

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento de Silvicultura

INTENSIDAD Y PERIODO LIBRE DE MALEZAS
EN PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* D. DON



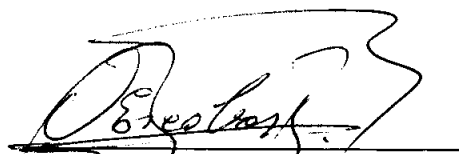
MEMORIA PARA OPTAR
AL TITULO DE
INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE

1999

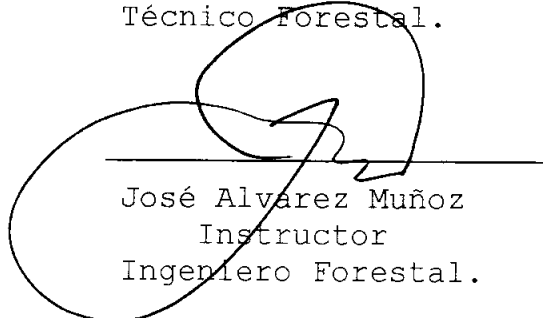
INTENSIDAD Y PERIODO LIBRE DE MALEZAS EN PLANTACIONES DE
PINUS RADIATA D. Don

Profesor Asesor



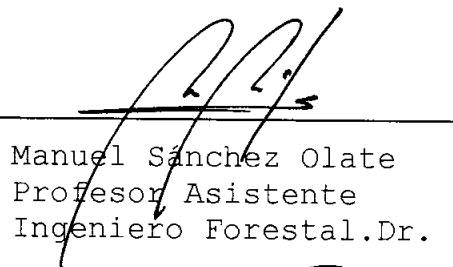
René Escobar Rodríguez
Profesor Asociado
Técnico Forestal.

Profesor Asesor




José Álvarez Muñoz
Instructor
Ingeniero Forestal.

Director Departamento
Silvicultura



Manuel Sánchez Olate
Profesor Asistente
Ingeniero Forestal.Dr.

Decano Facultad de Ciencias
Forestales



Fernando Drake Aranda
Profesor Asociado
Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

René Escobar R. : noventa y dos puntos

José Álvarez M. : noventa puntos

Agradezco a Dios, mis padres, amigos y familiares que de alguna u otra forma hicieron más fácil el camino.

A Forestal Mininco S.A., a mis profesores asesores René Escobar y José Alvarez y al ingeniero agrónomo Rodrigo Venegas.



INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I	INTRODUCCION..... 1
	1.1 Antecedentes generales..... 2
	1.2 Clasificación de las malezas..... 3
	1.3 Influencia de las malezas..... 4
	1.4 Estrategias de control..... 4
	1.5 Clasificación de los herbicidas..... 5
	1.6 Características de los herbicidas utilizados..... 6
	1.7 Estrategias de control..... 9
	1.8 Intensidades de control..... 9
II	METODOLOGIA..... 11
	2.1 Descripción de las áreas de estudio..... 11
	2.2 Establecimiento de los ensayos..... 13
	2.3 Diseño experimental..... 15
	2.4 Descripción de los tratamientos..... 16
	2.4.1 Intensidades de control..... 16
	2.4.2 Aplicación de los herbicidas..... 16
	2.4.3 Equipos utilizados..... 17
	2.5 Mediciones..... 18
	2.6 Análisis estadístico..... 18
	2.7 Análisis de costos..... 19
III	RESULTADOS Y DISCUSION..... 28
	3.1 Supervivencia de las plantas..... 28
	3.2 Incrementos absolutos en el sitio de Escuadrón..... 28
	3.2.1 Diámetro a la altura del cuello (DAC)... 28
	3.2.2 Altura total (Ht)..... 29
	3.2.3 Índice de crecimiento (IC)..... 30

3.3	Incrementos absolutos en el sitio de San Pedro.....	32
3.3.1	Diámetro a la altura del cuello (DAC)...	32
3.3.2	Altura total (Ht).....	33
3.3.3	Índice de crecimiento (IC).....	34
3.4	Análisis económico del sitio de Escuadrón...	36
3.4.1	Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 8 %.....	36
3.4.2	Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 10 %.....	37
3.4.3	Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 12 %.....	38
3.4.4	Relación costo/beneficio.....	38
3.5	Análisis económico del sitio de San Pedro...	38
3.5.1	Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 8 %.....	38
3.5.2	Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 10 %.....	39
3.5.3	Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 12 %.....	40
3.5.4	Relación costo/beneficio.....	41
IV	CONCLUSIONES.....	42
V	RESUMEN.....	43
VI	SUMMARY.....	44
VII	BIBLIOGRAFÍA.....	45
VIII	APENDICE.....	49

INDICE DE TABLAS

TABLA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Composición de malezas presentes en el ensayo (06-agosto-1998). Escuadrón.....	12
2 Composición de las malezas presentes en el ensayo (24-febrero-1998). San Pedro de Carrizal.....	14
3 Fórmula general de fertilización utilizada por la la empresa en el establecimiento de los ensayos.....	15
4 Descripción de los tratamientos y su intensidad de control.....	17
5 Costos de los productos aplicados al control de malezas.....	20
6 Costos operacionales del control de malezas para los tratamientos aplicados.....	20
7 Costos totales de los tratamientos aplicados al al control de malezas.....	20
8 Simulación de manejo aplicado a los datos a la edad de cuatro años en ambos sitios.....	21
9 Productividad obtenida por la simulación al final de la rotación en el sitio de Escuadrón.....	22
10 Productividad obtenida por la simulación al final de la rotación en el sitio de San Pedro.....	23
11 Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un un interés anual del 8 % en Escuadrón.....	36
12 Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un un interés anual del 10 % en Escuadrón.....	37

13	Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 12 % en Escuadrón.....	38
14	Relación costo/beneficio de los tratamientos aplicados al sitio de Escuadrón.....	39
15	Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 8 % en San Pedro Carrizal.....	39
16	Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 10 % en San Pedro Carrizal....	40
17	Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 12 % en San Pedro Carrizal....	40
18	Relación costo/beneficio de los tratamientos aplicados al sitio San Pedro.....	41

En el Apéndice

1 A	Análisis químico de suelos en el sitio de Escuadrón.....	50
2 A	Análisis químico de suelos en el sitio de Escuadrón.....	51
3 A	Análisis químico de suelos en el sitio de San Pedro.....	52
4 A	Análisis químico de suelos en el sitio de San Pedro.....	53
5 A	Análisis de varianza para la variable raíz del incremento del DAC(mm) del sitio Escuadrón.....	54
6 A	Análisis de varianza para la variable raíz del incremento de la altura total (cm) del sitio Escuadrón.....	54

7 A	Análisis de varianza para la variable raíz del incremento del índice de crecimiento (cm ³) del sitio Escuadrón.....	55
8 A	Análisis de varianza para la variable raíz del incremento del DAC(mm) del sitio sitio San Pedro.....	56
9 A	Análisis de varianza para la variable raíz del incremento de la altura total (cm) del del sitio San Pedro.....	56
10 A	Análisis de varianza para la variable raíz del incremento del índice de crecimiento (cm ³) del sitio San Pedro.....	57



INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Promedios de los incrementos de la variable DAC(mm) para los tratamientos aplicados en el sitio de Escuadrón.....	29
2 Promedios de los incrementos de la variable altura total (cm) para los tratamientos aplicados en el sitio de Escuadrón.....	30
3 Promedios de los incrementos de la variable índice de crecimiento (cm ³) para los tratamientos aplicados en el sitio de Escuadrón.....	31
4 Promedios de los incrementos de la variable DAC(mm) para los tratamientos aplicados en el sitio de San Pedro.....	33
5 Promedios de los incrementos de la variable altura total (cm) para los tratamientos aplicados en el sitio de San Pedro.....	34
6 Promedios de los incrementos de la variable índice de crecimiento (cm ³) para los tratamientos aplicados en el sitio de Escuadrón.....	36
 <u>En el Apéndice</u>	
1 A Disposición de bloques, parcelas y tratamientos en Escuadrón.....	58
2 A Disposición de bloques, parcelas y tratamientos en San Pedro Carrizal.....	58
3 A Estructura de la parcela dividida.....	58
4 A Gráfico de probabilidad normal para la variable raíz del I.DAC (mm) de ambos sitios.....	59

5 A	Gráfico de probabilidad normal para la variable raíz del I.Ht (cm) de ambos sitios.....	59
6 A	Intervalos de confianza simultánea al 95 % para la media de la variable raíz del incremento del DAC(mm) que muestran la diferencia significativa de los tratamientos en ambos sitios.....	60
7 A	Intervalos de confianza simultánea al 95 % para la media de la variable raíz del incremento del DAC(mm), que muestran la diferencia significativa de las frecuencias para ambos sitios.....	60
8 A	Perfiles de medias para la variable raíz del incremento de la altura total (cm) que muestra la diferencia entre los tratamientos y la frecuencia.....	61
9 A	Perfiles de medias para la variable raíz del incremento del DAC(cm) que muestra la diferencia entre el lugar, el tratamiento y la frecuencia.....	61
10 A	Intervalos de confianza simultánea al 95 % para la media de la variable raíz del incremento de la altura total (cm) que muestra la diferencia entre lugar, tratamiento y sitio.....	62
11 A	Perfiles de medias de la variable raíz del incremento del índice de crecimiento (cm ³) que muestra la diferencia entre lugar y tratamiento.....	62

I. INTRODUCCION

El crecimiento de las plantaciones forestales se explica en su mayoría, por una combinación de factores, la mayoría de ellos relacionados con las prácticas de establecimiento (Rodríguez 1994), tales como calidad y manipulación de las plantas (Trewin y Hunter 1986) citados por Mason et al. (1996), cultivo de suelos, densidad de plantación, control de malezas, fertilización (Mason y Graham 1997).

La vegetación competidora como pasto y maleza leñosa puede bajar la supervivencia y causar un pobre crecimiento inicial en *Pinus radiata* D. Don dado por la competencia por luz, espacio, agua y nutrientes (Richardson 1991) citado por Balneaves y Christie (1988).

Los pastos reducen la absorción de Nitrógeno en los árboles, provocando una fuerte disminución en crecimiento. En sitios de bajo índice de lluvias, por ejemplo, la competencia entre plantas puede reducir la disponibilidad de agua para una plantación, con un impacto notable en la productividad. Por otra parte, la vegetación alta también compite por luz y puede ahogar plántulas o producir un crecimiento débil y torcido (Balneaves y Clinton 1992; Nambiar 1995)

En Chile, se controlan malezas mediante métodos mecánicos y químicos, en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don desde hace varios años, en un inicio, con el principal objetivo de mejorar la supervivencia de las plantas al final de la temporada estival. Hoy en día, se sabe que el control de

malezas también hace posible mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantaciones por lo que se han incluido como objetivos de esta intervención (Pérez y Peralta 1997).

Carrera (1993) menciona que el grado de competencia es extraordinariamente fuerte en los primeros años de vida del cultivo y es allí cuando se deben controlar efectivamente las malezas. Las especies del género *Pinus* presentan un crecimiento inicial lento por lo tanto, necesitan controlar las malezas por un período de tiempo mucho mayor que en el caso de Eucaliptos.

El presente estudio, tiene por objetivo evaluar, durante los dos años de crecimiento, la productividad de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don a las que se les aplicó control químico post-plantación de malezas. Además de realizar un análisis de rentabilidad de las distintas intensidades de control. El estudio se hizo en conjunto con Forestal Mininco S.A. y se evaluó dos ensayos establecidos en sitios distintos.

1.1 Antecedentes generales

Matthei (1995) define maleza, como aquellas especies que crecen en lugares destinados a otras plantas o una planta que no está en el lugar que le corresponde según los objetivos del hombre. Además, incluye a las plantas que compiten directamente con las especies cultivadas y a todas aquellas dañinas tanto para el hombre como para otros animales. Kogan (1992), utiliza una definición más optimista y señala que maleza es toda planta a la que aún no se le ha encontrado utilidad. Kogan et al. (1992), por otra parte consideran que el concepto de "maleza" no debe

ser rígido, ya que una planta solamente es considerada como tal, si estuviera directa o indirectamente perjudicando una determinada actividad humana.

Las malezas presentan las características de la vegetación pionera, ya que por regla general muestran una muy buena capacidad de producción de semillas, dotadas de alta viabilidad y longevidad. Esto hace que sean capaces de germinar de manera discontinua en muchos ambientes, ya que poseen adaptaciones especiales para diseminarse a corta y larga distancia (Pitelli y Karam 1988, citados por Carrera, 1993). Además, son características donde el hombre ha reemplazado la vegetación nativa por un sistema controlado de cultivos. La mayoría son herbáceas, pero algunos arbustos y árboles son extremadamente dañinos en ciertos hábitat como el forestal (Kogan et al. 1992).

