



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**ENSAYO DE VIVERIZACIÓN DE DOS ESPECIES NATIVAS ARBUSTIVAS
RECUPERADORAS DE SUELOS DEGRADADOS**

KAREN GERALDINE AVENDAÑO VÁSQUEZ

**Memoria para optar al Título de:
INGENIERO FORESTAL**

PROFESOR GUÍA: Dra. URSULA DOLL

TALCA – CHILE

2006



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES.
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

La Sta. Karen Geraldine Avendaño Vásquez ha realizado la Memoria: "Ensayo de viverización de dos especies nativas arbustivas recuperadoras de suelo degradados". Como uno de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. El Profesor Guía es la Dra. Ursula Doll.

La comisión de Calificación constituida por los profesores Dr. Mauricio Ponce y Mg. Marisol Muñoz Villagra, han evaluado con nota 6,6 (seis, seis)

MARCIA VASQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

Talca, Septiembre de 2006.

*Dedicada a: mis padres Hugo y Armandina quienes con su esfuerzo
ayudaron a que cumpliera mi meta.
Y a mis hermanos Hugo y Michael.*

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a mis padres Hugo y Armandina, que sin su apoyo, preocupación y esfuerzo creo que nada de esto habría sido posible, ya que siempre han estado a mi lado acompañándome en mis penas y alegrías. Siempre luchando y sacrificándose por darnos un mejor bienestar tanto a mí como a mis hermanos.

A mis hermanos Hugo y Michael, con quienes he compartido tanto momentos.

A mi profesor guía Ursula Doll, por su paciencia, valiosos consejos y apoyo en el desarrollo de ésta memoria.

Al profesor José San Martín, que durante mis años de universidad siempre sentí su mano amiga cuando lo necesité. Gracias por sus valiosos consejos y constante sentido del humor.

Al profesor Oscar Vallejos, por su buena disponibilidad y alegría, gracias por la ayuda brindada en el momento oportuno.

A Marco, gracias por haberte dado el tiempo de darme la ayuda técnica, durante el desarrollo de mi memoria, fuiste un apoyo muy grande.

A Andrés, que me ha acompañado durante éstos cuatro años, y ha estado a mi lado siempre apoyándome, cuidándome y dándome su amor.

Finalmente a todos mis amigos de la U, que siempre me ayudaron cuando los necesité, compartí y pase momentos de mucha felicidad: Ale, Claudia, Valeska, Bernardo, Camilo, Walter, Paula, Pablo (juanetes y patán), cata.....etc.

Gracias a todos y por sobre todo Dios.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.	i
ABSTRACT	ii
I INTRODUCCIÓN.	1
II. OBJETIVO.	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.	3
3.1. La degradación de los suelos.	3
3.2. Descripción de las especies.	4
3.2.1. <i>Escallonia illinita</i> C. Presl,	5
3.2.1.1. Manejo.	6
3.2.1.2. Propagación.	6
3.2.1.3. Usos.	6
3.2.2. <i>Proustia cuneifolia</i> D.Don.	7
3.2.2.1. Manejo.	7
3.2.2.2. Propagación.	7
3.2.2.3. Usos.	8
3.3. Antecedentes de Vivero.	8
3.3.1. Sustrato.	8
3.3.2. Fertilizante.	9
3.3.3. Riego.	10
3.3.4. Luz.	12

	Pág.
3.3.4.1 Tolerancia.	13
3.4. Sombreadero.	14
3.5. Calidad de planta.	14
3.6. Problemas sanitarios en vivero.	15
3.6.1 <i>Phytophthora cinnamomi</i>	16
 IV.METODOLOGÍA	 17
4.1. Lugar de instalación del ensayo.	17
4.1.2. Origen del material vegetal.	18
4.1.3. Tipo de contenedor.	19
4.1.4. Sustrato.	19
4.2. Labores y cuidados culturales.	20
4.2.1. Riego.	20
4.2.2. Fungicidas.	20
4.2.3. Fertilizante.	20
4.2.4. Control de malezas	21
4.3. Desarrollo del ensayo.	21
4.4. Diseño Experimental.	23
4.4.1. Hipótesis.	25
4.4.2. Análisis estadístico.	26
4.4.3. Variables analizadas.	26
4.4.4. Validación del modelo.	27

	Pág.
V. PRESENTACIÓN, ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	30
5.1. Supervivencia.	30
5.2. Altura (cm).	32
5.2.1. Análisis de Varianza no paramétrico.	32
5.3. Diámetro a la Altura de Cuello DAC (mm).	34
5.3.1. Análisis de Covarianza.	34
VI. CONCLUSIONES.	36
VII. BIBLIOGRAFÍA	37
VIII. APÉNDICES.	40
APÉNDICES 1	40
APÉNDICES 2	44
APÉNDICES 3	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1: Disposición de las plantas sobre la cama del invernadero, ubicado en el Campus Lircay de la Universidad de Talca.	18
Figura 2: Material vegetal utilizado proveniente de Speedling.	19
Figura 3: Ensayo de viverización de <i>Escallonia illinita</i> Presl y <i>Proustia cuneifolia</i> D.Don.	23

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1: Esquema final del diseño experimental del ensayo.	25
Cuadro 2: Porcentaje promedio de sobrevivencia según especie y tratamiento.	31
Cuadro 3: Resultados obtenidos de la Prueba de Newman – Keuls para la variable porcentaje de sobrevivencia.	32
Cuadro 4: Resultados obtenidos de la Prueba de Newman – Keuls para la variable Altura (cm).	34
Cuadro 5: Resultados obtenidos de la Prueba de Newman - Keuls para la variable DAC (mm)	36
Cuadro 6: Análisis de varianza para la variable porcentaje de Sobrevivencia.	45
Cuadro 7: Análisis de covarianza para la variable Altura	46
Cuadro 8: Test Kruskal-Wallis para la variable Altura.	46
Cuadro 9: Análisis de covarianza para la variable DAC (Diámetro a la altura de cuello).	47

Cuadro 10: Porcentajes promedios de supervivencia por bloque,
Tratamiento y especie.

RESUMEN

En el invernadero perteneciente al proyecto FIA “Domesticación de especies nativas ornamentales de potencial uso industrial” ubicado en el campus de la Universidad de Talca, se llevó a cabo el “Ensayo de viverización de dos especies nativas arbustivas recuperadoras de suelos degradados”.

El material vegetal utilizado fueron estacas enraizadas, provenientes de un ensayo de enraizamiento. Los esquejes de *Proustia cuneifolia* D. Don fueron recolectados en el cerro La Virgen y los de *Escallonia illinita* C. Presl en la Estación Experimental Panguilemo, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Talca.

Se ensayó el efecto de sombreado sobre las plantas, utilizando un sombreadero confeccionado con malla Raschel, mediante un diseño factorial que contempla el factor especie, con 2 niveles y el factor sombreado, con 2 niveles.

Al cabo de 12 semanas de establecido el ensayo, se evaluó sobrevivencia, altura y diámetro a la altura del cuello de las plantas (DAC).

Las plantas de ambas especies que crecieron bajo sombra, alcanzaron los menores valores, en porcentaje de sobrevivencia, altura y crecimiento en DAC, mientras que las plantas que crecieron a pleno sol, lograron un mayor porcentaje de sobrevivencia, mayor crecimiento en altura y en DAC. A su vez la especie *Escallonia illinita* C. Presl manifestó un mayor desempeño para las variables cuantificadas respecto de *Proustia cuneifolia* D. Don.

ABSTRACT

In the greenhouse belonging to the FIA project "Domestication of native ornamental species for potential industrial use " located in the campus of the University of Talca, there was carried out a nursery experiment with two native shrubs for recovery of degraded soils."

The plants were donated from a rooting experiment. The cuttings of *Proustia cuneifolia* D. Don were harvested at "Cerro de la Virgen" and those of *Escallonia illinita* K. Presl on the Experimental Station Panguilemo, belonging to the Faculty of Agronomy of Talca University.

