



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

**COMPORTAMIENTO DE LA REGENERACIÓN DE CUATRO ESPECIES DEL
BOSQUE ESCLERÓFILO EN UN ÁREA QUEMADA**

MANUEL ANTONIO NAVARRETE FERNÁNDEZ

**Tesis para optar al grado de:
INGENIERO FORESTAL**

PROFESOR GUÍA: MARISOL MUÑOZ V .

TALCA – CHILE

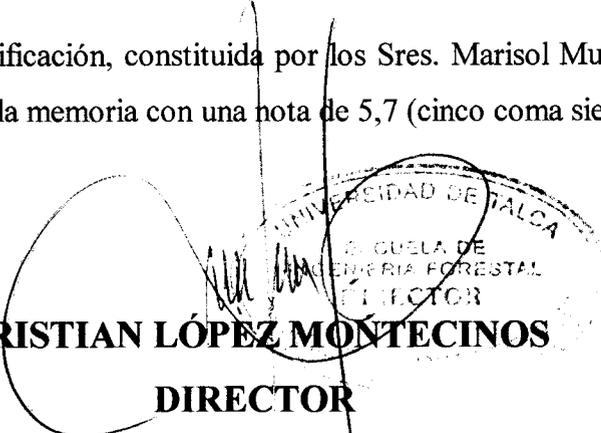
2002



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

El alumno Sr. Manuel Antonio Navarrete Fernández, ha realizado la memoria: “Comportamiento de la regeneración de cuatro especies del bosque esclerófilo en un área quemada”, como uno de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal. El profesor guía es la profesora Srta. Marisol Muñoz Villagra.

La comisión de calificación, constituida por los Sres. Marisol Muñoz Villagra e Iván Chacón Contreras, evaluó la memoria con una nota de 5,7 (cinco coma siete).


CRISTIAN LÓPEZ MONTECINOS
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

Talca, agosto de 2002

Dedicada a mi Esposa M^a Magdalena, que siempre ha estado para darme su fuerza y no dejarme renunciar nunca a mis Sueños es por eso que la Amo con todo My Corazón.

A mis padres que siempre han querido lo mejor para todos sus hijos.

A mis hermanos y en especial a la "Tía Leo".

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que dedicaron parte de su tiempo y conocimiento para la realización de este estudio, especialmente a mi profesora guía, Srta. **Marisol Muñoz Villagra** por su dedicación, apoyo y disponibilidad absoluta.

A la empresa Forestal Mininco S.A. que posibilitó la realización de esta memoria especialmente al Técnico Luis Núñez.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. <i>Objetivo general</i>	3
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. <i>Antecedentes generales</i>	4
3.2. <i>Antecedentes generales de las especies</i>	6
3.2.1. <i>Lithrea caustica</i> (Mol.) H. et A (Litre).....	6
3.2.2. <i>Peumus boldus</i> Mol. (Boldo).....	7
3.2.3. <i>Kageneckia oblonga</i> R. et Pav. (Bollén).....	7
3.2.4. <i>Quillaja saponaria</i> Mol. (Quillay).....	8
3.3. <i>Aspectos del fuego sobre el Bosque esclerófilo</i>	8
3.3.1. <i>Regeneración por monte bajo</i>	9
3.3.2. <i>Tipos de rebrotes</i>	10
3.4. <i>Características del área en estudio</i>	11
3.4.1. <i>Suelo</i>	11
3.4.2. <i>Clima</i>	11
4. MATERIALES Y MÉTODO.....	13
4.1. <i>Ubicación del área de estudio</i>	13
4.2. <i>Instalación del estudio</i>	13
4.2.1. <i>Instalación de la plantación</i>	14
4.2.2. <i>Rebrote natural</i>	15

4.3. <i>Diseño experimental</i>	16
4.3.1. Diseño para plantación.....	16
4.3.2. Diseño rebrotación.....	16
4.3.3. Selección en la plantación.....	17
4.3.4. Selección en rebrote natural.....	18
4.4. <i>Variables</i>	18
4.4.1. Variables para la plantación.....	18
4.4.2. Variables para el rebrote natural.....	19
4.5. <i>Evaluación de los datos</i>	19
5. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	20
5.1. <i>Plantación</i>	20
5.1.1. Supervivencia.....	20
5.1.2. Incremento en altura para la plantación.....	22
5.1.3. Incremento en diámetro a la altura del cuello (DAC).....	23
5.2. <i>Rebrotos post-incendio</i>	25
5.2.1. Incremento en altura para el rebrote.....	25
5.2.2. Incremento en diámetro.....	28
5.2.3. Número de rebrotos o vigor.....	31
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
6.1. <i>Plantación</i>	33
6.1.1. Supervivencia.....	33
6.1.2. Incremento en altura.....	34
6.1.3. Incremento en diámetro.....	35
6.2. <i>Rebrote post-incendio</i>	35
6.2.1. Incremento en altura para los rebrotos.....	35
6.2.2. Incremento en diámetro para los rebrotos.....	36
6.2.3. Número de rebrotos.....	37

7. CONCLUSIONES.....	39
8. BIBLIOGRAFÍA.....	41
APÉNDICES.....	43
ANEXO.....	50

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en dos predios colindantes, uno de propiedad de la empresa “Forestal Mininco S.A.” y el otro de un particular, ubicados en la comuna de Penciahue, Provincia de Talca, VII región. Ambos fundos sufrieron un incendio en el mes de Febrero del 2000.

Durante la temporada agosto - marzo de los años 2000-2001, se estudió el desarrollo de una plantación de especies del bosque esclerófilo como *Lithrea caustica*, *Kagenequia oblonga*, *Peumus boldus* y *Quillaja saponaria*. Y además se comparó la capacidad y calidad de la rebrotación en las siguientes especies *Lithrea caustica*, *Kagenequia oblonga* y *Peumus boldus*.

La primera fase consistió en evaluar la sobrevivencia y desarrollo de especies plantadas en el Fundo Los Zorros, y la segunda en comparar la capacidad y calidad de la rebrotación obtenida para las especies en estudio, en ambos predios. Esto permitió entregar antecedentes sobre el manejo regenerativo post-incendio, bajo dos formas diferentes de manejo del material quemado (Sector A sin manejo, Sector B con manejo).

En el caso de la plantación las especies que alcanzaron los mejores resultados fueron el *Quillaja saponaria* con un 75% de sobrevivencia, y de 19,3 cm de incremento en altura y el mejor resultado de incremento diamétrico fue para *Lithrea caustica* con 0,20 cm.

Para la rebrotación las especies *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*, fueron significativamente superiores. Ambas lograron los mejores valores tanto en la variable incremento en altura como diámetro a la altura del cuello, en el sector B con 85,9 cm, 0,87 cm y 77,5 cm, 0,81 cm respectivamente.

El número promedio de rebrotes por tocón en el Sector A, alcanzó los 23 rebrotes por tocón y sólo 12 rebrotes en el Sector B.

SUMMARY

This survey was carried out in two neighboring areas located in Penciahue, Talca, Seventh region. The first field belongs to “ Forestal Mininco S.A.” and the second one to a private owner. Both properties were on fire February, 2000.

From August 2000 to March 2001 the development of species plantation from the sclerophilo forest was studied some of these species are *Lithrea caustica*, *Kagenequia oblonga*, *Peumus boldus* and *Quillaja saponaria*. In species such as *Lithrea caustica*, *Kagenequia oblonga* and *Peumus boldus* the capacity and quality of new shoots were compared as well.

The first phase consisted in evaluating the survival and development of species planted in the farm Los Zorros, and the second in comparing the capacity and quality of the new shoots obtained from the species analyzed in both field. This provided some information about post-fire regenerative management by using two different ways of studying the burnt material (Sector A without managing , B Sector with managing).

In the case of the plantation, the species which got the best results were the *Quillaja saponaria* with a 75% of survival, and a high increase of 19.3cm in height and the best result of diameter increase was for *Lithrea caustica* with 0.20 cm.

The results obtained for new shoots for *Lithrea caustica* and *Peumus boldus*, were considerably higher. They both achieving the best values increase in height as well diameter increase variable at a height of the level of the neck, in the sector B with 85,9 cm, 0,87 cm and 77,5 cm, 0,81 cm respectively.

The average of new shoots for stump in the Sector A, reached 23 new shoots for stump and only 12 in the B. Sector.

1. INTRODUCCIÓN.

El tipo forestal esclerófilo agrupa a diferentes tipos de comunidades forestales propias de la región mediterránea de Chile, denominada Zona Mesomórfica. La característica común de estas comunidades es la presencia dominante de especies esclerófilas o de hojas duras, que poseen dimensiones tales que permiten calificarlas como arbustivas o arborescentes.

Los incendios forestales han sido una de las principales causas de alteración de los bosques de Chile y el mundo, el descuido humano suele ser un factor determinante en los incendios, colillas de cigarrillo y fogatas mal apagadas, fallas en el tendido eléctrico y quemaduras descontroladas causan estas graves pérdidas al ecosistema y al hábitat de muchos seres vivos, rompiéndoles el equilibrio y causando su posterior muerte. Además la tierra se erosiona y el terreno puede volverse desértico.

La distribución natural del bosque esclerófilo se ubica en zonas donde se concentra la mayor actividad humana. Esta coincidencia espacial de los bosques esclerófilos con los asentamientos humanos crea áreas de alto riesgo de incendio.

Los bosques del tipo forestal esclerófilo se queman en forma rápida, probablemente debido a los contenidos de sus compuestos químicos, por lo que arde explosivamente.

Muchas de las especies latifoliadas y algunas coníferas poseen la habilidad de regenerarse vegetativamente a partir de rebrotes provenientes de la raíz u otro órgano de las plantas, lo que en terminología forestal se denomina monte bajo. Es así, como sólo algunas de estas especies presentan la capacidad de rebrotar durante varias intervenciones. Esta capacidad para rebrotar ha permitido la conservación de la vegetación leñosa en muchos sectores del país, que han sido afectados por explotaciones, incendios y otras causas destructivas, que eliminan un rodal antes que los individuos de la especie tengan edad para producir semillas.

La vegetación predominante en Chile Central se caracteriza por ser arbustos y árboles esclerófilos siempreverdes, con especies herbáceas anuales y perennes como componentes adicionales del matorral (Specht 1969, Di Castri 1973; citados por Araya, y Avila, 1981).

El impacto del fuego en la capacidad regenerativa que presentan distintas especies afectadas por incendios, ha sido motivo de diversas investigaciones. El presente estudio se realizó en dos predios, “ Los Zorros” y “Capellanía Chica”, ubicados al poniente de la ciudad de Talca, sector de Pencahue, los cuales sufrieron un incendio forestal en febrero del 2000. El siniestro cubrió una superficie de 2,42 ha, en la cual se estudió el comportamiento regenerativo post-incendio de las especies *Lithrea caustica* (Litre), *Peumus boldus* (Boldo), *Kageneckia oblonga* (Bollén) y *Quillaja saponaria* (Quillay).

2. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general.

Aportar antecedentes sobre el manejo regenerativo post-incendio en cuatro especies del bosque esclerófilo de la VII región.

2.2 Objetivos específicos.

Comparar el vigor de la regeneración vegetativa que presentan *Lithrea caustica*, *Peumus boldus* y *Kageneckia oblonga*, bajo dos formas diferentes de manejo del material quemado.