1.2 Clasificación de las malezas

Las malezas se pueden clasificar de diferentes formas, según su hábitat, fisiología, clasificación ecológica, ciclo de vida, morfología, etc. Una forma sencilla y de mayor uso, es considerar su ciclo de vida (Pérez 1996) citado por Perez y Peralta (1997), de acuerdo a esta característica se clasifican en:

Anuales: Son plantas que completan su ciclo de vida en menos de un año. Existen dos tipos de malezas anuales, anuales de verano germinan principalmente en primavera y crecen en primavera-verano y las anuales de invierno, que germinan principalmente en otoño y crecen en invierno.

Kogan et al. (1992) consideran que esta no es una división absoluta, ya que existen especies que según las condiciones ambientales, germinan indistintamente en primavera u otoño.

Bianuales: Plantas que viven por más de un año, pero menos de dos años. El primer año alcanzan su desarrollo vegetativo acumulando reservas y durante el segundo, emiten un tallo floral y semillan.

Perennes: Son aquellas especies que viven por más de dos años. Estas especies se reproducen tanto por semilla como por estructuras vegetativas como rizomas, estolones, bulbos, cormos, tubérculos, etc.

1.3 Influencia de las malezas

La competencia entre las malezas y los cultivos comienza inmediatamente después de la plantación, sin embargo la intensidad de los niveles de competencia depende de factores ligados a la comunidad infestante, al propio cultivo y a aquellos ligados al ambiente (Pitelli y Karam 1988, citados por Carrera, 1993).

1.4 Estrategias de control

El control es una acción dirigida a eliminar o al menos atenuar, toda la vegetación que compita con la plantación establecida en un sector determinado. La infestación de malezas se reduce pero no se elimina y por lo tanto, el resultado puede variar entre un control deficiente y uno muy bueno. Los métodos de control se pueden agrupar en: mecánicos, biológico, químicos e integrado. El control

químico de malezas comprende el empleo de productos químicos genéricamente llamados herbicidas (Pardo, 1996).

1.5 Clasificación de los herbicidas

Los herbicidas son sustancias químicas que se emplean para destruir, controlar o impedir el desarrollo de ciertas plantas (Martino 1991) citado por Carrera (1993). Además Kogan (1992), considera que los herbicidas ejercen un control de malezas más efectivo, oportuno y normalmente más económico que el control mecánico.

Los herbicidas pueden separarse en diferentes grupos, según sea el objetivo que se persiga. Así, ellos se pueden clasificar de acuerdo a la época de aplicación, según su forma de actuar, o según su selectividad (Valdés 1977c) citado por Carrera (1993).

La clasificación más usual se ha basado en la forma de actuar (Kogan 1992). Dentro de estos se distinguen dos grupos, los que actúan a través del **follaje** y los que actúan a través del **suelo** (suelo-activos). Dentro del primer grupo se encuentran los herbicidas de contacto, que afectan sólo a las partes que han sido cubiertas por la aspersión y los herbicidas sistémicos o de translocación que luego de ser aplicados penetran a la planta movilizándose, para ejercer su efecto lejos del sitio de aplicación ya sea en las raíces u órganos aéreos.

1.6 Características de los herbicidas utilizados

Glifosato, es sistémico, post-emergente, no selectivo por lo que controla la mayoría de las malezas anuales, bianuales, perennes, tanto gramíneas, hoja ancha, leñosas y ciperáceas (Forestal Mininco 1995). Es biodegradable y la vida en el suelo de este herbicida, es corta ya que no posee actividad en el suelo (Kogan et al. 1992).

Glifosato controla la mayoría de las malezas anuales a dosis de 0.5 - 0.75 Kg/ha. En el caso de perennes, herbáceas y arbustivas, las dosis de glifosato fluctúan entre 2 y 3 Kg/ha (Kogan et al. 1992). Este producto se asperja solamente sobre las malezas evitando que entren en contacto con la especie forestal (Kogan 1992).

Los herbicidas que actúan a través del **suelo**, se caracterizan por ejercer un efecto al nivel de las raíces, como también se pueden mover desde las raíces a otras partes de la planta, actúan sobre las malezas en germinación o en estado de plántulas por un período relativamente largo (Kogan 1992). Entre estos herbicidas se dividen según el grado de actividad en el follaje, en aquellos con y sin actividad. En el sector forestal son de gran importancia el grupo de los inhibidores fotosintéticos, como el grupo químico de las triazinas y triazinonas, en el primer grupo se encuentran los siguientes herbicidas de mayor importancia forestal, simazina, atrazina y terbutilazina y en el segundo grupo se destaca la hexazinona, representada comercialmente como Velpar (Izquierdo 1995).

Atrazina controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas, pero en el suelo no presenta efecto sobre malezas ya arraigadas. Se puede utilizar en malezas pre-emergente y post-emergente temprana y una de sus ventajas, es que las coníferas pueden tolerar cantidades relativamente grandes de este herbicida (Forestal Mininco 1995; Kogan et al. 1992; Villaseca 1996).

Hexazinona, es un herbicida selectivo para plantaciones forestales de *Pinus radiata* D. Don y áreas no cultivadas (Forestal Mininco 1995). Se puede emplear en la post-emergencia avanzada de malezas anuales, bianuales y perennes herbáceas y también en arbustos o malezas leñosas, es absorbido predominantemente por la raíz con alguna absorción foliar (Davenhill y Richardson 1996).

Adams y Dutkowski (1995) obtuvieron buenos resultados, con respecto al volumen, utilizando hexazinona y atrazina a dosis de 1.5 Kg/ha Y 5 Kg/ha, respectivamente para cada tratamiento. Wilkinson et al. (1992), señalaron que dosis entre 2 y 4 Kg/ha de hexazinona controlaron efectivamente el pasto y maleza leñosa en numerosos sitios plantados con *Pinus radiata*.

Este herbicida es bastante tolerado por el pino, no así por el eucalipto. En el caso del pino puede aplicarse de post-emergencia de malezas mojando el pino. Por otra parte Wilkinson et al. (1992) citando a Davis (1977) afirma que *Pinus radiata* es tolerante a hexazinona, aunque en las plantas bajo estrés o en suelos de textura liviana se requieren bajas dosis para evitar toxicidad.

Los tipos de herbicidas recomendados y las dosificaciones pueden variar entre regiones geográficas, dependiendo del tipo de suelo y clima, entre otros (Balneaves y Clinton 1992).

Una dosis de 2.7 Kg/ha de hexazinona no tuvo efectos fitotóxicos en pino radiata en distintos sitios de la IX región, Chile. (Izquierdo 1995; Perez y Peralta 1997).

Estudios de control de malezas en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Australia, indican que el tiempo de aplicación de hexazinona en relación con la época de plantación, es crítico para la tolerancia de las plántulas, el control y por lo tanto, para el crecimiento (Cameron y Stakes 1978) citados por Baker (1988).

Las aplicaciones de los herbicidas deberían ser a fines de invierno y comienzos de primavera (Preest y Davenhill 1969). Además, Baker (1988) señala que el buen control de malezas logrado bajo altas temperaturas y/o buena disponibilidad de agua, pudo estar asociado con el crecimiento activo de la planta, aumentando la asimilación del herbicida. Según Baker (1988), esto también depende de los sitios, recomendando la aplicación de hexazinona dos a tres meses, después de la plantación para suelos arenosos, con baja pluviosidad y entre cuatro a seis meses después de la plantación, en suelos arcillosos con mayor pluviosidad.

Hexazinona requiere de suelos húmedos para su aplicación o días seguidos de lluvia y es más efectivo si las plantas tienen un crecimiento activo y temperaturas más cálidas (Wilkinson et al. 1992).

1.7 Estrategias de control

Kogan et al.(1992) señala que el establecimiento de especies forestales deberá realizarse en un sitio libre de malezas herbáceas y arbustivas leñosas. Balneaves y Clinton (1992) recomiendan realizar la aspersion de pre-plantación a mediados de otoño, cuando las malezas estén en crecimiento activo, esto permite el uso de químicos no selectivos y para la aspersion post-plantación a *Pinus radiata* y otras especies de pinos, aplicar Velpar(hexazinona), en primavera, cuando los suelos están tibios pero todavía húmedos, pero recomienda no realizarla cuando las plantas estén bajo estrés.

1.8 Intensidades de control

Las malezas pueden ser controladas en tazas o manchas alrededor de las plantas individuales, en franjas o bandas a lo largo de las líneas de plantación o sobre el sitio completo (Balneaves y Clinton 1992).

Control por taza o banda de malezas herbáceas debe ser realizado sobre un ancho igual o por lo menos doble de la altura esperada de la vegetación competitiva, para que no ocurra el ahogamiento de las plantas (Balneaves y Clinton 1992).

Los tratamientos de taza y banda tienen numerosas ventajas que incluyen una disminución, tanto en la cantidad de herbicida como en los costos, pero en sitios de segunda rotación pierden exactitud y se recomiendan generalmente para lugares con problemas de erosión (Davenhill y Richardson 1996; Adams y Dutkowski 1995).

Izquierdo (1995) y Perez y Peralta (1997), señalan que el mejor tratamiento según la relación costo/beneficio, fue control de bandas de 2.2 m. y 1.2-1.4 m de ancho respectivamente.

Adams y Dutkowski (1995) muestran que para una plantación de pino radiata en Australia, con una pluviometría entre 700 y 800 mm anuales, un tratamiento completo de malezas, durante dos años, obtuvo un volumen treinta y cinco veces mayor que el tratamiento testigo.

Por otra parte, Balneaves y Clinton (1992) señalan que el tratamiento completo es un desperdicio de recursos y puede privar a las plantas del abrigo que proporciona de otro modo la vegetación entre líneas. Sin embargo, el control completo se utiliza a veces en un intento de eliminar una maleza en particular o por que es el método más efectivo con relación al costo de aplicación aérea, también es esencial para establecer árboles en sitios bajos propensos a las heladas.

En años recientes el control por banda se ha popularizado en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don por el hecho de ser más económico, llegando a ser tan efectivo como el mejor de los tratamientos completos. Pero en algunos casos por naturaleza del terreno esto no siempre será factible, en tal caso, es preferible la aspersión en tazas, asegurando que el diámetro de estos sea de 1.5 a 2 m para conseguir una respuesta máxima de crecimiento en volumen (Balneaves y Clinton 1992).

II. METODOLOGÍA

2.1 Descripción de las áreas de estudio

Los ensayos se instalaron en dos fundos de la octava región del país, pertenecientes a Forestal Mininco S.A.

Fundo Escuadrón. Ubicado al costado de la carretera Concepción-Coronel kilómetro 18, octava región, a una altitud aproximada de 60 m.s.n.m. en una superficie plana, cuya posición geográfica corresponde a $36^{\circ} 56' 26,13''$ de latitud sur y $73^{\circ} 8' 20,48''$ de longitud oeste. Posee una topografía de lomajes suaves y es una zona litoral ubicada en la vertiente occidental de la cordillera de la costa.

El suelo, corresponde al grupo de los metamórficos, serie Nahuelbuta, de textura Franco-arcillosa. Los niveles de macro y micronutrientes se muestran en la tabla 1 y 2 A.

El clima es del tipo templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo subhúmedo, cuyas temperaturas varían, en promedio, entre una máxima de $23,9^{\circ}\text{C}$ en enero y una mínima de $5,9^{\circ}\text{C}$ en julio. El período libre de heladas es de 309 días, con un promedio de dos heladas por año. La precipitación media anual es de 1134 mm., tiene un déficit hídrico de 605 mm. y un período seco de cinco meses. El efecto oceánico modera las temperaturas extremas creando inviernos benignos.

Las malezas presentes en el ensayo, se presentan en la tabla N°1 donde se detalla el porcentaje de cobertura según la clasificación morfológica.

TABLA 1. Composición de malezas presentes en el ensayo (06-agosto-1998). Escuadrón.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Cobertura (%)
Zanahoria silvestre	<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	35
Berro	<i>Cardamine hirsuta</i>	Brassicaceae	
Soncho	<i>Sonchus oleraceus</i>	Compositae	
Lechugilla	<i>Taraxacum officinale</i>	Compositae	
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Compositae	
Cardo	<i>Cirsium vulgare</i>	compositae	
Senecio	<i>Senecio vulgaris</i>	Compositae	
Pasto del chanco	<i>Hipochaeris radicata</i>	Compositae	
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	Elaeocarpaceae	
Retamillo	<i>Teline monspessulana</i>	Leguminosae	
trebol	<i>Trifolium sp.</i>	Leguminosae	
Aromo	<i>Acacia melanoxylon</i>	Mimosaceae	
Siete venas	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	
Vinagrillo	<i>Rumex acetosella</i>	Poligonaceae	
Chépica del sur	<i>Agrostis capillaris</i>	Graminaceae	65
Pasto miel	<i>Holcus lanatus</i>	Graminaceae	
Hualcacho	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Graminaceae	

Fundo San Pedro de Carrizal. Este predio se encuentra ubicado 9,5 Km. al sur de Nacimiento, octava región, a una altura aproximada de 100 m.s.n.m. en superficie plana, su posición geográfica es 37° 35' 28,23'' de latitud sur y de 72° 39' 31,99'' longitud oeste. Zona de lomajes suaves correspondiente a la cordillera de la costa, con exposición oriente.