The effect of shading plants with a "Raschel"-mesh was tested, by using randomized factorial design, with two levels for factor "species" and two levels for factor "shading".

12 weeks after the experiment was established, survival, plant height and diameter at the base of the plant (DAC) were measured.

The plants of both species which grew in full sunlight reached the major values in percentage of survival, height and growth in DAC, while the shaded plants reached minor values. *Escallonia illinita* C. Presl also reached higher values for each measured variable than *Proustia cuneifolia* D. Don.

I. INTRODUCCIÓN

Las acciones antrópicas constituyen las principales causas de pérdida de suelo en el país. El uso del suelo preferentemente forestal para actividades agrícolas o pecuarias de escasa productividad, han afectado fuertemente los ecosistemas.

La recuperación de suelos degradados, es una labor que puede ser llevada a cabo utilizando cubiertas vegetales. Así, a través del trabajo de ingenieros forestales, se ha logrado recuperar con éxito más de 2,3 millones de hectáreas mediante la forestación, lográndose de esta manera reducir la pérdida del recurso suelo, que es lo que se conoce como erosión (Pizarro *et al.*, 2005).

Escallonia illinita C. Presl y *Proustia cuneifolia* D.Don, son dos especies arbustivas nativas que por sus características de crecimiento y uso, pueden ser utilizadas como cubiertas vegetales para la recuperación de suelos degradados (Riedemann y Aldunate, 2001).

En base a los antecedentes recopilados de estas especies nativas, se pretende aportar con información para la producción en vivero de éstas especies y utilizarlas para realizar un adecuado proceso de conservación de los recursos naturales y estabilización del suelo.

II. OBJETIVO

Comparar el crecimiento en respuesta al sombreado durante el proceso de viverización de dos especies nativas arbustivas *Escallonia illinita* C. Presl y *Proustia cuneifolia* D.Don.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1. La degradación de los suelos

"La degradación de suelos se define como el proceso degenerativo que reduce la capacidad actual o futura de los suelos para seguir desempeñando sus funciones características, lo cual puede deberse tanto a causas naturales como antrópicas" (Pizarro *et al.*, 2005).

La degradación de los recursos naturales tiene múltiples causas y orígenes, siendo la erosión uno de los principales agentes de degradación.

La erosión se considera como el proceso de desprendimiento y arrastre de partículas del suelo, generado por el agua y el viento (Suárez, 1980).

García (1999) señala que la erosión, constituye una de las formas de degradación del suelo, comprendiendo el deterioro físico, químico y de sus propiedades biológicas.

Una forma de defensa natural de un terreno contra la erosión, es utilizar cubiertas vegetales. Cualquier planta desde la más pequeña hierba, hasta el más gigantesco árbol, defiende el suelo de la acción perjudicial de las lluvias (Suárez, 1980).

Según Mintegui y López (1990), la vegetación influye en el fenómeno de la erosión, protegiendo al suelo del impacto directo de las gotas de lluvia ya que por el efecto de frenado a que se las somete, disminuye su energía y en consecuencia su poder erosivo. Además, disminuye la escorrentía superficial debido a dos efectos, por un lado aumenta la capacidad de infiltración del suelo, y por otro disminuye la velocidad de la escorrentía superficial. En cuanto a las raíces de la cubierta vegetal, éstas ayudan a que el suelo no se disgregue.

Por otro lado García (1999), señala que la presencia de una capa vegetal sirve para proteger la superficie del impacto del agua, debido a que intercepta y absorbe el agua por las hojas, aumentando la infiltración y el almacenamiento de agua, mejorándose la estructura y porosidad del suelo.

3.2. Descripción de las especies

La zona central de Chile se caracteriza por presentar un clima mediterráneo, carente de lluvias estivales, por lo que muchas especies nativas desarrollaron estrategias para sobrevivir en condiciones de escasez de agua. Muchas de estas especies están adaptadas a vivir en condiciones edáficas extremas (ausencia de suelo, baja fertilidad, fuertes pendientes). Entre ellas se destacan varios arbustos nativos, que presentan ciertas características como potenciales especies recuperadoras.

3.2.1. *Escallonia illinita* C. Presl

Conocida comúnmente como ñipa o barraco, pertenece a la familia de la Escaloniaceae, se distribuye en Chile desde Tarapacá hasta la Tierra del Fuego. Por su amplia distribución es posible encontrar especies de este género adaptadas a sitios secos y áridos, y otras en sitios húmedos, a las orillas de aguas. *Escallonia illinita* se encuentra con abundancia en el fondo de quebradas, en ambas cordilleras y en el valle central, desde Coquimbo hasta el Bío Bío. Por su rápido crecimiento, puede llegar a transformarse en invasora (Riedeman y Aldunate, 2001).

Es un arbusto perenne de rápido crecimiento, de follaje resinoso, ramoso y muy aromático. Su altura y diámetro son de dimensiones variables, pudiendo alcanzar alturas de hasta 3 m. Sus hojas son aovadas, de bordes dentados, con dimensiones de 3 a 6 cm de longitud por 2 cm de ancho. Sus flores son tubulares, de color blanco, forman racimos terminales, que aparecen a fines de primavera y comienzos del verano. Su fruto es una cápsula ovalada, que posee numerosas semillas en su interior y madura a fines de verano (Riedeman y Aldunate, 2001).

Los mismos autores señalan que esta especie es considerada una especie ornamental, por la fragancia de sus flores y hojas. Requiere de una alta luminosidad y suelos húmedos, prefiriendo suelos pedregosos o arenosos.

3.2.1.1. Manejo

El principal manejo es la poda, la cual debe realizarse en invierno, rama por medio para no eliminar la floración de las yemas florales formadas durante la temporada anterior. Al año siguiente se podan las ramas que quedaron sin podar la temporada anterior. Esta poda se lleva a cabo para evitar el crecimiento descontrolado (Riedeman y Aldunate, 2001).

3.2.1.2. Propagación

Se propaga por semillas, en otoño o en primavera. También se puede multiplicar separando mugrones. Otra manera de propagación es por esquejes durante los meses de noviembre a enero o bien por estacas producto de poda realizada en invierno (Riedeman y Aldunate, 2001).

3.2.1.3. Usos

Se usa normalmente para la protección de terrenos áridos, erosionados, cerca de cursos de agua, estanques o lagunas (Donoso, 1978).

También se planta en las partes altas de los terrenos para que cuelgue y de esta manera actúe como protección al suelo. Por lo aromático se usa también, para plantar cerca de caminos o entradas de casas (Riedeman y Aldunate, 2001).

3.2.2. *Proustia cuneifolia* D.Don

Conocida también como huañil o pucana, se distribuye desde Coquimbo hasta el Bío Bío, en terrenos secos, pedregosos a pleno sol (Riedeman y Aldunate, 2001).

Es un arbusto caduco, puede alcanzar dimensiones de 3 m de alto, por 3 de ancho. Sus hojas son oblongas, alternas, coriáceas, de color ceniciento y peludas en el envés, los márgenes pueden ser enteros o bien dentados. Sus flores de color blanco aparecen en verano, son de forma tubular y se disponen en panículas. El fruto es un aquenio (Riedeman y Aldunate, 2001).

3.2.2.1. Manejo

Se recomienda plantarlas a pleno sol, con aplicaciones leves de riego. Las podas que se realizan son solo de conducción y limpieza (Riedeman y Aldunate, 2001).

3.2.2.2. Propagación

Su propagación es por semilla la cual se debe efectuar en otoño. Otra forma es multiplicar por estacas recolectadas en invierno y puestas a enraizar con hormonas en su base, en cama fría en arena o directamente en el suelo (Riedeman y Aldunate, 2001).

3.2.2.3. Usos

Se usa como arbusto en los jardines, en ocasiones se usa como cerco vivo por las espinas terminales que presenta

Posee un buen sistema radical que le permite sujetarse en pendientes pronunciadas. También puede ser usada para reforestar zonas degradadas (Riedeman y Aldunate, 2001).

