Cuarta Región, expresado en don Rafael Medina y don Bernardo Contreras, quien brindó todo el apoyo logístico a la hora de instalar y tomar datos en las cercanías de Ovalle, además de todas las personas de CONAF Limarí y los comuneros que realizaron la instalación del ensayo. También deseo expresar mi profundo agradecimiento al profesor Sergio Mora, quien me ayudó en la parte estadística, que más de un dolor de muelas me dio. A Inés por ayudarme en la extenuante labor de tomar datos bajo el sol quemante de la Cuarta Región. A Álvaro por su ayuda en la traducción del resumen y demases. Y a Bernardita por la impresión gratuita de esta memoria.

Además, agradezco a todos aquellos que me brindaron su apoyo y amistad durante los años en la U. La primera y más importante, mi madrecita linda, doña Alejandra Salinas, que me ayudo siempre como pudo, desde la lejanía, en todo momento sentí su apoyo y amor incondicional. Los siguientes en la lista, todos los amigos que forjé año a año, rabia tras rabia, carrete tras carrete, jugo tras jugo, asado tras asado, experiencias que quedarán guardadas en lo más profundo de mi ser. Empiezo a nombrarlos, Marcelo raimond, gordo Germán, Álvaro pollo, Cristian de la moya, Nicario, Cesario Barría, Garfield, Negro pepe, Pollo Varela, Magda Orell, Pol Paico, Vitolón, Billy, Cristian de la Fonchialba, Pepe trueno, Rambo, Patolón, Xime estrés, Manquehe, Negro Salao, Bruno y Diego, a los compañeros de rugby, a mis tíos Tito y Mona, a la tía Lula y Marito y finalmente a doña Inés Galaz.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Características generales de las zonas áridas</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2.2 Caracterización de las especies ocupadas en el estudio</b> .....	<b>3</b>
2.2.1 <i>Prosopis alba</i> Griseb. ....	3
2.2.2 <i>Prosopis chilensis</i> (Mol.) Stuntz emend. Burk. ....	4
<b>2.3 Tratamientos al suelo</b> .....	<b>5</b>
2.3.1 Hoyadura con microcaptaciones en V .....	6
2.3.2 Subsulado .....	7
2.3.3 Utilización de micorrizas .....	8
2.3.3.1 Antecedentes generales de las micorrizas .....	8
2.3.3.2 Inóculo de micorrizas TRI-TON .....	10
<b>3. MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Ubicación y descripción del lugar de estudio</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 Instalación de los ensayos</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3 Ensayo 1</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3.1 Material</b> .....	<b>12</b>
3.3.1.1 Descripción de parcelas .....	12
<b>3.3.2 Método</b> .....	<b>13</b>
3.3.2.1 Diseño experimental .....	13
3.3.2.2 Evaluación del ensayo.....	13
<b>3.4 Ensayo 2</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4.1 Material</b> .....	<b>14</b>
3.4.1.1 Descripción de parcelas .....	14
<b>3.4.2 Método</b> .....	<b>14</b>
3.4.2.1 Determinación de dosis de micorriza por tratamiento .....	14
3.4.2.2 Descripción de unidades experimentales y repeticiones.....	15
3.4.2.3 Diseño experimental .....	15
3.4.2.4 Evaluación del ensayo.....	15
<b>3.5 Recolección de datos</b> .....	<b>16</b>
<b>3.6 Descripción de variables</b> .....	<b>16</b>
<b>4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>

<b>4.1 Ensayo 1</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1.1 Incremento en diámetro a la altura del cuello</b> .....	<b>18</b>
4.1.1.1 Efecto de las especies y preparación de suelo sobre el DAC .....	19
4.1.1.2 Efecto de las especies sobre el DAC .....	19
4.1.1.3 Efecto de la preparación de suelo sobre el DAC .....	20
<b>4.1.2 Incremento en altura</b> .....	<b>21</b>
4.1.2.1 Efecto de las especies y preparación de suelo sobre la altura.....	22
4.1.2.2 Efecto de las especies sobre la altura .....	22
4.1.2.3 Efecto de la preparación de suelo sobre la altura .....	23
<b>4.1.3 Supervivencia</b> .....	<b>24</b>
4.1.3.1 Efecto de las especies y preparación de suelo sobre la supervivencia.....	24
4.1.3.2 Efecto de las especies sobre la supervivencia .....	25
4.1.3.3 Efecto de la preparación de suelo sobre la supervivencia .....	25
<b>4.2 Ensayo 2</b> .....	<b>26</b>
<b>4.2.1 Incremento en diámetro a la altura del cuello</b> .....	<b>26</b>
4.2.1.1 Efecto de las especies y niveles de micorrizas sobre el DAC .....	27
4.2.1.2 Efecto de las especies sobre el DAC .....	28
4.2.1.3 Efecto de los niveles de micorrizas sobre el DAC .....	28
<b>4.2.2 Incremento en altura</b> .....	<b>29</b>
4.2.2.1 Efecto de las especies y niveles de micorrizas sobre la altura.....	30
4.2.2.2 Efecto de las especies sobre la altura .....	31
4.2.2.3 Efecto de los niveles de micorrizas sobre la altura.....	31
<b>4.2.3 Supervivencia</b> .....	<b>32</b>
4.2.3.1 Efecto de las especies y niveles de micorrizas sobre la supervivencia.....	32
4.2.3.2 Efecto de las especies sobre la supervivencia .....	33
4.2.3.3 Efecto de los niveles de micorrizas sobre la supervivencia.....	33
<b>5. DISCUSIÓN FINAL</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1 Ensayo 1</b> .....	<b>34</b>
<b>5.2 Ensayo 2</b> .....	<b>35</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>36</b>
<b>6.1 Ensayo 1</b> .....	<b>36</b>
<b>6.2 Ensayo 2</b> .....	<b>36</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>37</b>
<b>8. APÉNDICES</b> .....	<b>41</b>

## RESUMEN

La presente memoria se realizó en los terrenos otorgados a CONAF para el desarrollo de estudios en el ámbito forestal por la Comunidad Agrícola Higuieritas Unidas, que se encuentra 22 km al norte de la ciudad de Ovalle, en el marco de los Proyectos de Apoyo al Desarrollo Forestal, Conservación y Manejo de Suelo, Agua y Vegetación.

El objetivo general de este estudio fue evaluar dos técnicas de preparación de suelo y micorrización, sobre el establecimiento de *Prosopis alba* (algarrobo blanco) y *Prosopis chilensis* (algarrobo). Constó de dos ensayos realizados en el mismo predio. Los datos fueron recolectados entre Agosto del 2001 y Mayo del 2002. En el primer ensayo se ocuparon dos técnicas de preparación de suelo, hoyadura con microcaptaciones en V y subsolado, en combinación a las dos especies antes nombradas. Se demostró que hoyadura con microcaptadores, tuvo mayor influencia sobre la supervivencia y el crecimiento en altura y diámetro a la altura del cuello (DAC) en comparación a subsolado. Además, la mejor combinación especie/labor suelo para las condiciones climáticas y de suelo de la zona fue algarrobo y hoyadura con microcaptadores, teniendo un incremento de 0,182 cm en DAC y una tasa de supervivencia de 84,35%. Solo en altura algarrobo blanco fue algo superior a algarrobo, con incrementos de 6,44 y 6,2 cm respectivamente, tras 10 meses de crecimiento.

En el ensayo dos, se utilizó un inóculo de micorrizas (TRI-TON), que contenía tres especies del género *Glomus*. Se establecieron cinco parcelas con cinco niveles de inóculo, 0, 10, 20, 25 y 30 ml. Los resultados indicaron que los niveles de micorrizas utilizados en este ensayo no tuvieron efecto sobre el DAC y la supervivencia; solo tuvieron efecto sobre la altura, no pudiéndose determinar qué factor influía en esta variable. Las mejores combinaciones especie/tratamiento en DAC y altura fueron algarrobo con 25 ml de micorrizas (0,05 cm) y algarrobo blanco con 20 ml de micorrizas (8,67 cm) respectivamente. En cuanto a la supervivencia, las mejores combinaciones fueron algarrobo con 20 ml de micorrizas y algarrobo blanco con 20 ml de micorrizas (73,3%) respectivamente.

Palabras clave: preparación de suelo, micorrización, algarrobo, algarrobo blanco.

## SUMMARY

The present memory was set in granted lands to CONAF for the development of studies in the forest scope by the Comunidad Agrícola Higuertitas Unidas, that is 22 km to the north of the Ovalle city, within the framework of the Projects of Support to the Forest Development, Conservation and Handling of Ground, Water and Vegetation.

The general mission of this study was to evaluate two techniques of ground preparation and Mycorrhizal, on the establishment of *Prosopis alba* (algarrobo blanco) and *Prosopis chilensis* (algarrobo). It consisted of two tests made in the same place. The data were collected between August of the 2001 and May of the 2002. In the first test two techniques of ground preparation took care, hoyadura with micropick up in V and subpaved in combination to the two species before named. One demonstrated that hoyadura with microreceivers, has greater influence on the survival and the growth in height and diameter to the height of the neck (DHN) in subpaved comparison to. In addition, the best specie/ground preparation combination for the climatic conditions and of ground of the zone was algarrobo and hoyadura with microreceivers, having an increase of 0,182 cm in DHN and one rate of 84,35% survival. Single in height algarrobo blanco he was something superior to algarrobo, with increases of 6,44 and 6,2 cm respectively, after 10 months of growth.

In test two, mycorrhizal inoculum was used (TRI-TON), that contained three species of the *Glomus* sp. Five parcels with five inoculum levels , 0, 10, 20, 25 and 30 ml. The results indicated that the levels of Mycorrhizal used in this test did not have effect on the DHN and the survival; single they had effect on the height, not being able to determine what factor influenced in this variable. The best combinations specie/treatment in DHN and height were algarrobo with 25 ml mycorrhizal (0,05 cm) and algarrobo blanco with 20 ml mycorrhizal (8,67 cm) respectively. As far as the survival the best combinations were algarrobo with 20 ml of mycorrhizal and algarrobo blanco with 20 ml of mycorrhizal (73,3%) respectively.

Key words: ground preparation, mycorrhizal, algarrobo, algarrobo blanco.

# 1. INTRODUCCIÓN

En Chile las zonas áridas, que cubren más del 50% de su superficie continental, concentran el 70% de la población nacional y el 56,8% de su población rural (Valdebenito, 1997). Estas zonas presentan un gran estado de degradación de los ecosistemas, provocado principalmente por acción humana. La degradación se ve principalmente reflejada en la pobreza de los suelos que presentan una baja cantidad y calidad de vegetación leñosa. Esto conlleva a que los suelos de las zonas áridas sean poco productivos y que, por lo tanto, la población que vive en estas áreas presente condiciones de pobreza y su economía sea de subsistencia. A estas características se puede sumar la no existencia de herramientas de manejo óptimo del suelo por parte de la población, lo que implica una subutilización del recurso y, por lo tanto, la pérdida irreversible de éste.

El Estado, en conjunto con el sector privado, debe procurar opciones al uso del suelo, principalmente dirigidas a regular su uso y conservación, en relación a la escasa agua con la que se cuenta en estas áreas y, además, a la introducción y posterior manejo de especies forestales. Es por esto, que se deben experimentar las formas más eficientes, de preparación de suelo, captación de aguas y establecimiento de especies, tanto en costos ambientales como económicos, con el fin de recuperar, al largo plazo, estas zonas en términos productivos, y a la vez, poder impulsar el mejoramiento de la magra situación económica y social actual de la población. En este sentido, las especies forestales *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*, son una buena alternativa debido a su importancia productiva, ya sea en usos forrajeros, de leña, alimento y calidad maderera, como así mismo, a su adaptación a las duras condiciones climáticas. Además, se debe considerar, que estas especies contribuyen de gran manera a la rehabilitación de zonas áridas (FAO, 1997a).

Por las razones anteriores, y entendiendo la necesidad de hacer estudios que entreguen herramientas técnicas de uso y conservación de suelo, CONAF Cuarta Región, con el apoyo de la Comunidad Agrícola Higuieritas Unidas han desarrollado desde el año 1980, en terrenos otorgados por esta Comunidad, los denominados Proyectos de Apoyo al Desarrollo Forestal, Conservación y Manejo de Suelo, Agua y Vegetación. En ellos se inserta el presente estudio, que tuvo como objetivo general el evaluar dos técnicas de preparación de suelo y micorrización, sobre el establecimiento de *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*. Como objetivos específicos, se planteó determinar el efecto de preparación de suelo mediante hoyadura con microcaptaciones en V y subsolado en la supervivencia y el crecimiento inicial de *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*; y evaluar el



efecto de la aplicación de cuatro dosis del inóculo de micorrizas TRI-TON en la supervivencia y el crecimiento inicial de *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Características generales de las zonas áridas**

Las zonas áridas son aquellas que presentan menos de 300 mm anuales de precipitación. Por lo general, se concentran en períodos cortos, pero de alta intensidad, y además de frecuencia irregular. Los suelos de estas zonas se caracterizan por la falta de desarrollo que presentan, reflejados en su delgadez, presencia de rocas en la superficie y escasa definición de horizontes, en especial el orgánico que prácticamente no existe (Vita, 1993) lo que les otorga la categoría de suelos pobres y frágiles (Zunino, 1986).