Evaluar la capacidad de adaptación que presentan las especies *Lithrea caustica*, *Peumus boldus*, *Kageneckia oblonga* y *Quillaja saponaria*, plantadas en un sector que sufrió un incendio.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1. Antecedentes generales

La geografía de Chile recorre de norte a sur más de cuatro mil kilómetros, atravesando desde los 18° hasta los 55° de latitud sur, por casi todos los ambientes posibles. Esto explica la diversidad de bosques que existe en el país. Entre estas dos latitudes se presentan muchas situaciones geográficas, topográficas y climáticas diferentes y se desarrollan distintos tipos forestales, que se dividen en doce categorías (Donoso y Lara, 1996).

Bajo el nombre de tipo forestal esclerófilo se agrupan diferentes comunidades forestales propias de la región mediterránea de Chile (Pisano, 1954 citado por Donoso, 1995). La característica común de estas comunidades es la presencia dominante de especies de hojas duras o esclerófilas durifoliadas según Hueck, 1978 en (Donoso, 1995) entre las especies arbóreas dominantes de este tipo forestal se tiene: *Trevoa trinervis*, *Acacia caven*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Cryptocarya alba*, *Baccharis sp*, *Colliguaya odorifera*, *Lithrea caustica*, *Kageneckia oblonga*, *Peumus boldus*, *Quillaja saponaria* y muchas más.

La distribución del bosque esclerófilo se ubica en las terrazas marinas costeras con precipitación y humedad relativa alta, la cordillera de la costa, alcanzando los 800 y 1000m como alturas máximas, con incluso mayor humedad que las terrazas. En el área de la cordillera de la costa se ha visto muy afectado por las plantaciones de *Pinus radiata*. Otra subárea es la precordillera andina, las condiciones de esta área son de mayor sequía y temperatura que la de la costa, con igual latitud y altitud, con similar vegetación. Y la cuarta subárea es la depresión central con vegetación más escasa encontrando rodales esclerofilos mixtos originales más o menos arborescentes (Donoso, 1995).

La superficie nacional de bosques nativos según tipo forestal, se describe en el Cuadro N° 1, siendo el bosque esclerófilo representado con sólo 2,6% del total.

Cuadro N° 1
Superficie según Tipo Forestal

Tipo Forestal	Superficie	Porcentaje (%)
Siempreverde	4.148.904,8	30,9
Lenga	3.391.551,8	25,3
Coihue de Magallanes	1.793.097,5	13,4
Roble - Raulí - Coihue	1.460.531,0	10,9
Ciprés de las Guaitecas	970.326,0	7,2
Coihue - Raulí - Tepa	563.519,1	4,2
Esclerófilo	345.088,9	2,6
Alerce	263.191,8	2,0
Araucaria	261.073,1	1,9
Roble - Hualo	188.322,7	1,4
Ciprés de la Cordillera	44.996,2	0,3
Total	13.430.602,8	100,0

Fuente: Conaf, 2001.

Nota: El tipo forestal Palma Chilena no aparece en esta estadística ya que el pequeño tamaño de los rodales que lo constituyen no permitió su cartografía y un porcentaje representativo.

La región de clima mediterráneo que se caracteriza por tener veranos secos y cálidos e inviernos húmedos y fríos, tiene un promedio de precipitaciones de 200 y 800 mm anualmente (Dirección Meteorológica de Chile, 2001).

El bosque esclerófilo o región del matorral se presenta en la zona central desde 30°50' latitud sur (sur del Río Limarí) a 36°30' latitud sur (Río Itata) (Gajardo, 1980 y 1990; citado por Donoso, 1995) con paisajes complejos por la intensa alteración de las comunidades vegetales. Es fisionómicamente un bosque que se encuentra muy intervenido,

mostrando la presencia de diferentes estados regenerativos, tanto que son excepcionales las muestras de la vegetación original, las formas de vida vegetal son muy variadas.

Predominan los arbustos y árboles de hojas esclerófilas o duras (especialmente adaptadas para resistir las épocas de sequía), pero también se encuentran arbustos adaptados a condiciones xerófitas y suculentos, arbustos y árboles espinosos.

La geomorfología de la región es abrupta debido a su juventud y está muy influenciada por el clima, en el sentido que hay un claro efecto de erosión y depositación, originados por el fuerte escurrimiento que arrastra material y que se debe a la vegetación abierta y a la precipitación concentrada en invierno, propia del clima mediterráneo (Miller *et al.*, 1977; citado por Donoso, 1995) Además la formación de los suelos de la costa está sobre rocas metamórficas y graníticas (Thrower y Bradbury, 1973; citado por Donoso, 1995).

3.2 Antecedentes generales de las especies.

3.2.1 *Lithrea caustica* (Mol.) H. et A (Litre). Árbol dioico que alcanza alturas de 2 a 6 m y diámetros que no superan los 0,5 m, copa esférica, tronco tortuoso y ramificado desde la misma base. Posee hojas perennes abundantes, simples muy coriáceas y con nervios muy nítidos amarillentos, el fruto es una drupa seca, aplanada, de color gris verdosa claro con cubierta quebradiza (Donoso, 1978).

Especie endémica de Chile que se encuentra distribuida desde la provincia de Limarí (IV Región) hasta la provincia de Malleco (IX Región), especialmente a lo largo de la Cordillera de la Costa y precordillera de los Andes.

Esta planta es muy conocida porque el contacto con sus hojas y especialmente los brotes nuevos, expelen una sustancia volátil, la cual provoca a ciertas personas inflamaciones a la piel (Hoffmann, 1998).

La madera de Litre es usada en la fabricación de mazos y ruedas de carretas, quillas de botes debido a la dureza que esta presenta, también es utilizada en la confección de carbón por lo cual es muy apetecida esta madera (Hoffmann, 1997).

3.2.2 *Peumus boldus* Mol. (Boldo). También es un árbol dioico de hasta 20 m de altura y puede llegar a 1m de diámetro, de copa redondeada, tronco corto con corteza de color gris-parda, con ramas de tipo cilíndricas y hojas siempreverdes, muy coriáceas, de borde entero, gran cantidad de glándulas en la superficie y muy aromáticas. El fruto es una drupa carnosa y jugosa de gusto agradable, con estructura oval, 5 a 7 mm de largo y color amarillo verdoso cuando madura (Hoffmann, 1998).

Su distribución por el límite norte coincide con la del litre, provincia del Limarí (IV Región) hasta la provincia de Osorno (X Región) por el sur.

El uso que se le da con gran énfasis a esta especie radica en sus hojas que son aprovechadas para extraer de éstas un alcaloide usado en medicina, la boldina, además, la corteza es muy rica en taninos usados en las curtiembres, la madera también se usa en hacer carbón y leña, además, el fruto es comestible (Rodríguez *et al.*, 1983).

Esta especie crece en diversas condiciones, bien adaptado a lugares de poca humedad e incluso crece a menudo sobre suelos muy pedregosos. (Donoso, 1978).

3.2.3 *Kageneckia oblonga* R. et Pav. (Bollén). Árbol dioico, de hasta 15 m de altura. Con un tronco de hasta 0,4 m de diámetro, de ramas ascendentes, tortuosas. Hojas de tipo perennes y simples, el fruto es una cápsula estrellada de 5 secciones, de 2 a 3 cm de diámetro, leñosa, que contiene numerosas semillas aladas (Hoffmann, 1997).

El Bollén es una especie endémica de Chile que crece desde la provincia del Limarí (IV Región) hasta la de Bio Bio (VIII Región) por ambas cordilleras. (Donoso, 1978).

La importancia en su uso es en la recuperación de zonas erosionadas, también como su madera es muy dura, se emplea para la fabricación de instrumentos de labranza agrícola y como leña (Hoffmann, 1998).

3.2.4 *Quillaja saponaria* Mol. (Quillay). Especie poligamo-monoica o hermafrodita, siempreverde, de hasta 15m o más de altura, cuyo tronco llega a 1m de diámetro (Rodríguez, *et al* 1983). Con corteza rica en saponina de hojas perennes, simples, alternas, coriáceas. El fruto es una cápsula formada por 5 folículos estrellados, las semillas son aladas que se diseminan con el viento (Hoffmann, 1997).

Al igual que las especies anteriores el quillay es endémica de Chile distribuyéndose desde la provincia de Limari (IV Región) hasta la de Bio Bio (VIII Región) ubicándose por ambas cordilleras e incluso en el valle central (Escobar, 1996).

El uso principal es la corteza, que es muy rica en saponina por lo que se le usa en espumantes de bebidas, revelados en laboratorios fotográficos, champú, dentríficos, jabón, etc., lo que ha significado que sea intensamente explotado. (Rodríguez, *et al* 1983).

3.3. Aspectos del fuego sobre el bosque esclerófilo.

El impacto del fuego en la capacidad regenerativa que presentan distintas especies afectadas por incendios, ha sido motivo de diversas investigaciones. Se han descrito diferentes estados de sucesión regenerativa o progresiva, reconociendo algunas especies como pirófitas e indicando las adaptaciones que les permiten sobrevivir y colonizar los espacios incendiados. (Avila, *et al* 1981).

Los incendios de vegetación natural y plantaciones en la zona Central de Chile, han alcanzado cifras significativas en los últimos años. Información entregada por (CONAF, 2002), señala que en la temporada 2000-2001 se registraron 327 incendios sólo en la

región del Maule, afectando 869,42 ha. de estos tipos de vegetación. Para la temporada 2001-2002 a la fecha (Abril) ya se registran 267 incendio, cubriendo una superficie de 2.900,69 ha., lo que significa una diferencia de 245,38 % más de superficie a igual período del año anterior.

Estudios realizados en la estrata arbustiva del matorral de Chile Central, señalan que la recuperación después de un fuego de verano, ocurre en la siguiente estación de crecimiento, ligado a las primeras lluvias, y generalmente se inicia por un rebrote a partir de la zona basal del arbusto. Este rebrote puede alcanzar en algunas especies valores de alrededor de 80% de recuperación del volumen perdido por quema (Araya y Avila, 1981,citado por Avila, *et al.* 1981).

La ecología del fuego puede definirse como el estudio de éste y sus efectos en el ambiente físico y las interrelaciones bióticas allí existentes. En la naturaleza, el fuego es una fuerza regenerativa y rejuvenecedora, sin cuya presencia las sucesiones vegetales y animales se retardarían, cubriéndose parte de la tierra de comunidades decadentes, senescentes y más vulnerables (Komarek 1963; citado por Altieri, y Rodríguez 1974).

3.3.1 Regeneración por monte bajo.

El término "Monte Bajo" se aplica a los brotes que se han regenerado a partir de los rebrotes de los tocones dejados por la explotación o quema anterior.

El método de monte bajo es el más simple de los sistemas de regeneración de bosques; éste depende de los vigorosos rebrotes que forman algunos tocones pequeños, ya que los tocones de gran tamaño y mayor edad rebrotan con menor intensidad y vigor (Daniel *et al.*,1982).

La denominación de monte bajo, se refiere a la regeneración derivada a partir de rebrotes vegetativos de yemas latentes o adventicios, de los tocones de árboles que han sido cortados, quemados o dañados en su estructura (Daniel *et al*, 1982).

La reproducción en monte bajo es más segura y más económica que la proveniente de semilla (Prado y Barros, 1991). En los estadios iniciales los rebrotes crecen más rápido y los tallos obtenidos son más rectos que los procedentes de ejemplares regenerados por semillas. La corta o quema de monte bajo tienen la ventaja de aumentar la densidad de los rebrotes sobre el tocón, lo que se traduce en una mayor cobertura del suelo y en un aumento de la producción leñosa por superficie.

3.3.2 Tipos de rebrotes.

Los rebrotes se diferencian unos de otros debido al origen de inserción que estos tienen en el tocón, o parte del fuste, que quedó después de una corta o incendio.

