

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento Silvicultura



COMPARACION DE DIFERENTES METODOS DE CONTROL DE MALEZAS
EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus globulus ssp. globulus*
EN UN SUELO ROJO ARCILLOSO



ANDRES EMILIO PEREZ RIVAS

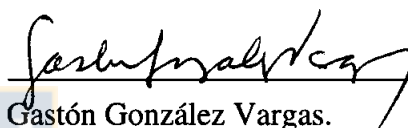
MEMORIA DE TITULO PRESENTADA
A LA FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE

1996

**COMPARACION DE DIFERENTES METODOS DE CONTROL DE MALEZAS
EN PLANTACIONES DE *Eucaliptus globulus ssp. globulus*
EN UN SUELO ROJO ARCILLOSO**

Profesor Asesor



Gastón González Vargas.

Profesor Titular.

Ingeniero Agrónomo, M.SC.



Director de Departamento
de Silvicultura

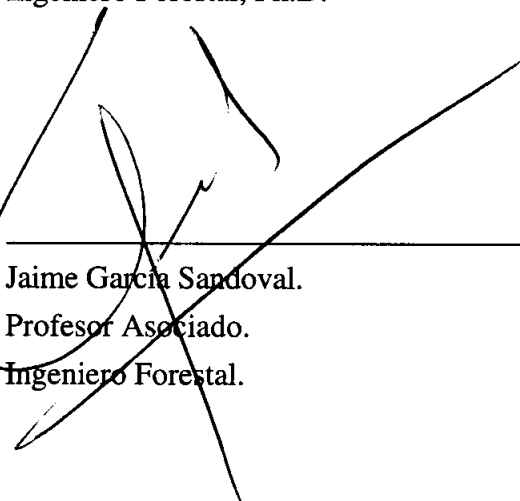


Miguel Espinosa Bancalari.

Profesor Asociado.

Ingeniero Forestal, Ph.D.

Decano Facultad de Ciencias
Forestales



Jaime García Sandoval.

Profesor Asociado.

Ingeniero Forestal.

DEDICATORIA

A mis Padres y Hermanos, por su esfuerzo y oportunidad.



AGRADECIMIENTOS

A mi profesor asesor Sr. Gastón González Vargas, por su apoyo y recomendaciones.

A los profesores Sr. Eduardo Peña y Sr. René Escobar, por sus recomendaciones y sugerencias.



A mi esposa por su comprensión y apoyo.

A mi buen amigo Francisco por su apoyo y consejos.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	N° PAGINA
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	5
2.1 Aspectos generales.	5
2.2 Generalidades sobre las malezas.	6
2.3 Clasificación de las malezas.	7
2.4 Las malezas y sus efectos en los cultivos.	11
2.5 Factores que afectan el grado de competencia entre malezas y plantas forestales.	12
2.5.1 Factores ligados al cultivo.	13
2.5.2 Factores ligados a las malezas.	14
2.5.3 Factores ligados al ambiente.	14
2.5.4 Duración del período de competencia.	15
2.6 Método de control de malezas.	16
2.6.1 Métodos de prevención.	16
2.6.2 Método de erradicación.	16
2.6.3 Método de control.	16
2.7 Aspectos generales sobre los herbicidas.	19
2.7.1 Clasificación de los herbicidas.	20
2.7.1.1 Epoca de aplicación.	20
2.7.1.2 Forma de actuar.	20
2.7.1.3 Selectividad.	21
2.7.2 Factores que influyen en el ingreso y permanencia de herbicidas en el aire.	22
2.7.3 Factores que afectan a los herbicidas aplicados al suelo.	23

2.7.4	Factores asociados a las condiciones atmosféricas.....	25
2.8	Descripción de herbicidas empleados.....	26
2.8.1	Descripción de glifosato.....	26
2.8.2	Descripción de simazina	29
2.8.3	Descripción del surfactante.....	32
III.	MATERIALES Y METODOS	35
3.1	Material.....	35
3.1.1	Ubicación del ensayo.	35
3.1.2	Características de la preparación de suelo.	35
3.1.3	Características de la plantación.....	36
3.1.4	Características de las plantas de Eucalyptus.	36
3.1.5	Malezas presentes en el ensayo.....	37
3.1.5.1	Descripción de las malezas presentes en el ensayo.....	38
3.1.6	Instrumentos, equipos y materiales.....	39
3.1.6.1	Equipos de aplicación.	39
3.1.7	Instrumentos de medición.	40
3.1.8	Herbicidas empleados en el ensayo.	40
3.2	Métodos.....	41
3.2.1	Diseño experimental.	41
3.2.2	Descripción de los tratamientos.	41
3.2.3	Tamaño de parcelas.....	42
3.2.4	Muestreo.	42
3.2.5	Variables evaluadas.....	43
3.2.5.1	Variables evaluadas de la planta de Eucalyptus.....	43
3.2.5.2	Variables evaluadas de la maleza.	44
3.2.6	Análisis estadístico.....	45
3.2.7	Costos de aplicación.	45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
4.1	Biomasa de malezas.	46
4.2	Plantas de Eucalyptus.....	50

4.2.1	Mortalidad de las plantas de Eucalyptus.....	50
4.2.2	Diámetro de cuello.....	53
4.2.3	Incremento del diámetro de cuello.....	55
4.2.4	Altura de planta.....	58
4.2.5	Incremento de altura de planta.....	60
4.2.6	Calidad de planta.....	62
4.3	Indice de crecimiento total.....	63
4.4	Costos de aplicación.....	65
V.	CONCLUSIONES.....	69
VI.	RESUMEN Y SUMMARY.....	71
	Resumen.....	71
	Summary.....	73
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	74
VIII.	ANEXOS.....	80



INDICE DE TABLAS

TABLA N°	N° PAGINA
1. Densidad aparente inicial del suelo.	35
2. Composición del fertilizante empleado	36
3. Composición de malezas presentes	37
4. Tipo de herbicidas empleados	41
5. Tratamientos aplicados en el ensayo	42
6. Contenido de materia seca de malezas.	46
7. Diferencias mínimas significativas para el diámetro de cuello.	55
8. Incremento neto del diámetro cuello	57
9. Diferencias mínimas significativas para la altura de planta.	59
10. Incremento neto de altura de planta.	61
11. Índice de crecimiento total y biomasa de malezas.....	64
12. Costos de aplicación de tratamientos.....	66

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	N° PAGINA
1. Biomasa inicial v/s Biomasa final de malezas.....	50
2. Mortalidad de plantas de Eucalyptus.....	53
3. Incremento neto del diámetro de cuello.....	57
4. Incremento neto de altura de planta.....	62
5. Índice de crecimiento total v/s biomasa de malezas	65
6. Costos de aplicación de los tratamientos.....	68

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°	N° PAGINA
1. Diseño de bloques aleatorios.	80
2. ANDEVA correspondiente al modelo de bloques completos al azar.....	81
3. Mortalidad de las plantas de Eucalyptus	82
4. Tabla de análisis de varianza diámetro de cuello para la primera medición...83	
5. Tabla de análisis de varianza diámetro de cuello para la segunda medición. 83	
6. Tabla de análisis de varianza diámetro de cuello para la tercera medición ... 83	
7. Tabla de análisis de varianza altura de planta para la primera medición..... 84	
8. Tabla de análisis de varianza altura de planta para segunda medición..... 84	
9. Tabla de análisis de varianza altura de planta para la tercera medición. 84	
10. Tabla de antecedentes climáticos.....	85

I. INTRODUCCION

El creciente interés por establecer plantaciones de *Eucalyptus*, con objetivos de producción en nuestro país, se traduce en la tasa de plantación lograda en 1991. Según **CONAF (1991)** se plantaron 31672 hectáreas con distintas especies de este género. **Raga (1993)** señala que en 1992 se llegó a un total acumulado de 172000 hectáreas plantadas, con una proyección estimada de 300000 hectáreas para el año 2000. Este crecimiento de las plantaciones del género *Eucalyptus* permite crecientes disponibilidades de maderas para uso industrial. El potencial actual de 2.5 millones de m³/año se verá incrementado a 6 millones de m³/año al 2000, y continuará creciendo en la década siguiente llegando a 9 millones de m³/año en 2010 (corta anual sustentable). La principal especie ha sido hasta ahora *Eucalyptus globulus*, luego en un porcentaje más reducido: *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus delegatensis*, *Eucalyptus camaldulensis*, las cuales están atrayendo el interés de compañías forestales nacionales.

Varias especies de este género han tenido gran aceptación pues son de rápido crecimiento, alta productividad y pueden entregar una amplia gama de productos finales.

La implantación de una especie como el *Eucalyptus* en el ecosistema, va a encontrar en el suelo una determinada cantidad de propágulos de especies infestantes que van a emerger provocando una relación de interferencia y afectando la productividad de la planta (**Kogan, 1992a**). En general las plantaciones forestales, al igual que las especies frutales y otros cultivos, están sujetas a una serie de factores del medio ambiente que, directa o indirectamente, afectan el crecimiento de los árboles y la producción de

madera. Entre los factores abióticos están la disponibilidad de agua y nutrientes, pH, luminosidad y entre los bióticos, la competencia, el comensalismo, predación y otros.

Forest Research Institute (1984) indica que la obtención de madera de un cierto tipo de calidad depende inicialmente de muchos factores, dentro de los cuales se debe cumplir con los procedimientos recomendados para el establecimiento, en especial el cuidado con el control de malezas presentes. En general se obtiene mejor crecimiento en laderas razonablemente protegidas y libres de malezas, que tengan buena profundidad de suelo y drenaje.

El control de vegetación competitiva puede mejorar significativamente el crecimiento de todas las plantaciones de crecimiento rápido y es referida como una condición básica en el establecimiento en la mayoría de los países. La respuesta es generalmente más dramática con las especies de latifoliadas que son incapaces de un crecimiento adecuado sin ayuda.

Para establecer convenientemente las distintas especies, diversos autores han indicado la necesidad de preparar el suelo para mejorar las propiedades físicas y químicas de éste, aumentar el volumen del suelo, con el consiguiente incremento de agua aprovechable e intercambio gaseoso (**Mc Kimm y Flinn, 1979; citado por Toro, 1992**).

La efectiva preparación de sitio es un procedimiento clave en el establecimiento y desarrollo de las plantaciones forestales (**Lambeth, 1986**). De ésta depende en gran medida el grado de supervivencia, el crecimiento inicial y, por lo tanto, la futura densidad y homogeneidad del rodal (**Prado y Barros, 1989**).

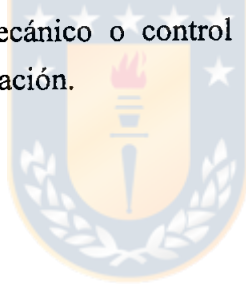
Existen diversos métodos de control de la competencia; tradicionalmente, las malezas fueron controladas mediante prácticas culturales tales como la aradura y el rastraje, con arado y rastra agrícola, respectivamente, sin embargo, a pesar que la limpia manual es el tratamiento más efectivo (Wrann, 1990) también es el que involucra los más altos costos de operación (Forest Research Institute, 1982). Alternativamente, el uso de herbicidas ha demostrado ser un procedimiento igualmente efectivo (Schönau, 1984; citado por Wrann e Infante, 1988) presentando menores costos que el control manual, debido a que disminuyen los costos en mano de obra y los tiempos de aplicación.

Hoy día las empresas forestales perciben nítidamente que la clave del éxito productivo y económico implican conocimiento y uso de tecnología en nutrición y fertilización, balance hídrico y control de malezas en períodos críticos. Por otra parte y con la experiencia de problemas detectados en los últimos años en plantaciones de eucaliptos, se hace evidente la insuficiencia de investigación y conocimiento específico de estas materias. Por lo tanto, en relación al control de malezas, se debe considerar un programa de control a mediano plazo que mediante el empleo específico o combinado de métodos biológicos, culturales, mecánicos o químicos, mantengan el ambiente inhóspito a las malezas, liberando o minimizando la interferencia de ellas en los períodos críticos del crecimiento.

En el marco anterior se montó un ensayo en el fundo La Escuadra de la Empresa Forestal Mininco S.A., correspondiendo a un suelo del tipo rojo arcilloso, serie Collipulli, con el objeto de poder determinar el método de control de malezas más efectivo entre la aplicación de Roundup y Simazina, el control mecánico y el control manual de la competencia en una plantación de *Eucalyptus globulus*, durante el primer período vegetativo posterior a la plantación.

En términos específicos se plantea :

- a) Evaluar el método de control de competencia que ejerce un mejor control sobre las malezas del sitio.
- b) Establecer la dosis de Roundup y Simazina que permitan ejercer un control efectivo de las malezas y al mismo tiempo, no provoquen daño a la plantación.
- c) Evaluar la factibilidad económica del control de competencia mediante el empleo de control químico, control mecánico o control manual, a través de un análisis en función de los costos de operación.



II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Aspectos generales.

El control de malezas y la aplicación de fertilizantes son dos técnicas silvícolas que, junto con la preparación del suelo, contribuyen a proporcionar el ambiente propicio para acelerar el crecimiento inicial de las plantaciones de Eucalyptus (**Herbert y Schönau, 1988; citado por Toro, 1992**).

En este sentido, diversos autores coinciden en señalar que el factor de mayor importancia es el control de malezas (**Schönau et al., 1981; Prado y Rojas, 1987; Wrann e Infante, 1988; Messina, 1989**), particularmente en las especies del género Eucalyptus que son muy susceptibles a la competencia de pastos.

Según **Rojas y Villaseca (1979)**, las malezas compiten con los cultivos y reducen rendimientos, aumentan los costos de producción y reducen la eficiencia forestal.

Otárola et. al. (1983) considera que todo plan silvicultural que tienda a favorecer las probabilidades de éxito de las plantaciones con eucaliptos debe en consecuencia considerar necesariamente las prácticas de control de malezas como una actividad esencial.

Estudios realizados en Nueva Zelanda han probado que controlando pastos y malezas herbáceas en tres especies del género *Eucalyptus*, éstas alcanzaron incrementos promedio en el crecimiento en altura de dos a cuatro y media veces superiores a los árboles sin control de malezas (**Davenhill, 1985**).

Lo más relevante en este aspecto es establecer las combinaciones apropiadas de técnicas silvícolas, tomando en consideración las características de cada sitio (**Toro, 1988**). La composición específica de la comunidad infestante de malezas es un factor de fundamental importancia en la determinación del grado de interferencia, pues las especies integrantes de esa comunidad varían en forma importante en relación a sus hábitos de crecimiento y exigencias en los recursos del medio (**Kogan, 1992a**). De modo que todavía hay mucho que aprender en relación a qué tipo de método de control de malezas se debe emplear, qué tipo de producto y qué dosis se debe utilizar; por otra parte, se debe reducir al mínimo todo tipo de riesgo al ser humano, al ecosistema y principalmente a la plantación establecida o por establecer.

2.2 Generalidades sobre las malezas.

Pitelli y Karam (1988), citando a **Blanco (1972)**, definen como maleza a las plantas que germinan espontáneamente en áreas de interés humano y que interfieren perjudicialmente con las actividades agropecuarias del hombre. **Valdés (1976)** indica que todas aquellas plantas que están creciendo donde no se desea que lo hagan o que se encuentran fuera de lugar son consideradas como malezas. Por otra parte, de acuerdo a lo señalado por (**Kogan, 1992a**) por maleza se puede entender “planta que crece en los cultivos sin haberla sembrado”, “planta que perjudica a los cultivos”, “planta que interfiere con los objetivos del hombre en una determinada situación”; en general definir lo que es una maleza no es siempre fácil debido a la evolución y complejidad que ha alcanzado la ciencia del control de las malezas. Sin embargo, todos los conceptos se basan en su indeseabilidad en relación a una actitud humana.