El tipo de suelo pertenece al grupo granítico, clasificado como serie Cauquenes de textura franco-arcillosa, los niveles de macro y micronutrientes correspondientes a este sitio se pueden ver en la tabla 3 y 4 A.

El clima es templado mesotermal estenotérmico mediterráneo subhúmedo, las temperaturas varían en promedio, entre una máxima de enero de 28,6°C y una mínima de julio de 4,4°C. El período libre de heladas es de 235 días, con un promedio de nueve heladas por año. La pluviosidad anual es de 1093 mm., un déficit hídrico de 716 mm. y un período seco de cinco meses. Las temperaturas invernales son bajas, con alta incidencia de heladas y veranos calurosos.

San Pedro Carrizal, es un sitio de reforestación. Respecto a las malezas, se realizó un catastro en el ensayo determinándose su cobertura según su clasificación morfológica en términos de porcentaje en febrero de 1998. Este se puede ver en la tabla N°2.

2.2 Establecimiento de los ensayos

La preparación del terreno de los ensayos de intensidad y período libre de malezas, se hizo con una retroexcavadora en tazas de 1m² aproximadamente.

La plantación se realizó en el mes de julio de 1996, con plantas 1/0 a raíz desnuda, provenientes del vivero Bio-Bio propiedad de Forestal Mininco S.A.. Este material provenía de semillas de producción interna de la empresa, ubicadas dentro de las diez mejores familias. La densidad inicial fue de 1.000 plantas por hectárea, en una superficie aproximada de 2,0 ha en cada ensayo.

Tabla 2. Composición de las malezas presentes en el ensayo (24-febrero-1998). San Pedro Carrizal.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Cobertura (%)
Hierba azul	<i>Echium plantagineum</i>	Boraginaceae	50
Cardo blanco	<i>Silybum marianum</i>	Compositae	
Pasto del chanco	<i>Hipochaeris radicata</i>	Compositae	
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	Elaeocarpaceae	
Hierba de San Juan	<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericaceae	
arvejilla	<i>Vicia sp.</i>	Leguminosae	
Siete venas	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	
Vinagrillo	<i>Rumex acetosella</i>	Poligonaceae	
Rosa mosqueta	<i>Rosa rubiginosa</i>	Rosaceae	
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	Rosaceae	
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	
	<i>Nassella sp</i>	Graminaceae	50
Pasto ovilla	<i>Dactylis glomerata</i>	Graminaceae	
Avenilla	<i>Avena fatua</i>	Graminaceae	
Setarea	<i>Setarea pumila</i>	Graminaceae	
Vulpia	<i>Vulpia bromoides</i>	Graminaceae	
Tembladera	<i>Briza maxima</i>	Graminaceae	
Piojillo	<i>Poa annua</i>	Graminaceae	

Los ensayos se fertilizaron, como una forma de no limitar los nutrientes y que este no fuera otra variable influyente en el experimento.

Se efectuaron dos fertilizaciones, la primera se realizó en el mes de agosto de 1996, en la que se aplicó una fórmula completa a cada planta en dos surcos laterales, de 60cm. de largo a 15cm. de profundidad y a 15cm del tallo. La fórmula aplicada a los ensayos se puede ver en la tabla N°3.

La segunda fertilización se realizó en 1998, con 10g de N, 50g de P_2O_5 y 3g de B por planta.

Tabla 3. Fórmula general de fertilización utilizada por la empresa en el establecimiento de los ensayos.

NUTRIMENTO	FUENTE	CANTIDAD (i.a./planta)
Nitrógeno	Nitrato amonio	50
Fósforo	Superfosfato triple	50
Potasio	Cloruro potasio	50
Magnesio	Sulpomag	22
Azufre	Azufre	18
Zinc	Sulfato zinc	2.5
Cobre	Sulfato cobre	2.5
Boro	Boronatrocálcita	2.2

2.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es el de bloques completos al azar en parcela dividida, con tres repeticiones.

Se determinó los efectos que dos factores pueden tener sobre las variables: DAC(mm), altura total(cm) e Índice de crecimiento(cm^3). Los factores estudiados corresponden a tratamiento con herbicida (referido a la superficie que utiliza cada tratamiento), el cual posee cuatro niveles: testigo, control total, control banda(2m) y control taza($1m^2$); y frecuencia de uso (referida a la frecuencia de utilización del herbicida), este factor tiene dos niveles: aplicación del herbicida sólo el primer año y aplicación del herbicida durante los dos primeros años.

La información utilizada para el análisis estadístico, corresponde a la medición de septiembre de 1996 y julio de 1998, de ambos sitios.

Dentro de cada ensayo, se construyeron tres bloques y dentro de estos se asignaron los tratamientos al azar(figuras 1A y 2A).

Cada parcela tiene nueve hileras con diez plantas cada una, la que a su vez se divide en tres subparcelas, de treinta plantas cada una(figura 3A).

2.4 Descripción de los tratamientos

2.4.1 Intensidades de control. Los tratamientos aplicados fueron cuatro, pero cada uno de estos se repite al segundo año exceptuando obviamente al testigo, sumando en total siete tratamientos.

Los tratamientos son un testigo sin un control de malezas, control en toda la superficie, control en banda de 2m de ancho a lo largo de la hilera y control en taza de 1m² alrededor de cada planta. Los tratamientos y su intensidad de control se muestran en la tabla 4.

2.4.2 Aplicación de los herbicidas. El primer control de malezas comenzó en septiembre de 1996 dos meses después de la plantación, aplicando VELPAR 75DF(hexazinona) en dosis de 2Kg i.a./ha.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos y su intensidad de control.

TRATAMIENTOS				Intensidad de control	
				(%)	
				Escuadrón	San Pedro
				1000arb/ha	1000arb/ha
T1	Testigo			0	0
T2	C.Total 1 (*)	T3	C.Total 2 (**)	100	100
T4	C.Banda 1 (*)	T5	C.Banda 2 (**)	40	40
T6	C.Taza 1 (*)	T7	C.Taza 2 (**)	10	10

(*) : Aplicación del tratamiento solo un año.

(**): Aplicación del tratamiento los dos años.

Como el objetivo de los ensayos es mantener los tratamientos siempre libre de malezas, en el mes de diciembre del mismo año, se realizó un desmanche con el herbicida ROUNDUP 480(48% glifosato) en dosis de 3lt/ha.

En el otoño de 1997, se aplicó GESAPRIM 90(90% atrazina) en dosis de 3Kg i.a./ha, ROUNDUP MAX(glifosato) en dosis de 2Kg i.a./ha más GALACTIC, un surfactante en dosis de 70cc/100lt de agua.

La prescripción anterior fue aplicada en la primavera de 1997 y otoño de 1998.

Los ensayos fueron revisados periódicamente controlando manualmente, cuando fue necesario buscando lograr las intensidades de control correspondientes a cada tratamiento.

2.4.3 Equipos utilizados. La aspersión de los herbicidas en todos los tratamientos se realizó utilizando una

pulverizadora de espalda marca SOLO, modelo 425. Para los herbicidas selectivos (Hexazinona y atrazina) se utilizó una boquilla de abanico plana N°110-03, para el herbicida no selectivo (glifosato) se utilizó una boquilla de espuma marca YAMAHO 25, más una campana de aplicación.

2.5 Mediciones

El análisis de los resultados obtenidos se basan en el desarrollo alcanzado por *Pinus radiata* D. Don durante las dos primeras temporadas de crecimiento. Las variables de medición en septiembre de 1996 y julio de 1998 fueron:

DAC, diámetro a la altura del cuello, medido con pié de metro en milímetros con una precisión de 0,5 mm.

Ht, altura total, medido con una huincha en centímetros con una precisión de 1cm.

Además se analizó la variable IC, índice de crecimiento expresado en centímetros cúbicos (cm^3) que corresponde al producto de la Ht, en cm. por el cuadrado del DAC, en cm^2 . Considerando que junto con DAC y Ht son las variables de uso más frecuentes en plantaciones jóvenes en Chile.

De estas tres variables se estudiaron los incrementos absolutos del período en estudio.

2.6 Análisis estadístico

Para el análisis se utilizó el programa estadístico Statistica con un diseño de dos factores principales

(predio y tratamiento), con bloques aleatorios (dentro de cada predio) con parcela dividida.

En el estudio se realizó un análisis de probabilidad normal (Figuras 4 y 5 A) y luego un análisis de varianza para identificar los factores (tratamientos) y niveles (frecuencias de aplicación herbicidas) que se diferenciaban.

Las variables del análisis estadístico por problema de varianzas muy amplias, fueron finalmente, la raíz del crecimiento absoluto del DAC(mm), Altura total(cm) e Índice de crecimiento(cm^3) durante el período de crecimiento de 1996 a 1998.

2.7 Análisis de costos

El presente análisis está dividido en tres partes, la primera implica un análisis de costos de los tratamientos aplicados a los ensayos (tablas 5, 6 y 7).

En la segunda parte se realizó una simulación de manejo, con el sistema Radiata Plus V5.0. Esta simulación se realizó a partir de la edad de cuatro años, con una rotación de cosecha de veintitrés años.

Para llevar los datos de los árboles de dos a cuatro años se utilizó un software modelo de crecimiento forestal, versión 1.1 para Windows 95/NT patentado por E.G.Mason en 1997.

La simulación aplicó dos esquemas de manejo, tomando en cuenta los crecimientos de los árboles a esa fecha (cuatro años). Lo anterior se puede observar en la tabla 8.

Tabla 5. Costos de los productos aplicados al control de malezas.

Productos Aplicados	Dosis	Valor	Valor Total (US\$/ha)
Velpar(75DF)	1.5 Kg/ha	48 US\$/Kg	72
Atrazina	3.0 Kg/ha	6 US\$/Kg	18
Galactic	70 cc/100 Lt H ₂ O	40 US\$/Lt	5
			95

Tabla 6. Costos operacionales del control de malezas para los tratamientos aplicados.

Tratamientos	Costo Total Productos (US\$)	% de Aplicación	Valor Total (US\$/ha)	Mano de obra		Valor Total (US\$/ha)
				Jor/ha	Valor jornada (US\$/jor)	
Total	95	1	95	1.5	21	32
Banda (2m)	95	0.4	38	1.3	21	27.3
Taza (1m ²)	95	0.1	9.5	1.3	21	27.3

Tabla 7. Costos totales de los tratamientos aplicados al control de malezas.

Tratamiento	Costo Total 1 año (US\$/ha)	Costo Total 2 años (US\$/ha)
Total	127	254
Banda (2m)	65.3	130.6
Taza (1m ²)	36.8	73.6

Tabla 8. Simulación de manejo aplicado a los datos a la edad de cuatro años en ambos sitios.

Sitio	Tipo de Manejo	Edad raleo (años)	Densidad Residual (arb/ha)
Escuadrón	Extensivo	10	800
		12	450
San Pedro	Extensivo	12	800
		14	450

Luego a partir de las tablas de producción entregadas por el simulador Radiata Plus (V5.0), se calculó la productividad para los tratamientos que se diferenciaron significativamente del testigo en el análisis estadístico, es decir, control total 1 (T2), control total 2 (T3), control banda 1 (T4), control banda 2 (T5). Lo anterior se puede observar en las tablas 9 y 10.

El mayor crecimiento obtenido en los cuatro tratamientos anteriores con respecto al testigo, da la pauta para una posible reducción de la rotación, que justificaría el mayor nivel de costos incurridos al controlar las malezas con dichos tratamientos.

De acuerdo a la metodología seguida por Montenegro (1998), se determinó la reducción del período de rotación forestal que es necesaria obtener con el fin de justificar el mayor nivel de costos en que se incurre al controlar malezas con los anteriores tratamientos.

Tabla 9. Productividad obtenida por la simulación al final de la rotación en el sitio de Escudrón.

Tipo de Control	Testigo			Control Total 1			Control total 2			Control Banda 1			Control Banda 2		
	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le
Q:	181	231.6	67	241.7	213.6	73	308.5	221.1	68.9	237.3	215.9	76	285.5	223.4	67
Volumen (m ³ ssc)															
V: Valor neto (US\$/m ³ sc)	27	17	8	27	17	8	27	17	8	27	17	8	27	17	8
Productividad QxV (US\$)	4887	3937.2	536	6525.9	3631.2	584	8329.5	3758.7	551.2	6407.1	3670.3	608	7708.5	3797.8	536
Σ			9360.2			10741.1			12639.4			10685.4			12042.3
Productos (US\$)															
Ingresos por raleo (US\$)			200.64			251.76			446.79			294.79			392.9
Total (US\$)			9560.84			10992.86			13086.19			10980.19			12435.2

Tabla 10. Productividad obtenida por la simulación al final de la rotación en el sitio de San Pedro.