Los brotes que dan origen al bosque de monte bajo se originan de yemas latentes, situadas en la corteza del tocón o de yemas ubicadas en los lignotubérculos que presentan algunas especies. Cuando el tronco está creciendo, estas yemas están inhibidas por la acción de auxinas que produce el árbol. En cuanto éste es cortado o quemado, el flujo de auxinas cesa, activando las yemas latentes (Prado y Barros, 1991).

Según Prado y Barros (1991), existen tres tipos de brotes: los que se forman en la parte interna de la corteza, en la parte superior del tocón, llamados brotes Adventicios; los originados en el exterior, llamados Proventicios y los originados en los lignotubérculos.

Los brotes Proventicios o Epicórnicos son los que han demostrado ser los que mejor sobreviven y se desarrollan, alrededor del tocón en la parte externa de la corteza, conectados con el xilema primario y se mueven hacia fuera en la medida que el tallo crece

en radio cada temporada, especialmente cuando nacen en la sección del tocón y enfrenta de mejor forma los vientos dominantes (Vita, 1996).

Se denominan rebrotes adventicios aquellos que se desarrollan en tejidos claramente diferenciados, en la región del corte, sobre la zona meristemática del cambium. De origen exógeno, sin conexiones con los tejidos conductores del cambium del sistema vascular central (Vita, 1996), estos rebrotes, en general, se originan en yemas frágiles que tienden a caerse o desprenderse de la corteza por efecto del viento.

3.4 Características del área en estudio.

3.4.1 Suelo.

El sector en estudio se encuentra ubicado en la comuna de Penciahue, con suelo de formación coluvial, delgado, con cambios texturales graduales en profundidad y de baja productividad, aquí el material parental dominante es granito y la evolución de esta roca es la que ha dado origen a los suelos del área (CIREN-CORFO, 1985).

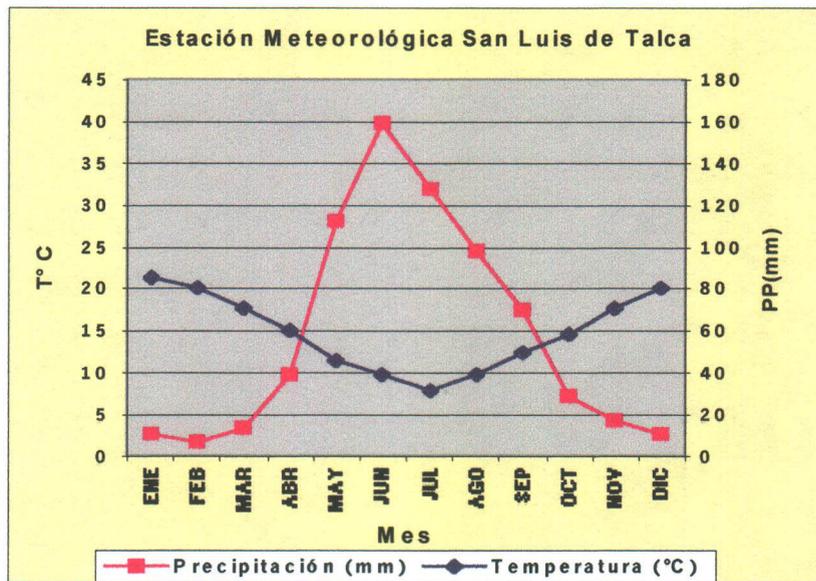
Estos suelos se caracterizan por presentar colores pardo rojizo, pardo rojizo oscuros y pardo amarillento, de textura franco gravosa a franco arcilloso gravosa, con distintos grados de pedregosidad y rocosidad en superficie y de texturas franco arcillosa a arcillosa, con distintos grados de pedregosidad con profundidad, descansando sobre el material generador con distintos grados de meteorización. De profundidad media a muy delgada, en general se clasifica en Clases IVe, IVs, IIIs, VIIe de Capacidad de uso (CIREN-CORFO, 1983).

3.4.2 Clima

La estación San Luis de Talca está ubicada en la latitud Sur 35° 26' y la longitud Oeste 71° 35' con una altitud de 122 m.s.n.m., cercana al lugar de estudio. Sus registros

abarcan un período de más de 20 años. De esta estación se obtuvieron los valores medios mensuales de precipitación y temperatura. El diagrama N° 1 se realizó con registros meteorológicos del año 1999-2000.

Diagrama N° 1
Diagrama ombrotérmico de Gausen



Fuente : Del Pozo y Del Canto, 2000

4. MATERIALES Y MÉTODO.

4.1. Ubicación del área de estudio.

El sector en estudio abarca dos predios; el fundo “Los Zorros” que pertenece al Sr. Claudio Tenreiro, cuya superficie siniestrada fue de 1,42 ha (en adelante sector A) y colindante a éste se encuentra otra superficie de 1,0 ha (en adelante se llamará sector B) que pertenece a la empresa FORESTAL MININCO S.A. Ambos predios están ubicados en el sector denominado Capellanía, situado a 23 km de Talca en dirección nor-poniente, con coordenadas UTM de 35° 25' y 71° 41'. Como sector de muestreo se eligió la parte superior del cerro que sufrió un incendio en el mes de febrero del año 2000.

Características del Área

Superficie Total Predio MININCO S.A. = 682 ha.

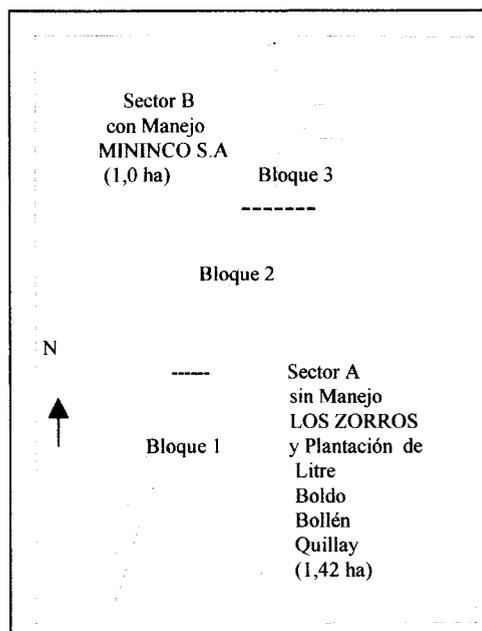
Superficie Total Predio Los Zorros. = 480 ha.

Altitud del Sector = 296 m.s.n.m.

4.2. Instalación del estudio.

El área quemada que pertenece a dos propietarios distintos, está dividida por un cerco, separando dos sectores, denominados A y B. Cada sector se dividió a su vez en tres bloques, con orientación de sur a norte, considerando diferencias de pendiente, entre los bloques. Ver plano de ubicación.

Plano de ubicación



4.2.1. Instalación de la plantación.

El terreno afectado por el siniestro tiene forma rectangular, de unos 600 m de largo y de ancho variable que va de 3 a 60 m, presentando diferentes condiciones locales de topografía, distribuidos de sur a norte. Por tal motivo, se decidió dividir esta área en tres bloques de 200 m de largo aproximadamente.

En Julio del 2000 se realizó un censo a toda la vegetación siniestrada que quedó en el fundo “Los Zorros”, analizando esto se decidió plantar 326 individuos de las diferentes especies ahí encontradas, las que se detallan a continuación: (ver Cuadro N° 2).

Cuadro N°2
Censo de especies en el sector quemado

ESPECIE		TOTAL DE PLANTAS	TOTAL ESPECIES REPLANTADAS	ORIGEN DE PLANTAS
N. común	N. científico	(Quemadas)		
Litre	<i>Lithrea Caustica</i>	332	154 (*)	Utal (1)
Bollén	<i>Kageneckia oblonga</i>	84	42 (*)	P. Antúnez (2)
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	69	60 (*)	P. Antúnez (2)
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	50	45 (*)	Utal (1)
Corontillo	<i>Escalonia pulverulenta</i>	10	5	P. Antúnez (2)
Chequén	<i>Myrceugenella chequen</i>	6	6	P. Antúnez (2)
Maquí	<i>Aristotelia chilensis</i>	4	4	P. Antúnez (2)
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	3	3	P. Antúnez (2)
Coligue	<i>Chusquea sp</i>	3	3	P. Antúnez (2)
Espino	<i>Acacia caven</i>	2	2	P. Antúnez (2)
Azara	<i>Azara sp</i>	2	2	P. Antúnez (2)
Total		565	326	

Para efecto del estudio sólo se analizaron las especies con (*)

- (1) Vivero de la Universidad de Talca (ubicado en el interior de la Universidad)
- (2) Vivero del Señor Patricio Antúnez (ubicado en camino al ex - vertedero de Talca).

La plantación se realizó los días 1 y 2 de septiembre del año 2000, haciendo hoyadura en forma individual para cada planta. Esta actividad sólo se realizó en el sector A.

4.2.2. Rebrote natural.

Ambos predios se encuentran separadas por un cerco tipo CH7, que corre de sur a norte. El manejo que recibió el sector B consistió en la corta y eliminación de todo el material quemado, dejando sólo los tocones de las diferentes especies ahí presentes, este trabajo se realizó entre los meses de mayo y junio del año 2000. En el sector A se optó por dejar todo el material sin hacer ningún tipo de intervención desde el momento que ocurrió el incendio.

4.3 Diseño experimental.

4.3.1 Diseño para plantación.

El diseño en bloques aleatorios genera el siguiente modelo, en que Y_{ijk} se descompone en:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + B_j + E*B_{ij} + e_{ijk}$$

Con: $i= 1,2,3,4$ Especies
 $j= 1,2,3$ Bloques
 $k= 1,2 \dots$ n-ésima Observación.

Donde:

Y_{ijk} : representa el valor observado de la i -ésima especie en el j -ésimo bloque.
 μ : es la media general.
 E_i : es el efecto de la i -ésima Especie.
 B_j : es el efecto del j -ésimo Bloque.
 $E*B_{ij}$: efecto de la interacción Especie y Bloque.
 e_{ijk} : efecto del residuo.

La hipótesis nula postula que no hay diferencia en la sobrevivencia, DAC e incremento en altura de las cuatro especies en estudio.

4.3.2 Diseño rebrotación.

El ensayo corresponde a un diseño Factorial. Por lo tanto, las observaciones pueden describirse mediante el siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + E_j + B_k + T*E_{ij} + T*B_{ik} + E*B_{jk} + T*E*B_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Con: $i= 1,2$ Tratamientos
 $j= 1,2,3$ Especies
 $k= 1,2,3$ Bloques
 $l= 1,2,\dots,n$ -ésima Obser.

Donde:

Y_{ijkl}	: representa el valor observado del i-ésimo Tratamiento de la j-ésima Especie y del k-ésimo Bloque.
μ	: es la media general.
T_i	: es el efecto del i-ésimo Tratamiento.
E_j	: es el efecto de la j-ésima Especie.
B_k	: es el efecto del k-ésimo Bloque.
$T * E_{ij}$: efecto de la interacción Tratamiento y Especie.
$T * B_{ik}$: efecto de la interacción Tratamiento y Bloque.
$E * B_{jk}$: efecto de la interacción Especie y Bloque.
$T * E * B_{ijk}$: efecto de la interacción Tratamiento, Especie y Bloque.
e_{ijkl}	: efecto del residuo.

La hipótesis nula postula que no hay diferencia en la capacidad de rebrotación de las tres especies en estudio, ni en el manejo.