Kogan (1992a) señala que las malezas son plantas que siguen a la civilización y que se han adaptado a los hábitat creados por el hombre y, generalmente, ellas son inocuas en su centro de origen. Las malezas son plantas características donde el hombre ha reemplazado la vegetación nativa por un sistema controlado de cultivos. En tal situación, las malezas son dispersadas y perpetuadas por las actividades del hombre y los animales domésticos. La mayoría de las malezas son herbáceas, pero algunos arbustos y árboles son extremadamente dañinos en ciertos hábitat como el forestal.

Rojas y Villaseca, (1979), indican que las malezas se pueden propagar por medio de semillas (forma de reproducción sexual) y por medio de rizomas, bulbos y estolones (forma de reproducción vegetativa). **Valdés (1976)** citando a **Jimenez (1960)** da cuenta de la gran producción de semillas en poblaciones de malezas de la zona central de Chile, lo que puede ir de 94 a 1626 millones de semillas por hectárea. De éstas, con certeza germina un muy bajo porcentaje. Sin embargo, aún cuando en la naturaleza estas proporciones son variables, es posible llegar a encontrar hasta 2500 plantas de una especie de maleza por metro cuadrado (**Smith y Shaw, 1966**). En consecuencia, las malezas representan un factor de riesgo para la sobrevivencia y posterior desarrollo de cualquier cultivo, dada la presión de competencia sobre los recursos del sitio que a veces son limitantes.

2.3 Clasificación de las malezas.

Según varios autores (**Valdés, 1977a; Rojas y Villaseca, 1979; Kogan, 1992a**) las malezas se pueden agrupar considerando distintos aspectos tales como:

-Hábitat: De acuerdo a su hábitat las malezas se pueden dividir en dos:

1.- **Terrestres:** La gran mayoría de las malezas de importancia agrícola caen en esta categoría (pueden incluirse malezas forestales y de secano).

2.- **Acuáticas:** Son especies con modificaciones estructurales para vivir en el agua, sobre el agua o alrededor de sectores inundados.

-Ciclo de vida: De acuerdo a su ciclo de vida las malezas se pueden dividir en los siguientes tipos:

1.- **Malezas Herbáceas:** Plantas con tallo no leñoso, que pueden ser:

- **Anuales:** Son aquellas especies que completan su ciclo de vida dentro del año. Pueden ser de verano o de invierno. Las malezas anuales de verano germinan principalmente en primavera, vegetan en primavera - verano y semillan en verano - otoño. Las de invierno germinan principalmente en otoño, vegetan en invierno y en primavera - verano semillan. Esta división no es absoluta ya que hay especies que, según las condiciones, germinan indistintamente en primavera/verano o en otoño - invierno.

- **Bianuales:** El primer año alcanzan su desarrollo vegetativo, acumulando reservas en las raíces y el segundo año emiten un tallo floral y semillan; después normalmente mueren. Pasan el invierno como una roseta basal de hojas con una gruesa raíz acumuladora de reservas. Luego que sufren un proceso de vernalización se produce la floración, producción de semillas en el verano de segundo año y mueren en el otoño. Son escasas en número y comúnmente se encuentran asociadas a las praderas. Debido a que requieren de más de un año para completar el ciclo de vida, no son un problema en cultivos anuales. En condiciones de campo muchas plantas individuales llamadas bianuales pueden demorar más de dos años en completar el ciclo. Por otro lado existen

también algunas especies que se comportan siempre como bianuales y otras que pueden comportarse según las circunstancias como anuales.

- **Perennes:** Como el nombre lo indica son especies que pueden vivir por más de dos años. Dentro de este grupo se pueden distinguir aquellas que se reproducen sólo por semillas. Otras especies de malezas perennes herbáceas producen, además de semillas, estructuras vegetativas, donde acumulan los hidratos de carbono. Estas estructuras representan en algunos casos más de 2 / 3 del total de materia seca producida por la planta. Los propágulos vegetativos tales como rizomas, tubérculos, raíces y bulbos, representan el medio más importante y eficiente de perpetuación de esas especies. La gran mayoría de ellas reinician el crecimiento en primavera a partir de los propágulos vegetativos, crecen durante primavera/verano y al final del verano florecen y se secan.

2.- **Malezas leñosas:** Plantas con tallo aéreo leñoso que persisten año tras año. Todas estas especies son perennes, se reproducen por semillas y raíces.

-**Morfología:** Las plantas que producen semilla (División Spermatophyta) pueden dividirse en dos clases: Angiospermas (semillas cubiertas) y Gymnospermas. La mayoría de las malezas pertenecen a la clase de las Angiospermas. A su vez las Angiospermas están divididas en dos subclases según el número de cotiledones, en monocotiledóneas y dicotiledóneas:

1.- **Monocotiledóneas:** Especies cuyos embriones tienen un solo cotiledón. Caracterizada por poseer una nervadura paralela y flores trímeras o múltiplos de tres. La denominación común de éstas es malezas de hoja angosta. Presentan comúnmente un crecimiento erecto no ramificado, con hojas normalmente angostas. Las dicotiledóneas presentan un crecimiento ramificado. Estas diferencias morfológicas y tipo de

crecimiento tienen implicancia en la habilidad competitiva de la especie y también sobre las medidas de control.

2.- **Dicotiledóneas:** Especies cuyas plántulas presentan dos cotiledones. Comúnmente caracterizadas por tener nervadura reticulada en las hojas y estructuras florales tetrámera, pentámera o múltiples, rara vez trímeras. Se denominan comúnmente malezas de hoja ancha.

-**Fisiología:** Esta clasificación se basa en el tipo de fotosíntesis. En los últimos años se ha descubierto que no todas las plantas presentan los mismos pasos bioquímicos en la fotosíntesis. Las plantas en las cuales la fotosíntesis ocurre por la vía del ciclo Calvin-Benson son llamadas C3. El primer producto estable de la fotosíntesis es el ácido fosfoglicérico, que tiene tres átomos de carbono. En otras plantas el primer producto estable de la fotosíntesis es un ácido de cuatro carbonos, incluyendo ácidos orgánicos como oxalacetato, malato y aspartato. Estas plantas C4 tienden a ser fotosintéticamente más eficientes que las plantas C3 y son mejores competidores, particularmente bajo condiciones de altas temperaturas.

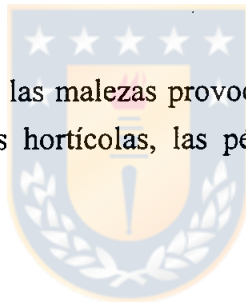
-**Malezas parásitas:** Estas pueden parasitar a la parte aérea o a la raíz del hospedero.

-**Ecología:** Esta clasificación permite agrupar las malezas en agrófilas (infestan cultivos agrícolas), nomófilas (infestan praderas) y cledófilas (se presentan en lugares abandonados por el hombre).

2.4 Las malezas y sus efectos en los cultivos.

Los daños provocados por las malezas a las plantaciones forestales no han sido hasta ahora valorados en su real dimensión, lo cual queda demostrado por el bajo volumen de información disponible sobre el tema. Si bien es cierto no se tienen datos sobre las pérdidas que estas originan en plantaciones forestales (**Martino, 1980**), es posible indicar que en sector agrícola las pérdidas económicas por las malezas son muchas veces superiores a las pérdidas causadas por enfermedades del ganado y mayores que las causadas por la destrucción combinada de los insectos y enfermedades de las plantas (**Rojas y Villaseca, 1979; Martino, 1980; Kogan, 1992a**).

En cultivos anuales y praderas, las malezas provocan pérdidas que varían entre 0 y un 90%, mientras que en cultivos hortícolas, las pérdidas oscilan entre un 50 y 100% (**Rojas y Villaseca, 1979**).



Valdés, (1977a), señala que los principales factores ambientales en la competencia entre plantas son: el agua, la luz y los nutrimentos, todos ellos básicos para el crecimiento de cualquier especie vegetal. Dos plantas no compiten si el agua, luz y los nutrimentos están en exceso de las necesidades para ambos. La competencia comienza cuando la disponibilidad de uno de estos elementos está bajo el requerimiento de ambas plantas. Así, si hay una abundancia de luz y nutrimentos, el agua puede ser el factor crítico, factor éste de fundamental importancia en años secos o en zonas donde el agua de riego es escasa. En otros casos, el factor crítico pueden ser los nutrimentos, especialmente cuando se emplean abonos o fertilizantes y en muchos casos gran parte de éste se pierde al ser consumidos por las malezas presentes.

Otro aspecto importante de considerar cuando las malezas están presentes en algún cultivo, es que pueden actuar como plantas intermedias o huéspedes en la propagación

de insectos y enfermedades fitosanitarias (Rojas y Villaseca, 1979; Pitelli y Karam, 1988), visto de otro punto de vista también pueden transformarse en material combustible facilitando la propagación de incendios forestales.

2.5 Factores que afectan el grado de competencia entre malezas y plantas forestales.

La intensidad de los niveles de competencia entre las malezas y plantas forestales depende de factores ligados a la comunidad infestante, al propio cultivo y a aquellos ligados al ambiente (Pitelli y Karam, 1988).

Las malezas producen diferentes tipos o grados de interferencia con las especies forestales (Kogan, 1992a), estas pueden ser :

-Interferencia directa.

1) Competencia por recursos esenciales para el crecimiento, como son agua, luz, nutrientes, espacio.

2) Alelopatía; se refiere al gran número de interacciones a nivel de la zona radical de las diferentes especies, a las que por lo general no se les ha dado su debida importancia. Sin embargo, existen considerables evidencias de antagonismos entre plantas cultivadas y malezas. La multitud de sustancias orgánicas secretadas y excretadas por las plantas, tanto como el gran número de sustancias que provienen de la degradación de esas en el suelo, forman parte de una fantástica guerra de acciones y interacciones. La alelopatía no disminuye la importancia de la competencia, muy por el contrario, en la mayoría de los casos actuarían sinérgicamente.

3) Daño físico, por efecto de roce de plantas recién establecidas con malezas arbustivas, por efecto del viento.

-Interferencia indirecta.

- 1) Hospederos intermediarios de plagas y enfermedades.
- 2) Propagación de incendios.
- 3) Protección o abrigo para la procreación de enemigos naturales.
- 4) Lesiones provocadas por el uso de implementos mecánicos para eliminar las malezas.

2.5.1 Factores ligados al cultivo. Las distintas especies forestales presentan grandes variaciones respecto a su habilidad para competir con las malezas. Salvo los procesos de naturaleza alelopática, son dos los factores que eventualmente juegan en su favor: la capacidad de rápido crecimiento, dada por el mayor uso de los recursos del medio y el rápido desarrollo de la superficie fotosintética (**Martino, 1980**). Según **Kogan (1992a)** si las plantas cultivadas ocupan totalmente el suelo y son vigorosas, opondrán una mayor resistencia a la invasión de plantas nocivas. En cambio, si la población no es la adecuada se desarrollarán fácilmente las malezas. Cualquier práctica, sea uso de abono, insecticidas, plantación en la época oportuna, calidad de la planta, etc., que garantice el rápido y vigoroso desarrollo de las plantas, tenderá a reducir el efecto perjudicial de las malezas.

En el caso del Eucalyptus desarrolla tempranamente un follaje frondoso que les permite interceptar una gran cantidad de luz solar, lo cual dificulta el desarrollo de las malezas. Al mismo tiempo, observaciones realizadas en distintas especies de Eucalyptus en el sur

de Brasil, han demostrado que en áreas adyacentes con grandes problemas de malezas, *Eucalyptus dunii* no sólo crece más rápido que *Eucalyptus viminalis*, sino que además desarrolla más vigorosamente su área foliar, logrando una mayor intercepción de la luz solar (Pitelli y Karam, 1988). En Chile las especies predominantes son *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* según Prado y Barros (1989), todas las especies de Eucalyptus recomendadas para su plantación en Chile parecen ser altamente susceptibles a la competencia con las malezas, especialmente con las especies gramíneas.

2.5.2 Factores ligados a las malezas. La composición específica de la comunidad infestante de malezas es un factor de fundamental importancia en la determinación del grado de interferencia, pues las especies integrantes de esa comunidad varían en forma importante en relación a sus hábitos de crecimiento y exigencias en los recursos del medio. Kogan, (1992a), señala que en la literatura, prácticamente no hay referencias en este sentido. No obstante, se puede esperar que en nuestras condiciones especies perennes arbustivas o semi leñosas como son *Rubus spp.*, *Ulex europeus*, *Teline monspessulana*, sean las más competitivas y por un período más prolongado en el ciclo de vida del Eucalyptus. A pesar que las especies anuales o perennes herbáceas de menor desarrollo como *Raphanus spp.*, *Avena fatua*, *Agrostis tenuis*, *Rumex acetosella*, son especies suficientemente competitivas como para dificultar el normal establecimiento y desarrollo inicial del Eucalyptus.

2.5.3 Factores ligados al ambiente. Estando la comunidad infestante compuesta por individuos distintos y de diversas especies, la respuesta de cada una de ellas a las variaciones climáticas y edáficas determinará un cambio en el equilibrio de la comunidad y del propio Eucalyptus, influenciando el balance competitivo. La fertilización del suelo influenciará no sólo el crecimiento del Eucalyptus, sino también el crecimiento de las malezas. En general, se ha establecido que las malezas absorben mayores cantidades de macroelementos que la mayoría de los cultivos anuales, por lo que en condiciones limitantes de nutrientes, las plantas cultivadas se verán más perjudicadas. Se ha determinado que la adecuada fertilización en las especies forestales promueve un mayor

crecimiento de ellas y reduce su sensibilidad a la interferencia impuesta por las malezas. Sin embargo, la fertilización no es una práctica suficiente para garantizar el crecimiento del *Eucalyptus* en presencia de malezas, ya que la competencia por nutrientes puede ser muy intensa, anulando en parte los efectos de la fertilización.

Otro factor ambiental que actúa muy intensamente es la disponibilidad de agua. La disponibilidad de agua en el primer año de vida, es el factor responsable por la sobrevivencia y desarrollo de especies arbóreas utilizadas en el reforestamiento. Los trabajos de **Pitelli y Karam, (1988)**, muestran que el efecto de la interferencia de las plantas invasoras durante el primer año de crecimiento de *Eucalyptus pellita*, fueron más drásticas en el período comprendido de Abril a Septiembre, bajo condiciones de restricción hídrica en la región de Joa Pinheiro (MG) en Brasil. Se debería esperar que en Chile, en la región semi árida con períodos de sequía de 6-7 meses, la competencia por agua sea crítica, sin embargo, en el sur la competencia por nutrimentos y luz podría ser, de mayor importancia para la supervivencia del *Eucalyptus*. A no ser que ocurran períodos relativamente largos sin lluvia en los meses de Enero y Febrero.

La interferencia por luz, indudablemente, es una de las formas de interferencia de las malezas que provoca mayor impacto sobre el crecimiento de las especies forestales, pues restringe la fuente de energía para los procesos básicos de elaboración de sustancias requeridas para el crecimiento y desarrollo de los vegetales. La competencia por luz es crítica en los primeros meses después del establecimiento y será más importante en la medida que las malezas herbáceas sean de crecimiento erecto y exuberantes o se trate de malezas abrasivas leñosas.