Tipo de Control	Testigo			Control Total 1			Control total 2			Control Banda 1			Control Banda 2		
	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le	Aserra ble 28	Aserra ble 18	Pulpab le
Q:	87.8	171.4	68.5	89.6	179.2	67.5	127	191.6	68.1	110.3	186	67.9	115.9	189.5	66.4
Volumen (m ³ ssc)															
V: Valor neto (US\$/m ³ sc)	27	17	8	27	17	8	27	17	8	27	17	8	27	17	8
Productividad QxV (US\$)	2370.6	2913.8	548	2419.2	3046.4	540	3429	3257.2	544.8	2978.1	3162	543.2	3129.3	3221.5	531.2
Σ	5832.4			6005.6			7231			6683.3			6882		
Ingresos por raleo (US\$)	220.9			239.54			316.86			277.82			289.76		
Total (US\$)	6053.3			6245.14			7547.86			6961.12			7171.76		

Se consideraron para este análisis, los tratamientos que se diferenciaron significativamente del testigo. De acuerdo al análisis estadístico, estos fueron control total 1 (T2), control total 2 (T3), control banda 1 (T4) y control banda 2 (T5).

La metodología describe que:

Sea,

$$VP_s = -CFS + \sum_{j=1}^n (Q_j \cdot V_j / (1 + i)^t)$$

VP_s : Valor presente por ha del bosque de pino, sin control químico.

CFS : Costo de forestación por ha, sin control químico.

Q_j : Volumen de madera producido por el bosque a la edad t , para el rango diamétrico j , en metros cúbicos sólido sin corteza.

V_j : Valor neto del metro cúbico sólido sin corteza para el rango diamétrico j , expresado US\$.

i : Interés anual.

t : Edad del bosque, en años.

Y sea,

$$VP_C = -CFC + \sum_{J=1}^n ((Q_J \cdot V_J) / (1+i)^X)$$

VP_C : Valor presente por ha de bosque, con control químico (T2, T3, T4 y T5).

CFC : Costo de forestación por ha con control químico.

(CFC = CFS + CT en que, CT: costo del control químico para el tratamiento x).

X : Edad del bosque, en años.

En el punto de nivelación VP_s es igual a VP_C , por lo tanto:

$$-CFS + \sum_{j=1}^n ((Q_j \cdot V_j) / (1+i)^t) = -CFC + \sum_{j=1}^n ((Q_j \cdot V_j) / (1+i)^X) \quad (1)$$

Si se desea mantener la igualdad anterior (1), a medida que aumente al costo debido al uso de un control químico de costo más elevado, deberá disminuir el valor de X.

Por lo tanto, $t-x$, representa la disminución mínima de la rotación requerida para justificar el mayor costo incurrido por la realización del control químico c.

Al despejar x de (1), se obtiene:

$$X = \frac{\text{Ln} [(\sum Q_j \cdot V_j) / (CT + (\sum Q_j \cdot V_j / (1+i)^t))]}{\text{Ln} (1+i)} \quad (2)$$

Entonces, de acuerdo a (2), t-x, disminución mínima de la rotación requerida para justificar el costo en el que incurre al realizar un control químico de malezas, es igual a:

$$\text{R.M.} = t - \frac{\text{Ln} [(\sum Q_j \cdot V_j) / (CT + \sum (Q_j \cdot V_j) / (1+i)^t)]}{\text{Ln}(1+i)} \quad (3)$$

En que, R.M. es la Reducción Mínima requerida de la rotación.

Si se analiza (3), se verifica que su valor dependerá del largo de la rotación considerado (t), del volumen por ha por rango diamétrico (Q_j), del valor de la madera de acuerdo a su posibilidad de utilización (V_j), del costo del control químico (CT) y, de la tasa de interés de mercado (i).

Posteriormente con la formula (3) se determinó la reducción mínima de la rotación en meses, para justificar el costo incurrido en el control químico de malezas, para los cinco tratamientos y tasas de interés anual del 8, 10 y 12 %.

La tercera parte consta de un análisis de relación costo/beneficio, en esta sección se comparó el incremento del índice de crecimiento (cm^3) de cada tratamiento con el testigo y se obtuvo el costo ($\$/\text{cm}^3$) por unidad de

incremento de los tratamientos del control de malezas que se diferenciaron significativamente del testigo.



III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Supervivencia de las plantas

La supervivencia en general de las plantas fue buena, con un 4% de mortalidad en el sitio de Escuadrón y 12% de mortalidad en el sitio de San Pedro de Carrizal.

3.2 Incrementos absolutos en el sitio de Escuadrón

3.2.1 Diámetro a la altura del cuello (DAC). Durante el período de crecimiento esta variable presentó un mayor crecimiento en las parcelas donde el tratamiento respectivo se aplicó también al segundo año.

El análisis estadístico (tabla 5 A) indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos (figura 6 A) y las frecuencias de aplicación (figura 7 A).

El grupo de tratamientos: testigo, control taza 1 y control taza 2, forman un grupo homogéneo ya que no hubo diferencias significativas entre ellos.

Los controles: total 1, banda 1, total 2 y banda 2, se diferenciaron significativamente del grupo anterior, siendo en la variable incremento del DAC(mm) los mejores tratamientos. Pero entre ellos se encontraron diferencias significativas entre los años de aplicación. Así, los mejores incrementos en DAC(mm) los obtuvieron control total 2 y control Banda 2 de 2m. Es decir, los tratamientos repetidos al segundo año de crecimiento.

Lo dicho anteriormente para el incremento de la variable DAC(mm) se puede ver en la figura 1.

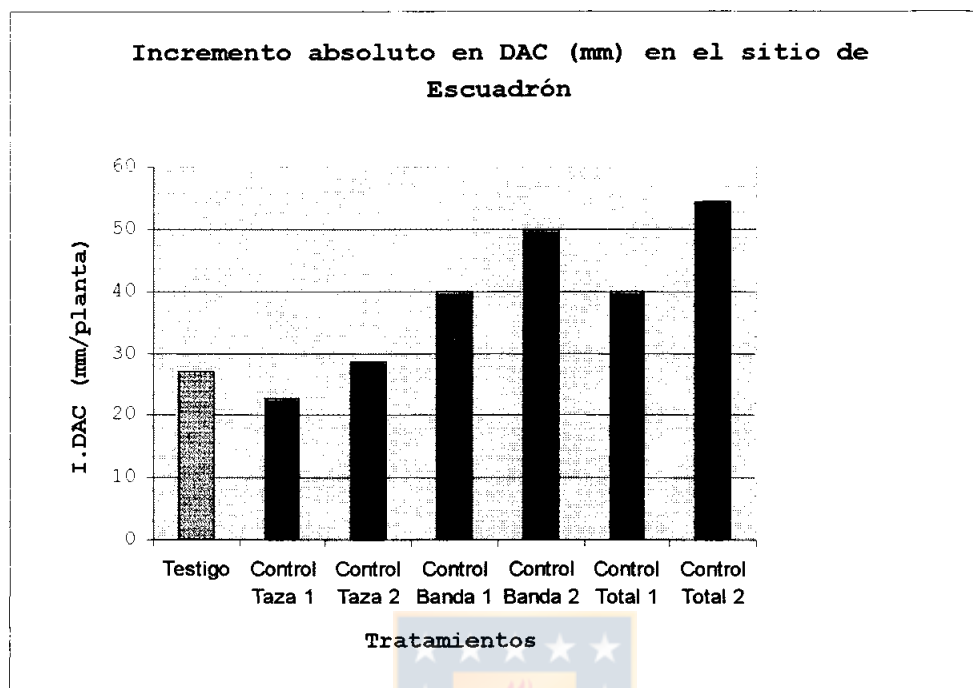


Figura 1. Promedios de los incrementos de la variable DAC(mm) para los tratamientos aplicados en el sitio de Escuadrón.

3.2.2 Altura total (Ht). Los mejores incrementos en altura los obtienen los tratamientos aplicados al segundo año de crecimiento, estos resultados se pueden observar en la figura 2.

Los resultados del análisis estadístico (figura 6 A) mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, no así en las frecuencias de control.

Nuevamente al igual que la variable anterior se formó un primer grupo de tratamientos: testigo, taza 1, tasa 2. En los cuales no existe diferencia altamente significativa.

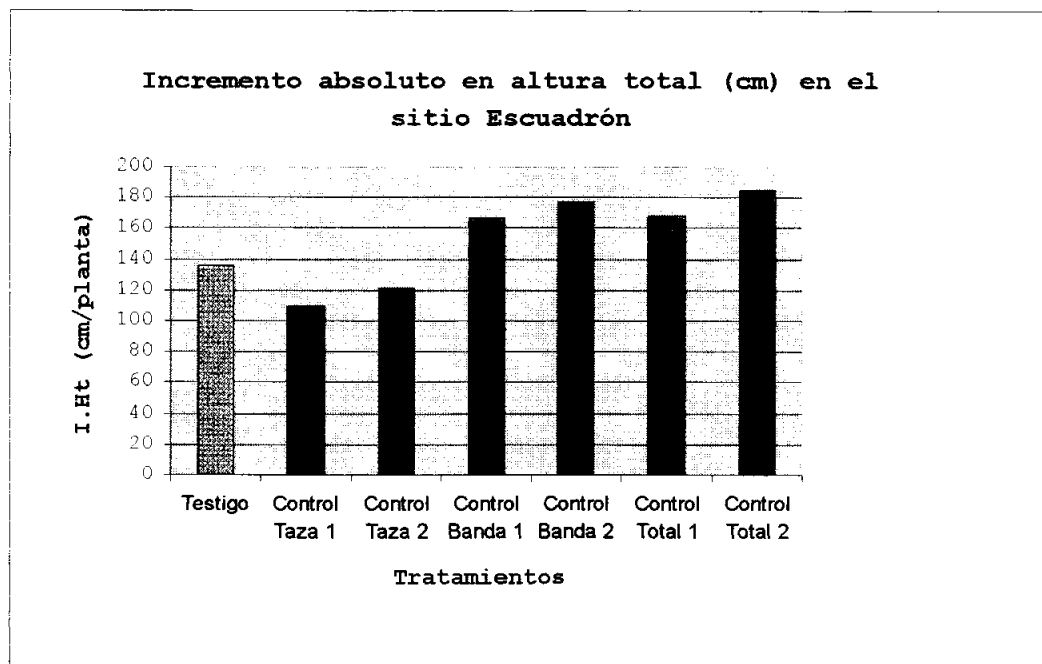


Figura 2. Promedios de los incrementos de la variable altura total (cm) para los tratamientos aplicados en el sitio de Escuadrón.

Luego hay un segundo grupo donde se encuentran los tratamientos: total 1, total 2, banda 1 y banda 2. Estos se diferencian significativamente del grupo anterior, pero no se encontraron diferencias significativas entre ellos (figura 8 A).

3.2.3 Índice de crecimiento (IC). El análisis estadístico (figura 7 A) mostró una diferencia significativa entre los tratamientos y las frecuencias de aplicación de los tratamientos.

A una mayor frecuencia de control, el índice de crecimiento presentó un mayor incremento. Destacándose como mejores, las parcelas donde se aplicaron los tratamientos: total 2 y banda 2.

Se forma un grupo homogéneo donde se encuentran los tratamientos: testigo, taza 1 y taza 2. La figura 3 nos muestra que el testigo alcanza el mismo crecimiento que los tratamientos: taza 1 y tasa 2.

Los tratamientos: control total 1, control total 2, control banda 1 y control banda 2, forman otro grupo donde se encontró diferencias entre los crecimientos de los árboles controlados un año y los controlados por dos años consecutivos.

Los mejores incrementos en el índice de crecimiento lo obtuvieron las parcelas donde se aplicaron los tratamientos: total 2 y banda 2.