Con la prueba F sólo se obtiene una respuesta global en cuanto a la significancia del conjunto de diferencias entre medias, con lo que es indispensable saber cuales tratamientos difieren significativamente entre sí. Para determinar lo anterior se han propuesto pruebas de comparación múltiples, como Tukey.

Para el procesamiento estadístico de toda la información se usó el Software STATGRAPHICS plus versión 1.4 para Windows.

4.3.3 Selección en la plantación.

La plantación realizada en el sector A se dividió en tres bloques distribuidos de sur a norte, seleccionando en forma aleatoria y en cada uno de éstos 10 litros, 9 bollenes, 8 quillayes y 8 boldos. Las variables analizadas son sobrevivencia, crecimiento en DAC y altura al final del período de evaluación. A cada individuo se le midieron las variables descritas en el punto 4.4.1.

4.3.4 Selección en rebrote natural.

Cada uno de los sectores A y B se dividió en tres bloques distribuidos de sur a norte. Se seleccionó en cada bloque 4 ejemplares de litre, 4 de bollén y 4 de boldo. En el sector B se midió 6 rebrotes epicórnicos, que fueron los primeros en aparecer por cada tocón que se dejó después de la corta realizada en el invierno 2000. En el sector A se midió 6 rebrotes de cada especie allí seleccionada, del tipo epicórnicos por cada uno de los fustes y troncos que quedaron. En estos bloques se analizó, el incremento en DAC y altura, después de 7 meses de crecimiento, describiendo las variables a medir en el punto 4.4.2.

4.4 Variables.

El periodo de evaluaciones y mediciones comenzó en el mes de Agosto 2000, para el rebrote natural y en septiembre para la plantación, haciendo mediciones una vez al mes y así completando hasta el mes de Marzo de 2001.

Con el propósito de registrar y comparar el comportamiento de los tratamientos se definieron variables de medición directa.

4.4.1 Variables para la plantación.

- a) Diámetro a la altura del cuello (DAC): Medido con pie de metro y se expresa el resultado en centímetros con precisión de 0,01 cm.
- b) Altura de la planta (H): Medido con una huincha la totalidad de las plantas seleccionadas, y se expresó en centímetros con precisión de 0,1 cm.
- c) Supervivencia de las especies que fueron plantadas, expresada en porcentaje (%). Además, al momento de plantar se contabilizó la cantidad de hojas de cada una de los individuos. Lo mismo se registró al momento de hacer la última medición.

4.4.2 Variables para el rebrote natural.

Haciendo mediciones a los brotes epicórnicos de similar forma tanto en el sector A y B.

- a) Diámetro a la altura del cuello (DAC): Medido cada brote con pie de metro y se expresa el resultado en centímetros con precisión de 0,01 cm. (a los 6 primeros brotes).
- b) Altura del rebrote (H): Medido con una huincha y se expresó en centímetros con precisión de 0,1 cm. (a los 6 primeros brotes).
- c) Número de rebrotes (NR): Mediante un conteo simple realizado al final del período de medición, se determinó la cantidad de rebrotes totales producidos en el tocón, en el sector con manejo y sin manejo.

4.5. Evaluación de los datos.

En el análisis de los resultados se procesaron los datos obtenidos, cuantificando el vigor de las plantas y sobrevivencia mediante estadígrafos descriptivos de tendencia central. Previo al análisis de varianza, se procedió a comprobar los supuestos que éste posee. Se supone que las muestras se seleccionan aleatoriamente de las p poblaciones en forma independiente. Se supone también que las poblaciones son normales con la misma varianza σ^2 y medias $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p$ (Mendenhall, 1982).

Previo al análisis de varianza los datos de la variable sobrevivencia por especie expresada en porcentaje (%), fueron transformados a grados utilizando la fórmula de Bliss:

$$Y = \text{Arcosen } \sqrt{(X/100)}$$

Donde : Y = Valor transformado

X = Valor en porcentaje.

La transformación se justifica debido a que los datos basados en conteos expresados como porcentaje o proporción muestral, deben someterse a la transformación angular o arcoseno, para que tengan una representación normal (Little y Jackson, 1976).

5. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

En esta sección se presentan los valores obtenidos de la información medida, la que fue calculada de la forma descrita en la metodología, con un breve comentario de ellas, y siguiendo con un análisis más profundo en el capítulo 6.

5.1- *Plantación.*

5.1.1 *Sobrevivencia.*

La plantación de éstas especies sólo se realizó en el sector A, el que para una mejor evaluación de los datos se dividió en tres bloques de acuerdo a su topografía local, (ver plano en pag. 14). El bloque 2 fue el que dio los mejores resultados de sobrevivencia para las cuatro especies, le siguió el bloque 1, mientras que el bloque con menor porcentaje de sobrevivencia correspondió al tercero, probablemente debido a su condición de mayor pedregosidad, por lo que la retención de humedad por parte del suelo disminuye considerablemente la sobrevivencia (ver cuadro N°3).

Cuadro N° 3

Promedio de sobrevivencia de plantas por bloque y especie (%)

Bloque	Quillay	Litre	Bollén	Boldo	Prom. Total
Bloque 1	62.5	70.0	88.9	25.0	61.6 b
Bloque 2	75.0	100.0	66.7	87.5	82.3 a
Bloque 3	87.5	40.0	33.3	12.5	43.3 c

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

El gráfico N°1 muestra que el mayor porcentaje de sobrevivencia lo obtuvo el quillay, mientras que el promedio general de sobrevivencia se mantuvo entre el 63.0 y el 75.0 % exceptuando la especie Boldo con un (41.7 %) que estuvo muy por debajo de la media general de supervivencia, la que marcó un 62,4%.

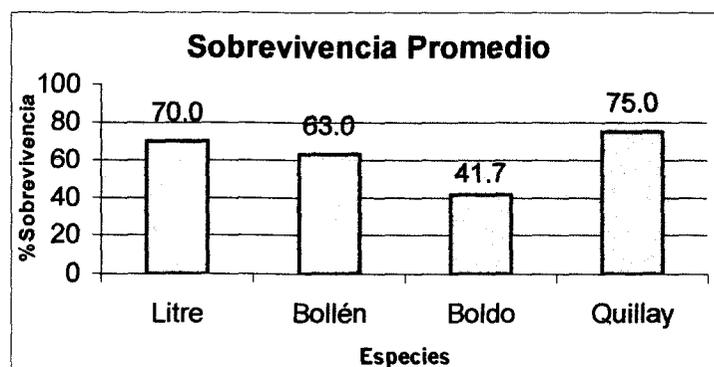


Gráfico N° 1 porcentaje de sobrevivencia por especie.

En el cuadro N° 4 se observa que la sobrevivencia de quillay (75%) fue significativamente superior al resto de las especies. Litre (70%) y bollén (63%) no presentan diferencias significativas entre sí. El detalle del análisis de varianza y Test de comparación de medias Tukey se presenta en el apéndice N° 1.

Cuadro N° 4
Porcentaje de sobrevivencia según especie

Especies	N° Sobrevivientes	% de Sobrevivencia (*)
Quillay	18	75.0 a
Litre	21	70.0 b
Bollén	17	63.0 b
Boldo	12	41.7 c

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

Es notable el alto porcentaje de sobrevivencia logrado por tres de las especies en estudio (quillay, litre y bollén), que alcanzaron una sobrevivencia superior al 60 %. Además, estos resultados pudieron haber sido mayores, si la plantación se hubiera realizado antes del período de mayor caída pluviométrica de la temporada, ya que las precipitaciones para ese año se consideraron normales (ver diagrama ombrotérmico N° 1 en pag. 12).

5.1.2 Incremento en altura para la plantación.

En el cuadro N° 5 se muestra el incremento en altura por especies y bloques. Destaca por su bajo promedio la especie litre (4.8 cm), bollén (6,3 cm) y boldo (5,4 cm), las que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre ellas, lo que se aprecia en forma más clara en el gráfico N° 2. En contraste, la especie quillay (19,3 cm) presentó un mayor promedio y una diferencia estadística con las otras tres especies (ver análisis de varianza en apéndice N° 2).

Cuadro N° 5

Incremento promedio en altura (cm)

Factor	Bloque1	Bloque2	Bloque 3	Prom. Nivel
Litre	4.4	4.5	5.6	4.8 b
Bollén	7.1	7.2	4.5	6.3 b
Boldo	7.3	4.0	4.9	5.4 b
Quillay	13.5	23.5	21.0	19.3 a

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

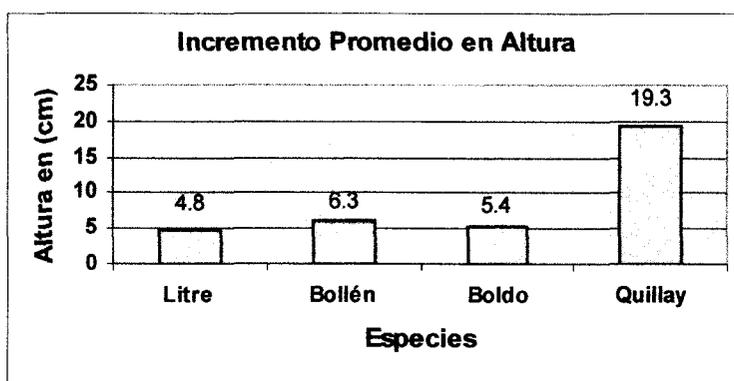


Gráfico N°2 incremento en altura de especies.

En el gráfico N° 3 que se presenta a continuación, se aprecia la tendencia del crecimiento con respecto a la variable altura de las cuatro especies, durante un período de evaluación de siete meses.

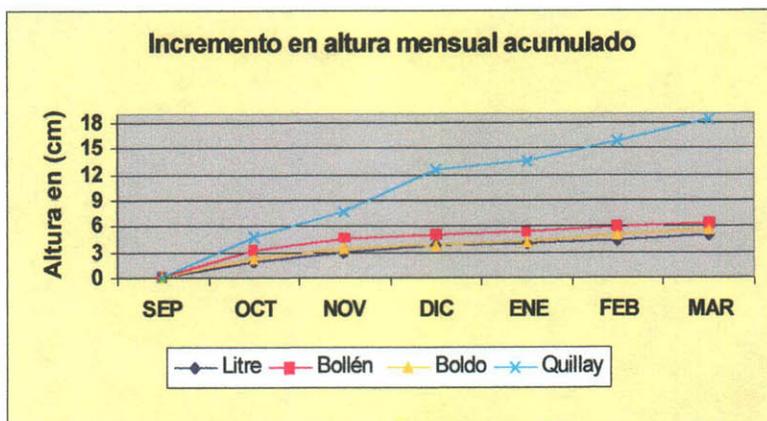


Gráfico N° 3 crecimiento mensual por especie

5.1.3 Incremento en diámetro a la altura del cuello (DAC).

El cuadro N° 6 y el gráfico N° 4 muestran un bajo promedio para la especie quillay (diferente a lo ocurrido en el incremento en altura) y un alto promedio para la especie litre y bollén. El análisis de varianza, indicó que a un nivel de confianza del 95% existe diferencia estadística significativa para las especies litre y bollén al compararlas con boldo y quillay. (ver apéndice N° 3)

Cuadro N° 6

Incremento promedio en diámetro (en cm)

Especie	Bloque1	Bloque2	Bloque 3	Prom. Nivel
Litre	0.38	0.21	0.01	0.20 a
Bollén	0.27	0.26	0.01	0.18 a
Boldo	0.05	0.09	0.04	0.06 b
Quillay	0.06	0.04	0.02	0.04 b

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

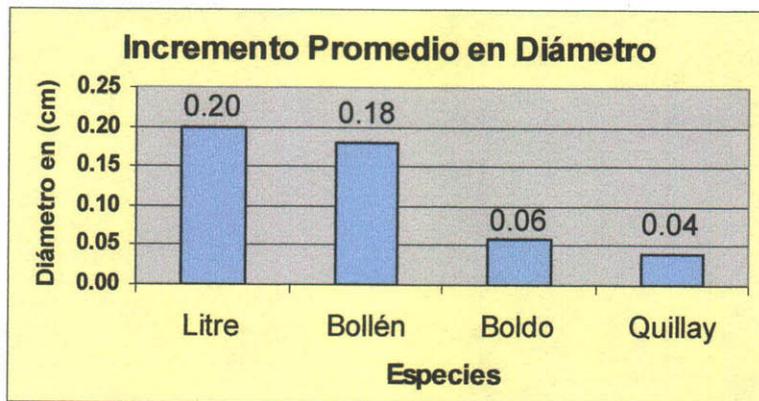


Gráfico N° 4 incremento en diámetro de especies

En el gráfico N° 5 se aprecia la tendencia de crecimiento diamétrico que presentaron las cuatro especies, entre los meses de agosto-marzo del año 2000-2001 respectivamente.