2.5.4 Duración del período de competencia. **Kogan, (1992a)**, menciona que el tiempo que transcurre hasta que se inicia la interferencia dependerá del tipo de maleza, de la densidad, de la velocidad y vigor de crecimiento de la especie forestal y de las condiciones ambientales. A ese período se le ha denominado “período anterior a la

interferencia” (PAI). Desde la plantación hasta el punto después del cual las malezas no afectan mayormente el crecimiento, se le conoce como “período total de prevención de la interferencia” (PTPI). El lapso de tiempo entre PAI y PTPI corresponde al “período crítico de interferencia” (PCI), o sea desde el momento en que las malezas comienzan a interferir hasta aquel punto en que ya produjeron el máximo daño.

2.6 Método de control de malezas.

Dada la importancia que tienen las malezas en el establecimiento y desarrollo de cualquier cultivo, ha sido necesario desarrollar técnicas que permitan atenuar sus efectos perjudiciales. Esto se puede lograr mediante tres distintos métodos (**Valdés, 1977b; Rojas y Villaseca, 1979**).

2.6.1 Métodos de prevención. Involucran todas aquellas medidas destinadas a impedir la introducción y/o establecimiento de una maleza específica en un determinado lugar. Se le considera como el método más adecuado, económico y eficaz.

2.6.2 Método de erradicación. Consiste en eliminar una o más malezas, sus partes o estructuras vegetativas y semillas de una zona específica en que estaban presentes. Como método es el eficiente, pero en la práctica es difícil de lograr y su implementación involucra altos costos.

2.6.3 Método de control. Consiste en disminuir el daño producido por las malezas 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 a uno muy bueno.

Los numerosos métodos de control han sido ampliamente estudiados y mejorados en la medida que se han ido incorporando nuevos conocimientos y nuevas tecnologías.

Según **Shönau**¹, el aplicar métodos manuales, mecánicos o químicos de desmalezamiento es cuestión de costos, topografía, planificación, disponibilidad de mano de obra y experiencia de manejo. El cultivo mecánico superficial es generalmente más barato y más efectivo que el tratamiento químico que requiere mayor tiempo de administración para ser efectivo en función de los costos. Debe por otro lado, mencionarse que muy pocos herbicidas están registrados para el uso en silvicultura y que hay un movimiento mundial con el propósito de restringir su uso.

En forma general, los métodos de control de malezas se agrupan en: métodos mecánicos, control biológicos, control químico y control integrado.

-Métodos mecánicos: El control mecánico de malezas contempla las operaciones de limpia manual como el empleo de un conjunto de herramientas con las cuales se provoca la eliminación física de las malezas del suelo. Alternativamente están aquellas prácticas destinadas a poner barreras físicas sobre el suelo (mulch) mediante la utilización de paja, heno, guano, papel y otros, mientras que otras técnicas hacen uso del fuego para cumplir el mismo objetivo (**Valdés, 1977b; Rojas y Villaseca, 1979**).

Rojas y Villaseca (1979); señalan que dentro del control mecánico de malezas se pueden considerar: control manual, cultivaciones (azadón, araduras, rastras (de clavo o de discos), rotovator), cortes frecuentes, pastoreo directo, remoción total (uso caterpillars), draga (para tranques, ríos, puertos), inundaciones (para malezas de secano), drenajes (para malezas acuáticas), nivelaciones.

¹ Shönau, A.P. : 1988, Simposio "Manejo silvícola del género Eucalyptus". Viña del Mar, Chile. Comunicación personal

El control manual es más efectivo que el control químico, aunque de costo superior (**Forest Research Institute, 1982**).

En plantaciones forestales, las operaciones de limpia manual involucran un gran esfuerzo además de un alto costo, debido a que es un trabajo lento y por lo tanto, requiere de un alto número de jornadas por hombre. Por otro lado, un control efectivo requiere más de una limpia en la temporada de crecimiento, ya que la remoción de malezas es incompleta. Esto favorece los daños mecánicos en la plantación. Sin embargo, de no ser así el efecto de liberación se pierde en el tiempo.

-Métodos químicos: Mediante este método se logra la eliminación de las malezas a través de compuestos químicos de naturaleza fitotóxica, denominados herbicidas (**Rojas y Villaseca, 1979**). Esta técnica no permite el desarrollo de la vegetación espontánea y al mismo tiempo no provoca remoción del suelo, con lo cual no se altera su estructura y mejora la infiltración de agua (**López, 1980**).

A diferencia del método mecánico, el control químico requiere de menor cantidad de personal y de menor tiempo en su aplicación. Según **Valdés, (1977b)**, el empleo de herbicidas no solo permite controlar las malezas, sino que es una importante ayuda que permite aumentar la superficie a sembrar, como asimismo, asegurar que la mano de obra disponible pueda ser utilizada en otras labores agrícolas, tales como raleo, poda, riegos, fertilización, etc.

De acuerdo a la naturaleza del producto utilizado y a su efectividad en el control es posible que con una sola aplicación en la temporada de crecimiento baste para mantener la plantación libre de malezas.

Higgins (1971) señala que el efecto de los herbicidas puede resultar mayor y mejor en los campos que previamente han sido sometidos al cultivo o desmalezado mecánico.

El Eucalyptus responde positivamente al control de malezas aunque muchos de los herbicidas actualmente utilizados en faenas forestales son dañinos para plantaciones juveniles. Por este motivo, debe comprobarse que el herbicida sea seguro, previo a su aplicación masiva (**Forest Research Institute, 1982**).

Investigaciones recientes indican que el control químico de malezas es más efectivo cuando se realiza a principio de primavera, cuando todas las malezas ya han emergido (**Prado y Rojas, 1987; Wrann e Infante, 1988**).

En consecuencia, esto requiere de ciertas precauciones respecto de la plantación y especialmente el género Eucalyptus que es bastante susceptible a este tipo de productos (**Prado y Rojas, 1987**), no obstante, el uso de herbicidas en el campo forestal es una experiencia relativamente nueva, donde aún no existe suficiente información al respecto (**Prado y Barros, 1989**).

2.7 Aspectos generales sobre 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, 1992**).

Matthei (1986) citando a **Barbera (1972)** define los herbicidas como productos destinados a destruir malas hierbas, dando a este término el sentido de plantas adventicias que entorpecen el libre desarrollo de los cultivos.

Espinoza (1992) señala que son varios los factores que deberían considerarse en la elección del herbicida; si el criterio es obtener un eficaz control de las malezas, la elección debería estar dada fundamentalmente por las especies de malezas predominantes en el cultivo o, las malezas que se desea controlar.

2.7.1 Clasificación de los herbicidas. 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; Chiavenato, 1991**, citado por **Carrera, 1992**).

2.7.1.1 Época de aplicación. La relativa sensibilidad de las malezas y los cultivos en diferentes épocas o estados de desarrollo es una importante consideración cuando se aplican herbicidas. Cuando se usan herbicidas selectivos en cultivos, el objetivo es encontrar la mejor combinación de un estado de crecimiento de la maleza relativamente susceptible y de un estado de crecimiento del cultivo relativamente tolerante (**Espinoza, 1992**). El conocimiento del período crítico de control de malezas también es importante. Los herbicidas pueden ser aplicados en pre-emergencia o post-emergencia a la maleza.

2.7.1.2 Forma de actuar. En esta clasificación se distinguen:

- Herbicida de contacto: Son aquellos que sólo matan a las partes de la planta que han sido cubiertas por el producto químico y por lo tanto este debe ser directamente tóxico a las células vivas. Provocan un efecto rápido sobre las plantas, las que mueren poco tiempo después de ser aplicado el producto. Estos herbicidas son efectivos en el control de malezas anuales, ya que en malezas perennes solo queman la parte aérea de la planta.

- Herbicidas sistémicos: Actúan por traslocación a través de la planta, destruyéndola totalmente. Son también denominados “reguladores de crecimiento” o “herbicidas de traslocación”. Estos productos pueden ser absorbidos por las raíces o por el follaje para movilizarse a través de la planta hacia las zonas de tejido meristemático, donde interfieren con el crecimiento y metabolismo celular. Son efectivos en el control tanto de malezas perennes como leñosas.

- Herbicidas residuales: Estos son aplicados en bajas dosis a la superficie del suelo, donde son capaces de mantenerse por un tiempo relativamente largo. Por efecto de la lluvia o riego, son incorporados al perfil del suelo, donde permanecen activos impidiendo el desarrollo de malezas. Como en el caso anterior, son efectivos en el control de malezas perennes y leñosas.

2.7.1.3 Selectividad. La selectividad de un herbicida es su mayor o menor capacidad para afectar malezas, pero sin dañar plantas cultivadas. Por lo tanto, un herbicida selectivo utilizado apropiadamente, podrá dañar o matar algunas especies de plantas, mientras otras permanecen inalteradas. Por el contrario, un herbicida no selectivo es aquel que es tóxico para todas las plantas.

Según **Rojas y Villaseca (1979)** la selectividad de los herbicidas se basa en distintos procesos, los que reúne de la siguiente manera:

- Selectividad basada en barreras físicas que previenen que el herbicida tome contacto con las plantas cultivadas.

- Selectividad basada en diferencia morfológicas entre cultivo y maleza.

- Selectividad basada en diferencias fisiológicas entre cultivo y maleza.

- Selectividad basada en el uso de antidotos para proteger cultivos, pero no malezas con ciertos herbicidas.

2.7.2 Factores que influyen en el ingreso y permanencia de herbicidas en el aire. El ingreso de herbicidas en el aire se debe principalmente a las prácticas de aspersión. En este sentido el factor más importante a considerar es la amplitud del espectro del tamaño de gota. Por otra parte es sabido que cada tipo de agroquímico que se aplique debiera ser mediante una gota de un cierto tamaño y con un número de gotas por unidad de superficie determinada (Villaseca, 1992). Lo anterior dependerá de la presión de aplicación, tipos de boquillas y formulación, elementos que inciden en fenómenos de deriva, evaporación, movimientos de convección y esquema de distribución del depósito. A su vez, las condiciones meteorológicas viento, humedad relativa, temperatura se asocian a deriva y evaporación, mientras que convección y distribución del depósito son más dependientes del equipo y modo de aplicación (González, 1990).

La deriva implica una dosis menor en el blanco de atención y mayor en otro punto. Este efecto se puede disminuir manejando el tamaño de la gota, altura de aplicación, formulación y monitoreando las condiciones meteorológicas durante la aplicación (Durigan, 1988; González, 1990).

La mantención de los herbicidas en el aire, no parece ser de larga duración y su traslado es errático. Egresan del aire por degradación fotoquímica y por depositación o arrastre de lluvia u otra forma (González, 1990).

2.7.3 Factores que afectan a los herbicidas aplicados al suelo. Los herbicidas aplicados a las plantas terminan llegando al suelo por arrastre o lavado, o bien se aplican directamente a éste. El movimiento de los herbicidas en el suelo es bastante complejo en cuanto depende de numerosos y variados factores. Entre ellos, los relativos al propio sistema suelo (físicos, químicos, y biológicos), los distintos tipos de herbicidas, las numerosas especies de plantas y las más variadas condiciones climáticas (**Durigan, 1988; González, 1990**).

De esta forma, mientras un herbicida actúa eliminando semillas y plántulas indeseables, esta siendo afectado en forma dinámica por la reacción conjunta de los factores mencionados, los que en definitiva son responsables directos o indirectos de su permanencia en el suelo.

Los factores del suelo que se consideran para estos efectos son: textura, tipos y cantidad de arcillas y coloides orgánicos (materia orgánica), humedad y concentración salina. Los tres primeros son de gran importancia, ya que regulan fenómenos de adsorción y desorción de los herbicidas.

Las arcillas o coloides inorgánicos presentan una gran capacidad de sorción de iones en forma intercambiable, fenómeno conocido como capacidad de intercambio catiónico. En tal sentido, un herbicida aplicado a un suelo donde predomina la fracción arcilla, puede ser finalmente retenido por estos coloides, limitando su disponibilidad y por lo tanto su absorción por las raíces de las plantas. La actividad herbicida es reducida, pero al mismo tiempo se asegura su persistencia en el suelo, se retarda la descomposición y las pérdidas por lixiviación. Lo mismo sucede en suelos que poseen un alto contenido de materia orgánica, considerando que estos coloides presentan una capacidad de intercambio catiónico superior a la de cualquier tipo de arcilla (**Matthei, 1986; González, 1990**).

En relación a la humedad del suelo, **Alvarez (1988)** citando a **Valdés (1969)**, menciona que el agua puede competir con los herbicidas por sitios de absorción. Por otra parte, suelos con alta concentración salina requieren de menor cantidad de herbicida para obtener un buen control.

En relación a la permanencia de los herbicidas en el suelo, ésta dependerá de su solubilidad en agua, como de la capacidad para actuar como base, es decir, moléculas neutras se pueden cargar con iones H^+ y de este modo satisfacer cargas negativas de los coloides del suelo.

En cuanto a la degradación química de los herbicidas, se conoce como funciona para muchos productos químicos. En general, envuelve procesos de oxidación, reducción, hidrólisis e hidratación. Por su parte, la descomposición microbiológica de los herbicidas es realizada por algas, hongos, actinomicetes y bacterias del suelo, los que por esta vía obtienen elementos nutritivos para su crecimiento y desarrollo (**Mac Diarmid, 1976**).

Algunos tipos de herbicidas son susceptibles de descomposición fotoquímica, específicamente por la luz ultravioleta. Esto ocurre cuando existe una sobreexposición del producto en la superficie del suelo por un largo período de tiempo, y con ausencia de precipitaciones.

Ashton y Mónaco (1991) señalan que la persistencia sobre la actividad biológica de un herbicida aplicado a una tasa usual, en un clima temperado con un suelo humedo-fertil y temperaturas de verano, se prolonga en el caso del glifosato a un período de un mes o menos, y en el caso de simazina de tres a doce meses pudiendo prolongarse aún más.

2.7.4 Factores asociados a las condiciones atmosféricas. El éxito de un tratamiento herbicida está sujeto a una serie de factores, entre los cuales, las condiciones atmosféricas podrán aumentar o disminuir su efectividad. Entre ellas **Higgins (1971)** destaca las siguientes:

- Precipitación: La precipitación que ocurre inmediatamente antes de la aplicación aumenta la humedad, frecuentemente daña la cutícula y contribuye al éxito de los resultados del herbicida. Pero si la lluvia ocurre durante la aplicación o inmediatamente después, puede lavar el herbicida y reducir su efectividad. La lluvia que cae pocas horas después de la aplicación aumenta la efectividad al rehumedecer el herbicida depositado en la superficie de la hoja y al aumentar también su penetración en ella.

- Humedad relativa: La humedad relativa alta o media favorece la efectividad de los tratamientos herbicidas aplicados al follaje, ya que disminuye la evaporación facilitando con esto la absorción de los productos químicos. Cuando la planta esta en una atmósfera saturada de humedad, las capas de cera y cutícula se hacen más delgadas, y por lo tanto la hoja succulenta es también más receptiva.

- Temperatura: A medida que aumenta la temperatura el efecto de un herbicida se acelera. Sin embargo, a altas temperaturas (sobre los 32 °C) se favorecen fenómenos de evaporación como de volatilización. Las temperaturas moderadas, en el rango de 21 a 29.5 °C, son las favorables para las aplicaciones de la mayoría de los herbicidas (**Alvarez, 1988**).

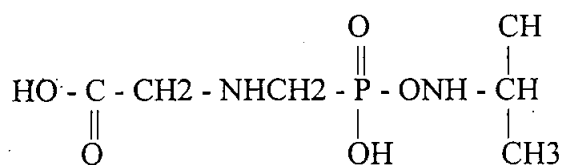
- Viento: Al momento de la aplicación, este es un factor que entorpece las labores de aspersión, ya que interfiere en el esquema de distribución del producto. Como

consecuencia de la deriva aumenta la posibilidad de daño en cultivos vecinos susceptibles.