La vegetación de las zonas áridas es el resultado de un largo período de adaptación a las condiciones adversas en que crecen, lo que se visualiza en el distanciamiento entre plantas, que por lo general es amplio; sistemas radicales grandes y profundos, en contraste con la parte aérea que es relativamente pequeña; las hojas de las especies siempreverdes están cubiertas de una gruesa capa de cera y presentan estomas en la cara adaxial, las especies caducas presentan hojas pequeñas para evitar la excesiva transpiración (Vita, 1981).

Las zonas secas se extienden en Chile desde el límite norte del país hasta el río Itata (Soto y Ulloa, 1997). Según Valdebenito (1997), estas zonas concentran aproximadamente el 70% de la población nacional y el 56,8% de su población rural.

### **2.2.2 Caracterización de las especies ocupadas en el estudio**

#### **2.2.1 *Prosopis alba* Griseb**

Especie conocida como algarrobo blanco, que tiende a confundirse por su gran similitud con *Prosopis chilensis* o algarrobo chileno. Es un árbol pequeño o mediano, de 5 a 15 m de altura y con un diámetro que puede llegar a 1 m (Joker *et al.*, 2002).

Se distribuye desde la zona centro occidental subtropical de América del Sur hasta el desierto chileno en la provincia de El Loa, segunda Región (Rodríguez *et al.*, 1983). En las zonas áridas y semiáridas su hábitat se encuentra en quebradas o cursos de aguas temporales, puede crecer en áreas con menos de 250 mm/año. Es tolerante a temperaturas bajo 0°C y también a temperaturas superiores a 45°C (Joker *et al.*, 2002).

El algarrobo blanco es un árbol multipropósito que se valora por su madera, por su uso forrajero, y por mejorar la calidad del suelo (Joker *et al.*, 2002).

La madera tiene una densidad aproximada a 0,7-0,8 g/cm<sup>3</sup> y es excelente para leña y carbón de leña. La madera se usa para pisos y mobiliario (Joker et al., 2002).

Las vainas presentan alto contenido de azúcar, por lo que son muy apetecidas por el ganado, y también aprovechadas para el consumo humano. Bajo condiciones óptimas un árbol grande (40 cm de diámetro y 7 m en diámetro del dosel) puede producir 40 kg de vainas (Joker et al., 2002).

Su rápido crecimiento, la captura de nitrógeno por parte de las raíces y la gran profundidad que éstas alcanzan, lo hace conveniente para el control de la erosión. También tiene usos como cortavientos, árbol sombra (para el ganado y el hombre), árbol ornamental, medicinales, goma y apicultura (Joker et al., 2002).

Videla et al. (1997) al experimentar con *Prosopis alba* en la zona árida Argentina, en condiciones de invernadero, en el cual se intentó reproducir los extremos de precipitación anuales a los cuales puede estar sometida la especie (300 a 1200 mm), obtuvo incrementos en altura cercanos a los 20 cm en promedio y alcanzó 0,18 cm de incremento en DAC tras un año de crecimiento.

### **2.2.2 *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz emend. Burk**

La distribución del algarrobo (nombre común) es muy amplia, se le encuentra en el centro y norte de Chile, sur de Perú, Bolivia y Argentina. En Argentina ocupa una extensa superficie en el área centro, centro oeste y noroeste. En Chile se distribuye en la zona centro-norte, entre las Regiones Tercera y Metropolitana, especialmente en el valle central y hasta el borde costero (CONAF, 2002).

En cuanto a su hábitat, ésta especie presenta una posición ecológica bien definida, que responde a las exigencias biológicas de la especie. Se ubica en valles o cuencas con napas freáticas relativamente superficiales, en fondos de quebradas, donde la acumulación hídrica se hace más efectiva. Ocupa suelos calcáreos o salinos que permiten el desarrollo de la especie en condiciones de aridez bastante acentuada (Peralta y Serra, 1986).

El algarrobo es un árbol que puede alcanzar entre 3 a 10 m de altura, de copa amplia y redondeada de hasta 8 m de diámetro, con un tronco corto y grueso, con ramificaciones desde la base (CONAF, 2002).

Las principales ventajas de esta especie son su rápido crecimiento y la posibilidad de ocupar terrenos que otras especies presentan dificultades de establecimiento.

Especialmente adecuada para la forestación de zonas áridas. Presenta la capacidad de formar nódulos activos para la fijación de nitrógeno, lo que permite resistir y mejorar las condiciones de los suelos pobres (FAO, 1997a).

Su madera es dura, y con grano irregular, usada en carpintería, pisos, póster y combustible. Sin embargo, su uso más importante es tal vez como planta forrajera, pues sus legumbres y follaje son comidos por el ganado, teniendo su fruto un alto valor alimenticio (CONAF, 2002). Además, sus frutos se utilizan en la elaboración de bebidas populares y su pulpa es utilizada en medicina popular para aliviar afecciones cardíacas (FAO, 1997a).

### **2.3 Tratamientos al suelo**

Todo tratamiento al suelo o técnica de preparación de él, tiene la misión de conservarlo y maximizar su capacidad de retención (o captación) de agua, lo que en zonas áridas es de particular importancia, ya que éstas presentan escasez de precipitaciones y, por lo general cuando llueve, es por periodos cortos y de alta intensidad, produciéndose en ciertas ocasiones fuertes escorrentías que no son aprovechadas por la vegetación. Luego, estos trabajos deben estar guiados esencialmente a disminuir la escorrentía para así evitar la erosión de los suelos, aumentar la oferta hídrica, eliminar la competencia y facilitar el desarrollo y la penetración de raíces profundas en el subsuelo favoreciendo la ocurrencia de procesos físico-químicos y/o biológicos (FAO, 1992; Andrade y Wrann, 1997). Labores de mejoramiento físico aplicadas al suelo mediante maquinarias o herramientas manuales, para adecuar sus características estructurales, favorecen el desarrollo en altura y diámetro (Ponce, 1993). Por lo tanto, al favorecer el crecimiento y desarrollo de los árboles, la repoblación forestal mediante las técnicas de preparación de suelo, es una de las medidas más recomendables dentro de los programas de lucha contra la erosión (Castillo, 1997).

Con respecto a la captación de aguas, que debe ser favorecida por el tratamiento al suelo, la FAO (1997b) en su Manual de Captación y Aprovechamiento del agua de lluvia, experiencias en América Latina- Revisión de bases técnicas, la denomina como: “sea de lluvia o de nieblas, a la recolección de la escorrentía superficial o de la niebla, para su utilización en la producción agropecuaria o forestal. La captación de agua puede ser considerada como una forma rudimentaria de riego. La diferencia está en que con la captación de agua de lluvia o de nieblas, el productor tiene poco o ningún control sobre la oportunidad de aplicación del agua ya que la escorrentía superficial generalmente se

aprovecha cuando llueve y el aprovechamiento de las nieblas depende principalmente de las condiciones atmosféricas”.

### **2.3.1 Hoyadura con microcaptaciones en V**

Es un proceso puntual de preparación de suelo por excavación con herramientas manuales extrayendo la tierra y depositándola en su proximidad, aunque también puede realizarse con maquinaria. Según Vita (1981), los hoyos tienen forma de cubo, el lado puede variar desde 0,25 a 0,40 m. La planta va en el centro del hoyo. La microcaptación o colector se confecciona con la tierra extraída, con la cual se forma dos camellones en línea recta, de hasta 0,20 m de alto y de largo variable entre 1,5 hasta 2 m, que pasan por las aristas superiores en dirección oblicua y ascendente hasta cruzarse y formar una “V” invertida (mirando pendiente abajo), de tal manera de captar el máximo de escorrentía superficial para encauzarla hacia donde se encuentra la planta. Soto (1982), analizó una técnica de preparación de suelo similar, en la cual se ocupa el mismo principio de captar la escorrentía. La diferencia se encuentra en que los colectores son zanjas que conducen el agua hacia el hoyo en que se encuentra la planta, además, nacen de las aristas inferiores en dirección oblicua.

Granier (1992) en una plantación de *Eucalyptus globulus*, en la Novena Región, determinó que el método de preparación de suelo *hoyadura* presenta mejores resultados en los incrementos de altura y DAC (94 y 1,65 cm respectivamente), al compararlo con *surcos* durante un año de crecimiento. Además, logró un 84% de supervivencia.

Vita (1998), en ensayos ubicados en los sectores Del Mal Paso y El Tangué en la Cuarta Región, ocupando como preparación de suelo hoyos con colectores de 30 cm de lado, un distanciamiento de 2 x 2 m y *Prosopis chilensis*, alcanzó supervivencias de 22,45% y 44,9% respectivamente, aunque estos ensayos fueron afectados por el ingreso de ganado que consumió el material palatable a su alcance. El ensayo ubicado en el sector de Mal Paso, se realizó sobre pendientes entre 20 y 50% con exposiciones SE a NE.

En la zona mediterránea semiárida de España, Castillo (1997) determinó que el uso de hoyadura con *Pinus halepensis* Mill., significó un 100% de supervivencia tras un año de crecimiento.

### 2.3.2 Subsulado

Este sistema se ocupa en suelos rocosos, compactos o con hardpan, donde generalmente está restringido el crecimiento radicular, la infiltración de agua y la penetración de raíces horizontales más profundas. El subsulado consiste en una preparación mecanizada y lineal, en el que se rompen y quiebran los horizontes inferiores del suelo sin alterar su disposición (FAO, 1992). Estos cambios, determinan mejores condiciones para el desarrollo radicular, beneficiando a la plantación (Heredia, 2001). Además, permite estandarizar las condiciones físicas del suelo previo a la plantación (Di Prinzio *et al.*, 2000).

Esta faena de preparación del terreno rompe frecuentemente la roca madre y puede superar los 0,60 m de profundidad (Vita, 1981; FAO, 1992).

La acción deberá hacerse cuando el suelo esté seco y el horizonte más profundo tenga la capacidad suficiente para permitir el drenaje, y no tener un pH que perjudique el desarrollo de la plantación (Villa, 1998). Además, en pendientes inferiores a 30%, se recomienda trabajar según las curvas de nivel, si la pendiente es mayor se debe trabajar de arriba hacia abajo, agregando banquetas o rellenos en forma intermitente para disminuir el riesgo de la erosión (Soto, 1982).

El subsulado tiene una influencia decisiva en el crecimiento de las plantas, estimulándose más rápido el crecimiento en altura que en diámetro (Cirano y Goffard, 1987).

En un ensayo realizado en la Comuna de Illapel, IV Región, Vita (1990), ocupando *Quillaja saponaria*, con la preparación de suelo surcos en contorno, la cual se asemeja a subsulado, obtuvo después de 5 años de crecimiento, un incremento en altura y supervivencia media de 19,7 cm y 27% respectivamente. Este ensayo fue afectado por la entrada de ganado y lagomorfos, por lo que se podrían haber obtenido mejores resultados.

Gómez (2000) utilizando este método de preparación de suelo y pino insigne, en la Séptima Región, obtuvo incrementos de DAC cercanos a los 0,7 cm; incrementos en altura en promedio de 35 cm y un 95% de supervivencia. Por su parte, Cirano y Goffard (1987) y Ponce (1993), en la Octava Región, con la misma especie y preparación de suelo, obtuvieron incrementos de DAC cercanos a los 0,5 cm; incrementos en altura por sobre los 20 cm y supervivencia superiores al 90%.

En la zona mediterránea de española, Castillo (1997) determinó que el uso de subsulado con *Pinus halepensis* Mill., significó un 100% de supervivencia tras un año de crecimiento.

## 2.3.3 Utilización de micorrizas

### 2.3.3.1 Antecedentes generales de las micorrizas

Según Donoso (1999), la micorriza es una asociación simbiótica entre un hongo y la raíz de una planta. Azcón y Barea (1980) agrega que, la planta suministra al hongo carbono producto de la fotosíntesis y, además, protección de las condiciones externas. A su vez, el hongo ayuda a la planta a absorber nutrientes minerales del suelo a través de sus hifas, ya que desempeñan un importante papel en la translocación hacia la planta de iones de fosfato. El mayor efecto de la micorrización sobre el desarrollo de plántulas en un ambiente semiárido es el aumento de su tolerancia al estrés hídrico (Castillo, 1997).

Cuando las plantas crecen naturalmente en realidad son organismos dobles, ya que el órgano por el cual absorben agua y minerales está compuesto por raíces y un hongo simbiótico (Azcón y Barea,1980). Luego, se puede asumir que todas las plantas presentan, en condiciones naturales, asociaciones micorrízicas con hongos.

Las micorrizas se clasifican de acuerdo a su estructura y morfología en dos grupos, ectotróficas y endotróficas. Las primeras se refieren a aquellas que presentan el micelio tabicado, el cual forma un manto de hifas que rodea la raíz. El desarrollo del hongo en el interior de la corteza es intercelular, dando un aspecto de red, más conocida como red de Hartig. Las endotróficas no forman manto sobre la raíz, y las hifas penetran en el interior de las células de la corteza. Además, éstas, según sus características fisiológicas se pueden clasificar en vesículo-arbusculares, ericáceas y orquidáceas (Azcón y Barea,1980).