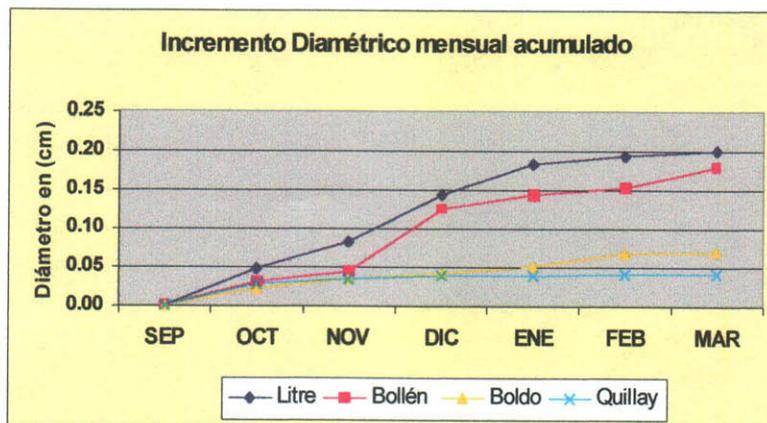


Gráfico N° 5 crecimiento mensual por especie.

Al comparar el número de hojas de las especies al momento de la plantación y después de siete meses (ver gráfico N° 6) se puede notar que litre y quillay duplicaron el número de hojas.

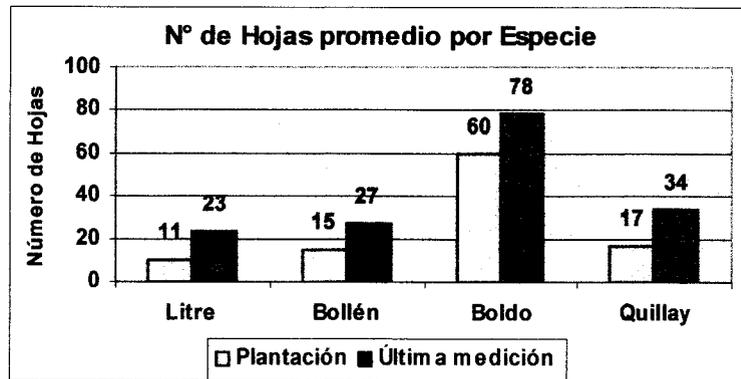


Gráfico N° 6 número de hojas por especies

5.2 Rebrotos post-incendio.

Las especies estudiadas litre, bollén y boldo se midieron en ambos sectores (con y sin tratamiento de corte de la vegetación existente) y sus repeticiones correspondientes en tres bloques.

5.2.1. Incremento en altura para el rebrote.

Esta variable en el tratamiento con manejo, el que en adelante se llamará tratamiento 1, alcanzó casi el doble del crecimiento promedio con respecto al tratamiento sin manejo o tratamiento 2, existiendo diferencia estadística significativa entre ellos, esto se observa en el gráfico N° 7 (detalles en apéndice N°4).

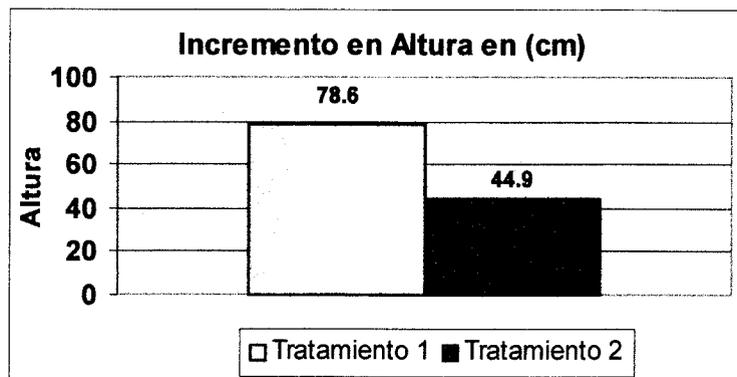


Gráfico N° 7 altura promedio de tratamientos.

El incremento en altura para la interacción entre los tratamientos y especies se observa en los cuadro N° 7, señalando que para el tratamiento 1 las especies litre y boldo no tuvieron diferencias significativas entre ellas con una confianza del 95 %, pero si con el Bollén, y en el tratamiento 2 no existe diferencia estadística entre ninguna de las tres especies, el análisis de varianza y test de Tukey se puede observar en el apéndice N° 4.

Cuadro N° 7

Interacción tratamientos*especies para la variable altura en (cm)

Especie	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Litre	85.9 a	44.9 b
Bollén	49.4 b	39.5 b
Boldo	77.5 a	51.8 b

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

En el gráfico N° 8 se ve que con el tratamiento 1 la especie litre tuvo el mayor desarrollo, seguido por el boldo y el bollén y en el tratamiento 2 la especie que obtuvo una altura superior es el boldo le sigue el litre y el bollén.

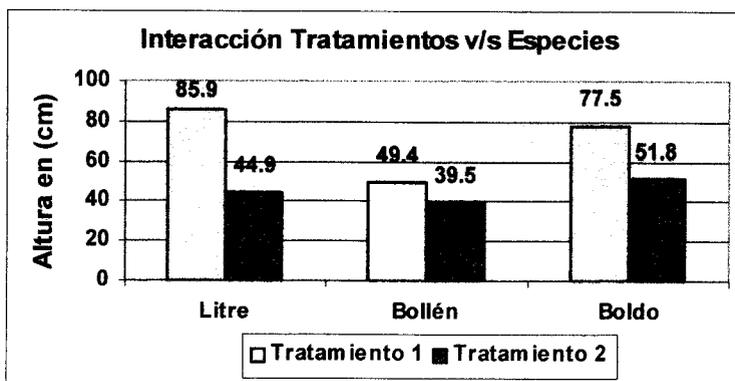


Gráfico N° 8 altura promedio en la interacción tratamiento v/s especies.

En el cuadro N° 8 y el gráfico N° 9 se aprecia que la variable altura en las especies estudiadas presentó diferencias estadísticas significativas entre ellas, siendo la especie litre la que se destacó por sobre las otras con un valor de 95,7 cm.

Cuadro N° 8
Altura promedio por Especie

Especie	Altura Prom. (cm)
Litre	95.7 a
Bollén	54.6 b
Boldo	29.2 c

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

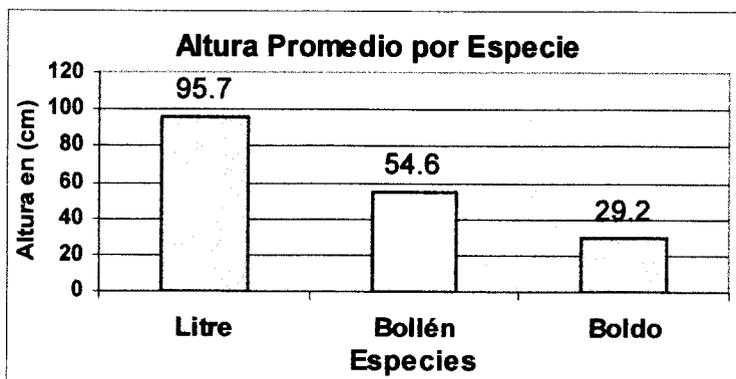


Gráfico N° 9 altura promedio de especies.

En el gráfico N° 10 se observa que las especies en estudio mostraron una tendencia muy similar en su crecimiento mensual, siendo la especie litre la que destacó por sobre las demás en el tratamiento 1, teniendo ésta un mayor crecimiento entre los meses de septiembre a octubre y permaneciendo durante todo el recorrido de la curva por sobre las otras especies.

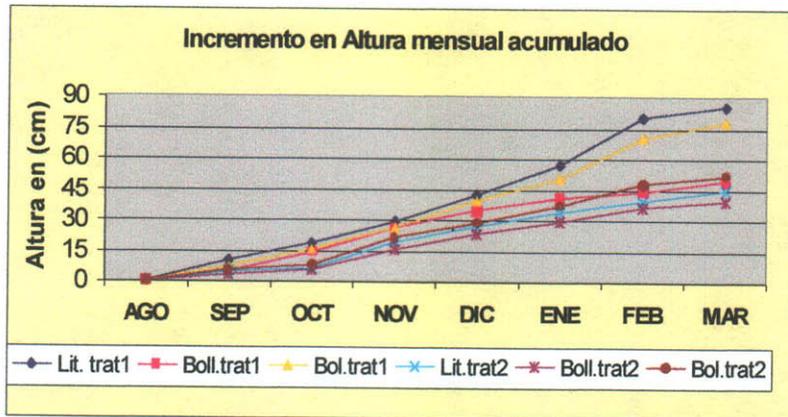


Gráfico N° 10 incremento mensual por especie y tratamiento

5.2.2. Incremento en diámetro.

Al observar el gráfico N° 11 se visualiza como el tratamiento 1 superó al tratamiento 2, produciéndose una diferencia estadística entre ellos que se aprecia más detallada en la tabla ANOVA y test de Tukey del apéndice N° 5.

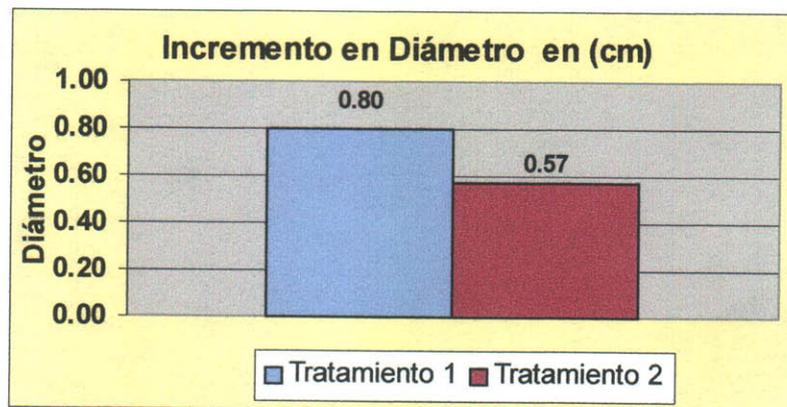


Gráfico N° 11 diámetro promedio de tratamientos.

En el cuadro N° 9 es posible ver que las especie litre y boldo no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero si con el Bollén en el tratamiento1. Y en el tratamiento 2 no hay diferencia entre las tres especies en estudio, los datos de las diferencias estadísticas se aprecia en forma más detallada en el apéndice N° 5.