2.8 Descripción de herbicidas empleados.

Los herbicidas empleados en el ensayo fueron Roundup (glifosato) y Gesatop-90 (simazina), complementariamente se adicionó a la mezcla Unifilm (surfactante).

2.8.1 Descripción de Glifosato. Glifosato se ha transformado en un producto extremadamente importante desde su introducción en Estados Unidos en 1971 (**Kogan, 1992a**). El glifosato se ha formulado como solución en agua de la sal isopropilamina de glifosato (4 lb/gal, lo que significa 480 gr/L de la sal isopropilamina de glifosato). Esta solución posee una DL50 igual a 5400 mg/Kg en ratas, lo que representa un producto prácticamente no tóxico para el ser humano (**Asthon y Mónaco, 1991; Fuentes, 1992; Dolz, 1992**). Esta formulación fue originalmente producida por Monsanto que constituyó el producto comercial conocido como Roundup. Presenta una estructura molecular simple, relativamente alta solubilidad (12000 ppm) y un pequeño peso molecular comparado con la mayoría de los herbicidas. Lo que comúnmente se denomina como glifosato es la sal isopropilamina de glifosato (**Asthon y Mónaco, 1991**).



Sal isopropilamina de N (fosfonometil) glicina
(Sal isopropilamina del glifosato)

Según **Kogan, (1992a)**, una vez que el glifosato es absorbido, no es fácilmente degradado por las plantas. Así puede mantener su acción fitotóxica mientras se transloca a diferentes partes de las malezas. Esto favorece el control de malezas difíciles que presentan arraigamiento profundo o que producen propágulos vegetativos como los rizomas o tubérculos y en algunos casos raíces con yemas endógenas. La vida del glifosato en el suelo es corta. Es rápidamente degradado por microorganismos (media vida menor de 60 días) y también fuertemente absorbido por los coloides del suelo. La presión de vapor y la foto descomposición son negligibles.

Modo de acción.

El glifosato es un herbicida de post emergencia que posee propiedades asociadas de alta actividad herbicida, capacidad de translocarse y de destruir los propágulos de las malezas tratadas (**Kogan, 1992a; Fuentes, 1992**).

-Absorción: Las hojas y partes fotosintéticamente activas constituyen los principales órganos de intercepción y absorción. La presencia de cutícula y en particular de ceras externas (ceras epicuticulares) constituyen una barrera para su absorción. Sin embargo, la presencia de surfactantes en la formulación comercial del producto, ayuda al paso del glifosato por esa barrera.

-Traslación: Numerosos estudios en diferentes especies demuestran que este herbicida se transloca efectivamente en las plantas tratadas. Se ha observado, en algunos casos, translación aposimplástica, sin embargo, el principal tipo de translación es por el simplasto.

En general, la translocación simplástica en especies anuales ocurre desde las hojas hacia los puntos de crecimiento aéreos y subterráneos. En especies perennes las reservas de carbohidratos son consumidas durante el crecimiento inicial de la planta y recuperadas posteriormente. El mayor movimiento de los asimilados ocurre desde los órganos, con reservas acumuladas, en dirección a hojas nuevas. Aplicaciones de glifosato en especies perennes en el inicio de la floración permitirán que mayores cantidades del herbicida sean translocadas para las partes subterráneas, gracias al movimiento simplástico de los hidratos de carbono desde las hojas fisiológicamente activas. La translocación hacia los órganos subterráneos es relativamente rápida, comparado con otros herbicidas. Son necesarias apenas 24 horas, para la acumulación de glifosato a niveles tóxico en el sistema subterráneo de malezas perennes.

-Mecanismo de acción: Aún no se conoce claramente cual es el mecanismo de acción de glifosato. La literatura menciona una gran diversidad de respuestas y consecuentemente, diversas hipótesis se han propuesto con relación a su acción letal en las plantas. Existen una serie de procesos fisiológicos que son alterados por efecto del glifosato. Sin embargo, lo más aceptado es la inhibición o represión de la enzima mutasa corísmica y/o dehidratasa prefénica. Su acción está relacionada con la síntesis de los aminoácidos aromáticos: tirosina, fenilalanina y triptofano. Este último es el precursor del ácido indol acéptico (AIA). De ahí la típica sintomatología de daño que se produce con dosis subletales, o bien la que se ve en el rebrote de malezas perennes o en el caso de daño por deriva en especies sensibles. En todos esos casos el daño que se presenta es el típico producido por herbicidas con actividad reguladora de crecimiento (**Kogan, 1992a**).

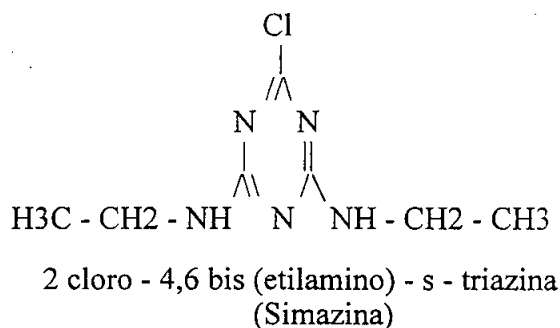
El glifosato es un herbicida no selectivo, por lo tanto afecta a la gran mayoría de las especies. Los síntomas visibles en la mayoría de las malezas anuales se pueden apreciar entre 2 a 4 días luego de la aplicación. Sin embargo, en las malezas perennes los síntomas aparecen 7 días o más luego de la aplicación. Pero, es común que se observe un buen efecto luego de la 2 - 3 semana de la aplicación. Si luego de la aspersión la

temperatura es baja (menos de 10 °C) y los días son nublados, el efecto visual de control se atrasa más allá de los límites indicados (**Asthon y Mónaco, 1991**).

Los síntomas de toxicidad en las malezas, son un gradual marchitamiento y amarillamiento de las plantas, el cual avanza para terminar en una desecación total de la parte aérea y deterioración de los órganos subterráneos.

El glifosato no posee efecto residual o actividad en el suelo sobre semillas en germinación, sean ellas de malezas o cultivo. De ahí que no hay problema al usarlo, incluso inmediatamente antes de la plantación del Eucalyptus.

2.8.2 Descripción de Simazina. Simazina corresponde al nombre común de un herbicida del tipo “suelo activos”, es decir, herbicidas que presentan actividad en el suelo por un período relativamente largo (**Kogan, 1992a**). Dependiendo del producto, esta persistencia varía de unas pocas semanas a varios meses. La persistencia es función de la solubilidad del herbicida, de la adsorción que sufra en el suelo y de la degradación microbiológica. La simazina presenta una muy baja solubilidad en agua de apenas 3.5 ppm a 20 °C y una baja solubilidad de 85 ppm a 85 °C, esta formulada como una emulsión concentrada (4 lb/gal), con una DL50 de 5000 mg/Kg en ratas, lo que lo transforma en un producto prácticamente no tóxico para el ser humano (**Asthon y Mónaco, 1991; Fuentes, 1992; Dolz, 1992**).



La simazina es considerada en el suelo como compuesto catiónico básico. Estos compuestos en condiciones de pH bajos se protonizan y de esta forma son absorbidos por las fuerzas iónicas de intercambio de cationes en el suelo. El pka de estos compuestos determina el pH en que ocurre la máxima absorción del producto. En condiciones de pH altos las clorotriazinas se hidroxilan quedando inactivadas (**Kogan, 1992a**).

La simazina en general controla principalmente malezas dicotiledóneas anuales, presentando según las circunstancias efecto sobre algunas gramíneas anuales.

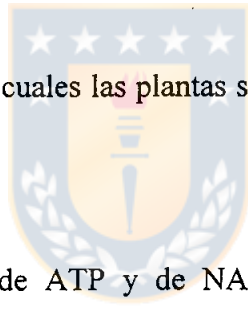
Modo de acción.

El modo de acción de este producto comienza cuando es incorporado al suelo en forma natural o artificialmente. Se requiere de una lluvia de por lo menos 15 mm para que se produzca la incorporación y activación. Lluvias de 25 mm luego de la aplicación han mostrado ser óptimas para la actividad de los herbicidas suelo-activos (**Kogan, 1992a**).

-Absorción : Una vez que el producto llega al suelo es absorbido por las raíces de las malezas en emergencia ó recién emergidas, las que se tornan cloróticas y mueren, pero debido su limitada movilidad en el suelo no presentan efecto sobre malezas de arraigamiento profundo. El movimiento en el suelo es limitado y la presencia de altos contenidos de materia orgánica y arcilla en el suelo favorecen su fijación. Presenta una vida media que puede variar entre 30 a 160 días dependiendo de las condiciones ambientales (**Fuentes, 1992**), finalmente son degradados en el suelo formándose anhídrido y agua, principalmente por acción de los microorganismos. Al parecer la baja solubilidad de la simazina en los lípidos de la cutícula sería la causa de la falta de actividad al follaje.

-Traslación: Una vez que la simazina es incorporada y activada en el suelo, las malezas la absorben a través de las raíces y la transportan vía apoplasto, en la corriente transpiratoria, hacia las hojas. Así, los síntomas de daño se manifiestan en forma más severa en las hojas maduras y expandidas que están activamente transpirando.

-Mecanismo de acción: La simazina actúa en el proceso fotoquímico de los cloroplastos, y en general corresponde al grupo de herbicidas denominados inhibidores fotosintéticos (actúan sobre el fotosistema II). El sitio exacto de acción aún no ha sido bien definido. La determinación exacta de este sitio depende del esclarecimiento de todo el complejo de reacciones fotoquímicas, realizadas en los cloroplastos.



Las principales razones por las cuales las plantas son dañadas por este herbicida son las siguientes:

- Inhibición de la síntesis de ATP y de $\text{NADPH} + \text{H}^+$, responsable por la reducción de CO_2 , y consecuentemente del agotamiento de reservas de la planta (la planta muere por inanición o por el agotamiento de sustratos reducidos). Si ocurriese apenas este hecho, la planta solo moriría después de haber agotado completamente sus reservas y sería una eliminación lenta, lo que no ocurre normalmente (**Fuentes, 1992**).

- Otra alternativa es la fotooxidación de las moléculas de clorofila que ocurre en función del bloqueo del flujo de electrones de la molécula de agua (fotólisis) para la molécula de clorofila y de la imposibilidad de la clorofila para desactivar sus electrones excitados por la luz.

La permanencia de la clorofila por un cierto período en el estado oxidado, causa su natural destrucción. La disipación de la energía de los electrones de la clorofila causa la

destrucción de la membrana de los cloroplastos; inicialmente, ocurre un aumento del volumen del cloroplasto, y en seguida (después de más o menos dos horas), la ruptura de su membrana, produciéndose su inactivación. Se estima que una molécula de herbicida puede destruir 300 a 500 moléculas de clorofila.

- Otra posibilidad es la formación de radicales o de sustancias tóxicas que causarían la destrucción de cloroplastos. Los primeros fitocromos destruidos son los carotenoides que son los pigmentos que evitan la fotooxidación de la clorofila.

2.8.3 Descripción del surfactante. Surfactante se denomina a agentes hipotensores y como tales actúan a nivel de la superficie foliar y de la gota de agua, produciendo acercamiento de ambos (Kogan, 1992a). Según la propiedad predominante los surfactante pueden ser:

- Humectantes/hipotensores.
- Extensores.
- Adherentes.
- Estabilizadores (emulsificadores y dispersantes).
- Detergentes.

Sin embargo, en general, cualquier surfactante exhibe más de una o todas las propiedades indicadas, siendo todos hipotensores, pero caracterizándose por que una de las propiedades sobresale. Según la naturaleza electroquímica pueden ser aniónicos, catiónicos, no-iónicos y anfotéricos.

Los surfactantes pueden afectar la efectividad de los herbicidas de las siguientes formas:

-Aumentar la retención del pulverizado cuando la superficie de la hoja presenta baja mojabilidad.

-Disminuir la retención del pulverizado al aumentar el escurrimiento en hojas que son de fácil mojabilidad.

-Aumentar la penetración al aumentar el área de contacto con la hoja debido a una mayor dispersión de la gota.

-Aumentar la penetración al aumentar el área de contacto con la hoja como resultado de la eliminación de láminas de aire entre la gota y la superficie de la hoja.

-Aumentar el período de penetración al actuar como humectantes, manteniendo la gota por mayor tiempo.

-Aumentando la penetración a través de la cutícula al actuar como cosolventes o agente solubizador o al afectar la permeabilidad.

-Aumentar la entrada directa del herbicida a través de los estomas al bajar la tensión superficial.

-Facilitar el movimiento a través de las paredes celulares luego de la entrada al follaje.

Importante es tener en consideración los siguientes aspectos de los surfactantes:

-Un surfactante puede incrementar la actividad de un herbicida sobre una determinada maleza y no en otras o puede incrementar la actividad de un determinado herbicida sobre una maleza y no la de otros productos.

La mayoría de las formulaciones de herbicidas contienen surfactante.

-El uso inadecuado de surfactantes puede inducir la pérdida de selectividad o pérdida de control debido a escurrimiento superficial.



III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Material.

3.1.1 Ubicación del ensayo. El ensayo se estableció en el predio La Escuadra de propiedad de Forestal Mininco S.A., ubicado a 37°51,5' latitud sur y 72°26' longitud oeste, altitud 225 msnm, comuna de Collipulli, Provincia de Malleco, Novena región.

3.1.2 Características de la preparación de suelo. El tipo de suelo corresponde a uno Rojo arcilloso, serie Collipulli. La densidad aparente a distintas profundidades se presenta en la tabla 1.

TABLA 1. DENSIDAD APARENTE INICIAL DEL SUELO.

Calicata N°	Profundidad (cm)	Densidad aparente (gr/cc)
1	0-20	1.31
	20-52	1.51
	52-110	1.37
2	0-17	1.48
	17-39	1.56
	39-110	1.56
3	0-15	1.43
	15-46	1.49
	46-100	1.52

La preparación de suelo consistió en un subsolado a 80 centímetros de profundidad, para lo cual se empleó un Bulldozer D-7 que tiene como implemento un Ripper de 105 centímetros para el roturado del suelo; además lleva adicionado en su parte inferior dos aletas que van levantando la tierra. Dos discos de arado de 18 pulgadas colocados en la parte trasera de la máquina disgregan los terrones, en tanto que un rodillo cóncavo va formando una banda en sobrerrelieve respecto al terreno (camellón).

3.1.3 Características de la plantación. La plantación fue realizada en el mes de Agosto de 1992; la especie establecida correspondió a *Eucalyptus globulus, ssp. globulus*, con una densidad de plantación de 1333 plantas por hectárea, con un espaciamento de 5 metros entre hileras de plantación y 1.5 metros sobre la hilera de plantación.

Se realizó una fertilización post-plantación consistente en 140 gramos de producto por planta; la tabla 2 presenta la composición del fertilizante empleado:

TABLA 2. COMPOSICION DEL FERTILIZANTE EMPLEADO.

Elemento	Cantidad (gr)
Urea	50
Superfosfatotriple	30
Boronatrocacita	30
Sulfato de potasio	30
Total	140

3.1.4 Características de las plantas de Eucalyptus. Las plantas empleadas en el ensayo tenían las siguientes características:

Especie : ***Eucalyptus globulus, ssp. globulus***
 Procedencia : Quinta madre selva, comuna de Los Angeles,
 Provincia de Bío-Bío, Octava región.