3.3. Antecedentes de Vivero

Ottone (1993) define como vivero forestal al terreno que se destina al cultivo y producción de plantas, hasta que éstas adquieren un desarrollo considerable para instalarlas en un sitio definitivo. Para ello se debe contar con las instalaciones adecuadas que permitan alcanzar el objetivo deseado, utilizando técnicas que permitan un desarrollo óptimo de las plantas en cuanto a calidad y tamaño, para que de esta manera se encuentren en mejores condiciones al momento de ser trasladadas al sitio de la plantación definitivo.

En vivero las plantas responden a diferentes factores que afectan su desarrollo. Entre ellos, los más importantes son: sustrato, fertilización, riego e intensidad de luz.

3.3.1 Sustrato

Cuando se elabora un sustrato, se busca principalmente que permita una adecuada absorción y drenaje de agua, una alta capacidad de intercambio gaseoso y un bajo costo. El sustrato debe proveer de agua, nutrientes esenciales, oxígeno y soporte físico a las plantas (Solari, 2002).

Un sustrato se caracteriza por poseer tres fases, la fase sólida: que constituye el soporte físico del vegetal, la fase líquida permite la alimentación, en elementos nutritivos y agua, y la fase gaseosa que otorga la aireación del sistema radical. El equilibrio de estas fases, otorga al sustrato una mejor calidad (Foucard, 1997).

Las plantas en contenedores se caracterizan porque la disposición del sistema radical ocupa un reducido volumen de sustrato, inferior al espacio que tendría su disposición en plena tierra. Por ello la importancia de elegir un buen sustrato que asegure el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas. Éste debe ser muy poroso, para almacenar una gran cantidad de agua, y lograr una buena aireación del sistema radical. Además debe ser capaz de drenar rápidamente para evacuar fácilmente, cuando exista exceso de humedad (Foucard, 1997).

Se recomienda la utilización de texturas livianas desde franco arenosas hasta franco arcillosas. La arena tiene como finalidad otorgar un buen drenaje y aireación, pero además tiene la desventaja de otorgar una baja capacidad de retención de humedad y aporte nutritivo. En cuanto a la materia orgánica, esta presenta una alta capacidad de retención de humedad y elementos nutritivos absorbidos por las plantas (Muñoz, 1986).

3.3.2 Fertilización

Las plantas cultivadas en contenedor deben extraer del medio que las rodea, los elementos necesarios para la constitución de sus tejidos. Estudios señalan que los vegetales necesitan, además de Oxígeno, Carbono e Hidrógeno, 13 elementos esenciales que se dividen en 6 macro nutrientes: Nitrógeno, Fósforo,

Potasio, Azufre, Calcio y Magnesio, y 7 microelementos: Hierro, Cobre, Molibdeno, Boro, Zinc, Manganeso y Cobalto (Foucard, 1997).

Según Peñuelas y Ocaña (1996), la carencia de nutrientes en las plantas afecta fundamentalmente los procesos fisiológicos de ésta, tales como: la regulación del crecimiento, el flujo de energía, y la síntesis de los complejos orgánicos moleculares que componen a las plantas.

Rodríguez (1992), define como fertilizante aquel producto químico, orgánico o mineral, que contiene la cantidad asimilable por las plantas de uno o varios elementos que estas requieren.

La fertilización debe ser capaz de suministrar los elementos necesarios a la planta para su óptimo crecimiento. Los investigadores recomiendan que se debe aportar a las plantas una fertilización completa y equilibrada hasta otoño, con el objetivo de lograr un alto desarrollo de la actividad fisiológica, ya que una carencia nutritiva se traduce en una decoloración del follaje, perjudicando el aspecto estético de las plantas (Foucard, 1997).

3.3.3 Riego

Constituye la eliminación de una posible limitación en el rendimiento de un cultivo por falta de humedad. Para el riego es importante calcular el período y la frecuencia con que se aplica. Por período, se entiende el número de días necesarios para la aplicación de un riego en un área determinada durante el período de máximo consumo (Solari, 2002).

Según el mismo autor la frecuencia de riego, por su parte, significa el número de días que tienen que transcurrir entre cada aplicación. Depende del grado de consumo de agua de las plantas en cuestión y de la cantidad de humedad disponible en la zona de la raíz.

El agua constituye un factor importante para el desarrollo de las plantas, casi todos los procesos fisiológicos de las plantas se ven afectados en mayor o en menor medida por este elemento. Es el mayor componente en las plantas vivas, constituyendo entre el 80 y 90% de su peso seco. Como disolvente universal, actúa como vehículo de transporte de nutrientes dentro de ésta; es un reactivo bioquímico en muchos procesos de la actividad vital, incluida la fotosíntesis; es esencial para mantener turgencia en las células de las plantas (Peñuelas y Ocaña, 1996).

En tiempos cálidos, las plantas en contenedor pueden llegar a absorber hasta el doble de su peso en agua en un día. Como los vegetales en vivero normalmente son dependientes de las reservas de agua del suelo o del sustrato que las sostiene, estudios señalan que por este efecto pueden llegar a perder hasta el 20% de su agua (Foucard, 1997).

Las necesidades de agua de las plantas dependen específicamente de su periodo vegetativo, de las características de la especie y de las condiciones ambientales, como lo es: número y distribución de estomas, espesor y permeabilidad de la cutícula, superficie de contacto con el aire, radiación solar, viento, etc (Foucard, 1997).

Algunos estudios realizados en vivero, señalan que cultivos en contenedores trasplantados en primavera, registran el siguiente consumo de agua por las plantas:

El 25 a 35% del agua se consume entre las 8 y las 13 horas, 45 a 60%, entre las 13 y 19 horas, y el 10 a 25% es consumido después de las 19 horas (Foucard, 1997).

3.3.4 Luz

Desempeña un rol importante en la fase de desarrollo de las plantas. Para que el crecimiento normal de las plantas se convierta en un crecimiento rápido, se debe realizar un riguroso manejo de la sombra. Esta técnica de manejo de sombra va, desde aumentar gradualmente la luz después de estar establecidas las plantas, hasta exponerlas directamente a la luz solar. Dependiendo en cada caso de la especie y de las condiciones de temperatura exterior (Solari, 2002).

El mismo autor señala que para producir plantas vigorosas y robustas es conveniente utilizar una intensidad de luz relativamente alta, en particular si se desea realizar un trasplante, ya que una baja intensidad de luz disminuye el proceso de fotosíntesis y por ende provoca una disminución de la supervivencia de las plantas al momento de ser trasplantadas.

En el sistema métrico la unidad de medida es el **lux**, el cual indica la cantidad de luz que proviene de una ampolla estándar, la cual es recibida por una superficie colocada a una distancia de un metro. El luxómetro es el instrumento que se utiliza para medir la luz (Donoso, 1981).

En el medio ambiente los factores que más influyen en el desarrollo de la materia seca en la vegetación, están relacionados con el déficit y exceso de energía solar, agua y nutrientes. Siendo el factor luminosidad uno de los más importantes (Salisbury y Ross, 1992).

A medida que las plantas crecen, la luminosidad controla el crecimiento y desarrollo, ejerciendo una gran influencia en el rendimiento fotosintético, además de la estructura y formación de sus órganos (Daubenmire, 1988).

3.3.4.1 Tolerancia

El concepto se relaciona con la capacidad de las plantas para resistir y sobrevivir a diversos factores que influyen en su crecimiento, tales como: temperatura, humedad, pH del suelo, luz, etc. En ecología forestal este término se refiere a la capacidad de los árboles o plantas para vivir bajo sombra (Donoso, 1981).

El mismo autor señala que la tolerancia a la sombra, constituye una característica determinante en lo que se refiere a la capacidad de las especies para germinar, crecer, competir y establecerse definitivamente en un hábitat.

De acuerdo a los requerimientos relativos de luz o sombra las plantas se clasifican en (Daubenmire, 1988):

Especies tolerantes o plantas de sombra: se caracterizan por ser capaces de realizar fotosíntesis en condiciones de baja luz. Según (Donoso, 1981), estas especies presentan alteraciones en el tallo, tales como: tallos menos rectos, más delgados, y con menos ramificaciones, en cuanto a las raíces estas son más delgadas, livianas, menos ramificadas y con un menor diámetro de cuello.