Cuadro N° 9

Diámetro interacción tratamientos v/s especies en (cm)

Especie	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Litre	0.87 a	0.53 b
Bollén	0.59 b	0.48 b
Boldo	0.81 a	0.63 b

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

El gráfico N°12 muestra los resultados del diámetro promedio para las tres especies en estudio, donde se puede apreciar que la especie litre presenta el más alto incremento diamétrico, seguido por el boldo y bollén en el tratamiento 1 y para el tratamiento 2 el boldo es el con mayor crecimiento diametral, le sigue el litre y el bollén.

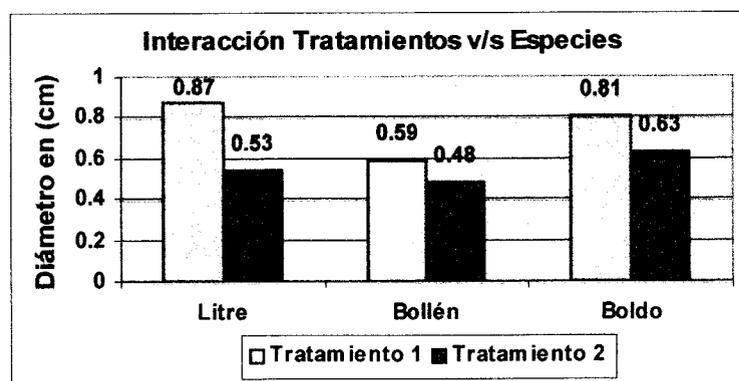


Gráfico N° 12 diámetro promedio en la interacción especies - tratamientos.

Tanto el cuadro N° 10 como el gráfico N°13 muestran que existe diferencia estadística significativa para la variable diámetro, entre las tres especies en estudio, siendo el litre el que presenta el mayor diámetro con un incremento de 1,12 cm. La tabla ANOVA y test de Tukey para esta variable se aprecia en el apéndice N° 5.

Cuadro N° 10

Diámetro promedio por especie

Especie	Diámetro Prom. (cm)
Litre	1.12 a
Bollén	0.60 b
Boldo	0.28 c

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

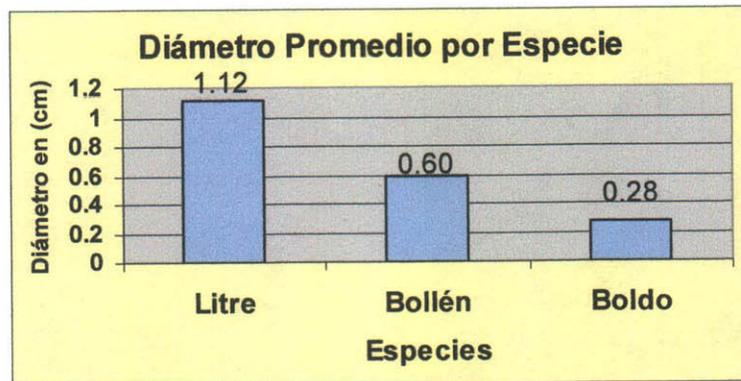


Gráfico N° 13 diámetro promedio de especies.

El gráfico N° 14 indica como nuevamente la especie litre del tratamiento 1 marcó su dominancia de crecimiento diamétrico por sobre las otras especies en estudio, también fue la especie que mostró los mayores incrementos entre las mediciones mensuales.

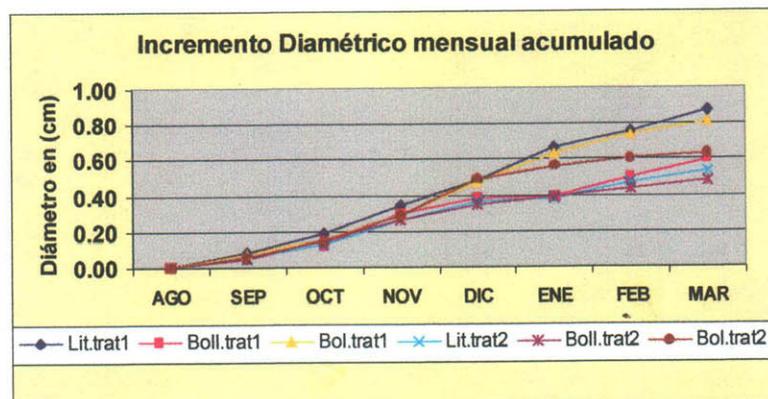


Gráfico N° 14 incremento mensual por especie y tratamiento

5.2.3. Número de rebrotes o vigor.

El número de rebrotes que se contabilizó al final del período de mediciones se presenta en el cuadro N° 11. Produciéndose en el tratamiento 2 una mayor cantidad de rebrotes, teniendo un promedio de 23 brotes por tocón y de 12 brotes por tocón en el tratamiento 1. Cuando se comparó el tratamiento 1 y el tratamiento 2 estadísticamente a través del Test de comparación de medias de Tukey, éstos si presentaron diferencia estadísticas significativas, para más detalle se recomienda ver apéndice N° 6.

Cuadro N° 11

N° de rebrotes promedio por tratamiento

Tratamiento	Promedio
1	12 b
2	23 a

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

Los resultados de la interacción entre tratamientos y especies se observa en el cuadro N° 12, el número de rebrotes promedio para las tres especies fue entre 12 a 17 rebrotes por tocón en el tratamiento 1, y de 20 a 25 rebrotes en el tratamiento 2 (ver gráfico N° 15). El análisis de varianza (en apéndice N° 6), indica que a un nivel de confianza del 95% existen diferencias significativas en la interacción de las especies entre los dos tratamientos.

Cuadro N° 12

N° de Rebotes en la interacción tratamiento v/s especie

Especie	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Litre	15 b	25 a
Bollén	17 b	20 a
Boldo	12 b	22 a

(*) Valores señalados con letras diferentes, indican diferencias significativas al nivel de confianza del 95%.

Gráfico N° 15

Interacción tratamientos v/s especies para la variable N° de rebrotes

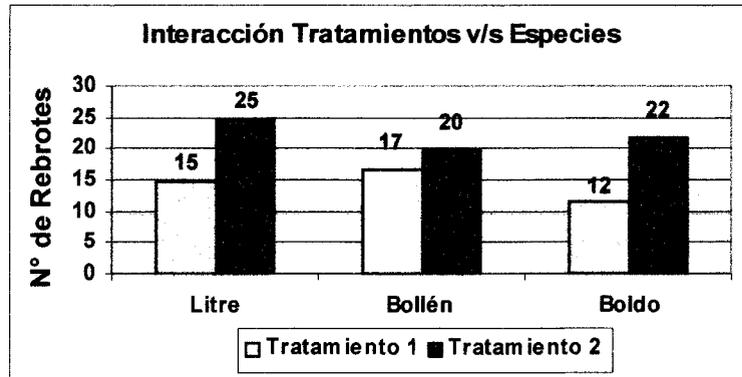


Gráfico N° 15 N° de rebrotes tratamientos v/s especies

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

6.1 *Plantación.*

6.1.1 *Sobrevivencia.*

En lo que se refiere a sobrevivencia, las especies plantadas presentaron diferencias significativas en su porcentaje, resultando mejor la especie quillay con un 75% de sobrevivencia. En general, la interacción produjo diferencias significativas, pudiendo inferirse que las combinaciones litre en el bloque 2 (100%), bollén en bloque 1 (88,9 %) y quillay en bloque 3 (87,5%) fueron más favorables para esta variable.

Durante el año que se realizaron las mediciones las precipitaciones fueron normales, por lo que el agua caída fue conservada en el suelo y aprovechada en el mejor momento por las plantas. Pero no para la especie boldo ya que fue la que obtuvo el más bajo promedio de sobrevivencia en el bloque 3 con 12,5%, siendo ésta área la más pedregosa del sector. Estos resultados no concuerdan con las características de adaptación a suelos muy pedregosos; postulado por Donoso 1978.

El tiempo de permanencia de las plantas de quillay en el vivero era de una temporada en comparación a litre (2 años), bollén (2 años) y boldo (3 años). Lo que pudo ayudar a que éstas se adaptaran mejor a las condiciones de terreno y sufrieran menos por acción del viento en su nuevo hábitat.

Para este estudio no se realizaron trabajos específicos al suelo antes de la plantación, ya sea arar o mullir toda la superficie. Por lo que se sugiere en estudios futuros usar una preparación más completa del área a trabajar.

6.1.2. Incremento en altura.

Al examinar la variable incremento en altura para la plantación, los resultados son significativamente relevantes para la especie quillay, con un aumento de 19,3 cm en promedio después de siete meses de evaluación. Los mejores resultados para estas plantas pueden explicarse por su mejor adaptación a distintos tipos de ambientes (Chile Forestal, 1996). Además, una menor cantidad de hojas que traían desde el vivero, no más de 15 por planta como promedio, proporcionó una defensa en contra de la deshidratación de las hojas del quillay y así permitió que sobreviviera.

Para las otras tres especies litre, bollén y boldo el incremento en altura estuvo en un rango muy similar de crecimiento, entre los 4,8 y 6,3 cm, muy por debajo del logrado por la especie quillay.

En cuanto al promedio de altura por bloque, éste fue levemente superior en el bloque 2. Esto se debe posiblemente a que este sector es el de mejores características de suelo, sin piedras, mejor textura y relativamente parejo, o el fuego tuvo una menor intensidad al momento de pasar por ese lugar, al producirse el incendio (ver plano adjunto en anexo 1).

Desde el momento de la plantación todas las especies presentaron un incremento en altura, siendo el boldo la que ya venía con una altura mayor desde el vivero con 43,7 cm. de promedio, seguido del quillay con 22,7 cm, bollén con 20,1 cm y el litre con 17,9 cm. El crecimiento de las especies fue constante hasta el mes de diciembre, destacándose en ese período que el quillay creció más rápido que las otras especies, después hubo una baja en el mes de febrero y retomó su crecimiento normal hacia el mes de marzo, como lo hicieron también las otras especies. Ya que en ese período hubo una pequeña lluvia que hidrató la vegetación de toda el área.

6.1.3. Incremento en diámetro.

Al analizar el diámetro a la altura del cuello, se observa que en la plantación sí existe diferencia significativa a un nivel de confianza de 95%. La situación para este factor fue totalmente distinta a la variable altura, ya que quillay presentó el menor promedio diametral 0,04 cm y la especie litre que fue la de menor crecimiento en altura, aquí superó a todas las otras especies con 0.20 cm de incremento en diámetro promedio.

El desarrollo de quillay, durante el período en estudio, se orientó solamente a un solo eje principal, el que ya traía desde el vivero, sin producir brotes laterales. No así con las demás especies que comenzaron a emitir brotes o ramas laterales, por lo que se desfavoreció la variable altura.

El incremento diamétrico mensual para las cuatro especies comenzó muy similar entre ellas hasta el mes de octubre, siendo en ese momento cuando la especie litre tomó una línea ascendente y constante hasta el mes de enero y continuando en forma más vertical hasta el mes de marzo. Las otras tres continuaron con un crecimiento más moderado, produciéndose en el mes de noviembre el despegue de la especie bollén, siguiendo la misma tendencia del litre.

6.2. Rebrote post-incendio

6.2.1. Incremento en altura para los rebrotes.

Para el factor incremento en altura en el rebrote post-incendio se notó una diferencia significativa entre tratamientos, para el tratamiento 1 se tuvo un promedio de 78,6 cm y el tratamiento 2 de 44,9 cm, como causa de haber despejado toda el área y así tener mayor espacio para recibir los rayos solares, de esta forma se produce una mejor fotosíntesis y aprovechamiento de las reservas que pudiera tener la parte basal de la planta.