Las micorrizas endotróficas más ampliamente extendidas son las de tipo vesículo-arbuscular (VA), que conforman al 96% de las plantas que existen sobre la orbe, debido a que éstas se encuentran en todos los climas que permiten el desarrollo de vegetación. Los elementos morfológicos que distinguen a este tipo de endomicorrizas son la presencia de los arbusculos y las vesículas. Otras características que se pueden mencionar son que el desarrollo mayoritario del hongo se realiza dentro de la planta, las hifas externas no forman manto, el micelio no es septado (salvo en hifas viejas), las hifas intercelulares no forman red de Hartig, y las intracelulares forman arbusculos y vesículas (Azcón y Barea,1980).

Según Torres (1990), las especies de zonas áridas chilenas *Acacia caven*, *Prosopis chilensis*, *Atriplex nummularia* y *Quillaja saponaria* forman asociaciones simbióticas

mutualísticas del tipo vesículo-arbuscular, con un conjunto de hongos del género *Glomus* y *Gigaspora*.

Peredo *et al.* (1992), en un ensayo realizado en el vivero forestal de Junin de Los Andes, Argentina, comprobaron que la inoculación micorrízica de *Pisolithus tinctorius*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata* y *Thelephora terrestris* en plantas de *Pinus ponderosa*, mejoró el crecimiento y calidad de las plantas, expresado en aumentos significativos en altura y diámetro a la altura del cuello (DAC), tras un año de crecimiento.

En un estudio realizado con *Eucalyptus camandulensis* Dehnh, en condiciones de vivero, se determinó que a cuatro meses de haberse inoculado plántulas de esta especie con *Glomus intraradices*, la incidencia de las micorrizas en el crecimiento en altura fue positivo al compararlo con plantas sin inoculación, llegando a ser estas últimas un 33% más bajas (Perira *et al.*, 2001).

Los beneficios de las micorrizas también han sido probadas en España. Castillo (1997) en la Provincia de Murcia, la cual posee un clima mediterráneo, de veranos secos y cálidos, con lluvias concentradas en primavera y otoño, con una media anual de 300 mm, inoculó *Pinus halepensis* Mill. con *Pisolithus arizus*, determinando que la micorrización mejoró el crecimiento y la absorción de nutrientes, al compararse con plantas sin tratamiento. Con respecto a la tasa de supervivencia, esta se mantuvo entre el 95 y 100%, tras doce meses de crecimiento.

La producción de micorrizas para su posterior utilización en plantas es un proceso por lo general engorroso, ya que se necesita en primer lugar generar un medio de cultivo adecuado a temperaturas y pH controladas para la especie en particular. Luego se separan esporas y raicillas infectadas, para su posterior almacenamiento a temperaturas y condiciones de asepsia controladas (Sylvia, 1989; Peredo *et al.*, 1992).

En cuanto a las técnicas de micorrización o inoculación las más comunes son dos, la incorporación de esporas o la del micelio. La primera se realiza mediante suspensiones de esporas en agua destilada estéril. La aplicación del inóculo puede realizarse directamente sobre la planta de una forma homogénea aprovechando el agua de riego. La época de tratamiento suele ser en el momento de la siembra o en la germinación. En el segundo caso, se puede incorporar directamente en la mezcladora de forma que ya estará presente en el substrato en el momento de la siembra (Sylvia, 1989; Peredo *et al.*, 1992; Universidad Salamanca, 1999).



### **2.3.3.2 Inóculo de micorrizas TRI-TON**

El inóculo de micorrizas TRI-TON es una sustancia coadyuvante del suelo biológicamente activa, contiene micorrizas que realizan simbiosis con las raíces de las plantas. El producto en cuestión es una arcilla expandida que contiene raíces finas con unidades de infección (esporas / hifas) de micorrizas vesículo-arbusculares en una gran concentración. Favorece el fortalecimiento de la simbiosis entre los hongos y las plantas, es completamente inofensivo para la fauna, incluyendo a la población humana. No es un fertilizante, sino que ayuda a la planta a asimilar mejor las sustancias nutritivas que existen en el suelo y mejora la tolerancia frente a los factores de estrés como la sequía, rangos desfavorables de pH, gran contenido de sales en el suelo o del agua de riego, así como a los ataques de organismos patógenos (Umweltschutz, 2000).

Este producto permite una eficaz inoculación de las raíces, fácilmente manejable y de fácil almacenamiento (Umweltschutz, 2000).

La aplicación del inóculo asume que éste debe llegar lo más cerca posible a la raíz. Para ello se introduce TRI-TON en el agujero de la plantación, en el surco de la siembra o en la capa superior del suelo, también se puede realizar una mezcla del producto con la tierra de relleno que se ocupará para la planta (Umweltschutz, 2000).

Especificación del inóculo:

- Material portador: arcilla expandida, 2 a 4 mm, fraccionada.
- Contenido de humedad: máximo 15%.
- Clase de hongo: *Glomus etunicatum*, *Glomus intraradices*, *Glomus fasciculatum*.
- Nitrógeno total: máximo 0,01%.
- Fósforo: máximo 0,001%(0,5 N NH<sub>4</sub>Cl-disgregación).
- Potasio: máximo 0,0005%(0,5 N NH<sub>4</sub>Cl-disgregación).
- Grado de infección: 50 iE/ml.
- Durabilidad: almacenamiento en seco, mínimo tres años.

### **3. MATERIAL Y MÉTODO**

El estudio realizado contempla dos ensayos que se instalaron en el mismo predio. Las características de cada uno se revisan a continuación.

#### **3.1 Ubicación y descripción del lugar de estudio**

El estudio se desarrolló en la Comunidad Agrícola “Higueritas Unidas”, que se encuentra en el sector Algarrobos 6.630.500 N y 291.250 E, 22 km al norte de la ciudad de Ovalle, Cuarta Región.

La superficie que abarca esta Comunidad es de 4.743 ha, de las cuales 150 ha se encuentran forestadas con *Atriplex nummularia* y *Acacia saligna* a una densidad de 830 plantas/ha. Además, 10 ha están forestadas con *Prosopis chilensis* a densidades variables. Para la realización de este estudio se destinó un total de 2,4 ha.

En cuanto al clima que se presenta en la zona, es de tipo mediterráneo árido. El régimen térmico anual se caracteriza por una temperatura media anual de 16,6°C, con una máxima y mínima media de 28,5 y 6,3°C respectivamente. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación de 125,7 mm, siendo junio el mes más lluvioso con 35,7 mm (Novoa *et al.*, 1989).

Según Luzio (1986), los suelos de este sector están formados a partir de materiales graníticos, en pendientes que fluctúan entre 10 a 60%, son delgados y moderadamente profundos. Son de colores rojizos a pardo rojizos. Mediante dos muestras de suelo tomadas en las parcelas 1 y 14, se determinó que son suelos pobres con bajos niveles de materia orgánica, nitrógeno y fósforo aprovechables, de textura franco arcillo arenosa (apéndice 1).

#### **3.2 Instalación de los ensayos**

Se realizaron faenas de subsolado según curvas de nivel en aquellas zonas del terreno que presentaban pendiente hasta un 15%. Luego, terminada las labores de subsolado, se procedió a la delimitación de parcelas y la ubicación de cada planta dentro de cada parcela. Una vez finalizada esta fase, se confeccionaron las casillas que contenían las plantas en el caso de las parcelas de subsolado, y luego se excavaron en forma manual los hoyos. Con la tierra que se extrajo del hoyo se construyen las microcaptaciones en V. Finalmente, se realizó la plantación, en la que se protegió cada planta con una plancha de corrugado, formando un cilindro hueco amarrado con alambre en tres puntos y que fue

sostenido y anclado a la tierra por tres varillas de caña. Cada cilindro de “corrumet” cobijaba y protegía en su interior a la planta de ataques de liebres.

### 3.3 Ensayo 1

#### 3.3.1 Material

##### 3.3.1.1 Descripción de parcelas

Se establecieron 12 parcelas las que contienen combinaciones de especie (SP) y labor al suelo (TRAT) según se ve en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1:** Combinaciones de especie y tratamiento al suelo.

Número de parcelas	Combinación especie/labor suelo
3	SP1/TRAT1
3	SP1/TRAT2
3	SP2/TRAT1
3	SP2/TRAT2

Las especies que se utilizaron fueron dos, *Prosopis alba* (especie 1) y *Prosopis chilensis* (especie 2); las preparaciones de suelo fueron dos, subsolado (tratamiento 1) y hoyadura con microcaptaciones en V (tratamiento 2); y el número de repeticiones fue tres. Por lo tanto, se tenía dos especies, dos tratamientos y tres repeticiones, lo que entregó un total de 12 parcelas ( $2 \times 2 \times 3 = 12$ ).

Cada parcela presentaba 49 individuos y con espaciamiento de seis por cinco metros.

La situación particular de cada parcela se expone en el cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2:** Situación particular de cada parcela del ensayo 1.

Parcela	Pendiente(%)	Exposición	Especie	Labor suelo
1	25	SE	<i>Prosopis chilensis</i>	Hoyadura
2	20	SE	<i>Prosopis alba</i>	Hoyadura
3	35	SE	<i>Prosopis alba</i>	Hoyadura
4	30	S	<i>Prosopis alba</i>	Hoyadura
5	5	E	<i>Prosopis chilensis</i>	Hoyadura
6	2	E	<i>Prosopis chilensis</i>	Hoyadura
12	8	NE	<i>Prosopis chilensis</i>	Subsolado
13	8	NE	<i>Prosopis alba</i>	Subsolado
14	8	E	<i>Prosopis chilensis</i>	Subsolado
15	8	SE	<i>Prosopis alba</i>	Subsolado
16	8	SE	<i>Prosopis chilensis</i>	Subsolado
17	8	SE	<i>Prosopis alba</i>	Subsolado

### **3.3.2 Método**

#### **3.3.2.1 Diseño experimental**

La alternativa de análisis que se usó en el presente estudio fue Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial de Efectos Fijos (Modelo I), que permite desarrollar comparaciones lógicas y válidas de forma sencilla. Además, según Montgomery (1991) los modelos factoriales son necesarios cuando existe alguna interacción entre los factores, para así evitar obtener conclusiones erróneas. El Modelo I se ocupa cuando los tratamientos y demás factores que intervienen en un experimento son fijados por el investigador; es decir, no se efectúa una elección aleatoria. En estos casos, las conclusiones del análisis de varianza solamente son válidas para los tratamientos y otros factores usados en el experimento.

#### **3.3.2.2 Evaluación del ensayo**

Se realizó análisis de varianza sobre dos factores, especie y tratamiento/pendiente al suelo, de dos niveles cada uno.

El factor denominado tratamiento/pendiente, se considera de ese modo, ya que según lo observado en el cuadro 3.2, no se pueden sacar resultados coherentes a partir solo del efecto del tratamiento al suelo, ya que está unido a la pendiente, debido a que la plantación se realizó en lugares con distinta pendiente, con lo que el factor tratamiento/pendiente trata de disminuir la confusión en los resultados del experimento. Luego, todo análisis posterior sobre el efecto del tratamiento suelo, fue asociado al tipo de pendiente en el que fue realizado. La pendiente no se tomó en cuenta en los cálculos, solo en los análisis y conclusiones de los resultados.

Para determinar si existían o no diferencias entre tratamientos y para posteriormente poder identificar la mejor combinación especie/labor suelo, se realizó la Prueba de Duncan, la que permite comparar todas las medias de los tratamientos entre sí. En el caso de que los resultados que entregados por la prueba de Duncan no fueran concluyentes, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Scheffé para determinar estas diferencias.

Se realizó análisis de covarianza (ANCOVA) entre las alturas y DAC iniciales (factores) con los incrementos en altura y DAC (variables respuesta) mediante el coeficiente de correlación ( $R^2$ ), para así determinar qué porcentaje de la variabilidad de la respuesta era explicada por estos factores. Además, mediante este análisis se estableció cuál de estos factores afectó en mayor o menor medida al crecimiento obtenido (variables respuesta).

Para el análisis de los incrementos de altura y DAC se determinaron los promedios de cada parcela, es decir, se obtuvo tres datos por tratamiento, por lo que se trabajó con igual número de datos a pesar de la muerte de algunos individuos. Estos fueron los que se analizaron en el ANDEVA. Para verificar la hipótesis de normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorow-Smirnoff. Para comprobar la homogeneidad de varianzas (homocedasticidad) se realizó la prueba de Bartlett. Para analizar la supervivencia se efectuó la conversión de Bliss ( $\arcsen \sqrt{(\%)}$ ).

### 3.4 Ensayo 2

#### 3.4.1 Material

##### 3.4.1.1 Descripción de parcelas

Se instalaron cinco parcelas con subsolado que contenían dos especies y cinco tratamientos a distintos niveles de micorrizas TRI-TON. Cada parcela se instaló con una densidad de 30 individuos y un espaciamiento de seis por cinco metros. Del total de 30 individuos por parcela, 15 correspondían a algarrobo (SP1) y 15 a algarrobo blanco (SP2).

La situación particular de cada parcela se expone en el cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3:** Situación particular de cada parcela ensayo 2.

Parcela	Pendiente(%)	Exposición	Especie	Tratamiento
7	8	NE	SP1,SP2	T0 = Testigo
8	8	E	SP1,SP2	T1 = 10 ml
9	4	SE	SP1,SP2	T2 = 20 ml
10	6	SE	SP1,SP2	T3 = 25 ml
11	4	SE	SP1,SP2	T4 = 30 ml

#### 3.4.2 Método

##### 3.4.2.1 Determinación de dosis de micorriza por tratamiento

Para determinar la dosis o volumen de micorrizas a destinar por tratamiento se revisó el manual *TRITON, Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza, Application in Agriculture Production Systems* (Umweltschutz, 2000). Se decidió ocupar los volúmenes más comunes para las especies forestales de zonas áridas que aparecían en dicho manual. Estas eran 10, 20, 25 y 30 ml. Además, se consideró dejar una parcela sin aplicación de micorrizas.