Especies intolerantes: Estas plantas se caracterizan por alcanzar su máxima capacidad fotosintética a pleno sol, requieren de plena luz solar para obtener su óptimo crecimiento, las hojas de estas especies son de tipo coriáceo,

debido a que los altos niveles de luz, estimulan la formación de más capas de parénquima. Según Donoso (1981), estas especies presentan además, una menor área foliar, asociada al fenómeno de poda natural, presentan tallos más gruesos, las raíces son más largas, más numerosas y ramificadas

Especies intermedias: Se pueden desarrollar en condiciones de baja y alta luminosidad. En comparación con el resto de las plantas poseen un comportamiento intermedio frente a la luz.

Producto de los diferentes niveles de luminosidad característicos a los ambientes en los cuales las plantas se desarrollan, las distintas estructuras de las plantas han sufrido las adaptaciones señaladas (Grime, 1979).

3.4. Sombreadero

En vivero el papel que cumplen los sombreaderos, es primordial para proteger a las plantas del sol, evitando que éstas se deshidraten por la alta insolación durante la época estival.

Existen distintos tipos de sombreaderos artificiales tales como: pantallas de algodón, plástico o metal, siendo el más común el de malla Raschel de densidad 80%, utilizando distintas intensidades de sombra (Benedetti y Perret, 1995).

3.5. Calidad de planta

Navarro y Pemán (1997), definen la calidad de la planta forestal como la capacidad de las plantas para alcanzar las expectativas de supervivencia y crecimiento de éstas en un sitio determinado.

Desde el punto de vista de un repoblador, la calidad está definida por la sobrevivencia y crecimiento de las plantas a la plantación.

Por otro lado Grau (2003), define como calidad de planta a la condición genética (buena adaptación) y características fisiológicas de las plantas que permitan que esta pueda tener un buen arraigamiento y crecimiento luego de establecerlas en el lugar definitivo.

3.6. Problemas sanitarios en vivero

Debido a las condiciones propicias para el crecimiento vegetal en los viveros (humedad, temperatura, fertilidad), son frecuentes los problemas fitosanitarios asociados a agentes fitopatógenos o plagas. Su rápida propagación es favorecida por la alta densidad a que están dispuestas normalmente las plantas en el vivero, haciendo peligrar el éxito del mismo, de no mediar una rápida intervención y control del agente.

Entre las enfermedades que se pueden encontrar en vivero, está la provocada por *Phytophthora cinnamomi*, hongo presente en el suelo, que es el parásito número uno en los cultivos en contenedor, uno de los parásitos más preocupantes para los viveristas. Estudios señalan que este parásito durante los años 80, ocasionó pérdidas considerables. Desde entonces que los investigadores se han dedicado a este problema proponiendo medidas para combatirlo (Foucard, 1997).

3.6.1 *Phytophthora cinnamomi*

Es un hongo del suelo, sus filamentos miceliares, dan origen a zoosporas. Móviles en un medio líquido, gracias a sus dos flagelos, penetran en las raíces de la planta huésped. Aparte de la diseminación de las zoosporas en condiciones favorables de humedad y temperatura, este hongo puede conservarse como micelio asegurando así su supervivencia a largo plazo en los sustratos, incluso cuando existe ausencia de huésped (Foucard, 1997).

La principal fuente de contaminación es la planta enferma o el sustrato, siendo el riego o el agua de lluvia, un vector determinante de la enfermedad hacia las plantas sanas. Estudios de este hongo, demuestran que el crecimiento del micelio se inicia cuando la temperatura pasa de 16°C, siendo los 27°C la temperatura óptima (Foucard, 1997).

El primer signo visual del ataque de este hongo, es un color parduzco de la planta seguido de una podredumbre del cuello de esta, la cual origina la aparición de una alteración en las raíces. Las hojas pierden su brillo, seguido de un marchitamiento rápido, ocasionando la muerte de la planta.

Los investigadores proponen el combate de este parásito mediante tratamientos químicos, con el fin de impedir el ingreso de este agente patógeno en el vivero o evitar las condiciones favorables a su desarrollo. Se sugiere: recubrir el área de cultivo con grava, evitar en lo posible el plástico, practicar de preferencia el riego por goteo, escoger sitios alejados de las parcelas de especies sensibles al almacenamiento de sustrato e incinerar las plantas enfermas, incluidos los contenedores, cajas, etc (Foucard, 1997).

IV. METODOLOGÍA

4.1. Lugar de instalación del ensayo

El ensayo se instaló entre los días 15 y 16 de octubre del 2006 en el invernadero perteneciente al proyecto FIA “Domesticación de especies nativas ornamentales de potencial uso industrial”, ubicado en el Campus Lircay de la Universidad de Talca

En un primer momento las plantas permanecieron dentro del invernadero, sobre una cama. Ésta consiste en un cajón de madera de 9,7 metros de longitud, por 1 metro de ancho, con una profundidad de 0,2 metros. Se encuentra dispuesta sobre pilares de polines de 1 metro de altura sobre el suelo del invernadero (Figura N°1).



Figura N°1: Disposición de las plantas sobre la cama del invernadero ubicado en el Campus Lircay de la Universidad de Talca.

4.1.2. Origen del material vegetal

El material vegetal utilizado fueron estacas enraizadas, donadas de un ensayo de enraizamiento. Los esquejes de *Proustia cuneifolia* D.Don fueron recolectados en el cerro La Virgen y los de *Escallonia illinita* C.Presl en la Estación Experimental Panguilemo, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Talca. Al momento del trasplante presentaban una altura promedio de 12 a 18 cm (Figura N°2).



Figura N°2: Material vegetal utilizado proveniente de Speedling.

4.1.3 Tipo de contenedor

Según Peñuelas y Ocaña (1995), el contenedor cumple la función de sostener el medio de cultivo que soporta las raíces, agua, aire y nutrientes mientras que la planta permanece en vivero.

Para la realización de este ensayo de viverización, las estacas enraizadas en speedling fueron transplantadas a bolsas negras de polietileno de 20×20×15 cm.

Con el fin de impedir que el agua de riego permanezca en el contenedor y provoque la pudrición de raíces, a las bolsas se les realizó pequeñas perforaciones tanto en su base, como en sus paredes laterales.

4.1.4 Sustrato

Como sustrato se utilizó una mezcla de arena y tierra de hojas, ($\frac{1}{4}$ de arena, con $\frac{3}{4}$ de tierra de hojas).

Cada bolsa fue llenada hasta el borde con el sustrato preparado, para evitar que los mismos se doblen hacia el interior al momento de ser regadas las plantas. Al momento de ser llenadas las bolsas, se golpeaban contra la base para evitar que quedaran espacios vacíos.

Posteriormente al llenado se realizó un hoyo en la parte central bastante profundo, para evitar daños en la raíz al momento del trasplante.

Finalmente fueron ordenadas espaciadamente, con el fin de favorecer un buen desarrollo de las plantas.

4.2 Labores y cuidados culturales

4.2.1 Riego

En los primeros días después del repique, se realizaron riegos de manera manual, frecuentes pero leves, una vez al día. Cuando las plantas comenzaron a crecer y se adaptaron al cambio de contenedor los riegos se realizaron con menor frecuencia (dos veces por semana), pero con mayor intensidad, para así evitar un crecimiento excesivo y obtener plantas más lignificadas al momento de la plantación.

4.2.2 Fungicidas

Para el control de *Phytophthora cinnamomi*, se utilizó un fungicida comercial llamado DITHANE. Se disolvieron 10 gramos del producto en 5 litros de agua para cada aplicación, posteriormente esta mezcla se aplicó sobre el follaje de las plantas. En total se realizaron tres aplicaciones. La primera se llevó a cabo en el momento de detectarse la enfermedad y con un intervalo semanal la segunda y la tercera aplicación.