Al analizar la interacción se observó que Litre en tratamiento 1 (85,9 cm) y boldo en el mismo tratamiento (77,5 cm), presentaron valores significativamente mayor a la otra especies. Para el tratamiento 2 no existió diferencia significativa entre las especies, siendo la especie boldo la que presento el mayor valor (51,8 cm).

Al analizar el factor especie, el litre fue significativamente superior al resto, alcanzando un valor promedio de 95,7 cm. seguido por el bollén con 54,5 cm. y por último el boldo con 29,2 cm.

El crecimiento mensual para la variable altura en la rebrotación en ambos tratamientos, mostró una tendencia similar para las tres especies, las curvas para todas las especies siempre estuvo marcada por un crecimiento constante, siendo en el periodo de diciembre a febrero cuando las especies litre y boldo del tratamiento 1 se incrementaron proporcionalmente más.

6.2.2. Incremento en diámetro para los rebrotes.

Respecto al incremento en diámetro de los rebrotes post-incendio, la situación no fue distinta a lo ocurrido con el incremento en altura, pues también el tratamiento 1 superó ampliamente al tratamiento 2. El primero alcanzó un diámetro promedio de 0,80 cm en comparación a los 0,57 cm del tratamiento 2, produciéndose una diferencia estadística entre ellos. Lo que evidencia que, al no cortar las ramas o leños que quedaron carbonizados éstos impiden que los diferentes tipos de yemas que tienen aún los tocones o parte basal de éstos puedan crecer libremente, o verse impedidos por la menor cantidad de luz que pueda llegar.

La interacción para la variable diámetro mostró la misma tendencia que para la altura, siendo la especie litre en el tratamiento 1, la que alcanzó la mayor relación de crecimiento 0,87 cm, junto con el boldo con 0,81 cm. No presentaron diferencias estadísticas significativas entre ellas al aplicar el test de Tukey, pero sí con el resto de las interacciones especie-tratamiento.

Para la variable diámetro en los rebrotes, la especie Litre demostró con creces que es la que mejor se adapta, por lo que logró un valor promedio de 1,12 cm. en orden decreciente siguió el bollén con 0,60 cm y después el boldo con 0,28 cm. Produciéndose una diferencia estadística significativa entre las tres especies al aplicar el test de Tukey. La especie litre desde un principio mostró ser más agresiva en su crecimiento, emitiendo rebrotes de gran tamaño y muy vigorosos.

El incremento diamétrico mensual del rebrote en el tratamiento 1, mostró una tendencia muy similar a lo ocurrido para la variable altura, las curvas de incremento se mantuvo en forma ascendente durante todo el periodo de evaluación, siendo la especie Litre en el tratamiento 1 la que estuvo sobre las otras, y bollén del tratamiento 2 fue la que se mantuvo por debajo de las demás.

6.2.3. Número de rebrotes.

El número de rebrotes o vigor contabilizados al final del período de mediciones, dio como resultado algo diferente, pues el tratamiento 2 demostró emitir un número bastante superior de rebrotes (23 por tocón en promedio) en comparación al tratamiento 1 (con manejo) que sólo alcanzó como promedio 12 rebrotes por tocón, aunque no fue posible determinar cuantos de ellos son de tipo proventicios. La especie litre fue la que promedió el valor más alto con 25 brotes por tocón en el tratamiento 2.

Al analizar los resultados se recomienda entonces cortar todas los fustes y ramas despejando el área donde crecerán los nuevos retoños o rebrotes, pues éstos crecen con mayor fuerza y son menos dañados por los animales ya sean domésticos (ovinos o caprinos) ó silvestres como lo son los conejos u otros roedores del campo, ya que los rebrotes alcanzan más rápidamente una mayor altura, y los animales no dañan el ápice de los rebrotes. También se incrementa su diámetro por lo que les es más difícil romper un brote de mayor diámetro, que también esta más lignificado.

Otra sugerencia a considerar es que el área donde se pretenda manejar el rebrote debe estar con cercos en buen estado, usando mallas tipo ovejera para así evitar el libre tránsito de animales, y por ningún motivo dejar que entren animales a pastoreo, lo aconsejable es darles el forraje en forma de soiling ya que si estos entran causan daño a los puntos de crecimiento de los rebrotes.

7. CONCLUSIONES.

El manejo más adecuado para la vegetación esclerófila que ha sufrido un incendio es cortarla, dejando los tocones limpios de todas las ramas quemadas, para permitir el libre desarrollo de los rebrotes.

Al comparar el vigor de la regeneración vegetativa bajo las dos formas de manejo, las tres especies en estudio se desarrollaron mucho mejor en el sector B. Después de ocho meses los valores promedios de incrementos, tanto de altura como diámetro a la altura del cuello fueron de 78,6 y 0,80 cm respectivamente.

La cantidad de rebrotes producidos en el sector A fue significativamente superior al Sector B, teniendo el primero un promedio de 23 rebrotes por tocón y de 12 rebrotes por tocón para el segundo, no observándose diferencias significativas entre las especies.

Para la variable incremento en altura, en el sector B las especies litre y boldo, fueron significativamente superiores al resto, alcanzando valores de 85,9 y 77,5 cm respectivamente.

Para la otra variable diámetro a la altura del cuello, litre y boldo fueron significativamente superior al resto obteniendo respectivamente 0,87 y 0,81 cm.

La capacidad de adaptación que presentaron las especies plantadas en el sector A fue aceptable, ya que en promedio se obtuvo un 62,4 % de sobrevivencia, siendo la especie quillay la que presentó valores significativamente mayores, con un 75% de sobrevivencia.

Después de siete meses el incremento acumulado promedio de altura en la plantación fue significativamente superior para la especie quillay (19,3 cm).

Litre y bollén tuvieron un incremento diamétrico total de 0,20 y 0,18 cm respectivamente, presentando diferencias significativas con boldo y quillay, observándose que en estas últimas no hubo diferencia estadística entre ellas.

Por último, durante el período en estudio no se observó la germinación de semillas o el crecimiento de plántulas a partir de éstas.

El paso de algunos animales domésticos (ovinos, caprinos) presentes en el Sector A, causaron daños de ramoneo a plantas aledañas a las que se tenían en estudio, por lo que es conveniente mantener el área de cuidado, con cercos de malla cuadriculada que se encuentre en buen estado.

9. BIBLIOGRAFÍA.

ALTIERI, M.; RODRIGUEZ, J. 1974. Acción ecológica del fuego en el matorral natural mediterráneo de Chile, en Rinconada de Maipú. Tesis de grado Agronomía. 141 p.

AVILA, G.; ALJARO, M., SILVA, B.1981. Observaciones en el estrato herbáceo del matorral después del fuego. En(ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO. Valparaíso. Volumen 14.99-105 p.

ARAYA, S.; AVILA, G. 1981. Rebrote de arbustos afectados por el fuego en el “Matorral Chileno”. En (ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO. Valparaíso. Volumen 14.107-113 p.

CIREN-CORFO. 1983. Materiales y Símbolos. Estudio Agrológico VII Región. Santiago. 84 p.

CIREN-CORFO. 1985. Descripción de Suelos. Estudio Agrológico Valle de Pencahue VII Región. Santiago. Tomo 3. pp:68

CONAF-2001 http://www.conaf.cl/html/recursos/catastro_cuadros3.html

CONAF 2002. Unidad de Estadísticas U. G. Manejo del fuego Región del Maule. Doc. interno.

DANIEL, T.; HELMS, J. BACKER, F. 1982. Principios de Silvicultura. Editorial Mc Graw-Hill, México. 520 p.

DEL POZO, A.; DEL CANTO, P. 2000. Áreas agroclimáticas y sistemas productivos en la VII y VIII regiones. Chillán. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA.116 p.

DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE.2001 <http://www.meteochile.cl/>

DONOSO, C. 1978. Dendrología. Árboles y arbustos chilenos. Santiago. Editorial de la Universidad de Chile Manual N° 2 184p.

DONOSO, C. 1995. Bosques templados de Chile y Argentina. Santiago : Editorial Universitaria S.A. Primera Edición 485p.

DONOSO, C.; LARA, A. 1996. Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. En: (Armesto, J.J, Villagrán, C. & Mary T. Kalin Arroyo, eds.), “Ecología de los Bosques Nativos de Chile”, pp. 363-387. Editorial Universitaria S.A., Santiago, Chile.

ESCOBAR, L. 1996. Ficha Técnica QUILLAY *Quillaja saponaria* Mol. Chile Forestal Pag. 37-38 N° 246.

HOFFMANN, A. 1997. Flora Silvestre de Chile Zona araucana. Santiago: Fundación Claudio Gay. Cuarta Edición revisada. 258 p.

HOFFMANN, A. 1998. Flora Silvestre de Chile. Santiago: Fundación Claudio Gay. Cuarta Edición. 254 p.

LITTLE, T. Y JACKSON, F. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura, México, Editorial Trillas. 270 p.

MENDELHALL, W.1982. Introducción a la probabilidad y la estadística. Editorial Iberoamericana. México. 626p.

PUENTE,M., DONOSO, C., PEÑALOZA, R. Y MORALES, E. 1979. Manejo de renovales de Raulí y Roble. Documento de trabajo N°39. FAO.

PRADO, A.; BARROS, S. 1991. Principios de Silvicultura y Manejo. Instituto Forestal, División Silvicultura. Santiago. Chile 199 p.

RODRIGUEZ, R.; MATTHEI, O.; QUEZADA, M.1983. Flora Arbórea de Chile. Concepción: Editorial de la Universidad de Concepción. Primera Edición. 408 p.

VITA, A. 1996 Los Tratamientos Silviculturales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile.105-114 pp.

APÉNDICES

APÉNDICE N° 1

Análisis de Varianza y Test de Tukey

Tratamiento : Todas las especies Plantadas

Variable : Porcentaje de Supervivencia

TABLA ANOVA

Fuente de Variación	S C Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C M Cuadrados Medios	F	Valor P
Especie	647.72	3	215.900	6.3958	0.0001
Bloque	37.23	2	18.615	0.5514	0.0164
Interacción E*B	13.40	1	13.400	0.3969	0.0057
Error	1384.00	41	33.7560		
Total	2082.35	47			

Test de Rango Múltiple

Método : 95 % Tukey HSD

Especie	Cantidad	Media (HSD)	Grupos Homogéneos
3	12	40.22	x
2	12	52.53	x
1	12	56.78	x
4	12	60.00	x
Bloque			
3	16	41.149	x
2	16	51.707	x
1	16	65.120	x
Especie * Bloque			
Boldo* 3	4	20.70	x
Boldo*1	4	30.001	x
Bollén*3	4	35.244	x
Litre*3	4	39.231	x
Quillay*1	4	52.23	x
Bollén*2	4	54.7	x
Litre*1	4	56.789	x
Quillay*2	4	60.005	x
Boldo*2	4	69.20	x
Quillay*3	4	69.20	x
Bollén*1	4	70.50	x
Litre*2	4	90.000	x

APÉNDICE N° 2

Análisis de Varianza y Test de Tukey

Tratamiento : Todas las Especies Plantadas

Variable : Incremento en Altura.