Antecedentes Dasométricos : Ultimo inventario 12 de Mayo 1992.

Diámetro medio cuello: 6,9 mm.

Altura media: 26,41 cm con poda de tallo.

Manejos realizados a las plantas : Podas radiculares: 1

Descalces: 5

Podas laterales: 1

En el momento de establecer el ensayo las plantas tenían aspecto vigoroso no presentando ningún tipo de daño por helada o daño por efecto del transporte al lugar de la plantación.

3.1.5 Malezas presentes en el ensayo. Las malezas se presentan en la tabla 3.

TABLA 3. COMPOSICIÓN DE MALEZAS PRESENTES.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Ciclo de Vida
Poaceas	<i>Avena fatua L.</i>	<i>Avenilla</i>	Anual
Poaceas	<i>Briza maxima L.</i>	<i>Tembladera</i>	Anual
Poaceas	<i>Lolium multiflorum Lam.</i>	<i>Ballica</i>	Anual
Asteraceas	<i>Leontodon taraxicoides (Vill.) Mérat</i>	<i>Chinilla</i>	Anual/Perenne
Asteraceas	<i>Cichorium intybus L.</i>	<i>Achicoria</i>	Perenne
Plantaginaceas	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Siete venas</i>	Perenne
Cariofilaceas	<i>Cerastium arvense L.</i>	<i>Cerastio</i>	Perenne

3.1.5.1 Descripción de las malezas presentes en el ensayo. Para la agrupación de las malezas presentes en el ensayo se empleó la clasificación y descripción propuesta por Espinoza (1988) y Kogan (1992b).

Avena fatua L. (Avenilla): Corresponde a una maleza originaria de Europa, su ciclo de vida es anual; florece desde noviembre a diciembre; su propagación es por semilla que se desprende fácilmente al llegar a la madurez; su hábitat frecuente es en cereales de grano pequeño, raps y lenteja, especialmente sembrados en otoño e invierno.

Briza maxima L. (Tembladera): Corresponde a una maleza originaria de Europa, su ciclo de vida es anual; florece desde octubre a diciembre; su propagación es por semillas; su hábitat frecuente es en sementeras de trigo y praderas naturales.

Lolium multiflorum Lam. (Ballica): Corresponde a una maleza originaria de Europa, su ciclo de vida es anual; florece desde octubre a diciembre; su propagación es por semillas; su hábitat frecuente es en cultivos establecidos en otoño e invierno, especialmente en trigo y raps.

Leontodon taraxicoides (Vill.) Mérat (Chinilla): Corresponde a una maleza originaria de Europa, su ciclo de vida es anual o perenne; florece desde diciembre a enero; su propagación es por semillas; su hábitat frecuente es en praderas y en cultivos establecidos después de praderas.

Cichorium intybus L. (Achicoria): Corresponde a una maleza originaria de Europa, su ciclo de vida es perenne; florece desde diciembre a enero; su propagación es por semillas; su hábitat frecuente es en cereales de grano pequeño, raps, leguminosas de grano y praderas.

Plantago lanceolata (*Siete venas o LLantén*): Corresponde a una maleza originaria de Europa y norte de Asia, su ciclo de vida es perenne; florece desde octubre a febrero; su propagación es por semillas; su hábitat frecuente es en praderas y en cultivos, principalmente trigo.

Cerastium arvense L. (*Cerastio*): Corresponde a una maleza originaria del hemisferio norte, su ciclo de vida es perenne; florece desde octubre a diciembre; su propagación es por semillas; su hábitat frecuente es en praderas desgastadas y ocasionalmente en cultivos.

3.1.6 Instrumentos, equipos y materiales.

3.1.6.1 Equipos de aplicación. Los tratamientos de aplicación de herbicidas de pre y posplantación se efectuaron mediante un equipo manual de aplicación de gota controlada, denominado Herbi (**Ashton y Mónaco,1991**), que consiste en una bomba de espalda de 5 litros de capacidad sustentada en una lanza principal de comando, en cuyo extremo se bifurca formando dos barras de aplicación Herbaflex que realiza la aspersión mediante dos discos gemelos de 80 mm, dentados y ranurados, alimentados cada uno por una boquilla con un flujo de 60 a 90 cc por minuto, que funciona a partir de baterías del tipo D, las cuales activan un motor gobernador, ajustado para girar a 2000 revoluciones por minuto y producir gotas de 250 a 300 micrones de tamaño, las cuales son impulsadas mediante una fuerza centrífuga generada por el disco rotatorio, la forma de los dientes permite que la gota caiga desde unos 50 centímetros de altura por gravedad directamente sobre las malezas, en un haz circular de asperjado de 1.20 metros cada uno. Una de las ventajas de este tipo de equipo es el tamaño uniforme de sus gotas que permiten mojar en forma más homogénea la superficie de aplicación reduciendo el riesgo por deriva de producto. El sistema de gota controlada debido a su gran eficacia, no requiere de grandes volúmenes de agua. Por otro lado tampoco se requieren de formulaciones especiales.

En el caso del control mecánico se empleó una desbrozadora en cuyo extremo inferior se substituyó el elemento cortante por un escarificador de suelo, el cual cumple la función de construir una tasa o aclarar una superficie de terreno de aproximadamente 0.79 metros cuadrados, donde se plantó posteriormente.

Para realizar el control manual se empleó un azadón de 12 centímetros de ancho, con el cual se despejó una superficie aproximada de 0.79 metros cuadrados, donde se plantó posteriormente.

3.1.7 Instrumentos de medición. Para realizar las mediciones de las plantas se emplearon los siguientes instrumentos:

En el caso de las mediciones de diámetro de cuello de las plantas, éstas se realizaron con un pie de metro graduado en milímetros y se trabajó con una precisión de 1 milímetro.

Para las mediciones de altura de planta se empleó una vara graduada en centímetros y se trabajó con una precisión de 1 centímetro.

3.1.8 Herbicidas empleados en el ensayo. Los herbicidas empleados en el ensayo se describen en la tabla 4.

TABLA 4. TIPO DE HERBICIDAS EMPLEADOS

Tipo de herbicida		
Nombre comercial	Ingrediente activo	Composición
Roundup	Glifosato	Sal isopropilamina de N (fosfometil) glicina
Gesatop 90	Simazina	2 cloro - 4,6 bis (etilamino) -s- triazinas
Tipo de coadyuvantes		
Unifilm	Surfactante	Incorporado en la mezcla de Glifosato + Simazina

3.2 Métodos.

3.2.1 Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 15 tratamientos y tres repeticiones (anexo N°1).

3.2.2 Descripción de los tratamientos. El total de 15 tratamientos se compone por 12 tratamientos con herbicidas, 1 tratamiento de limpia mecánica, 1 tratamiento de limpia manual y un testigo sucio. La descripción de cada uno de los tratamientos se presenta en la tabla 5.

TABLA 5. TRATAMIENTOS APLICADOS EN EL ENSAYO

Tratamiento N°	Tipo Control	Tratamiento Control de malezas	Cantidades (lt/ha+Kg/ha+lt/ha)	Replicas
1	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	1.5 + 2.0 + 0.5	3
2	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	1.5 + 3.0 + 0.6	3
3	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	1.5 + 4.0 + 0.7	3
4	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	2.0 + 2.0 + 0.5	3
5	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	2.0 + 3.0 + 0.6	3
6	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	2.0 + 4.0 + 0.7	3
7	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	2.5 + 2.0 + 0.5	3
8	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	2.5 + 3.0 + 0.6	3
9	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	2.5 + 4.0 + 0.7	3
10	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	3.0 + 2.0 + 0.5	3
11	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	3.0 + 3.0 + 0.6	3
12	Químico	Roundup+Gesatop90+Unifilm	3.0 + 4.0 + 0.7	3
13	Mecánico	Desbrozadora + Escarificador	-	3
14	Manual	Azadón	-	3
15	Testigo	Sin control	-	3

3.2.3 Tamaño de parcelas. Las parcelas empleadas en el muestreo fueron del tipo rectangular de 12 metros de ancho por 50 metros de largo (600 metros cuadrados de superficie). Estas parcelas están compuestas por tres surcos o melgas separadas por 5 metros entre sí, con 34 plantas en promedio cada surco.

3.2.4 Muestreo. La unidad de muestreo es la parcela de 600 metros cuadrados, en donde se miden todos los individuos, es decir, 103 plantas en promedio por parcela distribuidos en tres surcos. Las variables medidas son:

- Mortalidad
- Diámetro de cuello (DAC)
- Altura total (HT)
- Calidad de planta

3.2.5 Variables evaluadas. Durante el período de desarrollo del ensayo se realizaron evaluaciones a las plantas de Eucalyptus y a las malezas presentes. Las mediciones se realizaron en tres oportunidades durante el primer año de la plantación; la primera a momento del establecimiento, la segunda a los 94 días, y la tercera y última a los 210 días.



3.2.5.1 Variables evaluadas de la planta de Eucalyptus.

Mortalidad: La mortalidad para cada tratamiento se estableció mediante un censo de las plantas vivas y muertas; ésta fue evaluada en tres oportunidades durante la duración del ensayo: al día 0 (09 de Septiembre de 1992), al día 94 (31 de Diciembre de 1992) y al día 210 (01 de Abril de 1993).

Diámetro de cuello: Se midió en la base del tallo de la planta, a 5 centímetros del suelo. Se empleó un pie de metro y la información se registró en milímetros.

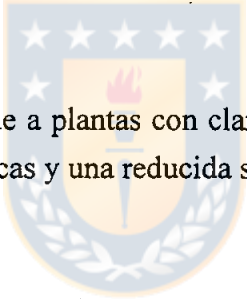
Altura de la planta: Se midió la altura de cada planta desde la superficie del suelo hasta el ápice. Para tal efecto se utilizó una huincha graduada en centímetros.

Calidad de la planta: Para determinar la calidad de la planta en cada tratamiento se realizó un censo por parcela, en donde se evaluó la planta de acuerdo a su estado de vigor, agrupándose las plantas en tres categorías de calidades diferentes:

Calidad 1: Corresponde a una planta de apariencia robusta, con tejido foliar turgente y brotes apicales erguidos. Se distingue una buena condición general.

Calidad 2: Corresponde a plantas de una apariencia más débil que la anterior, con tejido foliar flácido y de brotes apicales medianamente firmes, sin embargo, presenta buenas expectativas de desarrollo futuro.

Calidad 3: Corresponde a plantas con claros indicios de daños, presentando el ápice caído, tallo y hojas cloróticas y una reducida superficie foliar.



3.2.5.2 Variables evaluadas de la maleza. De la maleza se evaluó el peso de la materia seca, con el propósito de cuantificar el peso total de malezas presentes en cada uno de los tratamientos. Para tal efecto se establecieron parcelas permanentes de muestreo conformadas por 8 cuadrantes de 400 centímetros cuadrados cada uno, dispuestos sobre la línea de plantación con tres parcelas simétricas en cada tratamiento y tres en sus respectivas repeticiones. De cada uno de los cuadrantes se tomaron muestras aleatorias en el tiempo; la primera muestra se tomó 2 días antes de las aplicaciones de los tratamientos (19 Agosto de 1992), posteriormente se tomó una segunda muestra a los 94 días de aplicados los tratamientos. La toma de muestras consistió en la extracción de la parte subterránea y aérea de las malezas con una pala; se transportó en bolsas de papel al laboratorio, en donde se le quitó la tierra mediante un lavado cuidadoso; luego se pesó en estado fresco en balanza de precisión, la unidad de medida del peso fue en gramos y se trabajó con una precisión de 1 mg; luego se secó al horno a una temperatura

constante de 70°C; finalmente mediante pesaje sucesivos se obtuvo un peso constante que resultó ser el peso de materia seca.

3.2.6 Análisis estadístico. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza de Fischer; para determinar diferencias entre los bloques y entre tratamientos, comparando simultáneamente un grupo de medias, se aplicó la prueba de diferencias mínimas significativas (LSD). Para el Análisis de varianza se plantearon las siguientes hipótesis de trabajo :

HO: Los tratamientos no muestran diferencias significativas entre sí.

HA: Al menos un tratamiento es diferente de otro.

La tabla de análisis de varianza correspondiente al modelo de bloques completos al azar se describe en el (anexo N° 2).

Cuando el valor de F calculado $>$ F tabla con $\alpha = 0.05$ y $(N-1; (r-1)(N-1))$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (anexo N° 2).

3.2.7 Costos de aplicación. Con el propósito de poder hacer una comparación entre los tratamientos, del punto de vista de su factibilidad económica de implementación, se midieron los rendimientos de operación; también se determinaron sus costos de aplicación considerando insumos y mano de obra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Biomasa de malezas.

Las diferencias en el contenido de materia seca en los distintos tratamientos para el promedio de los tres bloques antes de los controles, y el resultado luego de 94 días de aplicados los tratamientos se presenta en la tabla 6.

TABLA 6. CONTENIDO DE MATERIA SECA DE MALEZAS.

Trat N°	Contenido de materia seca			
	Día 0		Día 94	
	Malez.inicial (gr)	(%)	Malez.final (gr)	(%)
1	7,9	7,3	3,4	5,8
2	7,7	7,1	4,3	7,3
3	6,9	6,3	3,1	5,2
4	7,9	7,2	3,9	6,7
5	10,5	9,7	3,0	5,2
6	5,9	5,5	3,2	5,5
7	5,4	5,0	4,5	7,8
8	11,8	10,8	3,8	6,6
9	6,7	6,2	3,5	6,0
10	7,4	6,8	3,5	6,0
11	5,9	5,4	2,8	4,8
12	7,2	6,6	2,8	4,9
13	5,8	5,3	5,6	9,6
14	6,4	5,9	4,4	7,6
15	5,3	4,9	6,5	11,2
Total	108,6	100,0	58,3	100,0

En la figura 1 se observa que el tratamiento 5 (2.0 lt/ha Roundup + 3.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.6 lt/ha Unifilm) y tratamiento 8 (2.5 lt/ha Roundup + 3.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.6 lt/ha Unifilm) presentan inicialmente un mayor contenido de biomasa de malezas antes de la aplicación de los tratamientos; por otra parte, el tratamiento 15 (testigo sin control) presentaba el menor contenido de biomasa de malezas previo al control.

Los resultados de los controles de malezas después de 94 días de aplicados muestran que el tratamiento 13 (Desbrozadora + Escarificador), tratamiento 14 (Azadón) y tratamiento 15 (testigo sin control), resultan ser los tratamientos con mayor contenido de biomasa de malezas.

El resultado obtenido sobre el efecto que ejercen los distintos tratamientos en el control de malezas a los 94 días, indica que el tratamiento 15 (testigo sin control) presenta en promedio el mayor contenido de materia seca de malezas, es decir, 6.5 gr de materia seca de malezas por cada 400 cm² de superficie; importante es considerar que el tratamiento 15 fue el que presentó menor contenido seco de malezas al momento de aplicar los controles al día 0 con 5.3 gr de materia seca de malezas por cada 400 cm². En base a lo anterior se desprende que el tratamiento con herbicidas (Roundup + Gesatop-90), al igual que los tratamientos mecánicos (Desbrozadora + Escarificador) y tratamientos manuales (Azadón), tienden a atenuar el desarrollo de las malezas (**Valdés, 1977b; Rojas y Villaseca, 1979**).