Por lo tanto, se tenía una parcela testigo sin aplicación de micorrizas (T0), una segunda parcela con 10 ml (T1), una tercera con 20 ml (T2), una cuarta con 25 ml (T3) y una quinta con 30 ml (T4) de micorrizas TRI-TON.

### **3.4.2.2 Descripción de unidades experimentales y repeticiones**

El ensayo en su instalación, no consideró repeticiones, por lo que para efectos de la presente memoria, se realizó la siguiente subdivisión por parcela:

Cada especie por parcela contenía 15 individuos, de los cuales se formaron tres grupos de cinco individuos cada uno. De este modo, del individuo uno al cinco correspondía a la repetición uno (R1), del seis al diez la repetición dos (R2) y del individuo once al quince la repetición tres (R3). Por lo tanto, se reconoció como unidad experimental al conjunto de cinco individuos de una especie con un tratamiento. La nomenclatura por unidad experimental fue SP/T/R (especie/tratamiento/repetición).

Entonces, se tenía dos especies, cinco tratamientos y tres repeticiones lo cual entregó un total de 30 unidades experimentales ( $2 \times 5 \times 3 = 30$ ) como se muestra en el cuadro 3.4.

**Cuadro 3.4:** Unidades experimentales ensayo 2.

SP1/T0/R1	SP1/T1/R1	SP1/T2/R1	SP1/T3/R1	SP1/T4/R1
SP1/T0/R2	SP1/T1/R2	SP1/T2/R2	SP1/T3/R2	SP1/T4/R2
SP1/T0/R3	SP1/T1/R3	SP1/T2/R3	SP1/T3/R3	SP1/T4/R3
SP2/T0/R1	SP2/T1/R1	SP2/T2/R1	SP2/T3/R1	SP2/T4/R1
SP2/T0/R2	SP2/T1/R2	SP2/T2/R2	SP2/T3/R2	SP2/T4/R2
SP2/T0/R3	SP2/T1/R3	SP2/T2/R3	SP2/T3/R3	SP2/T4/R3

### **3.4.2.3 Diseño experimental**

Para este ensayo se utilizó un Diseño Completamente al Azar con Arreglo Bifactorial de Efectos Fijos, en que los factores son la especie (SP) y el tratamiento (T) o dosis de micorrizas, con tres repeticiones por unidad experimental.

Se eligió este modelo porque permite distinguir los efectos provocados por los factores utilizados, especies y dosis de micorrizas.

### **3.4.2.4 Evaluación del ensayo**

Se realizó análisis de varianza sobre dos factores, especie y tratamiento, de cinco niveles cada uno.

Para determinar si existía o no diferencias entre tratamientos y para posteriormente identificar la mejor combinación especie/tratamiento, se realizó la Prueba de Duncan, la

que permitió comparar todas las medias de los tratamientos entre sí. En el caso de que los resultados que entregados por la prueba de Duncan no fueron concluyentes, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Scheffé para determinar estas diferencias.

Se realizó ANCOVA entre las alturas y DAC iniciales (factores) con los incrementos en altura y DAC (variables respuesta) mediante el coeficiente de correlación ( $R^2$ ), para así determinar qué porcentaje de la variabilidad de la respuesta era explicada por estos factores. Además, mediante este análisis se estableció cuál de estos factores afectó en mayor o menor medida al crecimiento obtenido (variables respuesta).

Para el análisis de los incrementos de altura y DAC se determinaron los promedios de cada parcela, es decir, se obtuvo tres datos por tratamiento, por lo que se trabajó con igual número de datos a pesar de la muerte de algunos individuos. Estos fueron los que se analizaron en el ANDEVA. Para verificar la hipótesis de normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorow-Smirnoff. Para comprobar la homogeneidad de varianzas (homocedasticidad) se realizó la prueba de Bartlett. Para analizar la supervivencia se efectuó la conversión de Bliss ( $\arcsen \sqrt{(\%)}$ ).

### 3.5 Recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó un formulario que contenía DAC (cm), altura (cm) y supervivencia (M = muerta; V = viva), además de la identificación de cada parcela pendiente y exposición. Los datos fueron obtenidos en cuatro ocasiones, ocupando tres días en cada vez. Éstas se realizaron durante los meses agosto y septiembre de 2001 y durante los meses de enero y mayo de 2002.

### 3.6 Descripción de variables

Las variables medidas durante la recolección de datos fueron las siguientes:

- a) **Diámetro a la altura del cuello** (DAC) con corteza en centímetros, con aproximación al milímetro.
- b) **Altura** total en centímetros, desde el suelo hasta la hoja o rama más alta, con aproximación al milímetro.
- c) **Supervivencia**, se consideró a la planta como viva si presentaba color de hojas verde y/o brotes vivos, además de tallo color café. Se consideró como muerta si no presentaba hojas o estaban marchitas y el color del tallo sea de rojo a amarillo. En el caso de que la planta no estuviera presente, se consideró como muerta. Para efectos de los análisis

realizados en el presente estudio, la evaluación de la supervivencia se refirió al porcentaje de plantas vivas al final de la primera temporada de crecimiento.



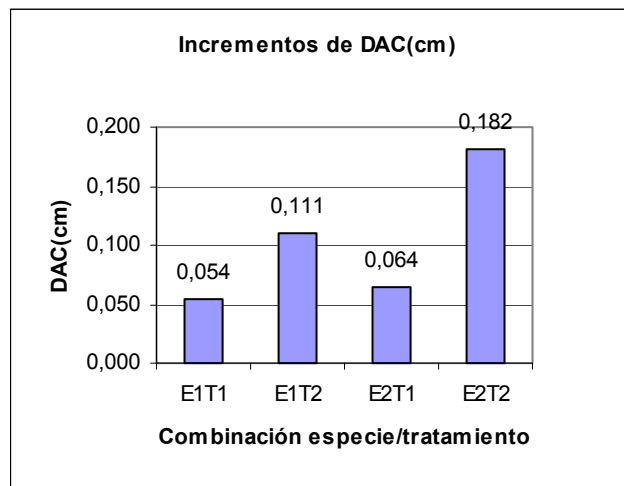
## 4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En los siguientes puntos se muestran los resultados obtenidos a partir de los dos ensayos realizados y su posterior análisis. En los apéndices 2 y 3 se exponen las alturas , DAC y supervivencias obtenidas en los ensayos 1 y 2 respectivamente.

### 4.1 Ensayo 1

#### 4.1.1 Incremento en diámetro a la altura del cuello

En la figura 4.1 se pueden apreciar los incrementos en diámetro a la altura del cuello (DAC) que se generaron durante los 10 meses de crecimiento. La combinación especie/labor suelo que presentó una mejor diferencia fue E2T2, que corresponde a la especie *Prosopis chilensis* (E2) con la preparación de suelo *hoyadura con microcaptaciones en V* (T2). Por otro lado, el menor incremento se presentó en la combinación E1T1, que correspondía a *Prosopis alba* (E1) con subsolado (T1).



**Figura 4.1:** Incremento en diámetro a la altura del cuello (cm) de las combinaciones especie/labor suelo durante los 10 primeros meses de crecimiento.

En el gráfico de la figura 4.1 se puede observar con claridad que la combinación E2T2 es la mejor, con un incremento de 0,182 cm durante los 10 primeros meses de crecimiento, triplicando al incremento menor, la combinación E1T1, con 0,054 cm.

Según el análisis de covarianza (ANCOVA) realizado se determinó que las alturas y DAC iniciales permiten explicar el 83,4 % ( $R^2$ ) de la variabilidad en el incremento en DAC. El porcentaje no explicado puede haber sido influido por varios factores que no fueron ponderados, como las distintas pendientes en que fue realizado el ensayo y los

problemas ocasionados a las protecciones individuales de las plantas, como se verá en los puntos que continúan. Además, se estableció que el DAC inicial fue la variable que menos afectó al incremento en DAC. Por lo tanto, la altura inicial ejerció un mayor peso en la variable respuesta.

Según la prueba de Kolmogorow-Smirnoff se determinó que los datos presentaban una distribución normal. Además, según la prueba de Bartlett se obtuvo que los datos presentaban homogeneidad de varianzas (homocedasticidad).

#### **4.1.1.1 Efecto de las especies y preparación de suelo sobre el DAC**

En el cuadro 4.1 se presenta el análisis de varianza para la variable diámetro a la altura del cuello (DAC), del cual se concluye con probabilidad de error menor al 14%, que los datos constituyen evidencia experimental para afirmar que no existió interacción entre las especies y las preparaciones al suelo, ya que el valor F (5,32) es mayor que la razón F (2,29).

**Cuadro 4.1:** Análisis de varianza para la respuesta en diámetro a la altura del cuello.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Razón F</b>	<b>Valor F</b>
Especie(E)	1	0,0048	0,005	3,94	5,32
Prep. Suelo(T)	1	0,0227	0,023	18,56	5,32
(E)(T)	1	0,0028	0,003	2,29	5,32
Error	8	0,0098	0,001		
Total	11	0,0706			

#### **4.1.1.2 Efecto de las especies sobre el DAC**

Del cuadro 4.1 se puede concluir que las especies no influyeron en el incremento que se produjo al final de los 10 meses de crecimiento, ya que la razón F (3,94) es menor que el valor F de tabla (5,32). Luego, no hay evidencia estadística para dudar de la igualdad de medias entre las especies utilizadas.

Aunque estadísticamente no se apreciaron diferencias entre especies, se puede observar en la figura 4.1 que *Prosopis chilensis* (E2) obtuvo con ambas preparaciones de suelo incrementos algo superiores que *Prosopis alba*.

Los incrementos obtenidos por *Prosopis alba* en DAC ( 0,08 cm en promedio), se acercan a los obtenidos por Videla *et al.* (1997), ensayo realizado en la zona árida Argentina, en el cual alcanzó 0,18 cm tras un año de crecimiento. Este mayor resultado puede haber sido influenciado por las condiciones en que se efectuó el ensayo, en el cual se intentó

reproducir en un invernáculo, los extremos de precipitación a los cuales puede estar sometida la especie (300 a 1200 mm anuales).

#### **4.1.1.3 Efecto de la preparación de suelo sobre el DAC**

Del cuadro 4.1 se puede concluir que las preparaciones de suelo ejercieron influencia sobre el incremento de DAC para ambas especies ya que la razón F (18,32) fue mayor que el F tabulado (5,32).

Realizando comparación de medias entre las preparaciones de suelo, *hoyadura con microcaptaciones en V* (T2) fue la que presentó un mejor desarrollo inicial, ya que sus incrementos fueron mayores que los conseguidos por el subsolado (T1). Esto se puede observar en la figura 4.1, en el cual se aprecia que las especies E1 y E2 obtuvieron incrementos superiores con T2 (0,182 y 0,111 cm respectivamente). Además, al realizarse la prueba de comparación de contrastes de Scheffé, se obtuvo que T2 es significativamente diferente de T1, también indicó que existían diferencias entre las combinaciones que presentaron los mayores incrementos de DAC (E2T2 y E1T2), por lo que se puede concluir que E2T2 (*Prosopis chilensis* con hoyadura con microcaptadores) es la mejor combinación. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Granier (1992), utilizando *Eucalyptus globulus* en la Octava Región, de los cuales concluye que la preparación de suelo hoyadura, es mejor en comparación a la utilización de surcos.

Los mayores incrementos obtenidos gracias a la utilización de T2 (hoyadura con microcaptadores), pueden haber sido afectados por la pendiente en la cual 4 de las 6 parcelas fueron realizadas, ya que esta fluctuaba entre 25 a 30%, a diferencia de T1 (subsolado) en el cual todas las parcelas tuvieron una pendiente inferior al 10%, como se puede observar en el cuadro 3.2. A pesar de esto, los incrementos obtenidos por el subsolado (con pendientes menores a 10%) son menores en relación a cada especie, con lo que se puede afirmar que independientemente de la pendiente en que se realice la plantación, hoyadura con microcaptaciones tiene mayor influencia en el crecimiento en DAC que el subsolado.

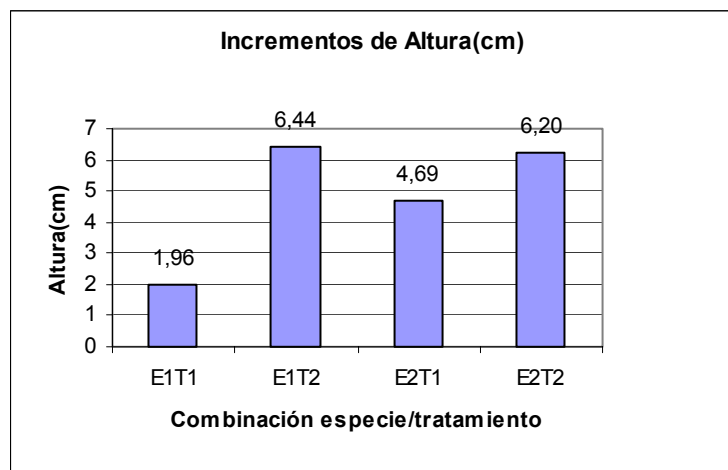
Los bajos incrementos obtenidos por el subsolado en este ensayo para ambas especies, contrastan notablemente con los obtenidos por Gómez (2000) en pino insigne, en la Séptima Región, en la cual obtuvo incrementos de DAC cercanos a los 0,7 cm. Por su parte, Cirano y Goffard (1987) y Ponce (1993), en la Octava Región, con la misma especie y preparación de suelo, obtuvieron incrementos de DAC cercanos a los 0,5 cm. La diferencia en los resultados se pueden adjudicar a que los suelos de la Séptima y

Octava Región son más productivos debido al mayor régimen de precipitaciones, entre otras causas.