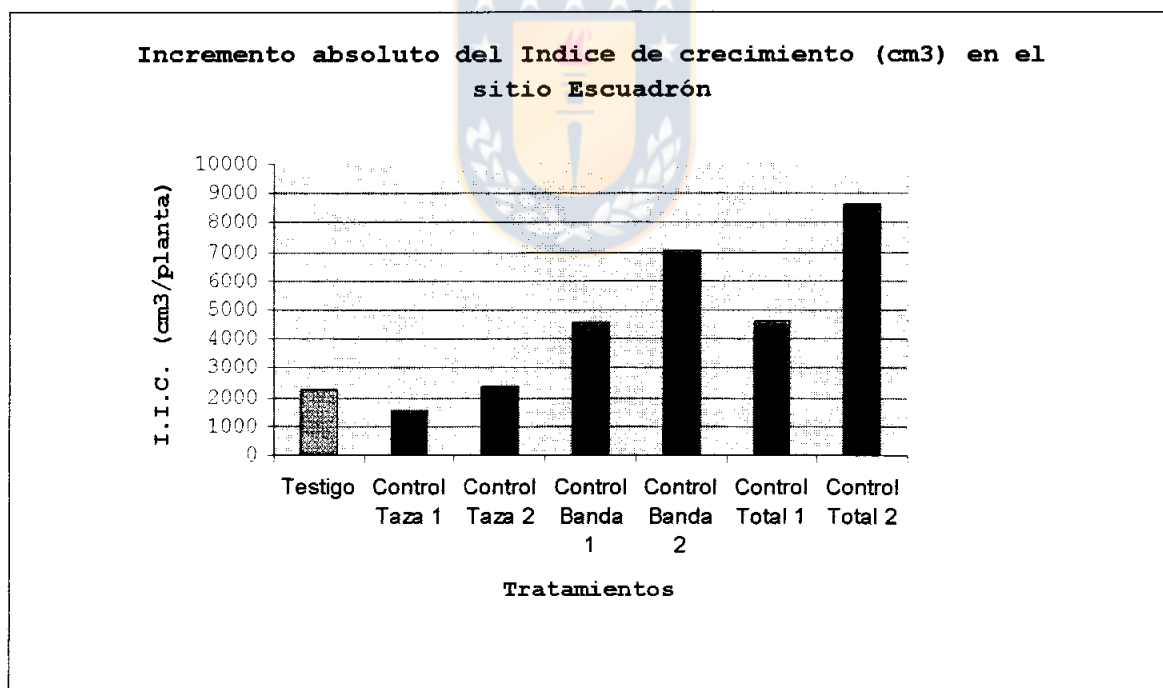


Figura 3. Promedios de los incrementos de la variable índice de crecimiento (cm³) para los tratamientos aplicados en el sitio de Escuadrón.

3.3 Incrementos absolutos en el sitio de San Pedro

3.3.1 Diámetro a la altura del cuello (DAC). Siguiendo con la tendencia anterior los incrementos aumentan a medida que hay una mayor intensidad de control y una mayor frecuencia, con excepción del tratamiento T2 (control total 1), que fue inferior al T4 (control banda 1).

El análisis estadístico (tabla 8 A) mostró diferencias en los tratamientos, destacándose con mejores incrementos en DAC (mm) los tratamientos total y banda.

Taza 1 y el testigo muestran similitud en su crecimiento, el tratamiento tasa 2, a diferencia del sitio anterior, logró diferenciarse de estos últimos. Cabe destacar que San Pedro tiene un promedio menor en crecimiento que Escuadrón (figura 9 A).

En los tratamientos total 1, banda 1, total 2 y banda 2, se lograron los de mayores incrementos. Entre los dos primeros no hay diferencias significativas, al igual que entre los dos últimos. Pero entre estos dos grupos se encuentran diferencias, destacándose como mejores los tratamientos con un control durante el segundo año (figura 4).

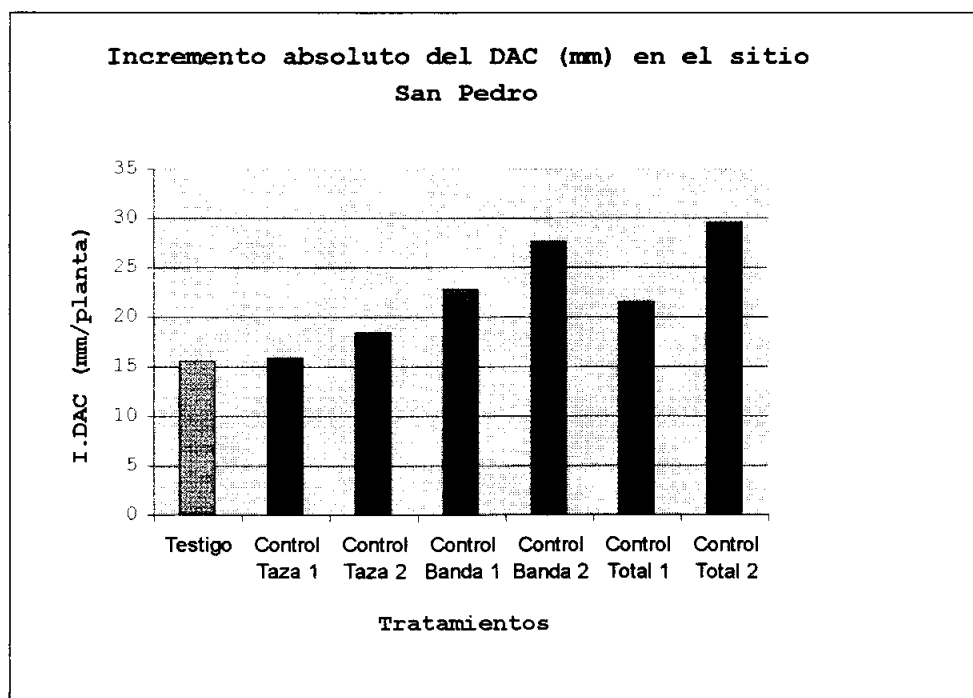


Figura 4. Promedios de los incrementos de la variable DAC(mm) para los tratamientos aplicados en el sitio de San Pedro.

3.3.2 Altura total (Ht). Los resultados estadísticos muestran (tabla 9 A) como primer grupo a los tratamientos taza 1, tasa 2 y testigo. Estos no presentan diferencias significativas entre ellos.

Otro grupo lo forman los tratamientos: total 1, banda 1, total 2 y banda 2, los que presentan los mayores incrementos en altura. Los últimos dos tratamientos se diferencian significativamente de los dos primeros.

El control total 1, siguiendo con la tendencia anterior, presenta un menor incremento que control banda 1, ambos no presentan diferencias significativas.

Los tratamientos de mejores incrementos al igual que las variables anteriores corresponden a control total 2 y control banda 2. Estos presentan diferencias con sus iguales de 1 año de aplicación (figura 5).

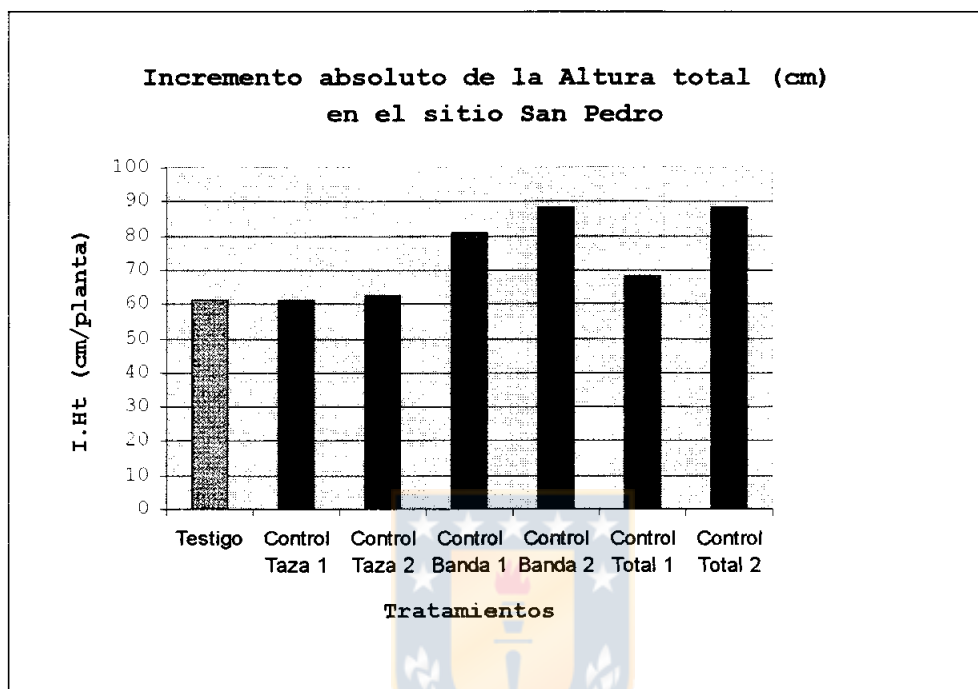


Figura 5. Promedios de los incrementos de la variable altura total(cm) para los tratamientos aplicados en el sitio de San Pedro.

3.3.3 Índice de crecimiento (IC). Los resultados de esta variable siguen la tendencia del sitio anterior, como lo muestran los análisis estadísticos hay diferencia entre los tratamientos y entre las frecuencias de aplicación como lo muestra la tabla 10 A.

El sitio de Escuadrón presenta un mayor incremento en el índice de crecimiento que San Pedro(figura 10 A). Lo que indicaría que San Pedro es un sitio de menor calidad (figura 6).

Como lo muestran las tendencias de crecimiento el primer grupo sin diferencias significativas lo forman el testigo, control taza 1 y control taza 2. Este último a diferencia del comportamiento de las dos variables anteriores logró un mayor crecimiento que el testigo.

El segundo grupo que se diferencia son los controles totales y en bandas. Los de primer año de aplicación tienen diferencia significativa con los de segundo año de aplicación del herbicida.

Los mejores incrementos en el índice de crecimiento lo obtuvieron los controles total 2 y en banda 2. Esto quiere decir que con una mayor frecuencia de control (dos años), los incrementos en crecimiento aumentan.



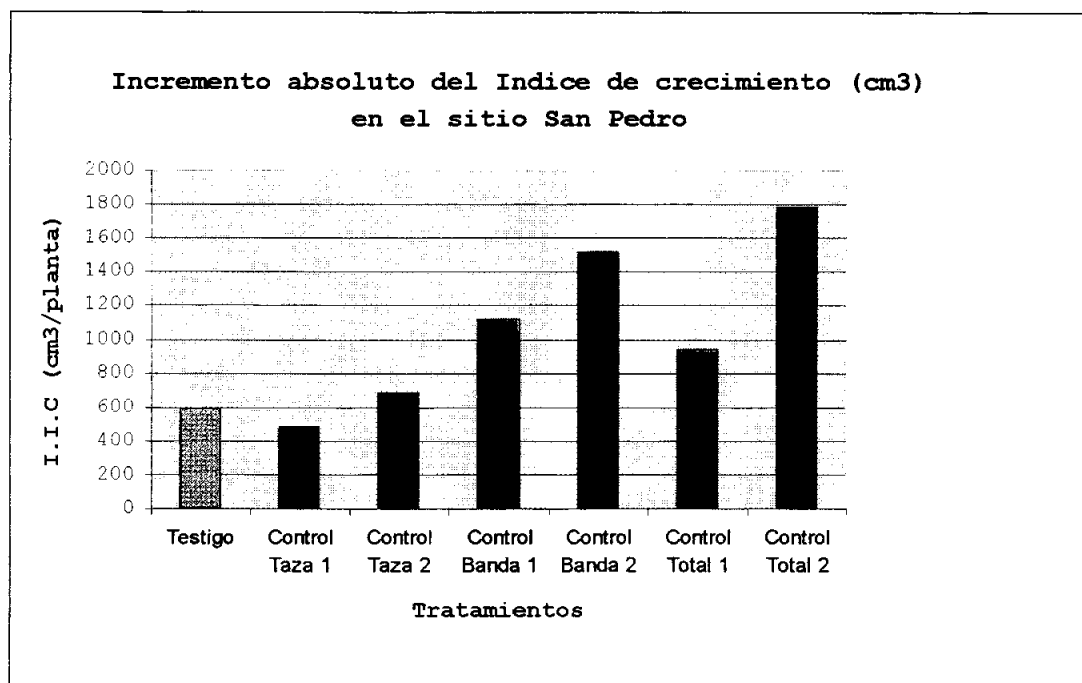


Figura 6. Promedios de los incrementos de la variable índice de crecimiento (cm³) para los tratamientos aplicados en el sitio de San Pedro.

3.4 Análisis económico del sitio Escuadrón

3.4.1 Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 8 %. En la tabla 11 se presenta la reducción mínima de la rotación en meses, para justificar el costo incurrido en el control químico de las malezas, para una tasa de interés anual del 8 %.

Tabla 11. Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 8 % en Escuadrón.

Rotación (años)	Tratamiento N°				
	T1 testigo	T2 Control Total 1	T3 Control Total 2	T4 Control Banda 1	T5 Control Banda 2
23	0	1	2	1	2

De los valores de la tabla 11 se observa que la máxima reducción requerida en la rotación para justificar el costo del control de malezas es de 2 meses en los controles: total 2 y banda 2.

Los controles de solo un año, es decir total 1 y banda 1, requieren de solo 1 mes de reducción de la rotación.

Si se desea acortar la rotación en uno o dos meses, es igual aplicar control total o control banda.

3.4.2 Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 10%. En la tabla 12 se presenta la reducción mínima de la rotación en meses, para justificar el costo incurrido en el control químico de las malezas, para una tasa de interés anual del 10 %.