El tratamiento 13 (Desbrozadora + Escarificador), a pesar de ser un control efectivo, en comparación con el tratamiento 15 (testigo sin control), constituye un control del tipo temporal, ya que en el día 0, se observó 5.8 gr de materia seca de malezas por cada 400 cm² y al día 94, se obtuvo 5.6 gr de materia seca de malezas, esto se debe en gran parte a que el escarificador remueve un importante volumen de suelo facilitando un aumento de la germinación de un mayor número de semillas de malezas (**Higgins, 1971**).

El tratamiento 14 (Azadón), por el hecho de ser un tratamiento más superficial en comparación con el tratamiento 13 (Desbrozadora + Escarificador), presenta un porcentaje menor de germinación de malezas por semillas, demostrada en el contenido seco de malezas al día 94 de 4.4 gr por cada 400 cm²; sin embargo, al igual que el tratamiento 13, al cabo de un corto período las malezas que crecían alrededor del círculo limpiado comenzaron a ejercer una fuerte competencia con las plantas *Eucalyptus globulus*, situación idéntica a lo observado por Otárola et al., (1983), en plantación de *Eucalyptus camaldulensis*; esto hace recomendable repetir los controles cada cierto período de días (Rojas y Villaseca, 1979).

En relación a los tratamientos con herbicidas (Roundup + Gesatop-90), se observa en general buenos resultados en el control de malezas reflejados en una disminución importante de contenido seco de malezas transcurridos 94 días en la totalidad de los tratamientos; lo anterior es atribuible en gran parte al hecho de que la preparación de suelo en todo el ensayo consistió en un subsolado con rastreado, lo que por sí solo constituyó un control de malezas afectando en gran medida a la mayoría de malezas anuales y en menor cantidad a las malezas perennes, dejando raíces o rizomas expuestos (Higgins, 1971; Valdés, 1977a), lo que posteriormente favoreció notablemente el accionar de Roundup y Gesatop-90. Lambeth (1986) citando a Ladrach (1983), señala que la preparación mecánica del suelo cuando no existe otro tratamiento es muy importante en el control de malezas. Según Shönau, (1981), un cultivo intensivo, que integre los pastos y malezas al suelo es lo más efectivo y rentable para el establecimiento de Eucalyptus en Sudáfrica.

Entre todos los tratamientos aplicados, el tratamiento 11 (3.0 lt/ha Roundup + 3.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.6 lt/ha Unifilm) y el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm), resultaron ser los más efectivos en el control de malezas, llegando a tener ambos a los 94 días, 2.8 gr de peso seco de malezas por cada 400 cm², al respecto se debe considerar, que el tratamiento 12 a diferencia del tratamiento 11, presentaba un mayor contenido seco de malezas al día 0, observándose

7.2 gr por cada 400 cm² y 5.9 gr por cada 400 cm² , respectivamente. En base a lo anterior, se desprende que el uso de Roundup (glifosato) en dosis de 3.0 lt/ha previo a la plantación resulta ser una buena alternativa en el control postemergente de un amplio espectro de malezas anuales y perennes presentes, tanto monocotiledones (gramíneas) como dicotiledones (malezas de hoja ancha), en ese sentido la aplicación de herbicidas antes de la plantación parece ser la alternativa más eficaz para el control de malezas en plantaciones de Eucalyptus. **Tibbits y Reid (1987)** y **Ellis et al., (1985)** citados por **Prado y Barros (1989)**, emplearon con éxito Glifosato, 2 y 6 semanas antes de la plantación respectivamente, situación que coincide con lo demostrado por **Otárola et al., (1983)**, en plantación de *Eucalyptus camaldulensis*, en donde aplicando una dosis de 3.0 lt/ha de Roundup hubo una eliminación completa de las malezas durante toda la época de ensayo; por otra parte, según **Pérez y Pelecano** citados por **Otárola et al., (1983)**, señalan que la dosificación mínima efectiva de Roundup demostrada por investigación es de 1.4 lt por cada 200 lt de agua. Ensayos realizados por **Prado y Rojas, (1987)**, muestran indirectamente que aplicando dosis altas de glifosato de 3 y 4 lt/ha; se puede ejercer un control sobre las malezas hasta el segundo año.

En relación al tratamiento 12, la dosis de 4.0 Kg/ha de Gesatop-90 (simazina) resultó ser el mejor control sobre las malezas preemergentes permaneciendo por más tiempo activo en el suelo sin provocar fitotoxicidad, ni afectando el crecimiento de las plantas; estos resultados coinciden con los presentados por **Kogan, (1992a)**, en donde aplicando 3.0 Kg/ha de simazina a una plantación joven de *Eucalyptus globulus* creciendo en suelo franco arcilloso se obtuvo como resultado una buena supervivencia y no se produjo ningún síntoma de fitotoxicidad.

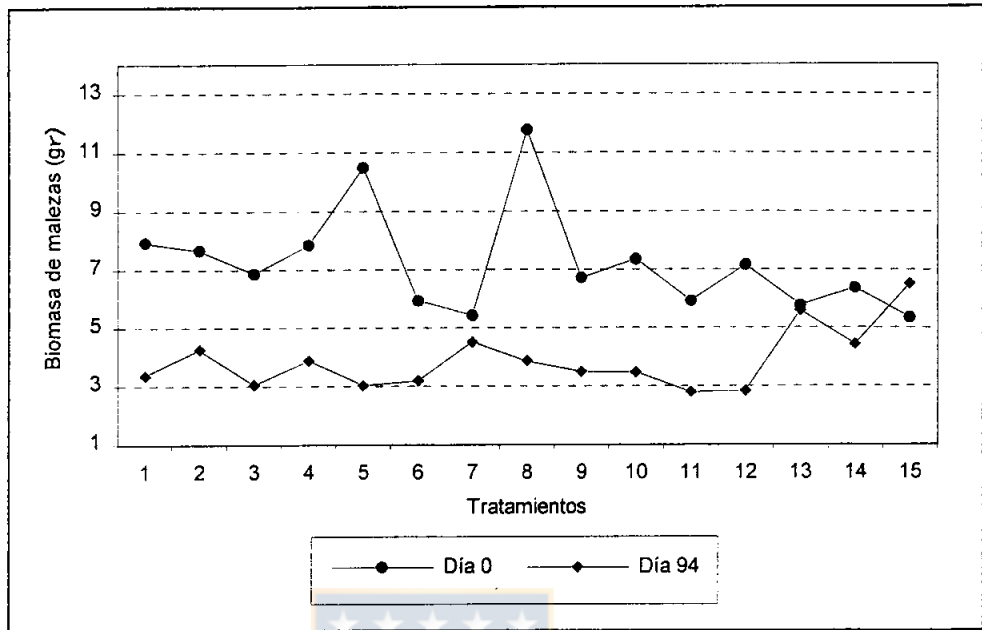


FIGURA 1. BIOMASA INICIAL V/S BIOMASA FINAL DE MALEZAS

4.2 Plantas de Eucalyptus.

4.2.1 Mortalidad de las plantas de Eucalyptus. Los resultados de mortalidad se presentan en el anexo N° 3. Analizando la mortalidad de las plantas de Eucalyptus en los tres bloques en la figura 2, se puede observar que el tratamiento 15 (testigo sin control), presenta mayor mortalidad en las tres repeticiones con un promedio de 79,1 %; mientras que la menor mortalidad la presentó el tratamiento 1 (1.5 lt/ha Roundup + 2.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.5 lt/ha Unífilm) con un 19,6%.

Los resultados muestran que el control de la competencia resulta ser el factor de mayor importancia permitiendo una supervivencia significativamente mayor en todos aquellos tratamientos que se llevó a cabo control de malezas; **Wrann e Infante (1988)** señalan que el control de competencia en *Eucalyptus Camaldulensis* es el factor más importante

para asegurar la supervivencia de la plantación. Lo anterior permite ratificar que la mortalidad de un 79,1 % en promedio del tratamiento 15 (testigo sin control) se debe en gran parte a la fuerte competencia ejercidas por las malezas, así como también al efecto de las heladas caídas que afectaron considerablemente a las plantas; en relación a este aspecto **Prado y Barros (1989)** informan que en zonas con heladas la presencia de una densa cubierta de pasto aumenta las probabilidades de daño, ya que permite una mayor disminución de la temperatura a nivel de las plantas (30 - 50 cm), por otra parte **Keenan y Candy (1983)**, citados por **Prado y Barros, (1989)**, señalan que la diferencia de temperatura entre un lugar con pasto y uno adyacente cultivado, puede ser de hasta 9 °C; **Chavasse (1980)** citado por **Prado y Barros, (1989)**, indica que la preparación intensiva, para eliminar malezas, puede elevar hasta en 4 °C la temperatura mínima del aire cerca del suelo. En consecuencia, la eliminación de la competencia no sólo favorece los procesos fotosintéticos, si no que también tiene una influencia física, al actuar favorablemente alterando el microclima al nivel de las plantas. El análisis de los resultados de los tratamientos 13 (Desbrozadora + Escarificador) y tratamiento 14 (Azadón), entrega una mortalidad de 54.5 % y 42.7 %, respectivamente; observándose valores mucho mayores en mortalidad en comparación con los tratamientos de herbicidas (Roundup + Simazina), Investigaciones realizadas por el **Instituto Forestal** (informe interno 1988) citado por **Prado y Barros, (1989)**, indican que el control con herramientas manuales resultó más efectivo que el uso de herbicidas en cinco lugares de ensayo; si bien es cierto que el control manual es más efectivo que el control químico (**Forest Research Institute, 1982**), en el transcurso de los primeros meses cuando la competencia se va acrecentando con la germinación de malezas por semillas y raíces o rizomas, se puede apreciar que esta relación se invierte y el tratamiento mecánico o manual pierde efectividad teniendo una directa incidencia en la supervivencia de la plantación; al respecto **Shönau, (1981)**, menciona que una de las ventajas del control químico de malezas, es el alto grado de sobrevivencia del cultivo en las áreas tratadas; por otra parte **Prado y Rojas, (1987)**, destacan la gran importancia que tiene la competencia del pasto en la supervivencia de las plantas, especialmente en zonas secas. Este hecho quedó demostrado después del primer período seco en una plantación de

Eucalyptus globulus, pues todos los tratamientos en que se aplicó control químico presentaban una supervivencia cercana o superior al 95%.

Las más baja mortalidad en promedio la presentó el tratamiento 1 (1.5 lt/ha Roundup + 2.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.5 lt/ha Unifilm) con un 19.6 %, este tratamiento dentro de los controles de herbicidas aplicados corresponde al de las más bajas dosis de Roundup y Gesatop-90, no obstante lo anterior, sería muy apresurado señalar que a medida que se fue aumentando las dosis de los productos aumentó la mortalidad de las plantas, en consecuencia que **Prado y Rojas, (1987)**, en tratamientos en que se subsoló, fertilizó y aplicó glifosato en dosis de 3 y 4 Lt/ha, situación de preparación de sitio similar a la del tratamiento 1, se obtuvo una mortalidad del ensayo de 4 %. Por otra parte, **Cremer et al., (1978)** citados por **Prado y Barros, (1989)**, señalan que *Eucalyptus regnans* es tolerante a simazina, en dosis de hasta 16 Kg/ha (ingrediente activo). Reafirmando los resultado señalados, antecedentes presentados por **Asthon y Mónaco, (1991)**, indican que glifosato tiene una persistencia mínima en el suelo cuyo período es inferior a un mes y simazina tiene una persistencia de tres a doce meses.

Lo anterior permite comprobar que tratamientos, tales como, el tratamiento 11 (3.0 lt/ha Roundup + 3.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.6 lt/ha Unifilm) y tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm) a pesar de ser los que presentan la mayor cantidad de Roundup y Gesatop-90, a los 94 días muestran una baja mortalidad, al igual que a los 210 días presentando 24.5 % y 29.1 % respectivamente.

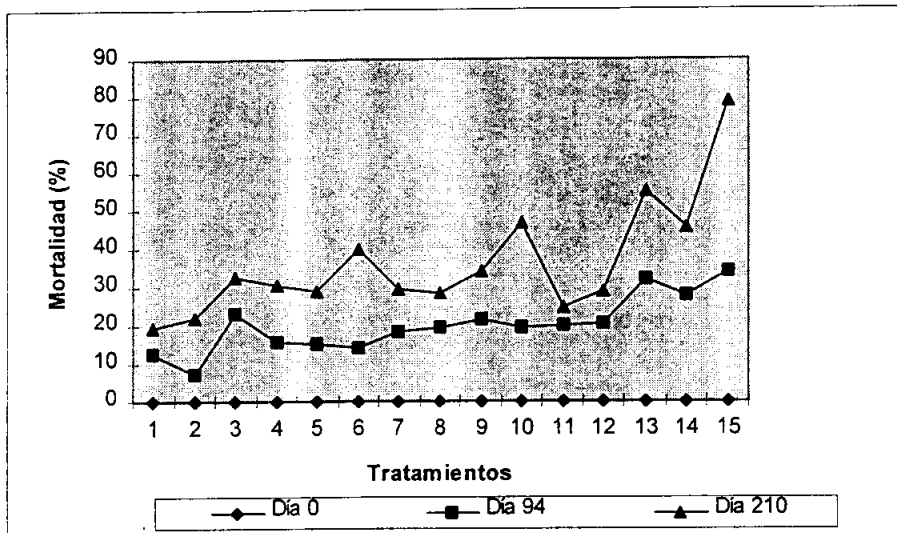


FIGURA 2. MORTALIDAD DE PLANTAS DE EUCALYPTUS

4.2.2 Diámetro de cuello. Los diámetros promedio por tratamiento se obtuvieron de los valores medios por repetición; los resultados obtenidos para el diámetro cuello en las tres observaciones realizadas y el análisis de rangos múltiples para la variable diámetro de cuello, empleando el test de diferencias mínimas significativas (LSD) para un nivel de significancia de un 5 %, se presentan en la tabla 7.

En cuanto a los tratamientos, el análisis de varianza (anexo N°4) de los valores de diámetro de cuello para la primera medición, señala que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para un nivel de significancia del 5 %.

El análisis de varianza (anexo N°5) de los valores de diámetro de cuello para la segunda medición, es decir, a los 60 días de aplicados los tratamientos, muestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %.

Observando los resultados del análisis de varianza de la tercera medición de diámetro de cuello (anexo N°6), hecha a los 210 días, se desprende, que existen diferencias significativas entre tratamientos para un nivel de significancia del 5 %.

El diámetro de cuello de cada uno de los tratamiento analizado a los 210 días de la aplicación (anexo N°6), muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos para un nivel de significancia del 5 %; en particular, después de realizar el análisis de rangos múltiples; en la tabla 7 se puede destacar que el tratamiento 15 (testigo sin control) presenta diferencias mínimas significativas (LSD), prácticamente con todos los tratamientos a excepción de los tratamientos 9 (2.5 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/haGesatop-90 + 0.7 lt/haUnifilm), tratamiento 10 (3.0 lt/ha Roundup + 2.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.5 lt/ha Unifilm), tratamiento 13 (Desbrozadora + Escarificador) y tratamiento 14 (Azadón).

En la tabla 7 el tratamiento 14 (Azadón), también presenta una importante diferencia con la totalidad de los tratamientos; sin embargo, no presenta diferencias con el tratamiento 8 (2.5 lt/ha Roundup + 3.0 Kg/haGesatop-90 + 0.6 lt/haUnifilm), tratamientos 9 (2.5 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm) y tratamiento 10 (3.0 lt/ha Roundup + 2.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.5 lt/ha Unifilm).