Castillo (1997) en la zona semiárida española, determinó que no existían diferencias significativas entre subsolado y hoyadura al evaluarlos en el crecimiento en DAC de *Pinus halepensis* después de una temporada de crecimiento.

#### 4.1.2 Incremento en altura

En la figura 4.2 se pueden apreciar los incrementos en altura que se generaron durante los 10 meses de crecimiento. La combinación especie/labor suelo que presentó una mejor diferencia es E1T2, que corresponde a la especie *Prosopis alba* (E1) con la preparación de suelo hoyadura con microcaptaciones en V (T2). Por otro lado, el menor incremento se presentó en la combinación E1T1, que corresponde a *Prosopis alba* (E1) con subsolado (T1).



**Figura 4.2:** Incremento de altura (cm) de las combinaciones especie/labor suelo durante los 10 meses de crecimiento.

En el gráfico de la figura 4.2 se puede observar que la combinación E1T2 fue la mejor, con un incremento de 6,44 cm durante los 10 meses de crecimiento, triplicando al incremento menor, la combinación E1T1, con 1,96 cm.

Según el ANCOVA realizado se determinó que las alturas y DAC iniciales permiten explicar el 90,2 % ( $R^2$ ) de la variabilidad en el incremento en altura. El porcentaje no explicado puede haber sido influido por varios factores que no fueron ponderados, como se verá en los puntos que continúan. Además, se estableció que la altura inicial fue la variable que menos afectó al incremento en altura. Por lo que el DAC inicial ejerció un mayor efecto en el desarrollo de la variable respuesta.

#### 4.1.2.1 Efecto de las especies y preparación de suelo sobre la altura

En el cuadro 4.2 se presenta el análisis de varianza para la variable altura, del cual se concluye con probabilidad de error menor al 14%, que los datos constituyen evidencia experimental para afirmar que existió interacción entre las especies y las preparaciones al suelo, ya que el valor F (5,32) fue menor que la razón F (9,52).

**Cuadro 4.2:** Análisis de varianza para la respuesta en altura.

FV	GL	SC	CM	Razón F	Valor F
Especie(E)	1	4,698	4,698	6,783	5,32
Prep. Suelo(T)	1	26,883	26,883	38,816	5,32
(E)(T)	1	6,595	6,595	9,522	5,32
Error	8	5,541	0,693		
Total	11	81,893			

Al efectuarse la prueba de Duncan para comparación múltiple de medias y ordenar de mayor a menor las distintas combinaciones, como se muestra en el cuadro 4.3, se determinó que no existieron diferencias significativas entre las combinaciones E1T2 y E2T2, además, esto sucedió entre las combinaciones E2T2 y E2T1. Por lo tanto, no se puede afirmar que combinación es la mejor con respecto a la variable altura, ya que esta prueba no entrega un resultado concluyente al estar las medias entrelazadas. Al realizarse la prueba de Scheffé, contrastando las medias de E1T2 con E2T2 y E2T1, se obtiene que no existen diferencias entre ellos.

**Cuadro 4.3:** Resultados de la prueba Duncan respecto a la altura ( las letras *a* y *b* indican que no existen diferencias significativas entre las combinaciones que las poseen).

Especie/labor suelo	Altura(cm)
E1T2 <sup>a</sup>	6,44
E2T2 <sup>a, b</sup>	6,20
E2T1 <sup>b</sup>	4,69
E1T1	1,96

#### 4.1.2.2 Efecto de las especies sobre la altura

Del cuadro 4.2 se puede concluir que las especies tuvieron influencia sobre el incremento en altura, ya que la razón F (6,783) fue mayor al F de tabla (5,32).

Realizando comparación de medias entre las combinaciones, se pudo concluir que la especie *Prosopis chilensis* (E2) presentó una mejor adaptación a las condiciones ambientales, ya que sus incrementos fueron mayores con ambas preparaciones de suelo, como se puede observar en el gráfico de la figura 4.2. Según la prueba de contrastes de Scheffé se determinó que existía diferencias entre las especies.

Los bajos incrementos obtenidos por E1 (*Prosopis alba*) se pueden atribuir a dos causas, que no eran posibles de controlar al momento de realizar los ensayos. Una de ellas era la existencia de aves, tiuques (*Milvango chimango chimango* (Viellot)) en especial, que se posaban sobre los cilindros de corrumet, doblándolos y creando hoyos, aberturas o destruyéndolos, por lo que las plantas quedaban al descubierto al segundo factor, ataque de liebres, que se comían toda o parte de la planta, por lo que algunos casos se presentó que la altura final era la misma que la inicial, o inclusive, menor. La presencia de estas aves estaba condicionada al basural adyacente al terreno en que se realizaron los ensayos. Aun cuando algunos individuos de algarrobo fueron afectados por esta situación no fue significativo, ya que fueron menos plantas las afectadas y en varios casos no se produjo la abertura del corrumet que la protegía. Videla *et al.* (1997) al experimentar con *Prosopis alba* en la zona árida Argentina, en condiciones de invernadero, obtuvo incrementos en altura superiores a los obtenidos en este ensayo (4,2 cm), cercanos a los 20 cm en promedio, tras un año de crecimiento.

#### **4.1.2.3 Efecto de la preparación de suelo sobre la altura**

Del cuadro 4.2 se puede concluir que el tipo de preparación de suelo tuvo influencia sobre el incremento en altura para ambas especies ya que la razón F (38,81) fue mayor que el F tabulado (5,32).

Realizando comparación de medias entre las combinaciones, se puede concluir que T2 (hoyadura con microcaptadores) fue el mejor tratamiento para ambas especies con respecto a la altura, ya que en ambas se obtuvieron los mayores incrementos, como se puede observar en la figura 4.2. Además, la prueba de Scheffé indicó que existían diferencias significativas entre tratamientos. Como ya se explicó en el punto 4.1.1.3, las distintas pendientes en que fueron realizadas las parcelas no influyeron en los resultados finales. Granier (1992), también obtuvo que hoyadura es mejor preparación de suelo, al compararlo con surco en *Eucalyptus globulus* en la Octava Región, con incrementos en altura que se acercaron a los 94 cm tras un año de crecimiento y, además, las diferencias propias de la especie.

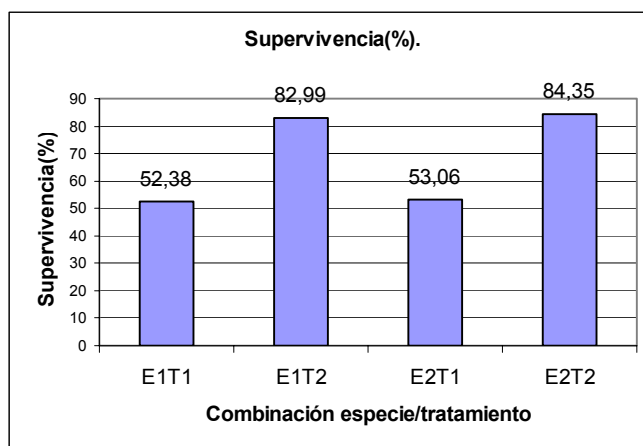
Subsolado (T1) obtuvo en ambas especies del género *Prosopis* un incremento en altura de 3 cm en promedio, resultados bastante inferiores a los obtenidos por Cirano y Goffard (1987), en la Octava Región, ensayo en el cual ocuparon pino insigne, los cuales se acercaron a los 20 cm de incremento en altura tras 10 meses de crecimiento. Este bajo incremento obtenido por ambas especies, se refleja también en los resultados obtenidos por Gómez (2000) en pino insigne, en la Séptima Región, que alcanzaron los 35 cm luego

de 11 meses de crecimiento. La diferencia en los resultados se pueden adjudicar a que los suelos de la Séptima y Octava Región son más productivos debido al mayor régimen de precipitaciones, entre otras causas.

Castillo (1997) en la zona semiárida española, determinó que no existían diferencias significativas entre subsolado y hoyadura al evaluarlos en el crecimiento en altura de *Pinus halepensis*.

### 4.1.3 Supervivencia

En la figura 4.3 se pueden apreciar los porcentajes de supervivencia que se generaron tras los 10 meses de crecimiento. La combinación especie/labor suelo que presentó una mejor adaptación a las condiciones ambientales fue E2T2, que corresponde a la especie *Prosopis chilensis* (E2) con la preparación de suelo *hoyadura con microcaptaciones en V* (T2), con un 84,35%. Por otro lado, el menor porcentaje de supervivencia se presentó en la combinación E1T1, que corresponde a *Prosopis alba* (E1) con *subsolado* (T1), con un 52,38%.



**Figura 4.3:** Porcentaje de supervivencia de las combinaciones especie/labor suelo tras 10 meses de crecimiento.

#### 4.1.3.1 Efecto de las especies y preparación de suelo sobre la supervivencia

En el cuadro 4.4 se presenta el análisis de varianza para la variable supervivencia, del cual se concluye con probabilidad de error menor al 14%, que los datos constituyen evidencia experimental para afirmar que no existió interacción entre las especies y las preparaciones al suelo, ya que el valor F (5,32) fue mayor que la razón F (0,001).

**Cuadro 4.4:** Análisis de varianza para la respuesta en supervivencia.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Razón F</b>	<b>Valor F</b>
Especie(E)	1	1,47	1,44	0,011	5,32
Prep. Suelo(T)	1	1267,35	1267,36	9,806	5,32
(E)(T)	1	0,188	0,18	0,001	5,32
Error	8	1033,91	129,29		
Total	11	3571,95			

#### **4.1.3.2 Efecto de las especies sobre la supervivencia**

Del cuadro 4.4 se puede concluir que las especies no influyeron en la supervivencia que se produjo tras 10 meses de crecimiento, ya que la razón F (0,011) fue menor que el valor F de tabla (5,32).

Aunque estadísticamente no se apreciaron diferencias entre especies, se puede observar en la figura 4.3 que *Prosopis chilensis* (E2) obtuvo con ambas preparaciones de suelo porcentajes de supervivencia algo superiores que *Prosopis alba*.

#### **4.1.3.3 Efecto de la preparación de suelo sobre la supervivencia**

Del cuadro 4.4 se puede concluir que el tipo de preparación de suelo tuvo influencia en la supervivencia que se produjo tras 10 meses de crecimiento, ya que la razón F (9,8) fue mayor que el valor F de tabla (5,32).

Al realizar una comparación de medias entre las preparaciones de suelo, se puede concluir que T2 (hoyadura con microcaptadores), independiente de la especie con que se utilice, presentó los mejores resultados de supervivencia (84,35% para E2 y 82,99% para E1). Aunque los resultados obtenidos por T2 pueden haber sido afectados por la pendiente en que las parcelas fueron realizadas (como se explicó en el punto 4.1.1.3), ambas especies presentaron bajos niveles de supervivencia con subsolado (T1), con lo que se puede afirmar que la preparación de suelo *hoyadura con microcaptaciones en V* (T2) otorgó una mejor supervivencia a las especies en estudio.

Vita (1998), en ensayos ubicados en los sectores Del Mal Paso y El Tangué en la Cuarta Región, ocupando como preparación de suelo hoyos sin colectores y *Prosopis chilensis*, alcanzó supervivencias de 22,45% y 44,9% respectivamente, aunque dichos ensayos fueron afectados por el ingreso de ganado que consumió el material palatable a su alcance, lo que le implica que la protección con corrúmet aumentó la supervivencia de *Prosopis chilensis* en este ensayo (cercana al 67% en promedio). Granier (1992), ocupando *Eucalyptus globulus* y hoyadura en la Octava Región, alcanzó un 84% de



supervivencia tras un año de crecimiento. Como ya se indicó, la diferencia en los resultados se pueden atribuir a que los suelos de la Octava Región son más productivos debido al mayor régimen de precipitaciones, entre otras causas.

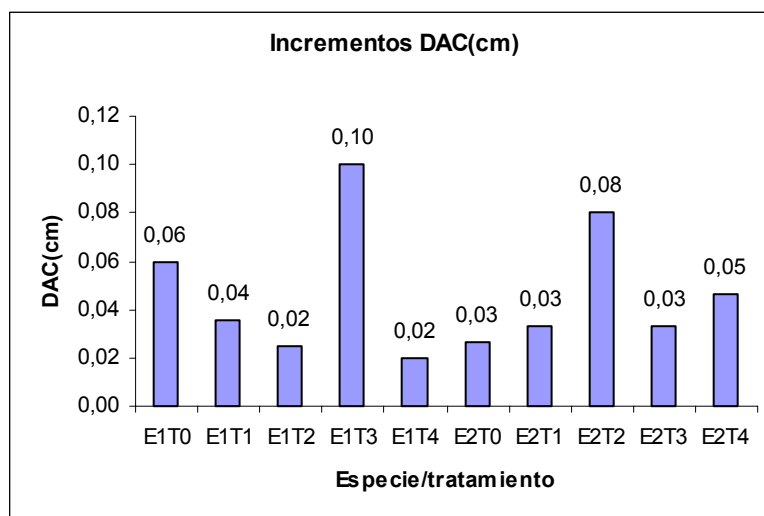
Vita (1990), en un ensayo realizado en la Cuarta Región con quillay, obtuvo que surco en contorno presentó mejores porcentajes de supervivencia al compararlo con hoyadura sin microcaptadores, tras cinco años de crecimiento, resultados que por lo demás fueron afectados por la entrada de ganado y lagomorfos al predio en que se realizó el ensayo. Esto se puede explicar por la ausencia de microcaptadores, a diferencia a los resultados obtenidos en este estudio, los cuales indican que T2 (hoyadura con microcaptadores), independiente de la especie con que se utilice, presenta las mejores tasas de supervivencia.