Tabla 12. Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 10 % en Escuadrón.

Rotación (años)	Tratamiento N°				
	T1 testigo	T2 Control Total 1	T3 Control Total 2	T4 Control Banda 1	T5 Control Banda 2
23	0	2	3	1	2

Los valores de la tabla 12 muestran que la máxima reducción en meses requerida para justificar el costo del control químico de malezas es de tres meses, para el tratamiento control total 2.

3.4.3 Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 12%. Los valores de la tabla 13, muestran la reducción mínima de la rotación en meses, para justificar el costo incurrido en el control químico de las malezas, para una tasa de interés anual del 12 %.

Tabla 13. Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 12 % en Escuadrón.

Rotación (años)	Tratamiento N°				
	T1 testigo	T2 Control Total 1	T3 Control Total 2	T4 Control Banda 1	T5 Control Banda 2
23	0	2	3	1	2

Se observa que no varía la reducción mínima de la rotación, con respecto a la tasa anual del 10 %.

3.4.4 Relación costo/beneficio. La tabla 14, muestra la relación costo/beneficio de los tratamientos seleccionados aplicados al sitio de Escuadrón.

De los valores de la tabla se puede señalar que la mejor relación costo/beneficio la entrega el control en banda aplicado por 2 años durante el período de crecimiento.

3.5 Análisis económico del sitio de San Pedro

3.5.1 Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 8 %. La tabla 15, muestra la reducción mínima de la rotación en meses, para justificar el costo incurrido en el control químico de las malezas, para una tasa de interés anual del 8 %.

Tabla 14. Relación costo/beneficio de los tratamientos aplicados al sitio Escuadrón.

Tratamientos	Costo Total (\$/ha)	Incremento Del I.C. (cm ³)	Incremento Tratam V/s Testigo (cm ³)	Costo por unidad de incremento (\$/cm ³)
Testigo	0	2227.81	0	0
C.total 1	64515	4601.24	2373.43	27.18
C.total 2	129030	8648.53	6420.72	20.09
C.banda 1	33303	4577.67	2349.86	14.17
C.banda 2	66606	7052.20	4824.39	13.80

Tabla 15. Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 8 % en San Pedro Carrizal.

Rotación (años)	Tratamiento N°				
	T1 testigo	T2 Control Total 1	T3 Control Total 2	T4 Control Banda 1	T5 Control Banda 2
23	0	2	4	1	3

La mayor reducción en meses de la rotación es de cuatro meses para el control total 2, después la mayor reducción la tiene el control banda 2 con tres meses.

Los resultados indican que el control total es superior al control en banda.

3.5.2 Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 10 %. En la tabla 16, se presenta la reducción mínima de la rotación en meses, para justificar

el costo incurrido en el control químico de las malezas, para una tasa de interés anual del 10 %.

Tabla 16. Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 10 % en San Pedro Carrizal.

Rotación (años)	Tratamiento N°				
	T1 testigo	T2 Control Total 1	T3 Control Total 2	T4 Control Banda 1	T5 Control Banda 2
23	0	3	4	2	3

Los valores muestran que el control total 2, requiere de una mayor reducción de la rotación, con cuatro meses.

De esta manera, si se quiere acortar la rotación en tres meses, es igual aplicar control total 1 que control banda 2.

3.5.3 Reducción mínima de la rotación para la tasa de interés anual del 12 %. En la tabla 17, se presenta la reducción mínima de la rotación en meses, para justificar el costo incurrido en el control químico de las malezas, para una tasa de interés anual del 12 %.

Tabla 17. Reducción mínima de la rotación en meses, de acuerdo al tratamiento seleccionado, para un interés anual del 12 % en San Pedro Carrizal.

Rotación (años)	Tratamiento N°				
	T1 testigo	T2 Control Total 1	T3 Control Total 2	T4 Control Banda 1	T5 Control Banda 2
23	0	4	5	2	4

Los valores de la tabla 15 muestran mayores reducciones de rotación en meses, que las tasas de intereses anteriores.

Se observa que en un sitio de menor calidad, con un interés anual del 12 %, la rotación puede ser disminuida hasta cinco meses con un control total de 2 años y hasta cuatro meses con un control en banda de 2m, con dos años de aplicación igualmente.

3.5.4 Relación costo/beneficio. En la tabla 18, se muestra la relación costo/beneficio de los tratamientos seleccionados aplicados al sitio de San Pedro.

Tabla 18. Relación costo/beneficio de los tratamientos aplicados al sitio San Pedro.

Tratamientos	Costo Total (\$/ha)	Incremento Del I.C. (cm ³)	Incremento Tratam V/s Testigo (cm ³)	Costo por unidad de incremento (\$/cm ³)
Testigo	0	588.14	0	0
C.total 1	64515	939.97	351.83	183.37
C.total 2	129030	1782.39	1194.25	108.04
C.banda 1	33303	1000.87	412.73	80.69
C.banda 2	66606	1520	931.86	71.48

El menor costo por incremento lo presenta, al igual que el sitio anterior, el control en banda con dos años de aplicación.

IV. CONCLUSIONES

- El crecimiento de las plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* D. Don es influenciado significativamente por el control químico de malezas. El crecimiento es mayor cuando aumenta la intensidad de control y la frecuencia del mismo.
- El control químico de malezas utilizado por dos años, genera un mayor crecimiento de las plantas que el aplicado por un solo año.
- El mejor tratamiento de acuerdo a la relación costo/beneficio es el control en bandas de 2m de ancho aplicado por dos años.
- De acuerdo al análisis económico realizado, en el sitio de menor calidad la reducción de la rotación debe ser mayor, para justificar un determinado control químico.
- A mayor costo del tratamiento, se requiere de una mayor reducción de la rotación.
- El tratamiento que presenta una mayor reducción de la rotación, es el control total aplicado por dos años al sitio de menor calidad.
- A mayor tasa de interés, mayor es la reducción mínima requerida para justificar los costos del control de malezas.

V. RESUMEN

El presente estudio analiza la productividad y rentabilidad del control químico de malezas post-plantación durante los dos primeros años de crecimiento, en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. Se establecieron dos ensayos en suelos de ocurrencia común en la Octava Región, granítico y metamórfico costero.

Se utilizó cuatro tratamientos testigo, control total, control en banda de 2m de ancho y control en taza de 1m², los herbicidas utilizados son hexazinona, glifosato y atrazina los que se aplicaron durante una y dos temporadas.

Se analizaron los incrementos absolutos de las variables diámetro a la altura del cuello (DAC), altura total (Ht) e índice de crecimiento (IC) durante el período correspondiente a septiembre de 1996 y julio de 1998.

El mayor crecimiento de las plantas se obtiene con aplicaciones durante dos años, en los tratamientos control total y control en banda.

De acuerdo a la relación costo/beneficio el mejor tratamiento es el control en bandas de 2 m de ancho aplicado por dos años consecutivos.

VI. SUMMARY

The present study analyzes productivity and incomes of the applied treatments of the first two years growth in *Pinus radiata* D. Don plantings. The essays were installed in two common occurrence soils of the Octava Region, granitic and metamorphic coastal.

Four treatments were unsprayed, total control, strip control of 2m width and spot control of 1m². The herbicides hexazinone, glyphosate and atrazine was used.

It was analyzed the absolute increments of ground line diameter (GLD), total height (Ht) or growth index (IC) variables, during period corresponding to september 1996 until july 1998.

The largest growth was obtained with applications during two years, in total and strip control treatments.

The best treatment according to the cost/benefit relation, is strip control of 2m width application for two consecutive years.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, P. And G. Dutkowski. 1995. *Radiata pine growth response to pattern of weed control in south Australia.* pp 179-181. Second International Conference on Forest Vegetation Management. FRI Bulletin N°192. N.Z. Rotorua, New Zealand.
- Baker, T., J. Cameron, P. Fagg and D. Matthews. 1988. *Effect of timing and rate of hexazinona application on weed control and early growth of Pinus radiata on two contrasting sites.* Australian Forestry 51(2): 92-97.
- Balneaves, J. and M. Christie. 1988. *Long-term growth response of radiata pine to herbaceous weed control at establishment.* N.Z.Forestry 33(3): 24.
- Balneaves, J. and P. Clinton. 1992. *Weed control increases radiata pine productivity.* pp 4. What's New in Forest Research. N° 220. N.Z. For.Res.Inst. Rotorua, New Zealand.
- Carrera, J. 1993. *Control químico de malezas en una plantación nueva de Eucalyptus globulus Labill.* Memoria de título, Ingeniería Forestal. Universidad Austral, Fac. Cs. Forestales. Valdivia, Chile.
- Davenhill, N. y B. Richardson. 1996. *Weed control for establishing radiata pine on pasture.* pp 3. What's New in Forest Research. N° 242. N.Z. For.Res.Inst. Rotorua, New Zealand.

Forestal Mininco S.A. 1995. *Manual de malezas*. Depto. Productividad de sitios, Forestal Mininco S.A. Concepción, Chile.

Izquierdo, H. 1995. *Control de malezas herbáceas durante el primer año de establecimiento de Pinus radiata D. Don en tres sitios de la IX región*. Memoria de título, Ingeniería Forestal. Universidad Austral, Fac. Cs. Forestales. Valdivia, Chile.

Kogan, M. 1992. *Malezas ecofisiología y estrategias de control*. Facultad de agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Kogan, M. R. Fuentes y N. Espinoza. 1992. *Biología de malezas, herbicidas y estrategias de control en el sector forestal*. En: Fundación Chile - Pontificia Universidad Católica de Chile (Ed). Seminario: Biología de malezas y estrategias de control en el sector forestal, Agosto, 1992, Fundación Chile. Concepción, Chile.

Mason, E., D. South And Z. Weizhong. 1996. *Performance of Pinus radiata in relation to seedling grade, weed control, and soil cultivation in central north island of New Zealand*. N.Z. Journal of Forestry Science 26(1/2): 173-183.

Mason, E. And A. Graham. 1997. *Modelling initial survival and growth of Radiata Pine in New Zealand*. In: Forestal Mininco S.A. (Ed). Acta Forestalia Fennica 255. N.Z.For.Res.Inst. concepción, Chile.

- Matthei, O. 1995. *Manual de las malezas que crecen en Chile*. Oscar Matthei. Santiago, Chile.
- Montenegro, P. 1998. *Efecto del período y cobertura del control de malezas en el desarrollo de plantaciones de Pinus taeda L.* Memoria de título, Ingeniero Agrónomo. Universidad del Salvador, Fac. de Agronomía. Santa Cruz, Argentina.
- Nambiar, E. 1995. *Relationships between water, nutrients and productivity in Australian forest: Application to wood production and quality*. Plant and soil 168-169: 427-435.
- Pardo, F. 1996. *Manejo de herbicidas en plantaciones forestales*. En: Forestal Mininco S.A. (Ed). Curso de manejo de herbicidas en plantaciones forestales, Marzo, 1996. Forestal Mininco regional Los Angeles. Los Angeles, Chile.
- Perez, W. y M. Peralta. 1997. *Ensayo de determinación de un control eficaz de malezas en plantaciones de Pinus radiata D. Don.* Memoria de título. Corporación Universidad de Concepción, Instituto Profesional Dr. Virginio Gomez G. Los Angeles, Chile.
- Preest D. and N. Davenhil. 1969. *Selective chemical control of grass in young Radiata Pine and Douglas Fir has promise*. pp 3. Research Leaflet N° 21. For.Res.Inst. Rotorua, New Zealand.

Rodriguez, J. 1994. *Efecto de la intensidad inicial de control de malezas en el crecimiento de E. globulus*. En: Forestal Minico-Fundación Chile (Ed). Silvotecna, ciencia y tecnología aplicada a la silvicultura, Abril, 1994. Fundación Chile. Concepción, Chile.

Villaseca, A. 1996. *Consideraciones en el manejo de herbicidas*. En: Forestal Mininco S.A. (Ed).

Wilkinson, G., W. Neilsen and L. Edwards. 1992. *Hexazinone use for grass and woody weed control - Effects on establishment and long-term growth of Pinus radiata plantations*. New Zealand Journal of Forestry Science. 22(1): 12-23.



VIII APENDICE



Tabla 1. Análisis químico de suelos en el sitio de Escuadrón.