TABLA ANOVA

Fuente de Variación	S C Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C M Cuadrados Medios	F	Valor P
Especie	1110.19	3	370.065	12.72	0.0000
Bloque	18.0	2	9.0	0.31	0.7357
Interacción E*B	233.802	1	233.802	8.04	0.0071
Error	1192.98	41	29.0972		
Total	2554.98	47			

Test de Rango Múltiple

Método : 95 % Tukey HSD

Especie	Cantidad	Media (HSD)	Grupos Homogéneos
1	12	4.81667	x
3	12	5.36667	x
2	12	6.38333	x
4	12	19.35	x
Bloque			
1	16	8.0625	x
3	16	9.0625	x
2	16	9.8125	x
Especie * Bloque			
Boldo*2	4	3.98	x
Litre*1	4	4.36	x
Litre*2	4	4.48	x
Bollén*3	4	4.512	x
Boldo*3	4	4.86	x
Litre*3	4	5.590	x
Bollén*1	4	7.08	x
Bollén*2	4	7.22	x
Boldo*1	4	7.27	x
Quillay*1	4	13.53	x
Quillay*3	4	20.99	x
Quillay*2	4	23.53	x

APÉNDICE N° 3

Análisis de Varianza y Test de Tukey

Tratamiento : Todas la Especies Plantadas

Variable : Incremento Diamétrico.

TABLA ANOVA

Fuente de Variación	S C Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C M Cuadrados Medios	F	Valor P
Especie	0.0267558	3	0.00891861	0.83	0.4833
Bloque	0.0771844	2	0.0385922	3.61	0.0361
Interacción ExB	0.0102675	1	0.0102675	0.96	0.3435
Error	0.43879	41			
Total	0.552998	47			

Test de Rango Múltiple

Método : 95 % Tukey HSD

Especie	Cantidad	Media (HSD)	Grupos Homogéneos
4	12	0.0392917	x
3	12	0.0592083	x
2	12	0.184125	x
1	12	0.203208	x
Bloque			
3	16	0.0090625	x
2	16	0.15625	x
1	16	0.199062	x
Especie * Bloque			
Litre*3	4	0.01005	x
Bollén*3	4	0.0101	x
Quillay*3	4	0.0205	x
Boldo*3	4	0.040	x
Quillay*2	4	0.040	x
Boldo*1	4	0.050	x
Quillay*1	4	0.0601	x
Boldo*2	4	0.090	x
Litre*2	4	0.2110	x
Bollén*2	4	0.260	x
Bollén*1	4	0.27875	x
Litre*1	4	0.380	x

APÉNDICE N° 4

Análisis de Varianza y Test de Tukey

Tratamiento : Rebrotos Sector A y B

Variable : Incremento en Altura.

TABLA ANOVA

Fuente de Variación	S C Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C M Cuadrados Medios	F	Valor P
Tratamiento	15319.4	1	15319.4	43.26	0.000
Bloque	28224.6	2	14112.3	39.85	0.0000
Especie	10566.7	2	5283.37	14.92	0.0000
Interacción T*B	28500.8	1	28500.8	80.49	0.0000
Interacción T*E	8566.87	1	8566.87	24.19	0.0000
Interacción B*E	63730.5	1	63730.5	179.98	0.0000
Interacción T*B*E	51.98.12	1	5198.12	14.68	0.0001
Error	149428.0	422	354.095		
Total	309535.0	431			

Test de Rango Múltiple

Método : 95 % Tukey HSD

Tratamiento	Cantidad	Media (HSD)	Grupos Homogéneos
2	216	44.6028	x
1	216	78.6028	x
Bloque			
3	144	47.4792	x
2	144	62.2569	x
1	144	69.7708	x
Especie			
3	144	29.2396	x
2	144	54.5556	x
1	144	95.7118	x
Especie * Tratamiento			
Bollén*2	72	39.501	x
Litre*2	72	44.905	x
Bollén*1	72	49.4306	x
Boldo*2	72	51.8333	x
Boldo*1	72	77.5417	x
Litre*1	72	85.9028	x

APÉNDICE N° 5

Análisis de Varianza y Test de Tukey

Tratamiento : Rebrotos Sector A y B.

Variable : Incremento Diamétrico.

TABLA ANOVA

Fuente de Variación	S C Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C M Cuadrados Medios	F	Valor P
Tratamiento	0.574636	1	0.574636	16.36	0.0001
Bloque	2.02874	2	1.01437	28.87	0.0000
Especie	1.73108	2	0.865538	24.64	0.0000
Interacción T*B	4.06125	1	4.06125	115.59	0.0000
Interacción T*E	0.11673	1	0.11673	3.32	0.0690
Interacción B*E	1.33641	1	1.33641	38.04	0.0000
Interacción T*B*E	0.300337	1	0.300337	8.55	0.0036
Error	14.8264	422	0.0351335		
Total	21.544622	431			

Test de Rango Múltiple

Método : 95 % Tukey HSD

Tratamiento	Cantidad	Media (HSD)	Grupos Homogéneos
2	216	0.571	x
1	216	0.804	x
Bloque			
3	144	0.30138	x
2	144	0.76458	x
1	144	0.93888	x
Especie			
3	144	0.28298	x
2	144	0.6	x
1	144	1.12187	x
Especie * Tratamiento			
Bollén*2	72	0.4825	x
Litre*2	72	0.53472	x
Bollén*1	72	0.58680	x
Boldo*2	72	0.6250	x
Boldo*1	72	0.80555	x
Litre*1	72	0.87083	x

APÉNDICE N° 6

Análisis de Varianza y Test de Tukey

Tratamiento : Rebrotos Sector Ay B.

Variable : N° de Rebrotos.

TABLA ANOVA

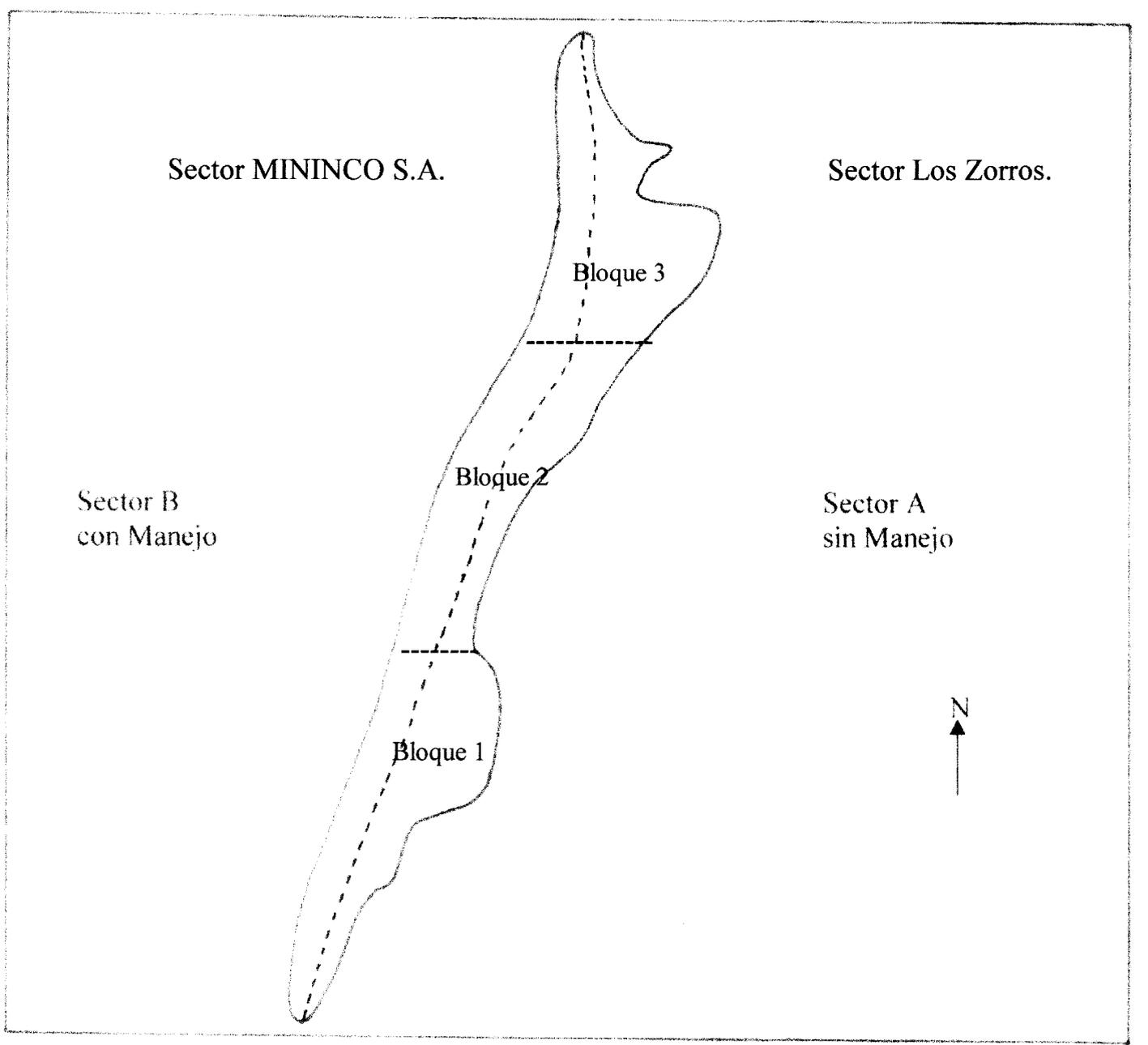
Fuente de Variación	S C Suma de Cuadrados	Grado de Libertad	C M Cuadrados Medios	F	Valor P
Tratamiento	100.68	1	100.68	4.63	0.0320
Bloque	467.553	2	233.777	10.75	0.0000
Especie	601.239	2	300.62	13.83	0.0000
Interacción T*B	4465.13	1	4465.13	205.38	0.0000
Interacción T*E	1221.11	1	1221.11	56.17	0.0000
Interacción B*E	5194.7	1	5194.7	238.94	0.0000
Interacción T*B*E	68.4236	1	68.4236	3.15	0.0768
Error	9174.42	422	21.7403		
Total	21293.3	431			

Test de Rango Múltiple

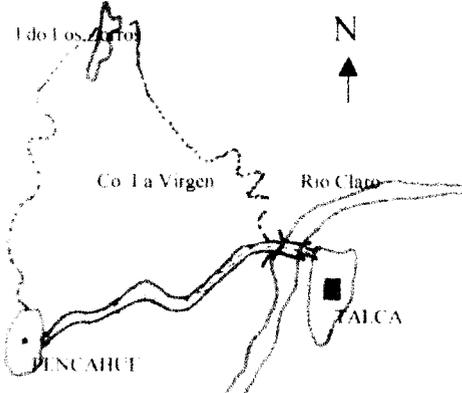
Método : 95 % Tukey HSD

Tratamiento	Cantidad	Media (HSD)	Grupos Homogéneos
1	216	12.055	x
2	216	23.194	x
Bloque			
3	144	6.5625	x
2	144	19.0833	x
1	144	27.2292	x
Especie			
3	144	6.10417	x
2	144	18.25	x
1	144	28.5208	x
Especie * Tratamiento			
Boldo*1	72	11.5833	x
Litre*1	72	14.75	x
Bollén*1	72	16.5833	x
Bollén*2	72	19.8525	x
Boldo*2	72	21.75	x
Litre*2	72	24.5	x

ANEXO



ESCALA 1 : 3790

LEYENDA	CROQUIS DE UBICACIÓN	DATOS
Limite zona Quemada  Cerco 		Nombre: Fdo Los Zorros Capellania chica Superficie : 2.4 ha. Propietarios: Claudio Tenreiro Forestal Mininco S.A Comuna : Pencahue Provincia : Talca