4.2.3 Fertilizante

Al momento de finalizar el repique de las plantas, se aplicó un fertilizante comercial, utilizado para plantas provenientes de trasplante o de siembra. La dosis a utilizar es 500 gramos de fertilizante en 100 litros de agua. Se mezcló 12,5 litros de agua con 62,5 gramos del fertilizante comercial llamado Raizal.

La aplicación de este fertilizante se realizó junto con el primer riego, entregando a cada planta 80 ml de la mezcla aproximadamente.

Los componentes del fertilizante en porcentaje de peso (%): Nitrógeno total (N) 9%, Fósforo disponible (P_2O_5) 45%, Potasio (K_2O) 11%, Magnesio (Mg) 0,6% y Azufre (S) 0,8%.

4.2.4 Control de malezas

El tamaño del ensayo, sumado a la escasa aparición de malezas, permitió realizar un desmalezado en forma manual

4.3. Desarrollo del ensayo

Una vez finalizado el repique se mantuvieron las plantas en el invernadero durante 45 días, para favorecer su adaptación al cambio de contenedor (Figura N°3). Pasado este tiempo fueron retiradas del invernadero e instaladas a la intemperie por 30 días con el objetivo de lograr su acostumbramiento.

Posteriormente fueron agrupadas aleatoriamente en 5 parcelas rectangulares. Las parcelas fueron divididas por la mitad y aleatoriamente se asignó el tratamiento “con sombra” o “sin sombra” a cada mitad de parcela. El efecto de sombra se logró utilizando un sombreadero confeccionado con malla Raschel de 80% de densidad.

El 11 de enero del 2006, se realizaron las mediciones iniciales sobre las plantas y a los tres meses (abril de 2006) la evaluación final. Se contabilizaron las plantas vivas y se midió la altura total de cada planta y el diámetro a la altura del cuello.



Figura N°3: Ensayo de viverización de *Escallonia illinita* C.Presl y *Proustia cuneifolia* D.Don.

4.4. Diseño Experimental

Se empleó un diseño factorial, contemplando el factor especie, con 2 niveles; y el factor sombreado, con 2 niveles. La combinación de estos factores originó 4 unidades experimentales (T1, T2, T3, T4). Cada unidad se repitió 5 veces, de manera completamente al azar. El experimento está constituido por 7 plantas por cada unidad experimental (resultado del diseño factorial 2x2 de sombreado y especie).

El modelo estadístico lineal utilizado para un diseño con dos factores corresponde a la siguiente expresión (Montgomery, 1991):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + S_{pj} + B_k + (T_i * S_{pj} * B_k) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observación k-ésima de los efectos.

μ = efecto medio general.

T_i = Efecto del i-ésimo del factor tratamiento (sombreado).

S_{pj} = Efecto del j-ésimo del factor especie.

B_k = Efecto del k-ésimo del bloque.

$(S_{pj} * T_i * B_k)$ = Efecto de la interacción de especie, tratamiento y bloque.

ϵ_{ij} = componente error aleatorio de la unidad experimental.

A continuación se describen los factores de este experimento:

Factor Tratamiento: El tratamiento consiste en sombreado, con $i=1,2$. Donde 1= plantas con sombra; 2= plantas sin sombra.

Factor Especie: Se estudiaron dos especies, con $j=1,2$. Donde 1= *Escallonia illinita* C. Presl; 2= *Proustia cuneifolia* D. Don.

El análisis estadístico se realizó en base al diseño factorial, con un nivel de significancia del 95%. Todos los datos fueron procesados mediante una planilla de Excel y el programa computacional STATGRAPHICS Plus.

Cuadro 1: Esquema final del diseño experimental del ensayo.

Bloque 1	T1	T2	T3	T4
Bloque 2	T2	T3	T1	T4
Bloque 3	T1	T4	T3	T2
Bloque 4	T3	T1	T4	T2
Bloque 5	T4	T2	T3	T1

T1: *Escallonia illinita* C. Presl, con sombra.

T2: *Proustia cuneifolia* D. Don, con sombra.

T3: *Escallonia illinita* C. Presl, sin sombra.

T4: *Proustia cuneifolia* D. Don, sin sombra.

4.4.1. Hipótesis

Para este estudio se plantearon las siguientes hipótesis:

a) $H_0: T_i = 0$; con, $i = 1, \dots, a$. No hay diferencias entre los tratamientos.

H_1 : Al menos para un $T_i \neq 0$; Con, $i = 1, \dots, a$

Si H_0 no se rechaza, significa que los diferentes niveles del factor tratamiento tienen iguales efectos medios sobre la variable respuesta. Si H_0 se rechaza, significa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles de este factor sobre la variable respuesta.

b) $H_0: S_{pj} = 0$; con, $j = 1, \dots, b$. No hay diferencias entre las especies.

H_1 : Al menos para un $S_{pj} \neq 0$; con, $j = 1, \dots, b$

Si H_0 no se rechaza, significa que los diferentes niveles del factor especie tienen iguales efectos medios sobre la variable respuesta. Si H_0 se rechaza, significa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles de este factor sobre la variable respuesta.

c) $H_0: B_k = 0$; con, $k = 1, \dots, c$. No hay diferencias entre los bloques.

H_1 : Al menos para un $B_k \neq 0$; con, $k = 1, \dots, c$.

Si H_0 no se rechaza, significa que los bloques, tienen iguales efectos medios sobre la variable respuesta. Si H_0 se rechaza, significa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques, sobre la variable respuesta.

d) $H_0: (T_i * S_{pj} * B_k) = 0$. No hay interacción

H_1 : al menos para un $(T_i * S_{pj} * B_k) \neq 0$; con, $i = 1, \dots, a$; $j = 1, \dots, b$ y $k = 1, \dots, c$

Si H_0 , se rechaza, significa que existe alguna interacción entre los tratamientos, especies y bloques

4.4.2. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de Varianza para el porcentaje de sobrevivencia. Para la variable altura se realizó un análisis de covarianza, pero como no se cumplían todos los supuestos, se debió realizar un análisis de varianza no paramétrico y finalmente para la variable Diámetro a la altura de cuello (DAC), como todos los dac iniciales, no tenían igual medida se realizó un análisis de covarianza de la variable final, tomando como covariable la medición inicial.

Con el fin de determinar si existe o no diferencia entre las especies, tratamientos aplicados y bloques, se aplicó el test de Newman-Keuls a las medias de los Tratamientos, especies y bloques, con un nivel de significancia del 95%.

4.4.3. Variables analizadas

Con el propósito de registrar y comparar las respuestas a los factores, se evaluaron los siguientes variables para cada una de las especies.

-La sobrevivencia, se determinó por el número de plantas vivas en contrapunto al número inicial de plantas del ensayo, expresado en porcentaje, mediante la siguiente relación:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas vivas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas inicial}} * 100$$

- **Crecimiento en altura del tallo (Altura en cm)**, su medida fue llevada a cabo desde el cuello de la raíz a la yema terminal, utilizando una regla y precisión de 0,1 centímetros.

- **Diámetro a la altura del cuello de la planta (DAC en mm)**, se midió con un pie de metro con precisión de 0,1 milímetros en la base de la planta.

4.4.4. Validación del modelo

La calidad de la estimación de un diseño factorial está sujeta al cumplimiento de los siguientes supuestos: Normalidad y Homocedasticidad de los Residuos.

El supuesto de normalidad asume que las perturbaciones de la población o residuos muestrales, están distribuidos de forma normal. Una propiedad de esta distribución es que cualquier función lineal de variables normales, será también normal. Mediante un análisis gráfico de los residuos es posible comprobar este supuesto.

Gujarati (1997) plantea que gracias al cumplimiento del supuesto de normalidad se puede aseverar que los estimadores muestrales son insesgados, su valor promedio o esperado es igual al valor verdadero; son eficientes, poseen varianza mínima; y son consistentes, convergiendo hacia sus verdaderos valores poblacionales a medida que el tamaño muestral aumenta.