Gómez (2000), al experimentar con las combinaciones de subsolado y pino insigne en la Séptima Región, obtuvo un 95% de supervivencia. Cirano y Goffard (1987), ocupando la misma especie y preparación de suelo, pero en la Octava Región, alcanzó un supervivencia de 98%. Ambos resultados contrastan notablemente con lo obtenido por el subsolado en este ensayo, cercano al 53%. La diferencia en los resultados pueden ser provocados por las mejores condiciones de sitio que los suelos de la Octava Región presentan, incluyéndose el mayor régimen de precipitaciones y, además, las diferencias propias de la especie.

## **4.2 Ensayo 2**

### **4.2.1 Incremento en diámetro a la altura del cuello**

En la figura 4.4 se pueden apreciar los incrementos en diámetro a la altura del cuello (DAC) que se generaron durante los 10 meses de crecimiento. La combinación especie/tratamiento que presentó una mejor diferencia es E1T3, que corresponde a la especie *Prosopis chilensis* (E1) con una inoculación de 25 ml de micorrizas (T3). Por otro lado, los menores incrementos se presentaron en las combinaciones E1T2 y E1T4, que corresponde a *Prosopis chilensis* (E1) con una inoculación de 20 y 30 ml de micorrizas respectivamente (T2 y T4).



**Figura 4.4:** Incremento en diámetro a la altura del cuello (cm) de las combinaciones especie/tratamiento durante los 10 meses de crecimiento.

En el gráfico de la figura 4.4 se puede observar con claridad que la combinación E1T3 fue la mejor, con un incremento de 0,10 cm durante los 10 meses de crecimiento, siendo cinco veces el incremento menor, las combinaciones E1T2 y E1T4, con 0,02 cm.

Según el ANCOVA realizado se determinó que las alturas y DAC iniciales permiten explicar el 46,2 % ( $R^2$ ) de la variabilidad en el incremento en DAC. El porcentaje no explicado puede haber sido influido por varios factores que no fueron ponderados, como se verá en los puntos que continúan. Además, se estableció que la altura inicial fue la variable que menos afectó al incremento en DAC. Luego, el DAC inicial ejerció un mayor peso en la variable respuesta.

Según la prueba de Kolmogorow-Smirnoff se determinó que los datos presentaban una distribución normal. Además, según la prueba de Bartlett se obtuvo que los datos presentaban homogeneidad de varianzas (homocedasticidad).

#### **4.2.1.1 Efecto de las especies y niveles de micorrizas sobre el DAC**

En el cuadro 4.5 se presenta el análisis de varianza para la variable diámetro a la altura del cuello (DAC), del cual se concluye con probabilidad de error menor al 14%, que los datos constituyen evidencia experimental para afirmar que no existió interacción entre las especies y los niveles de micorrizas utilizados, ya que el valor F (2,87) fue mayor que la razón F (2,056).

**Cuadro 4.5:** Análisis de varianza para la respuesta en diámetro a la altura del cuello.

FV	GL	SC	CM	Razón F	Valor F
Especie(E)	1	0,00012	0,0001	0,071	4,35
Nivel micorr.(P)	4	0,00460	0,001	0,680	2,87
(E)(P)	4	0,01392	0,0035	2,056	2,87
Error	20	0,03384	0,002		
Total	29	0,071			

#### **4.2.1.2 Efecto de las especies sobre el DAC**

Del cuadro 4.5 se puede concluir que las especies no influyeron en el incremento que se produjo al final de los 10 meses de crecimiento, ya que la razón F (0,071) es menor que el valor F de tabla (4,35). Luego, no hay evidencia estadística para dudar de la igualdad de medias entre las especies utilizadas.

Aun cuando no se encontraron diferencias significativas entre especies, *Prosopis chilensis* (E1) obtuvo con los 5 niveles de micorrizas utilizados, incrementos algo superiores que *Prosopis alba* (0,05 y 0,04 cm en promedio respectivamente).

#### **4.2.1.3 Efecto de los niveles de micorrizas sobre el DAC**

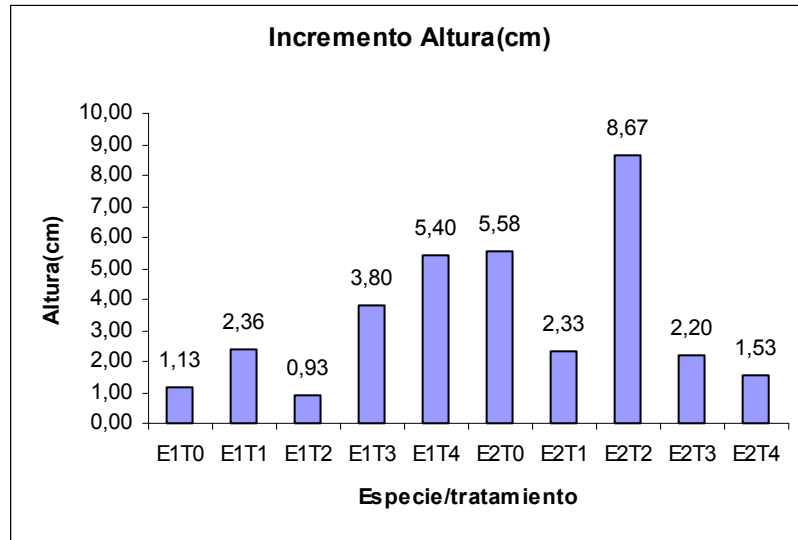
Del cuadro 4.5 se puede concluir que los niveles de micorrizas utilizados no influyeron en el incremento en DAC que se produjo al final de los 10 meses de crecimiento, ya que la razón F (0,068) fue menor que el valor F de tabla (2,87). Luego, no hay evidencia estadística para dudar de la igualdad de medias entre los niveles de micorrizas utilizados.

Aunque estadísticamente no se apreciaron diferencias entre los 5 niveles de micorrizas utilizados, T3 (25 ml) obtuvo los mejores incrementos en DAC (0,067 cm en promedio).

Al no rechazarse la hipótesis, implica que los niveles de micorrizas no tuvieron efecto sobre el DAC. Estos resultados se oponen a los obtenidos por Peredo *et al.* (1992), en el cual se concluyó que la inoculación micorrízica de *Pisolithus tinctorius*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata* y *Thelephora terrestris* en plantas de *Pinus ponderosa*, mejoraron el crecimiento en DAC de ésta. La diferencia pudo producirse en que este ensayo se realizó en condiciones de invernadero, en el cual se fumigó el suelo en que se instaló la plantación.

#### 4.2.2 Incremento en altura

En la figura 4.5 se pueden apreciar los incrementos en altura que se generaron durante los 10 meses de crecimiento. La combinación especie/tratamiento que presentó una mejor diferencia es E2T2, que corresponde a la especie *Prosopis alba* (E2) con una inoculación de 20 ml de micorrizas (T2). Por otro lado, el menor incremento se presentó en la combinación E1T2, que corresponde a *Prosopis chilensis* (E1) con inoculación de 20 ml de micorrizas (T2).



**Figura 4.5:** Incremento de altura (cm) de las combinaciones especie/tratamiento durante los 10 primeros meses de crecimiento.

En el gráfico de la figura 4.5 se puede observar que la combinación E2T2 fue la mejor, con un incremento de 8,67 cm durante los 10 primeros meses de crecimiento, siendo 8 veces el incremento menor, la combinación E1T2, con 0,93 cm.

Según el ANCOVA realizado se determinó que las alturas y DAC iniciales permiten explicar el 71,7 % ( $R^2$ ) de la variabilidad en el incremento en altura. El porcentaje no explicado puede haber sido influido por varios factores que no fueron ponderados, como se verá en los puntos que continúan. Además, se estableció que el DAC inicial fue la variable que menos afectó al incremento en DAC. Luego, la altura inicial tuvo un mayor peso en la variable respuesta.

#### 4.2.2.1 Efecto de las especies y niveles de micorrizas sobre la altura

En el cuadro 4.6 se presenta el análisis de varianza para la variable altura, del cual se concluye con probabilidad de error menor al 14%, que los datos constituyen evidencia experimental para afirmar que existió interacción entre las especies y los niveles de micorrizas utilizados, ya que el valor F (2,87) fue menor que la razón F (7,63).

**Cuadro 4.6:** Análisis de varianza para la respuesta en altura.

FV	GL	SC	CM	Razón F	Valor F
Especies (E)	1	13,41	13,41	3,09	4,35
Nivel mico. (T)	4	19,43	4,86	1,12	2,87
(E)(T)	4	132,17	33,04	7,63	2,87
Error	20	86,60	4,33		
Total	29	416,65			

Al realizarse la prueba de Duncan para comparación múltiple de medias, como se muestra en el cuadro 4.7, se obtuvo que no existían diferencias significativas entre las combinaciones especie/tratamiento. Esta prueba no entregó resultados concluyentes debido a que todas las combinaciones están entrelazadas, por lo que se produjo igualdad por transitividad. Luego, mediante la prueba Duncan, no se pudo dilucidar que combinación fue la mejor.

Se realizó una división de grupos entre las combinaciones para poder comparar por el método de contrastes de Scheffé (cuadro 4.7). La división por grupos se generó a partir de las tres combinaciones que presentaban los mayores incrementos en altura (E2T2, E2T0 y E1T4). Además, se agregó el grupo 3 (E2T4, E1T0 y E1T2) puesto que eran los mismos tratamientos que el grupo 1, pero con los incrementos más bajos.

**Cuadro 4.7:** Resultados de la prueba Duncan y grupos de interés (letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre las combinaciones que las poseen).

Especie/tratamiento	Altura(cm)	Duncan								Grupo
E2T2	8,67	a								1
E2T0	5,58	a	b							
E1T4	5,40	a	b	c						
E1T3	3,80		b	c						2
E1T1	2,36		b	c	d					
E2T1	2,33		b	c	d	e				
E2T3	2,20		b	c	d	e	f	g		
E2T4	1,53			c	d	e	f	g		3
E1T0	1,13				d	e	f	g	h	
E1T2	0,93				d	e	f	g	h	

El grupo 1 presentó los mayores incrementos, sin embargo al interior de él no se encontraron diferencias significativas, por lo que no se pudo dilucidar la mejor combinación, ya sea por la prueba Duncan o Scheffé.

Con el fin de conocer si existían diferencias entre los grupos 1 y 2, se realizó un contraste entre estos grupos, no encontrándose diferencias significativas. Al contrastarse los grupos 1 y 3, los cuales poseen los mismos tratamientos, pero con distintas especies, del cual se podría dilucidar si las combinaciones del grupo 1 eran mejores, no se encontraron diferencias significativas entre ellos.

Por lo tanto, no se puede conocer mediante las pruebas de Duncan y Scheffé qué combinación fue la mejor, debido a la variabilidad de la respuesta en altura producido por los niveles de micorrizas utilizados. Al existir esta fuerte interacción entre factores no se pudo identificar cual de estos el que más influyó en la variable estudiada.

#### **4.2.2.2 Efecto de las especies sobre la altura**

Del cuadro 4.6 se puede concluir que las especies no tuvieron influencia sobre el incremento en altura, ya que la razón F (3,09) fue menor al F de tabla (4,35).

Aun cuando no se encontraron diferencias significativas entre especies, *Prosopis alba* (E2) obtuvo con los 5 niveles de micorrizas utilizados, incrementos algo superiores que *Prosopis chilensis* (4,06 y 2,72 cm en promedio respectivamente).

#### **4.2.2.3 Efecto de los niveles de micorrizas sobre la altura**

Del cuadro 4.6 se puede concluir que los niveles de micorrizas utilizados para este ensayo no tuvieron influencia sobre el incremento en altura para ambas especies ya que la razón F (1,87) fue mayor que el F tabulado (2,87).