Identificación Prof (cm)	pH H ₂ O	pH KCL	Ct %	Nt %	C/N	N- NO ₃	P Olsen	Al	Na
						Acetato pH 4.8-		de DTPA	Amonio ppm
M1	4.58	3.89	3.5	0.27	13.0	3	480	29	

Valores generales de referencia

A MUY BAJO	< 5.0	< 4.0	< 0.6	< 0.08	< 10	< 10	< 3	< 250	< 50
B BAJO	5.1-5.5	4.1-5.0	0.6-1.5	0.08-0.15	10-20	10-20	3-5	250-500	50-120
C MEDIO	5.6-6.0	5.1-5.8	1.6-5.0	0.16-0.35	21-30	20-40	6-8	501-1000	121-240
D ALTO	6.1-7.3	5.9-7.0	5.1-10.0	0.36-0.65	31-40	40-60	9-12	1001-2000	241-360
E MUY ALTO	> 7.3	> 7.0	> 10.0	> 0.65	> 40	> 60	> 12	> 2000	> 360

Tabla 2. Análisis químico de suelos en el sitio de Escuadrón

	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Al-KCL
								pH 4.8	DTPA	ppm
	132	260	55	30.4	E.M.	E.M.	E.M.	1.0	29.5	175

Valores generales de referencia

A	< 40	< 50	< 30	< 15	< 5	< 1	< 0.1	< 0.2	< 4	< 10
B	40-80	50-200	30-60	15-30	5-15	1-2.5	0.1-0.5	0.2-0.5	4-8	10-25
C	81-160	201-500	61-120	31-80	16-30	2.6-6.0	0.6-2.5	0.6-1.0	9-12	26-50
D	161-300	501-1000	121-240	81-150	31-80	6.1-12	2.6-5.0	1.1-2.0	13-20	51-100
E	> 300	> 1000	> 240	> 150	> 80	> 12	> 5.0	> 2.0	> 20	> 100

Tabla 3. Análisis químico de suelos en el sitio de San Pedro.

Identificación Prof (cm)	pH H ₂ O	pH KCL	Ct %	Nt %	C/N	N- NO ₃	P Olsen	Al	Na
					Acetato pH 4.8-		de DTPA		Amonio ppm
M1	6.12	4.87	1.95	0.14	14.4		1	130	20

Valores generales de referencia

A MUY BAJO	< 5.0	< 4.0	< 0.6	< 0.08	< 10	< 10	< 3	< 250	< 50
B BAJO	5.1-5.5	4.1-5.0	0.6-1.5	0.08-0.15	10-20	10-20	3-5	250-500	50-120
C MEDIO	5.6-6.0	5.1-5.8	1.6-5.0	0.16-0.35	21-30	20-40	6-8	501-1000	121-240
D ALTO	6.1-7.3	5.9-7.0	5.1-10.0	0.36-0.65	31-40	40-60	9-12	1001-2000	241-360
E MUY ALTO	> 7.3	> 7.0	> 10.0	> 0.65	> 40	> 60	> 12	> 2000	> 360

Tabla 4. Análisis químico de suelos en el sitio de San Pedro.

K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S	Al-KCL
83	946	271	81	85	2.2	0.3	0.24		1.8

Valores generales de referencia

A	< 40	< 30	< 15	< 5	< 1	< 0.1	< 0.2	< 4	< 10
B	40-80	30-60	15-30	5-15	1-2.5	0.1-0.5	0.2-0.5	4-8	10-25
C	81-160	61-120	31-80	16-30	2.6-6.0	0.6-2.5	0.6-1.0	9-12	26-50
D	161-300	121-	81-	31-80	6.1-12	2.6-5.0	1.1-2.0	13-20	51-100
E	> 300	> 240	> 150	> 80	> 12	> 5.0	> 2.0	> 20	> 100

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable Raíz del incremento del DAC(mm) del sitio Escuadrón.

Summary of all Effects; design: (incre.96-98.sta)

1-LUGAR, 2-BLOQUE, 3-TRTAMIIE, 4-SUBPARCE

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	879.8632	4	9.05085	97.21336	.000594
2	4	9.0508	1930	.71325	12.68966	.000000
3	3	272.7179	12	12.11038	22.51936	.000032
4	1	125.5754	4	7.49835	16.74708	.014947
12						
13	3	22.9333	12	12.11038	1.89369	.184507
23	12	12.1104	1930	.71325	16.97924	.000000
14	1	8.3268	4	7.49835	1.11048	.351422
24	4	7.4983	1930	.71325	10.51299	.000000
34	3	13.6668	12	3.19252	4.28089	.028481
123						
124						
134	3	1.3307	12	3.19252	.41683	.744136
234	12	3.1925	1930	.71325	4.47604	.000000
1234						

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable Raíz del incremento de la altura total(cm) del sitio Escuadrón.

Summary of all Effects; design: (incre.96-98.sta)

1-LUGAR, 2-BLOQUE, 3-TRTAMIIE, 4-SUBPARCE

	df	MS	df	MS	F	p-level
effect	Effect	Error	Error			
1	1	6272.875	4	17.74222	353.5563	.000047
2	4	17.742	1930	2.29282	7.7382	.000003
3	3	409.709	12	58.03595	7.0596	.005450
4	1	104.231	4	14.87181	7.0086	.057138
12						
13	3	60.880	12	58.03595	1.0490	.406495
23	12	58.036	1930	2.29282	25.3121	0.000000
14	1	2.058	4	14.87181	.1384	.728753
24	4	14.872	1930	2.29282	6.4863	.000035
34	3	12.601	12	16.37033	.7698	.532768
123						
124						
134	3	16.199	12	16.37033	.9895	.430570
234	12	16.370	1930	2.29282	7.1398	.000000
1234						

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable Raíz del incremento del índice de crecimiento (cm^3) del sitio Escuadrón.

Summary of all Effects; design: (incre.96-98.sta)

1-LUGAR, 2-BLOQUE, 3-TRTAMIE, 4-SUBPARCE

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	399781.4	4	1130.195	353.7279	.000047
2	4	1130.2	1930	233.740	4.8353	.000700
3	3	80380.7	12	2950.365	27.2443	.000012
4	1	40473.2	4	1942.814	20.8323	.010306
12						
13	3	19345.1	12	2950.365	6.5568	.007127
23	12	2950.4	1930	233.740	12.6224	.000000
14	1	9372.8	4	1942.814	4.8243	.093022
24	4	1942.8	1930	233.740	8.3119	.000001
34	3	5249.6	12	801.947	6.5461	.007169
123						
124						
134	3	408.1	12	801.947	.5089	.683552
234	12	801.9	1930	233.740	3.4309	.000052
1234						



Tabla 8. Análisis de varianza para la variable Raíz del incremento del DAC(mm) del sitio San Pedro.

Summary of all Effects; design: (incre.96-98.sta)

1-LUGAR, 2-BLOQUE, 3-TRTAMIIE, 4-SUBPARCE

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	879.8632	4	9.05085	97.21336	.000594
2	4	9.0508	1930	.71325	12.68966	.000000
3	3	272.7179	12	12.11038	22.51936	.000032
4	1	125.5754	4	7.49835	16.74708	.014947
12						
13	3	22.9333	12	12.11038	1.89369	.184507
23	12	12.1104	1930	.71325	16.97924	.000000
14	1	8.3268	4	7.49835	1.11048	.351422
24	4	7.4983	1930	.71325	10.51299	.000000
34	3	13.6668	12	3.19252	4.28089	.028481
123						
124						
134	3	1.3307	12	3.19252	.41683	.744136
234	12	3.1925	1930	.71325	4.47604	.000000
1234						

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable Raíz del incremento de la altura total(cm) del sitio San Pedro.

Summary of all Effects; design: (incre.96-98.sta)

1-LUGAR, 2-BLOQUE, 3-TRTAMIIE, 4-SUBPARCE

	df	MS	df	MS	F	p-level
effect	Effect	Error	Error			
1	1	6272.875	4	17.74222	353.5563	.000047
2	4	17.742	1930	2.29282	7.7382	.000003
3	3	409.709	12	58.03595	7.0596	.005450
4	1	104.231	4	14.87181	7.0086	.057138
12						
13	3	60.880	12	58.03595	1.0490	.406495
23	12	58.036	1930	2.29282	25.3121	0.000000
14	1	2.058	4	14.87181	.1384	.728753
24	4	14.872	1930	2.29282	6.4863	.000035
34	3	12.601	12	16.37033	.7698	.532768
123						
124						
134	3	16.199	12	16.37033	.9895	.430570
234	12	16.370	1930	2.29282	7.1398	.000000
1234						

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable Raíz del incremento del índice de crecimiento (cm^3) del sitio San Pedro.

Summary of all Effects; design: (incre.96-98.sta)

1-LUGAR, 2-BLOQUE, 3-TRTAMIIE, 4-SUBPARCE

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	399781.4	4	1130.195	353.7279	.000047
2	4	1130.2	1930	233.740	4.8353	.000700
3	3	80380.7	12	2950.365	27.2443	.000012
4	1	40473.2	4	1942.814	20.8323	.010306
12						
13	3	19345.1	12	2950.365	6.5568	.007127
23	12	2950.4	1930	233.740	12.6224	.000000
14	1	9372.8	4	1942.814	4.8243	.093022
24	4	1942.8	1930	233.740	8.3119	.000001
34	3	5249.6	12	801.947	6.5461	.007169
123						
124						
134	3	408.1	12	801.947	.5089	.683552
234	12	801.9	1930	233.740	3.4309	.000052
1234						



P12-T2	P11-T1	P10-T4	P9-T3	B3	
P5-T3	P6-T2	P7-T1	P8-T4	B2	↓ N
P4-T4	P3-T3	P2-T2	P1-T1	B1	

FIGURA 1. Disposición de bloques, parcelas y tratamientos en Escuadrón.

P9-T4	P10-T3	P11-T1	P12-T2	B3	
P8-T3	P7-T1	P6-T2	P5-T4	B2	↑ N
P1-T1	P2-T2	P3-T3	P4-T4	B1	

FIGURA 2. Disposición de bloques, parcelas y tratamientos en San Pedro Carrizal.

*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*

Control de malezas

Año 1 Año 1-2 Año 1-2-3

Figura 3. Estructura de la parcela dividida.

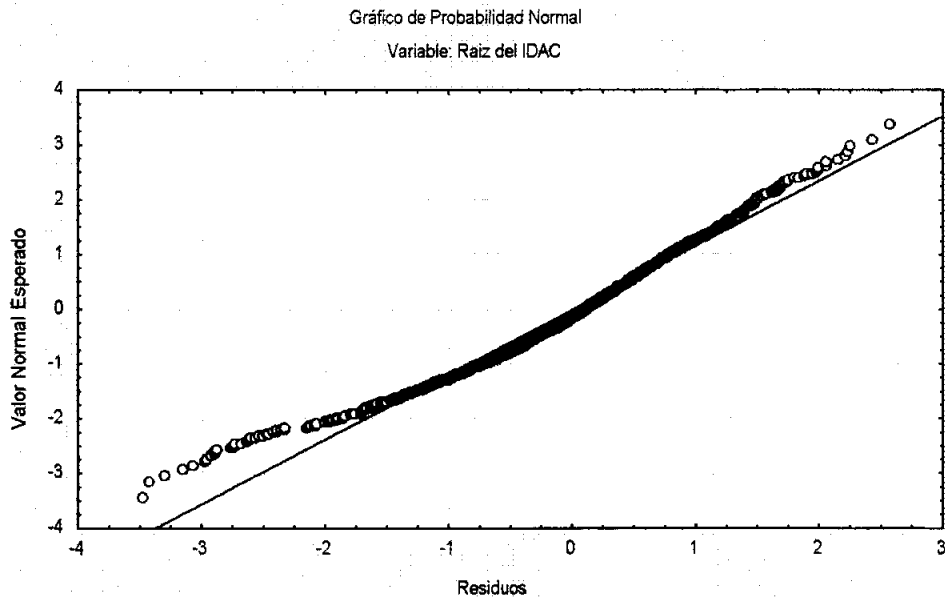


Figura 4. Gráfico de probabilidad normal para la variable Raíz del I.DAC (mm) de ambos sitios.

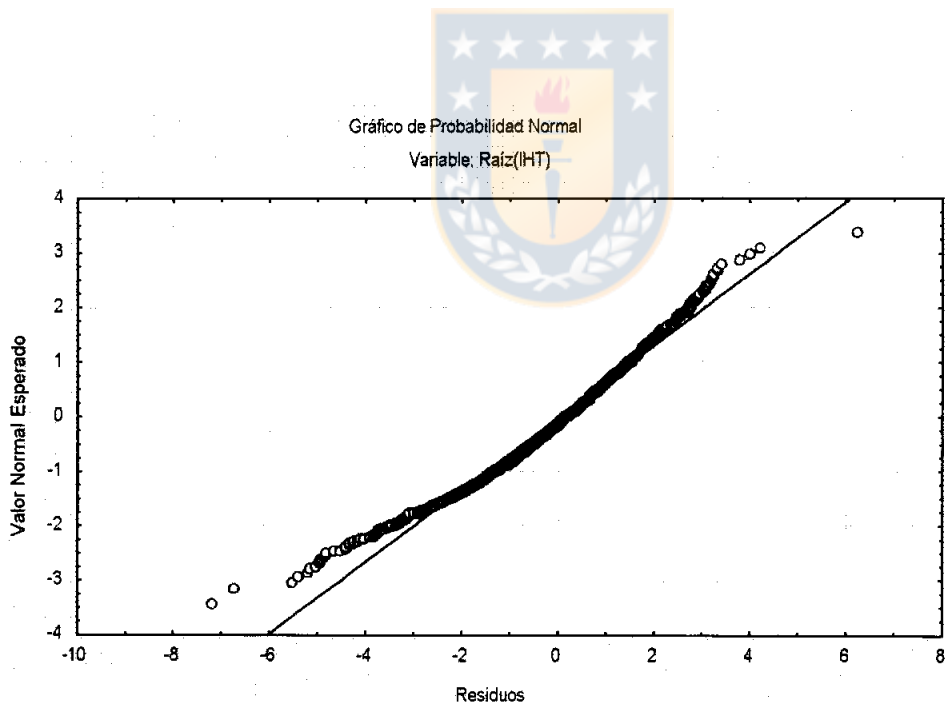


Figura 5. Gráfico de probabilidad normal para la variable Raíz del I.Ht (cm) de ambos sitios.