Este supuesto se cumple si la función de distribución acumulada se asemeja a una línea recta, permitiendo la existencia de pequeñas desviaciones.

Otra forma cuantitativa de verificar si se cumple este supuesto es a través del estadístico de prueba de bondad de ajuste Kolmogorov Smirnov K-S (Cid, 1990).

El supuesto de homocedasticidad está asociado al cumplimiento de varianzas constantes para distintos niveles de la variable explicativa, las perturbaciones tienen igual varianza.

La existencia de heterocedasticidad indica que los estimadores siguen siendo insesgados y consistentes, pero no poseen varianza mínima, dejando de ser eficientes para cualquier tamaño muestral y entregando como resultado intervalos de confianza amplios y pruebas de hipótesis menos poderosas, donde las pruebas de significancia de variables t y F , posiblemente produzcan resultados inexactos (Ross; 2001).

El mismo autor señala que mediante un gráfico de residuos estandarizados es posible comprobar este supuesto, donde los residuos cumplirán el supuesto de homocedasticidad si se disponen formando una banda horizontal centrada con respecto al valor cero, un patrón de comportamiento distinto hará sospechar de inmediato la existencia de heterocedasticidad

Para asumir que el análisis de varianza sea válido, los supuestos sobre los que se basa fueron comprobados. Los principales supuestos a considerar, según Montgomery (1991) son residuos normalmente distribuidos y varianzas homogéneas.

En el Apéndice 1, gráfico N°1 y 2, es posible apreciar que para cada variable se cumple el supuesto de normalidad y en el Apéndice 1, gráfico N°3 y 4, se puede apreciar el cumplimiento de homocedasticidad para cada variable.

V. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Supervivencia

La supervivencia se evaluó al cabo de 12 semanas de establecido el ensayo, siendo la especie *Escallonia illinita* C. Presl la especie que obtuvo el mayor porcentaje de supervivencia, con un 97,2% a pleno sol y un 86% a la sombra, a diferencia de *Proustia cuneifolia* D. Don, que solo alcanzó un 77% a pleno sol y un 57% a la sombra.

Cuadro N°2: Porcentaje promedio de supervivencia según especie y tratamiento.

Sombreado/Especie	% de supervivencia de <i>Escallonia illinita</i> C. Presl	% de supervivencia de <i>Proustia cuneifolia</i> D. Don
Con sombra	86	57
Sin sombra	97	77

Los cálculos de análisis de varianza, para la variable porcentaje de supervivencia entre los factores tratamiento, especie, bloque y la interacción, con un nivel de significancia de 95%, se presentan en el apéndice 2, cuadro N°6.

Para el factor tratamiento, se obtuvo un valor p de 0,0056, por lo que se rechaza H_0 , lo que indica que hay suficiente evidencia estadística para aceptar que el porcentaje de supervivencia de las plantas, se vio influenciado por el tratamiento aplicado.

Con respecto al factor especie, se obtuvo un valor p de 0,0011, por lo que se rechazó H_0 , lo que indica que existe evidencia significativa, para aceptar que el porcentaje de supervivencia fue distinto para cada especie.

Cuadro N°3: Resultados obtenidos de la Prueba de Newman - Keuls para la variable porcentaje de sobrevivencia.

Tratamiento	Media	Agrupación de Newman - Keuls
Con sombra	71,4	b
Sin sombra	87,1	a
Especie		
<i>Escallonia illinita</i> C. Presl	91,5	a
<i>Proustia cuneifolia</i> D. Don	67,0	b
Bloque		
1	82,0	a
2	71,5	a
3	85,8	a
4	78,5	a
5	78,5	a

Valores medios representados por letras distintas en la columna, denotan entre ellos diferencia a un nivel de confianza del 95%.

Según la Prueba comparación de medias de Newman – Keuls, se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, existiendo un porcentaje promedio de sobrevivencia de 87,1% en las plantas que crecieron a pleno sol, en comparación con aquellas que crecieron bajo sombra, cuyo porcentaje promedio de sobrevivencia fue de 71,4%. Con respecto a las especies estudiadas, también se encontraron diferencias significativas *Escallonia illinita* C. Presl, presentó porcentajes promedios de sobrevivencia de 91,5%, contra *Proustia cuneifolia* D. Don, que solo alcanzó un 67%.

5.2 Altura

5.2.1 Análisis de varianza no paramétrico.

Los cálculos de análisis de varianza no paramétrico, utilizando el test de Kruskal-Wallis, para la variable altura entre los factores tratamiento, especie, bloque y la interacción, con un nivel de significancia de 95%, se presentan en el apéndice 2, cuadro N°7.

Para el factor tratamiento, se obtuvo un valor p de 0,0000988351, por lo que se rechaza H_0 , lo que indica que hay suficiente evidencia estadística para aceptar que el crecimiento en altura es influenciado por el factor tratamiento.

En lo que se refiere al factor especie, se obtuvo un valor p de 0,00000376702, por lo que se rechazó H_0 , lo que indica que existe evidencia estadística, para aceptar que el factor especie afectó significativamente la respuesta en altura.

Con respecto al bloque se obtuvo un valor p de 0,624417, por lo que se aceptó H_0 , por lo que se puede concluir que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que el bloque influyó en el crecimiento en Altura de las especies.

Cuadro N°4: Resultados obtenidos de la Prueba de Newman - Keuls para la variable Altura (cm).

Tratamiento	Media	Agrupación de Newman - Keuls
Con sombra	14,8	b
Sin sombra	21,6	a
Especie		
<i>Escallonia illinita</i> C. Presl	22,1	a
<i>Proustia cuneifolia</i> D.Don	13,7	b
Bloque		
1	18,1	a
2	17,1	a
3	19,2	a
4	20,1	a
5	17,9	a

Valores medios representados por letras distintas en la columna, denotan entre ellos diferencia a un nivel de confianza del 95%.

Según los resultados entregados en el cuadro N°4, se observa que para el tratamiento aplicado existen diferencias significativas, presentándose las mayores alturas en las plantas que crecieron a pleno sol, existiendo diferencias en el promedio de altura de hasta 6,8 cm. En lo que respecta a las especies también se encontraron diferencias significativas, con alturas promedios de 22,1 cm. para la especie *Escallonia illinita* C. Presl, en comparación con *Proustia cuneifolia* D.Don, que alcanzó alturas promedios de 13,7 cm.

5.3 Diámetro a la altura de cuello (DAC)

5.3.1 Análisis de covarianza

Los cálculos de análisis de covarianza para la variable DAC (Diámetro a la altura de Cuello) entre los factores tratamiento, especie, bloque y la interacción, con un nivel de significancia de 95%, se presentan en el apéndice 2, cuadro N°8.

Según lo observado en el cuadro N°8, para la interacción se obtuvieron valores p mayores a 0,05, por lo que no se rechaza H_0 , lo que indica que no hay suficiente evidencia estadística para aceptar la existencia de interacción entre el tratamiento, especie y bloque.

Dado que la interacción resulta no significativa entre el tratamiento, especie y bloque, las conclusiones serán independientes; por lo tanto, se procede al análisis de los efectos principales.

Para el tratamiento, se obtuvo un valor p de 0,0000, por lo que se rechazó H_0 , lo que indica que hay suficiente evidencia estadística para aceptar que el crecimiento en el diámetro a la altura de cuello (DAC), es diferente en ambos tratamientos (Plantas con sombra y Plantas sin sombra).

En cuanto al factor especie, se obtuvo un valor p de 0,0459, por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para aceptar que el crecimiento en diámetro a la altura de cuello (DAC), es diferente para ambas especies.

Cuadro N°5: Resultados obtenidos de la Prueba de Newman - Keuls para la variable DAC (mm)

Tratamiento	Media	Agrupación de Newman - Keuls
Con sombra	2,9	b
Sin sombra	3,6	a
Especie		
<i>Escallonia illinita</i> C. Presl	3,4	a
<i>Proustia cuneifolia</i> D.Don	3,1	b
Bloque		
1	3,0	a
2	2,8	a
3	3,6	a
4	3,5	a
5	3,2	a

Valores medios representados por letras distintas en la columna, denotan entre ellos diferencia a un nivel de confianza del 95%.