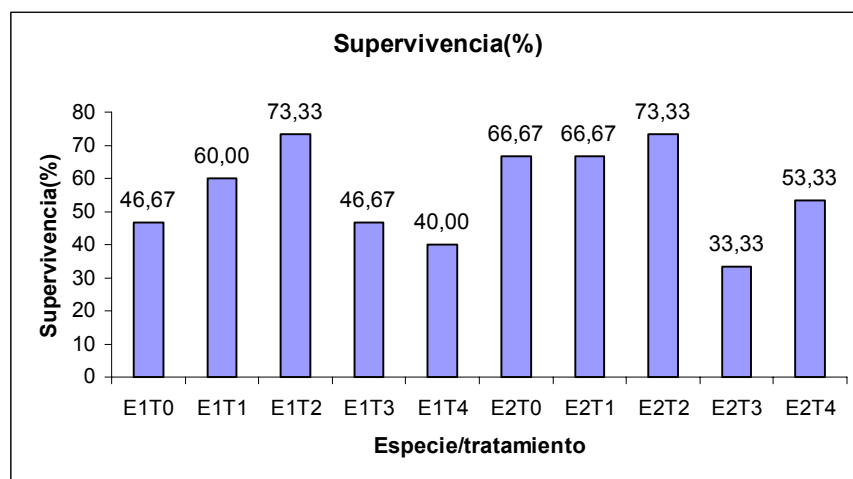
Aunque estadísticamente no se apreciaron diferencias significativas entre los 5 niveles de micorrizas utilizados, T2 (20 ml) obtuvo los mejores incrementos en altura (4,8 cm en promedio).

Al no rechazarse la hipótesis, implica que los niveles de micorrizas no tuvieron efecto sobre la altura. Este resultado se opone a los obtenidos por Peredo *et al.* (1992), en el cual concluyó que la inoculación micorrízica de *Pisolithus tinctorius*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Laccaria laccata* y *Thelephora terrestris* en plantas de *Pinus ponderosa*, mejoró el crecimiento en altura de estas plantas. Esta diferencia se puede atribuir a que este ensayo se realizó en condiciones de invernadero, en el cual se fumigó el suelo en que se instaló la plantación.

El resultado obtenido en el presente ensayo, se ajusta al obtenido por Castillo (1997) en la zona semiárida española en el cual no se observó diferencias significativas en el crecimiento en altura al comparar plantas inoculadas con *Pisolithus arizus* en *Pinus halepensis* Mill., con el desarrollo de plantas sin inoculación.

### 4.2.3 Supervivencia

En la figura 4.6 se pueden apreciar los porcentajes de supervivencia que se generaron tras los 10 meses de crecimiento. Las combinaciones especie/tratamiento que presentaron una mejor adaptación a las condiciones ambientales son E1T2 y E2T2, que corresponde a la especie *Prosopis chilensis* (E1) y *Prosopis alba* (E1) con 20 ml de micorrizas (T2) en ambos casos. Por otro lado, el menor porcentaje de supervivencia se presentó en la combinación E2T3, que correspondía a *Prosopis alba* (E2) con 25 ml de micorrizas (T3).



**Figura 4.6:** Porcentaje de supervivencia de las combinaciones especie/tratamiento tras 10 meses de crecimiento.

#### 4.2.3.1 Efecto de las especies y niveles de micorrizas sobre la supervivencia

En el cuadro 4.8 se presenta el análisis de varianza para la variable supervivencia, del cual se concluye con probabilidad de error menor al 14%, que los datos constituyen evidencia experimental para afirmar que no existió interacción entre las especies y los niveles de micorrizas utilizados, ya que el valor F de tabla (2,87) fue mayor que la razón F (0,393).

**Cuadro 4.8:** Análisis de varianza para la respuesta en supervivencia.

FV	GL	SC	CM	Razón F	Valor F
Especie(E)	1	85,57	85,57	0,365	4,35
Nivel mico.(T)	4	2246,75	561,69	2,397	2,87
(E)(T)	4	367,99	92,00	0,393	2,87
Error	20	4687,56	234,38		
Total	29	10088,17			

#### **4.2.3.2 Efecto de las especies sobre la supervivencia**

Del cuadro 4.8 se puede concluir que las especies no ejercieron influencia en la supervivencia que se produjo tras 10 meses de crecimiento, ya que la razón F (0,365) fue menor que el valor F de tabla (4,35).

Aunque estadísticamente no se apreciaron diferencias entre especies, *Prosopis alba* (E2) obtuvo con los 5 niveles de micorrizas utilizados, porcentajes de supervivencia algo superiores que *Prosopis chilensis* (58,8 y 53,3 % en promedio respectivamente).

#### **4.2.3.3 Efecto de los niveles de micorrizas sobre la supervivencia**

Del cuadro 4.8 se puede concluir que los niveles utilizados de micorrizas no tuvieron influencia sobre la supervivencia que se produjo tras 10 meses de crecimiento, ya que la razón F (2,397) fue menor que el valor F de tabla (2,87).

Aun cuando no se encontraron diferencias significativas entre los 5 niveles de micorrizas utilizados, T2 (20 ml) obtuvo los mejores porcentajes de supervivencia (73,3% en promedio).

El resultado obtenido en este ensayo, se ajusta al obtenido por Castillo (1997) en la zona semiárida española en el cual no se observó diferencias significativas en las tasas de supervivencias al comparar plantas inoculadas con *Pisolithus arizus* en *Pinus halepensis* Mill., con el desarrollo de plantas sin inoculación, tras un año de crecimiento.



## 5. DISCUSIÓN FINAL

### 5.1 Ensayo 1

Los resultados obtenidos en este ensayo pueden haber sido influidos por tres factores que fueron observados durante el desarrollo de este experimento; presencia de aves, ataque de liebres y las distintas pendientes en que fueron realizadas algunas parcelas. La existencia de un basural colindante al sector en que se realizó el ensayo, implica la presencia de distintos tipos de aves que se alimentan de los desechos humanos. La presencia de tiuques (*Milvango chimango chimango* (Viellot)) como depredadores de aves más pequeñas y de los desechos, por lo tanto, está condicionada a este basural. Estas aves por lo general se posan en lugares altos, sean árboles, postes etc. Si se toma en cuenta que el sector en que se realizó el ensayo estaba desprovisto de árboles, éstas se posaban sobre los corrúmet que protegían las plantas, lo que provocó que algunas protecciones se rompieran. Este hecho posibilitó el ataque de liebres a las plantas en desarrollo, por lo que en algunos casos se encontró que las alturas finales eran las mismas o inclusive menores que las iniciales. Este factor también influyó en la supervivencia de aquellas plantas que perdieron la protección del corrúmet al quedar indefensas al ataque de lagomorfos. Los dos factores recién explicados, no fueron visualizados al momento de instalar las parcelas, por lo que se recomienda tenerlos en cuenta en futuros ensayos.

Algarrobo y algarrobo blanco se conocen como especies que crecen naturalmente en valles o cuencas con napas freáticas relativamente superficiales y en fondos de quebradas o cursos de aguas temporales (Peralta y Serra, 1986; Joker *et al.*, 2000), sitios generalmente planos. Por lo tanto, con un menor esfuerzo de las raíces por encontrar esta agua. No obstante lo anterior, estas especies demostraron tener buenos niveles de supervivencia con ambas preparaciones de suelo (cercana al 70%), puesto que la zona en que se realizó el ensayo presenta relieve de cerros con pendientes que fluctúan entre 10 a 60% (Luzio, 1986). Otro resultado interesante obtenido a partir de este ensayo, se refiere a que hoyadura con microcaptadores tiene una mayor influencia en el crecimiento y supervivencia en las especies estudiadas en comparación a subsolado. Esto se vio reflejado principalmente en algarrobo blanco que en general obtuvo mayores incrementos al utilizarse hoyadura, ya que todas las parcelas de esta combinación (E1T2) se instalaron en pendientes que fluctuaban entre un 20 a 35% (cuadro 5.2), logrando en todas las variables estudiadas mayores incrementos que subsolado. Por ello se recomendaría utilizar esta preparación de suelo para establecer algarrobo o algarrobo blanco en sitios

con condiciones similares a los que se realizó este ensayo, además, es un método de menor costo y se puede realizar en cualquier tipo de pendiente a diferencia de subsolado.

## **5.2 Ensayo 2**

En general los niveles de micorrizas no tuvieron efecto sobre las variables. Solo en altura se pudo determinar que existió interacción entre especies y niveles de micorrizas, aunque en este punto no se pudo identificar la mejor combinación especie/tratamiento, debido a dos causas. La primera se refiere a la gran variabilidad de los incrementos obtenidos. La segunda y más importante es la alta interacción producida entre estos factores lo que significó que se compensaran los efectos para ambos,. Luego, no se pudieron detectar los efectos principales significativos al comparar entre las medias del nivel de los factores (Canavos, 1988).

Estos magros resultados pueden explicados por dos causas principales. La primera se refiere a que el tiempo de evaluación efectuado (10 meses) haya sido insuficiente, por lo que se puede necesitar hasta dos temporadas de crecimiento para verificar si los niveles de micorrizas puedan tener efecto sobre el crecimiento y la supervivencia. No obstante, en algunos estudios se han observado efectos a partir de los cuatro meses de la inoculación (Peredo *et al.*, 1992; Castillo, 1997). En este caso, pudo haber sido influido por las condiciones de sequedad de la zona de estudio. La segunda causa, y más importante, se refiere a que no haya existido micorrización, es decir, no se haya producido la esperada simbiosis entre las raíces de las plantas y el inóculo utilizado. La no micorrización puede haber sido provocada por varias causas, entre las que se pueden nombrar la no sobrevivencia del inóculo a las condiciones bióticas de suelo, es decir, que en él hayan existido bacterias u hongos que los eliminaron. Que las plantas desde el vivero ya hayan estado infectadas con hongos antes de la inoculación al momento de plantarlas. Otra opción es que no se haya producido la inoculación efectiva de las plantas, es decir, aún estando presentes en las raíces no tuvieron efecto sobre el crecimiento y/o la supervivencia. Estas dudas pueden ser develadas realizando un análisis de raíces en el cual se compruebe la presencia e identificación de micorrizas, el porcentaje o grado de infección de las raíces.

## 6. CONCLUSIONES

### 6.1 Ensayo 1

- La hoyadura con microcaptadores en V, demostró ejercer una mejor influencia sobre la supervivencia y el crecimiento en altura y DAC en las especies estudiadas en comparación a subsolado.
- *Prosopis chilensis* fue la especie que mejor se adaptó a las condiciones ambientales del área de estudio durante el periodo de evaluación.
- La mejor combinación especie/labor suelo para las condiciones climáticas y de suelo de la zona fue E2T2, es decir, algarrobo y hoyadura con microcaptadores en las variables estudiadas, teniendo un incremento de 0,182 cm en DAC y una tasa de supervivencia de 84,35%. Solo en altura algarrobo blanco fue algo superior a algarrobo, con incrementos de 6,44 y 6,2 cm respectivamente, tras 10 meses de crecimiento.
- Independientemente de las pendientes en que fueron realizadas las parcelas, la hoyadura con microcaptadores obtuvo mejores resultados en el crecimiento y supervivencia de las especies utilizadas.

### 6.2 Ensayo 2

- Los niveles de micorrizas utilizados en este ensayo no tuvieron efecto sobre el DAC y la supervivencia.
- Los niveles de micorrizas utilizados solo tuvieron efecto sobre la altura. A pesar de existir interacción entre las especies y los niveles de micorrizas, no se pudo identificar cuál de estas era el que ejercía influencia sobre la altura, debido principalmente a que esta interacción es alta, por lo que se compensaron los efectos para ambos factores.
- Las mejores combinaciones especie/tratamiento obtenidas a partir de este estudio en DAC y altura fueron E1T3 (0,05 cm) y E2T2 (8.67 cm) respectivamente, que corresponden a *Prosopis chilensis* (E1) con 25 ml de micorrizas (T3) y *Prosopis alba* (E2) con 20 ml de micorrizas (T2) . En cuanto a la supervivencia las mejores combinaciones fueron E1T2 y E2T2, obteniéndose en ambas 73,3%.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, F. y WRANN, J.** 1997. Técnicas de forestación en zonas áridas: cosecha de aguas lluvia y utilización de vertientes. En: Valdebenito, G. y Benedetti, S. (Ed.). Forestación y Silvicultura en Zonas Áridas y Semiáridas en Chile. CORFO-INFOR. pp. 3-18.
- AZCÓN DE AGUILAR, G. y BAREA, J.** 1980. Micorrizas. Investigación y Ciencia 47: 8-16.
- CANAVOS, G.** 1988. Probabilidad y estadística, aplicaciones y métodos. Editorial Mcgraw-hill. 651 p.
- CASTILLO, V.** 1997. Ensayo y evaluación de técnicas de repoblación con pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill. ) en ambientes mediterráneos semiáridos. En: Valdebenito, G. y Benedetti, S. (Ed.). Forestación y Silvicultura en zonas áridas y semiáridas. Instituto Forestal, Corporación de Fomento de la Producción. Pp. 34 – 43.
- CIRANO, O. y GOFFARD, J.** 1987. Efecto del subsolado y la aplicación de algunos fertilizantes sobre el crecimiento inicial de las plantaciones de pino insigne ( *Pinus radiata* D. Don ), en la VIII Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 109 p.
- CONAF.** 2002. Algarrobo Chileno. [En línea] Disponible en el WWW: <<http://www.conaf.cl/html/forestin/archivos/algarrobo.html>> (Consulta: 20 de Enero del 2003).
- DI PRINZIO, A.; BEHMER, S. y STRIEBECK, G.** 2000. Perdurabilidad del subsolado en huertos frutales. Agricultura Técnica(Chile) 60 (1) : 62 – 68 (Enero – Marzo, 2000).
- DONOSO, C.** 1978. Dendrología de Árboles y Arbustos Chilenos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Manual N° 2. 142 p.
- DONOSO, J.** 1999. Glosario Básico. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Cátedra de Patología. 8p.
- FAO.** 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO N° 66. 193 p.
- FAO.** 1997a. Especies arbustivas y arbóreas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas número 12. 347p.