En tabla 7 los tratamientos de control de malezas con herbicidas (Roundup + Gesatop-90), resultaron ser los que presentaron mayor diámetro de cuello; siendo el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm), el de mayor diámetro de cuello, con 8.82 mm; este resultado es similar al obtenido por **Prado y Rojas, (1987)**, en donde, aplicando 3 lt/ha de glifosato en un sitio que fue preparado mediante subsolado, plantado con *Eucalyptus globulus* y posteriormente fertilizado. Las plantas del tratamiento integral con herbicida presentaron diferencias significativas respecto a los otros tratamientos para la variable diámetro basal, luego de 22 meses de transcurridas las aplicaciones.

TABLA 7. DIFERENCIAS MINIMAS SIGNIFICATIVAS PARA EL DIAMETRO CUELLO.

Tatram N°	Diámetro cuello					
	Día 0	LSD	Día 94	LSD	Día 210	LSD
	(mm)	(5%)	(mm)	(5%)	(mm)	(5%)
1	5.75	No	6.83	No	8.78	(15-14)
2	5.84	No	6.86	No	8.62	(15-14)
3	5.96	No	6.74	No	8.53	(15-14)
4	5.94	No	7.01	No	8.54	(15-14)
5	5.95	No	6.74	No	8.74	(15-14)
6	5.81	No	6.78	No	8.29	(15-14)
7	5.71	No	7.44	No	8.10	(15-14)
8	5.75	No	7.11	No	8.04	(15)
9	5.75	No	6.97	No	7.75	No
10	5.79	No	6.92	No	7.65	(12)
11	5.71	No	7.02	No	8.76	(15-14)
12	5.68	No	7.21	No	8.82	(15-14)
13	6.16	No	6.86	No	7.35	(12)
14	5.81	No	6.81	No	6.65	(1-2-3-4-5-6-7-11-12)
15	6.11	No	6.76	No	6.50	(1-2-3-4-5-6-7-8-11-12)

4.2.3 Incremento del diámetro de cuello. Con el propósito de poder visualizar con mayor claridad el crecimiento en diámetro de cuello de las plantas en los distintos tratamientos a través del tiempo, se analizó el diámetro de cuello de las plantas en términos de incremento neto a partir del tiempo cero, es decir, al momento de establecer la plantación. Los diámetros promedios por tratamientos se obtuvieron de los valores medios por bloques o repetición. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8.

La tabla 8 en relación al incremento neto de diámetro de cuello, muestra que los tratamientos de control de malezas con herbicidas (Roundup + Gesatop-90), resultaron ser los que presentaron mayores incrementos netos en comparación del tratamiento

testigo, el tratamiento mecánico y tratamiento manual, siendo en particular, el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm), el que presentó mayor incremento, alcanzando 3.14 mm de incremento neto de diámetro de cuello; lo anterior, es coincidente con los resultados obtenidos por Messina, (1989), en donde aplicando 3,0 lt/ha de glifosato, en plantación de *Eucalyptus regnans*, se observaron diferencias significativas en el incremento neto de diámetro, a partir del primer mes de aplicado el tratamiento; por otro lado Otárola et al., (1983), informan que después de 16 meses de aplicado un tratamiento con 3 lt/ha de Roundup en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis*, este presentó un incremento de diámetro basal de 87 % superior al testigo sin control y a un 62 % por sobre un tratamiento de fuateo manual.

TABLA 8. INCREMENTO NETO DEL DIAMETRO CUELLO

N° Tratam.	Incremento neto diámetro de cuello (mm)	
	Día 94	Día 210
1	1.08	3.02
2	1.02	2.78
3	0.77	2.57
4	1.08	2.61
5	0.79	2.78
6	0.97	2.49
7	1.73	2.40
8	1.36	2.29
9	1.22	2.00
10	1.13	1.85
11	1.31	3.05
12	1.53	3.14
13	0.70	1.19
14	1.00	0.84 (*)
15	0.65	0.39 (*)

Importante es destacar que en el tratamiento 14 y tratamiento 15, se observa un incremento negativo de diámetro de cuello a los 210 días (*), esto se debe en gran medida a un efecto de la mortalidad de plantas, que redujo considerablemente el tamaño de la muestra analizada.

Para poder analizar con mayor claridad los resultados del incremento neto del diámetro de cuello de las plantas, a los 94 días y a los 210 días, se presenta en la figura 3. En relación a la figura 3, se puede apreciar que hay tratamientos que han tenido incrementos neto de diámetro de cuello a los 210 días, inferiores a los observados a los 94 días, esto se debe en gran parte, a la mortalidad de plantas, la cual está incidiendo notoriamente en la media de la variable diámetro cuello, por el hecho de disminuir el tamaño original de la muestra. Lo anterior, se observa claramente en el tratamiento 14 (Azadón) y tratamiento 15 (testigo sin control).

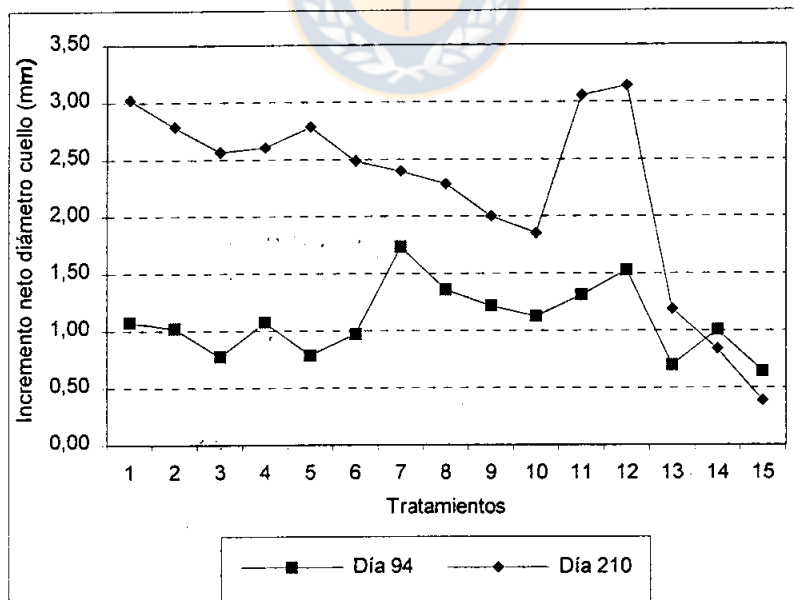


FIGURA 3. INCREMENTO NETO DEL DIAMETRO DE CUELLO

4.2.4 Altura de planta. Las alturas promedio por tratamiento se obtuvieron de los valores medios por repetición; los resultados obtenidos para la altura de planta en las tres observaciones realizadas y el análisis de rangos múltiples para la variable altura de planta, empleando el test de diferencias mínimas significativas (LSD) para un nivel de significancia de un 5 %; se presentan en la tabla 9.

En cuanto a los tratamientos, el análisis de varianza (anexo N°7) de los valores de altura de planta para la primera medición, señala que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para un nivel de significancia del 5 %.

El análisis de varianza (anexo N°8) de los valores de altura de planta para la segunda medición, es decir, a los 94 días de aplicados los tratamientos, muestran que no existen diferencias significativas entre tratamientos, para un nivel de significancia del 5 %.

Observando los resultados del análisis de varianza de la tercera medición de altura de planta (anexo N°9), hecha a los 210 días, se desprende, que existen diferencias significativas entre tratamientos para un nivel de significancia del 5 %.

La altura de planta de cada uno de los tratamiento analizado a los 210 días de la aplicación (anexo N°9), muestra, que existen diferencias significativas entre los tratamientos para un nivel de significancia del 5 %; en particular, después de realizar el análisis de rangos múltiples tabla 9, se puede destacar que los tratamientos 15 (testigo sin control), tratamiento 14 (Azadón), tratamiento 13 (Desbrozadora + Escarificador) y tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm), presentan diferencias mínimas significativas (LSD), prácticamente con todos los tratamientos.

En tabla 9 los tratamientos de control de malezas con herbicidas (Roundup + Gesatop-90), resultaron ser los que presentaron mayor altura de planta; siendo el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm), el de mayor altura, con 50.79 cm; superando notoriamente al tratamiento 15 (testigo sin control), al tratamiento mecánico y al tratamiento manual; este resultado es similar al obtenido por **Prado y Rojas, (1987)**, en donde, aplicando 3 lt/ha de glifosato en un sitio que fue preparado mediante subsolado, plantado con *Eucalyptus globulus* y posteriormente fertilizado; las plantas del tratamiento integral con herbicida presentaron diferencias significativas respecto a los otros tratamientos para la variable altura de planta, luego de 22 meses de transcurridas las aplicaciones.

TABLA 9. DIFERENCIAS MINIMAS SIGNIFICATIVAS PARA LA ALTURA DE PLANTA

Tratam. N°	Altura de planta					
	Día 0	LSD	Día 94	LSD	Día 210	LSD
	(cm)	(5%)	(cm)	(5%)	(cm)	(5%)
1	19.01	No	33.04	No	48.29	(15-14-13-10)
2	19.27	No	32.68	No	48.50	(15-14-13-10)
3	18.42	No	32.33	No	45.23	(14-13)
4	19.54	No	31.00	No	46.56	(15-14-13)
5	18.36	No	30.90	No	44.35	(14-13)
6	18.48	No	32.98	No	47.26	(15-14-13)
7	18.47	No	34.01	No	42.44	(14-12)
8	19.63	No	33.82	No	43.46	(14-13-12)
9	19.32	No	32.37	No	43.31	(14-13-12)
10	20.05	No	31.78	No	40.76	(14-12-11)
11	19.06	No	33.22	No	48.50	(15-14-13)
12	19.01	No	33.16	No	50.79	(15-14-13)
13	18.98	No	30.35	No	36.46	(1-2-3-4-5-6-8-9-11-12)
14	18.53	No	30.29	No	30.31	(1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-15)
15	19.72	No	33.96	No	38.71	(1-2-4-6-11-12-14)

4.2.5 Incremento de altura de planta. Con el propósito de poder visualizar con mayor claridad el crecimiento en altura de las plantas en los distintos tratamientos a través del tiempo, se analizó la altura de plantas en términos de incremento neto a partir del tiempo cero, es decir, al momento de establecer la plantación. Las alturas promedios por tratamientos se obtuvieron de los valores medios por bloques o repetición. Los datos obtenidos se presentan a continuación en la tabla 10.

La tabla 10 en relación al incremento neto de altura de planta , muestra que los tratamientos de control de malezas con herbicidas (Roundup + Gesatop-90), resultaron ser los que presentaron mayores incrementos netos en comparación del tratamiento testigo, el tratamiento mecánico y tratamiento manual, siendo en particular, el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm), el que presentó mayor incremento, alcanzando 31.78 cm de incremento neto de altura de planta; lo que representa un 67.4 % por sobre el testigo sin control y a un 169.8 % por sobre el control manual con azadón; lo anterior, es coincidente con los resultados obtenidos por **Messina, (1989)**, en donde aplicando 3 lt/ha de glifosato, en plantación de *Eucalyptus regnans*, se observaron diferencias significativas en el incremento neto de altura, luego del primer mes de aplicado el tratamiento; por otro lado **Otárola et al., (1983)**, informan que después de 16 meses de aplicado un tratamiento con 3 lt/ha de Roundup en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis*, este presentó un incremento de altura de un 104 % superior al testigo sin control y a un 64.4 % por sobre un tratamiento de fuateo manual. **Davenhill, (1985)**, citando estudios realizados en Nueva Zelandia, señala que se ha probado que controlando pastos y malezas herbáceas en tres especies del género Eucalyptus, éstas alcanzaron incrementos promedio en el crecimiento en altura, de dos a cuatro y media veces superiores a los árboles sin control de malezas.

TABLA 10. INCREMENTO NETO DE ALTURA DE PLANTA.

N°	Incremento neto altura de planta (cm)		
	Tratam.	Día 94	Día 210
1		14.03	29.27
2		13.41	29.23
3		13.91	26.81
4		11.46	27.02
5		12.54	25.99
6		14.50	28.78
7		15.54	23.97
8		14.19	23.83
9		13.05	23.99
10		11.73	20.71
11		14.15	29.44
12		14.15	31.78
13		11.37	17.48
14		11.76	11.78
15		14.24	18.99

Para poder analizar con mayor claridad los resultados del incremento neto de altura de las plantas, a los 94 días y a los 210 días, se presenta la figura 4. En relación a la figura 4, se puede apreciar que hay tratamientos que han tenido incrementos neto de diámetro de cuello a los 210 días, similares a los observados a los 94 días, esto se debe en gran parte, a la mortalidad de plantas, la cual está incidiendo notoriamente en la media de la variable altura de planta, por el hecho de disminuir el tamaño original de la muestra. Lo anterior, se observa claramente en el tratamiento 14 (Azadón).

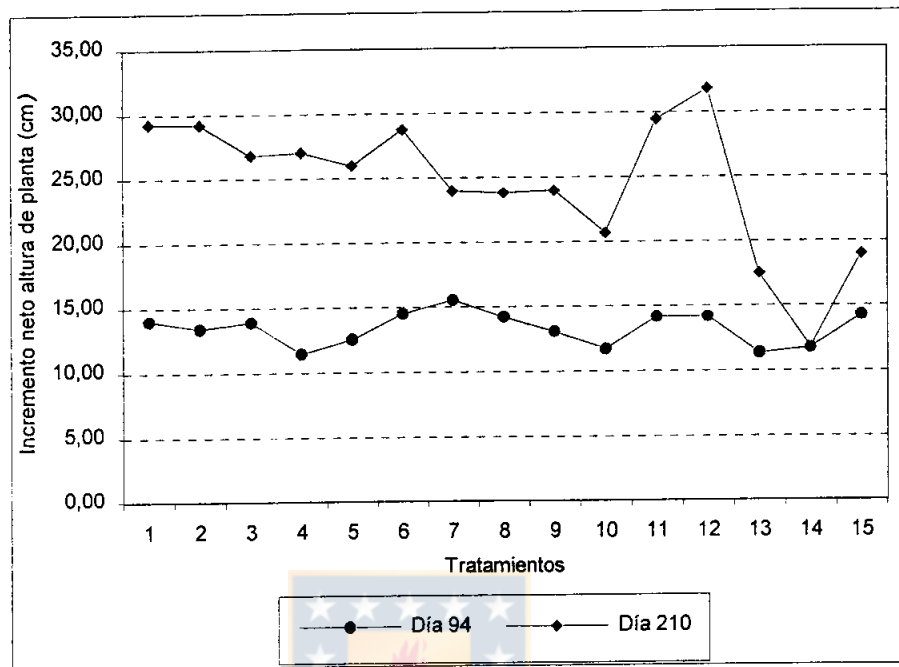


FIGURA 4. INCREMENTO NETO DE ALTURA DE PLANTA

4.2.6 Calidad de planta. En relación al análisis de varianza de la calidad de la planta de Eucalyptus, no se encontraron diferencias significativas para un nivel de significancia de un 5 %, entre los bloques o repeticiones y entre los tratamientos en las tres mediciones realizadas (día 0, día 94 y día 210), por otro parte, en la medición al día 0 las plantas en cada tratamientos presentaron en promedio calidad 1 (que corresponde a una planta de apariencia robusta, con tejido foliar turgente y brotes apicales erguidos. Se distingue una buena condición general), mientras que en la última medición al día 210, las plantas de cada tratamiento presentaron calidad 2 (que corresponde a plantas de una apariencia más débil que la calidad 1, con tejido foliar flácido y de brotes apicales medianamente firmes, sin embargo, presenta buenas expectativas de desarrollo futuro).

4.3 Índice de crecimiento total.