De acuerdo al Cuadro N°5, en el tratamiento aplicado se encontraron diferencias significativas, de hasta 0,8 mm en plantas que crecieron a pleno sol, en comparación con aquellas que crecieron bajo sombra. Entre especies también se encontraron diferencias en el crecimiento en DAC, *Escallonia illinita* C. Presl, alcanzó un crecimiento promedio en DAC de 3,4 mm, en comparación con *Proustia cuneifolia* D.Don, que solo alcanzó un crecimiento promedio en DAC de 3,1 mm.

VI. CONCLUSIONES

El ensayo, de viverización de dos especies nativas, recuperadoras de suelos degradados, permite concluir, en base a los objetivos planteados, lo siguiente:

Al comparar el porcentaje de sobrevivencia en respuesta al sombreado, se puede concluir que la especie *Escallonia illinita* C. Presl, obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia, con un 97% a pleno sol y un 86% a la sombra, en comparación a la especie *Proustia cuneifolia* D.Don, que solo alcanzó un 77% y 57% respectivamente.

El crecimiento en altura, resultó ser significativamente superior en las plantas que crecieron a pleno sol, encontrándose alturas promedio de 21,6 cm, en comparación con aquellas plantas que crecieron bajo sombra, cuya altura promedio solo alcanzó los 14,8 cm. Con respecto a las especies estudiadas *Escallonia illinita* C. Presl, bajo las condiciones ensayadas, presentó una altura promedio de 22,1 cm v/s 13,7 cm para la especie *Proustia cuneifolia* D.Don.

Para la variable Diámetro a la Altura de Cuello (DAC), se observó la misma tendencia, alcanzando las plantas no sombreadas un DAC de 3,6 mm, contra 2,9 mm en las plantas sombreadas. En cuanto a las especies, *Escallonia illinita* C. Presl, presentó un crecimiento en DAC, mayor 3,4 mm en comparación a *Proustia cuneifolia* D.Don., que alcanzó un DAC promedio de 3,1 mm.

VII. BIBLIOGRAFIA

Benedetti, S.; Perret, S. 1995. Manual de Forestación: zonas áridas y semiáridas. Santiago, Chile. Instituto Nacional Forestal. 135 p (manual n°21).

Cid, L. 1990. Inferencia estadística. Concepción Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias, Departamento de Matemáticas. 319 p.

Daubenmire, R. 1988. Ecología vegetal: tratado de autoecología de plantas. México. Limusa. México. 496 p.

Donoso, C. 1978. Familia Escalloniaceas. *In*: Dendrología: árboles y arbustos chilenos. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. p 70-71.

Donoso, C. 1981. Ecología forestal. El bosque y su medioambiente. México. Editorial Limusa. 496 p.

Foucard, J. 1997. Viveros: De la producción a la plantación. España. Editorial Mundi-Prensa. 439 p.

García, J. 1999. La erosión hídrica: mecanismos y modelos. Curso: Evaluación y Control la Erosión. 49 p.

Grau, P. 2003. Manual de plantación y manejo del castaño frutal. Chillan, Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria. 88 p. (Boletín INIA, N° 106).

Grime, J.P. 1979. Estrategias de adaptación de las plantas. México. Editorial Limusa. 291 p.

Mintegui, J.; López, F. 1990. La ordenación agrohidrológica en la planificación del gobierno Vasco. España. Vitoria Gasteiz. 306 p.

Montgomery, D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. México. Editorial Iberoamérica. 589 p.

Muñoz, A. 1986. Manual para la producción de plantas de eucalipto en maceta. Santiago, Chile. CONAF-FAO. p 11-12. (Documento de trabajo n°2).

Navarro, R.; Peman, J. 1997. Apuntes de producción de planta forestal. 1ª. Ed. Córdoba, España. Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba. 267 p.

Ottone, J. 1993. Árboles forestales: prácticas de cultivo. Buenos Aires, Argentina. Editorial Agro Vet. 571 p.

Peñuelas, J.; Ocaña, L. 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedor. 1ª. Madrid, España. Mundi-Prensa. 190 p.

Pizarro, R; Tapia, C; Flores, P; Martínez, E. 2005. Elementos de Ingeniería Hidrológica para el mejoramiento de la productividad silvícola. Talca, Chile. Universidad de Talca. 178 p.

Riedemann, P; Aldunate, G. 2001. Flora nativa de valor ornamental, identificación y propagación: Chile zona centro. Santiago, Chile. Editorial Andrés Bello. 566 p.

Rodríguez, J. 1992. Manual de fertilización. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 362 p.

Ross, S. 2001. Probabilidad y estadística para ingenieros. Trad. M. Hano. 2ª ed. México. McGraw-Hill Interamericana, S. A. 585 p.

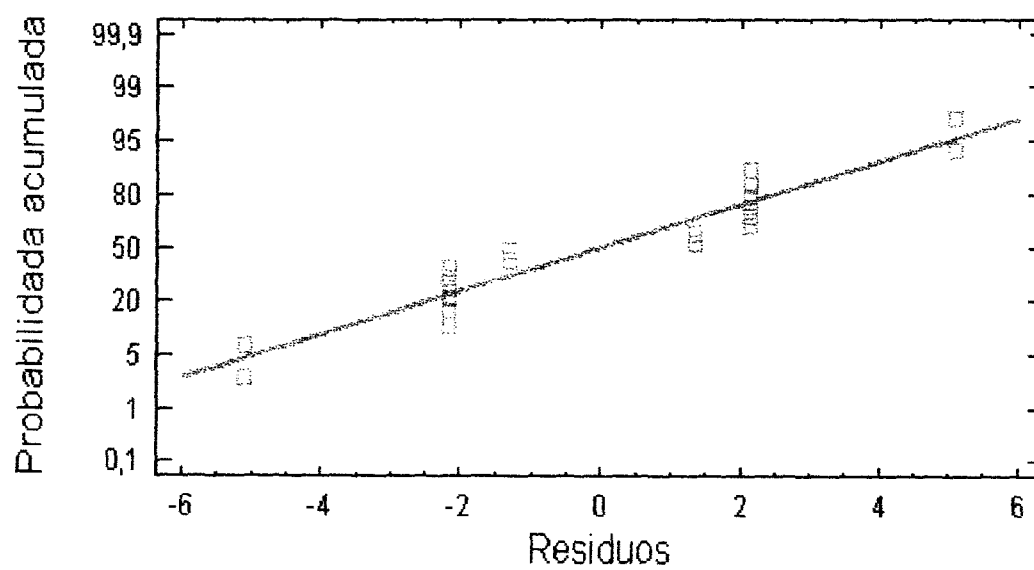
Salisbury, F; Ross, C. 1992. Fisiología vegetal. México. Editorial Iberoamericana. 759 p.

Solari, R. 2002. Viverización de palma chilena (*Jubaea chilensis* (Mol).Baillon) bajo diferentes tratamientos de intensidad de luz, sustratos y fertilización. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile. P. 25-26.

Suárez, F. 1980. Conservación de suelos. 3ra Ed. San José, Costa Rica. Instituto de Ciencias Agrarias. Editorial IICA. 312 p.