- FAO.** 1997b. Manual de Captación y Aprovechamiento del agua de lluvia, experiencias en América Latina. [En línea] Disponible en el WWW: <<http://www.rlc.fao.org/prior/recnat/tya.htm>>. (Consulta: 20 de Enero del 2003).
- HEREDIA, I.** 2001. Efectos del subsolado en suelo granítico, a nueve años de su aplicación en una plantación de *Pinus radiata*. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción. 38 p.
- JØKER, D.; CRUZ, N.; MORALES, M. y ROJAS, E.** 2002. *Prosopis alba* Griseb. SEED LEAFLET. BASFOR. N° 56, Enero 2002. [En línea] Disponible en el WWW: <[http://www.dfsc.dk/pdf/seedlaeflets/Prosopis%20alba\\_56\\_int.pdf](http://www.dfsc.dk/pdf/seedlaeflets/Prosopis%20alba_56_int.pdf)> (Consulta: 20 de Enero del 2003).
- GÓMEZ, G.** 2000. Análisis del efecto de factores de subsolado, fertilización y control de malezas en el crecimiento de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en la zona de Constitución, VII Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 53 p.
- GRANIER, C.** 1992. Efecto de la preparación del suelo sobre la sobrevivencia y el crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill, Colcura, VIII Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 96 p.
- LUZIO, W.** 1986. Génesis y clasificación de los suelos de regiones áridas y desérticas de Chile. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Boletín (5): 107 – 140.
- MONTGOMERY, D.** 1991. Diseño y análisis de experimentos. Primera edición, Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C.V. México. 589 p.
- NOVOA, R.; VILLASECA, S. ; DEL CANTO, S.; ROUANET, J.; SIERRA, C. y DEL POZO, A.** 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Área agroecología. Programa ecología y producción. Proyecto agrometeorología. 221 p.
- PERALTA, M. y SERRA, M.** 1986. Caracterización del hábitat natural de las especies del género *Prosopis*, en las provincias de Huasco y Copiapó, Tercera Región, Chile. Informe Final. Proyecto PNUD/FAO/CHI/83-017 “Investigación y Desarrollo de Áreas Silvestres en Zonas Áridas y Semi-áridas”. 161 p.

- PEREDO, H.; ALONSO, O. y VALENZUELA, E.** 1992. Inoculación micorrízica de *Pinus ponderosa* en el vivero forestal de Junin de los Andes, Argentina. *Ciencia e Ingestación Forestal* 6 (2) : 157 - 167.
- PEREIRA, G.; SANCHEZ, M.; RIOS, D. y HERRERA, M.** 2001. Micorrizas vesículo arbusculares y su incidencia en el crecimiento de plántulas de *Eucalyptus camandulensis* Dehnh. *Bosque* 22 (2): 39 – 44, 2001.
- PONCE, V.** 1993. Efecto de diferentes tipos de preparación física de suelo sobre una plantación de *Pinus radiata* D. Don. Tesis (ingeniero forestal). Universidad Austral de Chile. 93 p.
- RODRIGUEZ, R.; MATHEI, S. y QUEZADA, M.** 1983. Flora arbórea de Chile. Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 408 p.
- SOTO, G.** 1982. Evaluación de las plantaciones de *Atriplex repanda* Phil. y *Atriplex nummularia* Lindl. en la IV Región. Tesis Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 138 p.
- SOTO, G. y ULLOA F.** 1997. Diagnóstico de la Desertificación en Chile. Programa FAO/PNUMA Desertificación. CONAF/ Universidad de Chile. 394 p.
- SYLVIA, D.** 1989. Mycorrhiza, Overview of Mycorrhizal Symbioses. University of Florida. [En línea] Disponible en el WWW: <<http://dmsylvia.ifas.ufl.edu/mycorrhiza.htm#PRODUCTION>> (Consulta:29 de Abril del 2003).
- TORRES, J.** 1990. Determinación e Identificación de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA) en Plantas Leñosas de Vivero de Especies de Interés para la Forestación de Zonas Áridas. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 115 p.
- UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.** 1999. Micorrizas. Servidor educativo, Departamento de Microbiología y Genética. [En línea] Disponible en el WWW: <<http://webcd.usal.es/web/transgen00/otrdoc/microrizas/microrizas.htm#diez>> (Consulta: 20 de Abril del 2003).
- UMWELTSCHUTZ GMBH.** 2000. TRITON, Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza, Application in Agriculture Production Systems. Manual de uso. 32p.

- VALDEBENITO, G.** 1997. Investigación Silvícola para el Desarrollo Forestal del Secano Interior. INFOR. [En línea] Disponible en el WWW: <<http://www.infor.cl/webinfor/investigacion/proyectos/t-5411>>. (Consulta: 20 de Enero del 2003).
- VIDELA, A.; BRIZUELA, M. y PALACIOS R.** 1997. Utilización de especies nativas argentinas: tasas de crecimiento y ramificación en *Prosopis alba*, *P. flexulosa* y *P. alpataco*. En: Valdebenito, G. y Benedetti, S. (Ed.). Forestación y Silvicultura en zonas áridas y semiáridas. Instituto Forestal, Corporación de Fomento de la Producción. pp. 118 – 126.
- VILLA, R.** 1998. Labranza del suelo. Publicación docente N° 4 edición 1998 actualizada. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Ingeniería y suelos. 77p.
- VITA, A.** 1981. Silvicultura en zonas áridas. Serie educativa N° 1. Universidad de Chile, Departamento de Silvicultura. 77p.
- \_\_\_\_\_. 1990. Ensayo de reforestación con quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), Illapel IV Región. Chile. Ciencias Forestales 6 (1): 37 – 48. 1990.
- \_\_\_\_\_. 1993. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. Documento de trabajo / Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83/017 Investigación y Desarrollo de Áreas Silvestres en Zonas Áridas y Semiáridas. 235 p.
- \_\_\_\_\_. 1998. introducción de especies forestales combustibles y forrajeras en la Cuarta Región. Evaluación Final. CONAF IV Región. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. 100p.
- ZUNINO, H.** 1986. Materia orgánica en los suelos áridos y semiáridos. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Boletín (5): 265-272.

## 8. APÉNDICES



## APÉNDICE 1.

### Análisis de suelo.

Identificación	pH en H <sub>2</sub> O	% Mat.	C. Eléc tmmho/cm 25°C	Fertilidad ppm			Granulometría%			C. textural
	Relac. 1:1	Org.		N	P	K	Arena	Limo	Arcilla	
Parcelas 1,2,3,4 sector plano	7,8	0,72	0,21	1,09	N.D.	157,3	50,05	23,62	26,33	FAa
Parcela 14 con pendiente	7,5	0,71	0,39	1,08	22,14	485,6	66,12	9,92	23,96	FAa

### Interpretación de resultados.

Text. : FAa (franco arcillo arenoso) las 2 muestras

pH : Moderadamente alcalino las 2 muestras

CE : Ideal ligera las 2 muestras

M. Org. : Nivel muy bajo las 2 muestras

N aprov. : Nivel bajo las 2 muestras

P aprov. : Parcela 14 nivel suficiente

K aprov. : Alta disponibilidad en las 2 muestras.

Nota: N.D. = No detectado.

Laboratorio de Suelos, Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

## APENDICE 2.

### Alturas, DAC y supervivencia ensayo 1.

	Datos agosto 2001				Datos mayo 2002				Incrementos				Supervivencia(%)	
	E1		E2		E1		E2		E1		E2		E1	E2
	dac	alt	dac	alt	dac	alt	dac	alt	dac	alt	dac	alt		
<b>T1</b>	0,48	32,61	0,45	41,20	0,522	35,53	0,582	45,90	0,04	2,92	0,08	4,69	75,51	77,55
	0,41	33,51	0,50	34,41	0,496	35,06	0,473	40,18	0,08	1,55	0,04	5,77	42,86	44,90
	0,47	29,86	0,39	37,27	0,514	31,27	0,463	40,88	0,04	1,41	0,08	3,61	38,78	36,73
<b>media</b>	<b>0,46</b>	<b>31,99</b>	<b>0,45</b>	<b>37,63</b>	<b>0,51</b>	<b>33,95</b>	<b>0,51</b>	<b>42,32</b>	<b>0,05</b>	<b>1,96</b>	<b>0,06</b>	<b>4,69</b>	<b>52,38</b>	<b>53,06</b>
<b>T2</b>	0,50	31,78	0,50	33,63	0,62	39,10	0,629	39,71	0,13	7,33	0,18	6,08	95,92	95,92
	0,49	34,02	0,43	39,39	0,61	39,51	0,741	45,43	0,12	5,49	0,24	6,04	81,63	83,67
	0,55	36,80	0,39	33,27	0,63	43,29	0,516	39,76	0,09	6,49	0,12	6,49	71,43	73,47
<b>media</b>	<b>0,51</b>	<b>34,20</b>	<b>0,44</b>	<b>35,43</b>	<b>0,62</b>	<b>40,63</b>	<b>0,63</b>	<b>41,63</b>	<b>0,11</b>	<b>6,44</b>	<b>0,18</b>	<b>6,20</b>	<b>82,99</b>	<b>84,35</b>

Altura (alt) y DAC en cm.

### APENDICE 3.

#### Alturas, DAC y supervivencia ensayo 2.

	Datos agosto 2001				Datos mayo 2002				Incrementos				Supervivencia(%)	
	E1		E2		E1		E2		E1		E2		E1	E2
	dac	alt	dac	alt	dac	alt	dac	alt	dac	alt	dac	alt		
T1	0,40	43,40	0,56	36,60	0,50	43,60	0,56	41,33	0,10	0,20	0,00	4,73	80	80
	0,52	46,60	0,52	27,40	0,58	46,80	0,58	34,20	0,06	0,20	0,06	6,80	40	80
	0,38	32,80	0,44	30,80	0,40	35,80	0,46	36,00	0,02	3,00	0,02	5,20	20	40
<b>media</b>	<b>0,43</b>	<b>40,93</b>	<b>0,51</b>	<b>31,60</b>	<b>0,49</b>	<b>42,07</b>	<b>0,53</b>	<b>37,18</b>	<b>0,06</b>	<b>1,13</b>	<b>0,03</b>	<b>5,58</b>	<b>46,67</b>	<b>66,67</b>
T2	0,52	40,40	0,38	26,80	0,57	45,67	0,44	31,40	0,05	5,27	0,06	4,60	60	80
	0,42	43,60	0,46	33,40	0,48	44,00	0,50	34,60	0,06	0,40	0,04	1,20	40	60
	0,52	41,40	0,50	33,80	0,52	42,80	0,50	35,00	0,00	1,40	0,00	1,20	80	60
<b>media</b>	<b>0,49</b>	<b>41,80</b>	<b>0,45</b>	<b>31,33</b>	<b>0,52</b>	<b>44,16</b>	<b>0,48</b>	<b>33,67</b>	<b>0,04</b>	<b>2,36</b>	<b>0,03</b>	<b>2,33</b>	<b>60,00</b>	<b>66,67</b>
T3	0,48	32,80	0,54	25,20	0,52	33,20	0,54	35,80	0,04	0,40	0,00	10,60	100	80
	0,42	30,20	0,40	26,40	0,44	31,60	0,56	30,60	0,02	1,40	0,16	4,20	60	40
	0,42	30,00	0,48	31,00	0,43	31,00	0,56	42,20	0,01	1,00	0,08	11,20	60	100
<b>media</b>	<b>0,44</b>	<b>31,00</b>	<b>0,47</b>	<b>27,53</b>	<b>0,46</b>	<b>31,93</b>	<b>0,55</b>	<b>36,20</b>	<b>0,02</b>	<b>0,93</b>	<b>0,08</b>	<b>8,67</b>	<b>73,33</b>	<b>73,33</b>
T4	0,42	38,80	0,52	36,40	0,56	42,20	0,56	38,00	0,14	3,40	0,04	1,60	40	40
	0,50	45,40	0,48	47,20	0,64	50,20	0,50	49,00	0,14	4,80	0,02	1,80	60	40
	0,48	43,80	0,42	27,00	0,50	47,00	0,46	30,20	0,02	3,20	0,04	3,20	40	20
<b>media</b>	<b>0,47</b>	<b>42,67</b>	<b>0,47</b>	<b>36,87</b>	<b>0,57</b>	<b>46,47</b>	<b>0,51</b>	<b>39,07</b>	<b>0,10</b>	<b>3,80</b>	<b>0,03</b>	<b>2,20</b>	<b>46,67</b>	<b>33,33</b>
T5	0,40	35,00	0,48	33,40	0,42	44,00	0,56	35,20	0,02	9,00	0,08	1,80	20	80
	0,46	38,40	0,48	36,80	0,48	43,20	0,52	39,20	0,02	4,80	0,04	2,40	60	40
	0,52	45,60	0,42	27,60	0,54	48,00	0,44	28,00	0,02	2,40	0,02	0,40	40	40
<b>media</b>	<b>0,46</b>	<b>39,67</b>	<b>0,46</b>	<b>32,60</b>	<b>0,48</b>	<b>45,07</b>	<b>0,51</b>	<b>34,13</b>	<b>0,02</b>	<b>5,40</b>	<b>0,05</b>	<b>1,53</b>	<b>40,00</b>	<b>53,33</b>

Altura y DAC en cm.