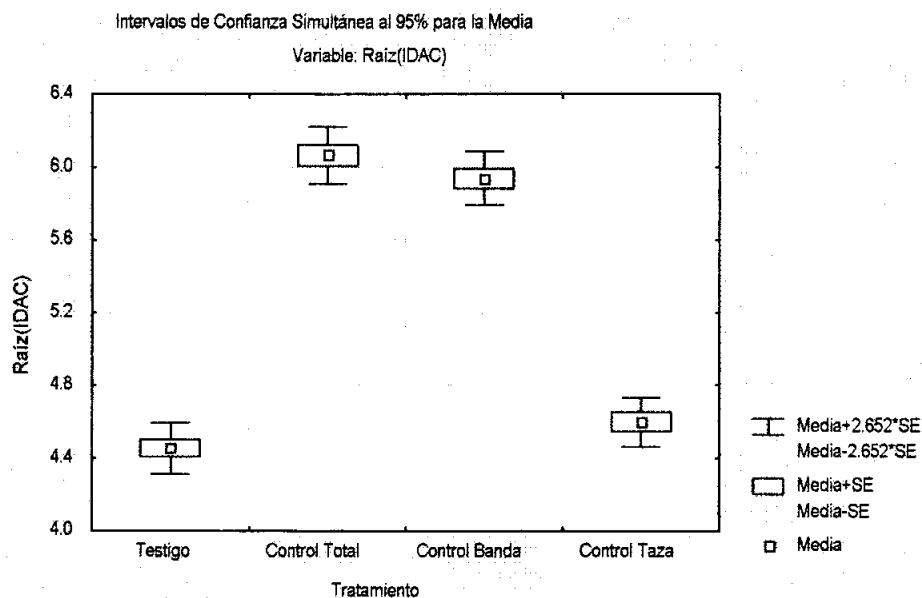


Figura 6. Intervalos de confianza simultánea al 95 % para la media de la variable raíz del incremento del DAC(mm) que muestran la diferencia significativa de los tratamientos en ambos sitios.

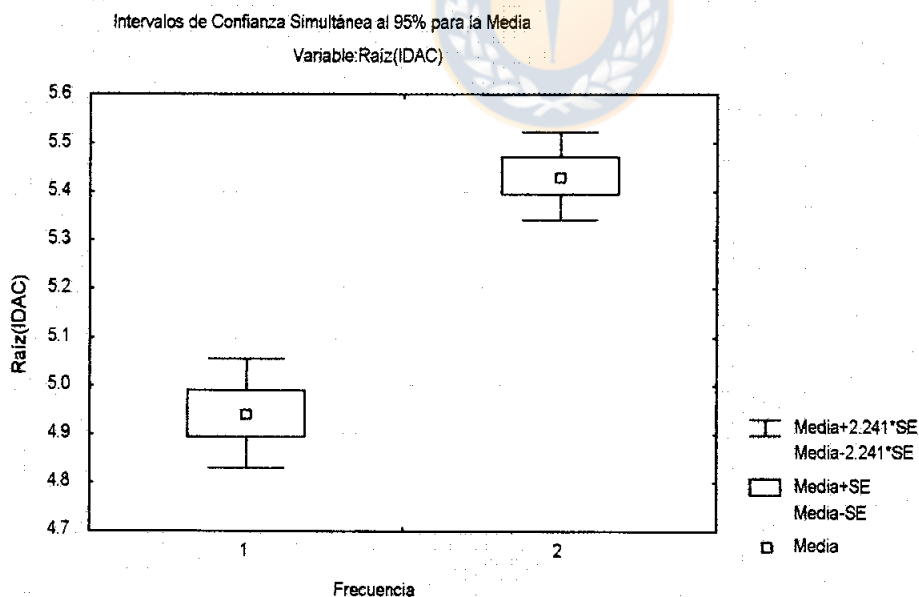


Figura 7. Intervalos de confianza simultánea al 95 % para la media de la variable raíz del incremento del DAC(mm), que muestran la diferencia significativa de las frecuencias para ambos sitios.

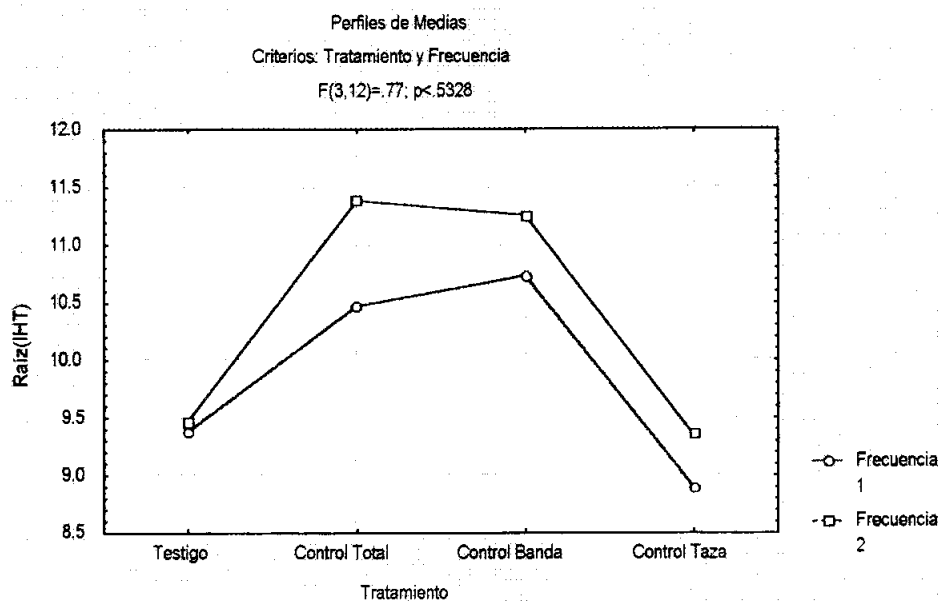


Figura 8. Perfiles de medias para la variable raíz del incremento de la altura total (cm) que muestra la diferencia entre los tratamientos y la frecuencia.

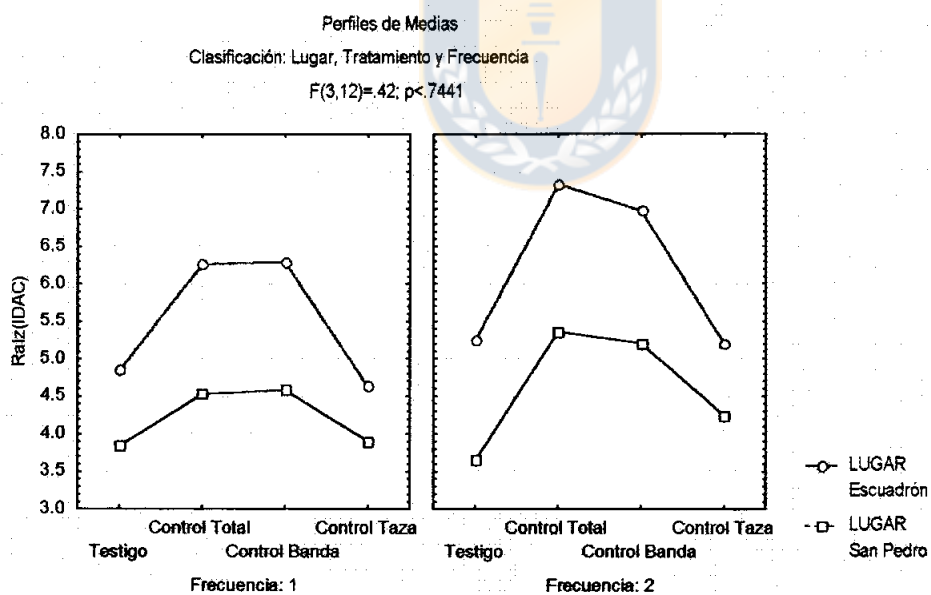


Figura 9. Perfiles de medias para la variable raíz del incremento del DAC (mm) que muestra la diferencia entre el lugar, el tratamiento y la frecuencia.

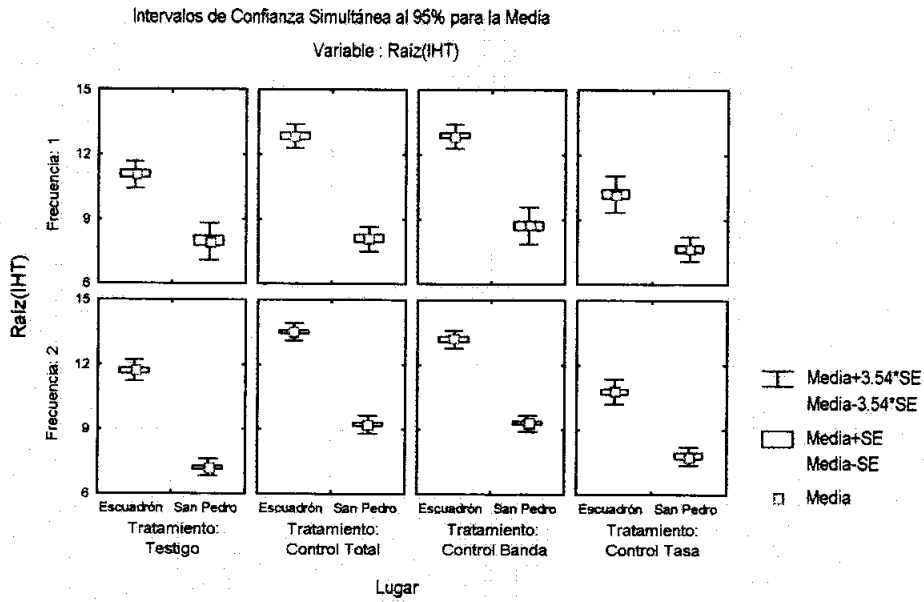


Figura 10. Intervalos de confianza simultánea al 95 % para la media de la variable raíz del incremento de la altura total (cm) que muestra la diferencia entre lugar, tratamiento y sitio.

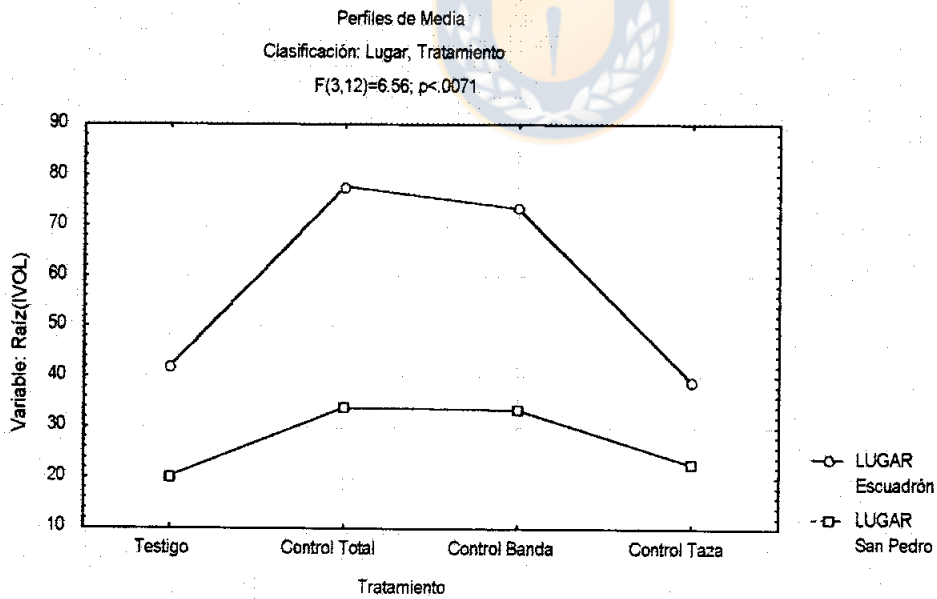


Figura 11. Perfiles de medias de la variable raíz del incremento del índice de crecimiento (cm³) que muestra la diferencia entre lugar y tratamiento.