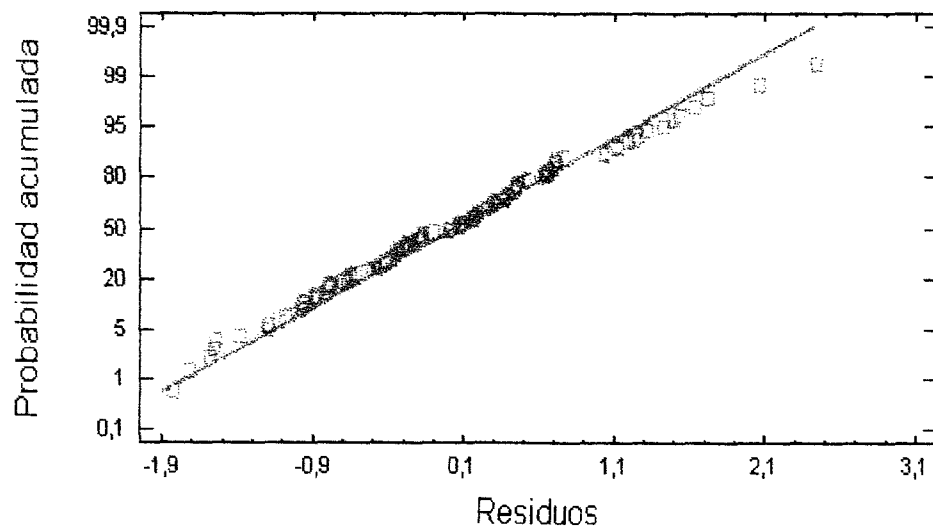
APÉNDICE 1

Gráfico 1: Normalidad de los residuos para la variable porcentaje de supervivencia



Valor - p = 0,567679 (K-S)

Gráfico 2: Normalidad de los residuos para la variable Diámetro a al altura de cuello DAC (mm)



Valor – p = 0,902134 (K-S)

Gráfico3: Homocedasticidad, variable porcentaje de sobrevivencia,

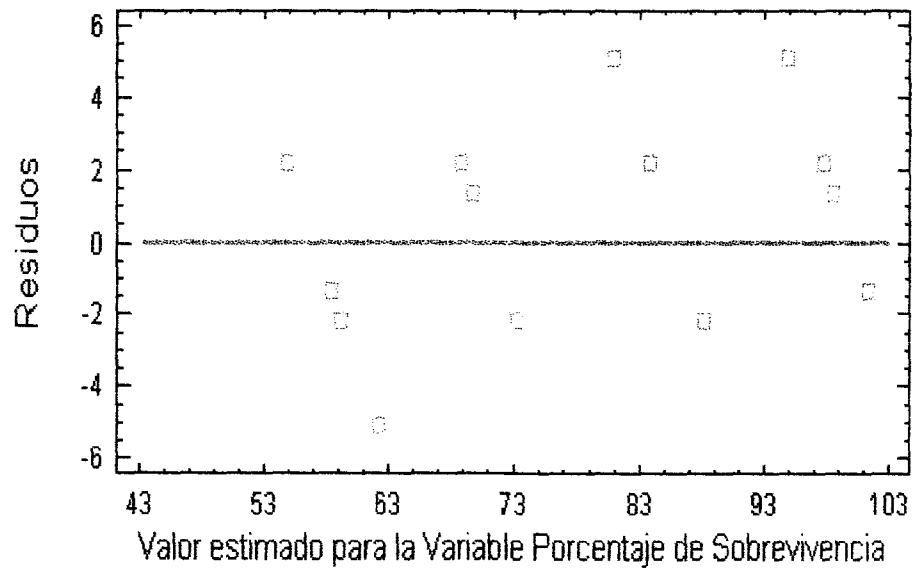
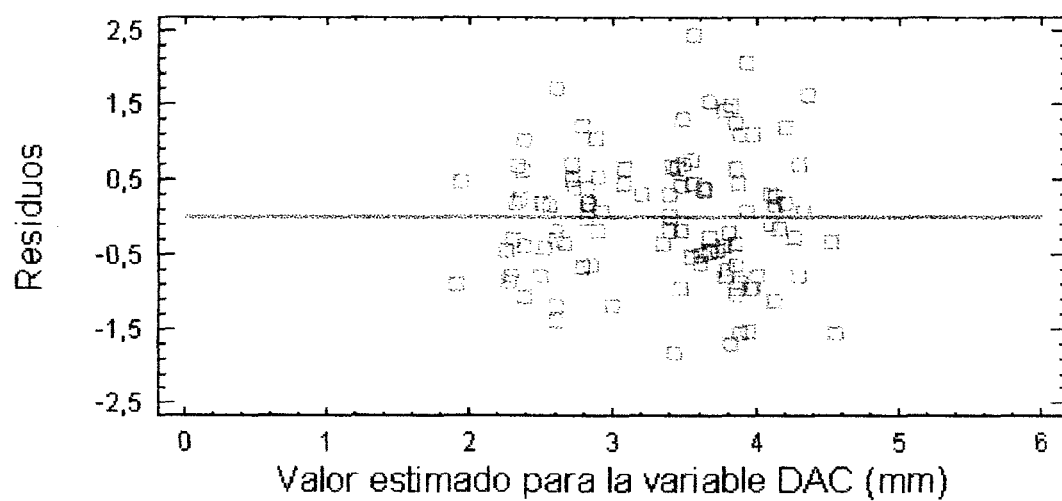


Gráfico 4: Homocedasticidad, variable (DAC)



APÉNDICE 2.

2.1. Variable Porcentaje de Supervivencia

Cuadro N°6: Análisis de varianza para la variable porcentaje de Supervivencia.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculado	Valor <i>p</i>
Efectos principales					
A: Bloque	444,0	4	111,0	2,66	0,1830
B: Especie	3001,25	1	3001,25	71,97	0,0011
C: Tratamiento	1232,45	1	1232,45	29,56	0,0056
Interacciones					
AB	1195,0	4	298,75	7,16	0,0413
AC	245,8	4	61,45	1,47	0,3582
BC	92,45	1	92,45	2,22	0,2107
Error	166,8	4	41,7		
Total	6377,75	19			

2.2. Variable altura

Cuadro N°7: Análisis de covarianza para la variable Altura.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculado	Valor p
Covarianza Altura inicial	380,309	1	380,309	6,58	0,0119
Efectos principales					
A: Bloque	161,654	4	40,4136	0,70	0,5943
B: Especie	659,229	1	659,229	11,41	0,0011
C: Tratamiento	125713	1	1257,13	21,76	0,0000
Interacciones					
AB	335,207	4	83,8017	1,45	0,2239
AC	117,207	4	29,495	0,51	0,7281
BC	42,9518	1	42,9518	0,74	0,3908
ABC	1,70795	4	0,426986	0,50	0,7335
Error	77,224	91	0,848615		
Total	128,217	111			

Cuadro N°8: Test Kruskal-Wallis para la variable Altura.

Efectos principales	Valor p
A: Bloque	0,624417
B: Especie	0,00000376702
C: Tratamiento	0,0000988351

2.3. Variable diámetro a la altura de cuello (DAC).

Cuadro N°9: Análisis de covarianza para la variable DAC (Diámetro a la altura de cuello).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F calculado	Valor p
Covarianza DAC inicial	2,49506	1	2,49506	2,94	0,0898
Efectos principales					
A: Bloque	10,304	4	2,57601	3,04	0,0213
B: Especie	3,47529	1	3,47529	4,10	0,0459
C: Tratamiento	15,6646	1	15,6646	18,46	0,0000
Interacciones					
AB	5,37168	4	1,34292	1,58	0,1857
AC	3,56538	4	0,891345	1,05	0,3858
BC	0,0131501	1	0,0131501	0,02	0,9012
ABC	1,70795	4	0,426986	0,50	0,7335
Error	77,224	91	0,848615		
Total	128,217	111			

APÉNDICE 3.

3.1. Porcentaje de Supervivencia.

Al finalizar el ensayo se registró el porcentaje de supervivencia, cada una de las especies estudiadas, estas mediciones fueron tomadas tres meses después de la medición inicial.

CUADRO N°10: Porcentajes promedios de supervivencia por bloque, Tratamiento y especie.

Bloque	% E1/T1	% E1/T2	%E2/T1	%E2/T2
1	100	100	57	71,43
2	86	100	43	57
3	86	100	57	100
4	86	100	57	71,43
5	71	86	71	86

E1: Especie *Escallonia illinita* C. Presl.

E2: Especie *Proustia cuneifolia* D. Don

T1: Con sombra

T2: Sin sombra