Con el objeto de poder establecer con mayor exactitud la efectividad de los diferentes tratamientos sobre el control de las malezas presentes y relacionarlo con el crecimiento total de las plantas de Eucalyptus, se determinó un “Índice de crecimiento total de la planta de Eucalyptus” (Ict), este índice, se obtiene a partir del producto entre el diámetro cuadrado del cuello de la planta (Dac), expresado en centímetros y la altura total (Ht) de la planta, también expresada en centímetros:

$$\text{Índice de crecimiento total (Ict)} = \text{Dac}^2 * \text{Ht}$$

El promedio del índice de crecimiento total (Ict) para las tres repeticiones y su relación con la biomasa inicial y final de malezas, se presenta en la tabla 11.

En relación a la tabla 11, los tratamientos de control de malezas con herbicidas (Roundup + Gesatop-90), resultaron ser los que presentaron mayores índices en comparación con el tratamiento testigo, el tratamiento mecánico y tratamiento manual, siendo en particular, el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm), el que presentó mayor índice de crecimiento total, alcanzando 4157 cm³; lo que representa un 149.8 % por sobre el testigo sin control y un 200.8 % por sobre el control manual con azadón. Lo anterior, es coincidente con los resultados obtenidos por **Prado y Rojas, (1987)**, en donde, aplicando 3 lt/ha de glifosato en un sitio que fue preparado mediante subsolado, plantado con *Eucalyptus globulus* y posteriormente fertilizado; las plantas del tratamiento integral con herbicida presentaron un índice de crecimiento total de un 484.3 % por sobre el testigo sin control, luego de 22 meses de transcurridas las aplicaciones; por otra parte, **Wrann e Infante (1988)**, informan que transcurridos 4 años desde la plantación de *Eucalyptus cladocalyx*, el tratamiento que se subsoló, fertilizó y controló malezas con herbicidas, presentó un índice de crecimiento total de un 216.6 % superior a lo mostrado por el testigo sin control de malezas (solamente subsolado y fertilizado), en base a los antecedentes expuestos, se puede

apreciar que la diferencia entre índice de crecimiento total para los diferentes tratamientos se mantiene al cabo del tiempo.

TABLA 11. INDICE DE CRECIMIENTO TOTAL Y BIOMASA DE MALEZAS

Trat.	Dac (cm)	Ht (cm)	Malez.inicial (gr)	Malez.final (gr)	Ict= $Dac^2 \cdot Ht$ (cm ³)	F
1	8.92	49.21	7.9	3.4	3914	2
2	8.80	49.92	7.7	4.3	3863	2
3	8.67	45.85	6.9	3.1	3450	2
4	8.61	46.78	7.9	3.9	3465	2
5	8.87	44.94	10.5	3.0	3537	2
6	8.23	46.96	5.9	3.2	3181	2
7	8.14	42.53	5.4	4.5	2819	2
8	8.08	43.58	11.8	3.8	2843	2
9	7.72	43.19	6.7	3.5	2575	2
10	7.64	40.71	7.4	3.5	2376	2
11	8.84	48.67	5.9	2.8	3806	2
12	9.08	50.45	7.2	2.8	4157	2
13	7.37	36.84	5.8	5.6	2001	2
14	6.75	30.34	6.4	4.4	1382	2
15	6.57	38.58	5.3	6.5	1664	2

La relación entre el “Índice de crecimiento total de Eucalyptus” y la biomasa de las malezas presentes para los distintos tratamientos de control de malezas, se observa claramente en la figura 5.

En la figura 5, se puede observar que el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm) presenta el mayor índice de crecimiento total y a la vez la menor biomasa final de malezas (94 días), por otra parte, los tratamientos 13 (Desbrozadora + Escarificador), 14 (Azadón) y 15 (Testigo sin control), presentaron los

más bajos índices de crecimiento total y a la vez la mayor biomasa final de malezas (94 días).

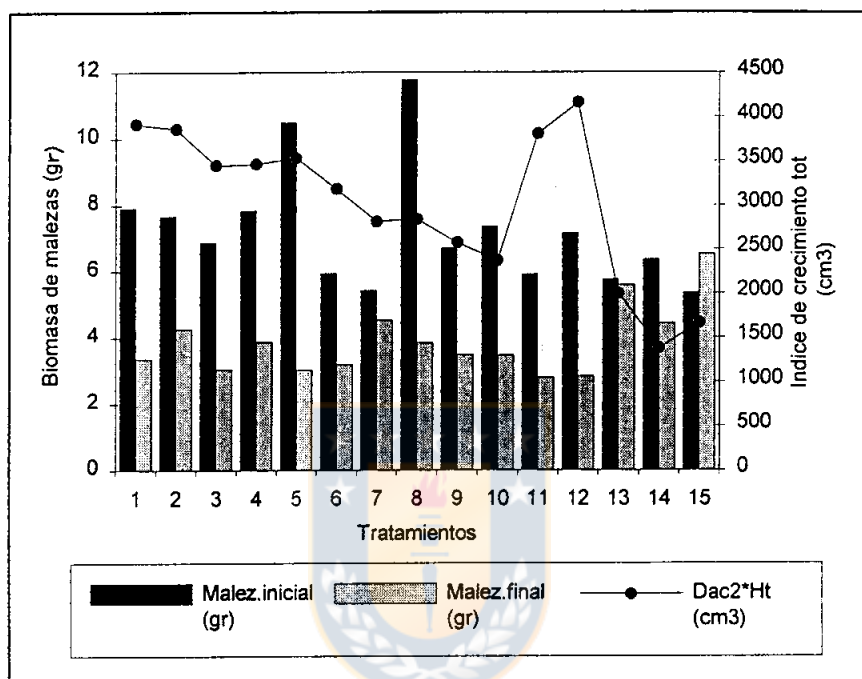


FIGURA 5. INDICE DE CRECIMIENTO TOTAL V/S BIOMASA DE MALEZAS

4.4 Costos de aplicación.

Con el objeto de poder determinar la factibilidad económica de aplicación de los distintos tratamientos y poderlos comparar entre sí, se presenta una tabla con los costos de aplicación; en esta se considera en el caso de los tratamientos con Roundup y Gesatop-90, una superficie efectiva de aplicación de 2400 m², y en el caso del control mecánico y control manual una superficie efectiva de 1053 m²; los resultados se presentan en la tabla 12.

En la tabla 12 para el caso del tratamiento con herbicidas, se obtuvo un rendimiento de 0.42 Jor/ha en la aplicación de Roundup de preplantación y 0.42 Jor/ha en la aplicación de Gesatop-90 de postplantación; se debe señalar que dentro del ítem insumos se consideraron los costos de bomba de espalda para la aplicación de herbicidas, los costos de la debrozadora con el escarificador para el control mecánico, los costos de azadón para el fuateo manual; adicionalmente están considerados los costos de implementos de seguridad (zapatos, guantes, mascarilla).

TABLA 12. COSTOS DE APLICACION DE TRATAMIENTOS.

N° Trat.	Tipo Control	Rendimiento (Jor/ha)	Costos de aplicación (\$/ha)			Relación C.total/Ict
			Insumos	O.mano	C. total	
1	Químico	0.84	2608	2520	5128	1.31
2	Químico	0.84	3100	2520	5620	1.45
3	Químico	0.84	3592	2520	6112	1.77
4	Químico	0.84	3050	2520	5570	1.61
5	Químico	0.84	3542	2520	6062	1.71
6	Químico	0.84	4034	2520	6554	2.06
7	Químico	0.84	3493	2520	6013	2.13
8	Químico	0.84	3985	2520	6505	2.29
9	Químico	0.84	4477	2520	6997	2.72
10	Químico	0.84	3936	2520	6456	2.72
11	Químico	0.84	4428	2520	6948	1.83
12	Químico	0.84	4920	2520	7440	1.79
13	Mecánico	1.71	5130	5985	11115	5.55
14	Manual	1.96	35	5880	5915	4.28

Para poder observar con más claridad la relación entre costo total e índice de crecimiento total de las plantas, se presenta la figura 6.

En la figura 6, se puede observar que el tratamiento 13 (Desbrozadora + Escarificador) presenta mayor costo de aplicación; mientras que, el tratamiento 1 (1.5 lt/ha Roundup + 2.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.5 lt/ha Unifilm) presenta los menores costos; por otra parte, el tratamiento 12 (3.0 lt/ha Roundup + 4.0 Kg/ha Gesatop-90 + 0.7 lt/ha Unifilm) presenta el mayor costo entre los tratamientos con herbicidas, esto se debe en gran parte, a que es el que tiene los mayores volúmenes de Roundup y Gesatop-90, lo que encarece el costo de los insumos.

Los resultados de la relación (C.total/Ict), costo total de aplicación (C.total) y Índice de crecimiento total de las plantas (Ict) en figura 6 , señala que el tratamiento 1 se presenta con la menor relación por sobre los demás tratamientos; siendo el tratamiento 12, superado por otros tratamientos; esta situación es consistente con lo mencionado por **Prado y Rojas, (1987)**, en donde señalan que el costo de aplicación varía de acuerdo con la densidad y el tipo de malezas existentes; en zonas semiáridas, lo usual son las praderas en que predominan las gramíneas anuales, que en general son muy susceptibles a los herbicidas, por lo que pueden eliminarse con dosis relativamente bajas. Estos antecedentes son los obtenidos a los 210 días de aplicados los tratamientos, sería importante evaluar esta relación durante los primeros años de plantación para observar la tendencia que sigue cada tratamiento. Al respecto **Otárola et al., (1983)** informa que en el control de malezas después de 16 meses de aplicados los tratamientos en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis*, el costo del tratamiento con 3 lt/ha de Roundup (aplicados en 4 oportunidades, dos veces al 100 %, una vez al 60 % y una vez al 10 %), resultó ser un 114 % más alto, que el tratamiento de fuateo con azadón; si embargo, la relación (C.total/Ht), costo total de aplicación y crecimiento en altura total, resultó con el tratamiento con Roundup con 10.81, mientras que el tratamiento de fuateo con azadón presentó 0,12. **Lambeth, (1986)** citando a **Ladrach (1983)**, menciona que se encontró que el control de pasto con el herbicida Roundup es más importante para aumentar el crecimiento de las plantas de *Eucalyptus globulus*, que aflojar el suelo, físicamente. Además, el beneficio del arado y rastrillado sobre el fuateo fue significativamente menor con la aplicación de Roundup, lo cual sugiere que los

herbicidas podrían ser más efectivos que la práctica más costosa de hacer fuenteo a mano o control de malezas en forma mecánica.

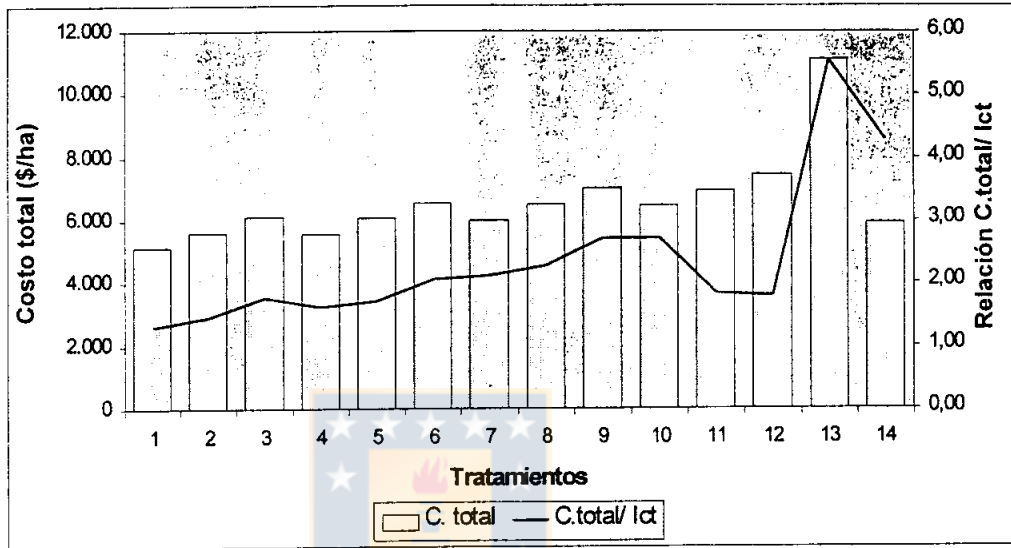


FIGURA 6. COSTOS DE APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS

V. CONCLUSIONES

De la investigación realizada se puede concluir lo siguiente :

La especie *Eucalyptus globulus ssp. globulus* es altamente sensible a la competencia de malezas, lo que influye directamente sobre el crecimiento en diámetro y altura de las plantas.

El control químico ejerció mejor grado de control de malezas que los métodos mecánicos o manuales.

Para el control de competencia mediante el empleo de Roundup y Gesatop-90, se determinó que la dosis de producto que tiene efecto sobre las malezas del sitio, está en el rango de 1.5 - 4.0 lt/ha para roundup y 2.0 - 4.0 para Gesatop-90.

La aplicación conjunta de 1.5 lt/ha de Roundup + 0.5 de Unifilm, previo a la plantación y 2.0 Kg/ha de Gesatop-90, posterior a la plantación, asperjado sobre el follaje de las plantas de *Eucalyptus globulus ssp. globulus.*, resultó ser el tratamiento con más bajo costo de aplicación 5128 (\$/ha), mientras que el control mecánico de malezas con desbrozadora + escarificador, presenta el más alto costo de aplicación 11115 (\$/ha).

El control del tipo químico, presentó el mayor crecimiento en diámetro de cuello de la planta después de 210 días de aplicados los tratamientos, superando al control mecánico, control manual y al testigo sin control.

En el caso del crecimiento en altura de la planta después de 210 días de aplicados los tratamientos, el control del tipo químico, presentó el mayor crecimiento superando al control mecánico, control manual y testigo sin control.

Como consecuencia del mayor crecimiento en diámetro de cuello y altura de planta, el control del tipo químico presentó el mayor índice de crecimiento total



VI. RESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

Con el objeto de poder determinar el método de control de competencia que ejerce un mejor control sobre las malezas en una plantación de *Eucalyptus globulus ssp. globulus*, después de establecida en un suelo rojo arcilloso, serie Collipulli, se probaron diversos tratamientos de control.

Los resultados, después de 210 días de aplicados los controles, indican que el control de malezas con herbicidas se presenta como el mejor control, superando al control manual (azadón) y control mecánico (desbrozadora + escarificador), en particular el control de malezas empleando 3.0 lt/ha de Roundup + 0.7 lt/ha de Unifilm, aplicados previo a la plantación, complementado con 4.0 Kg/ha de Gesatop-90, aplicado posterior a la plantación, resultó ser el tratamiento que ejerce un mejor control sobre las malezas del sitio; a la vez que permitió obtener una buena supervivencia, un buen desarrollo de la planta reflejado en el mayor incremento en diámetro de cuello y mayor altura de planta; por consiguiente, fue el que presentó el mayor índice de crecimiento total de planta.

La aplicación de 1.5 lt/ha de Roundup + 0.5 lt/ha de Unifilm, aplicados previo a la plantación, complementado con 2.0 Kg/ha de Gesatop-90, aplicado posterior a la plantación, resultó ser el control de más bajo costo; por otra parte, fue el que presentó la más baja relación entre costo total de aplicación e índice de crecimiento

total (C.total/ Ict) a los 210 días; mientras que el control mecánico (desbrozadora + escarificador), resultó ser el más caro.



SUMMARY

Several weed control treatments were applied after establishment of a *Eucalyptus globulus ssp. globulus* in a clay soil to evaluate which method is the best one to control weeds..

At the end of the trial, 210 days after planting, the results indicate that the weed control with weed killer, it is the best control, exceeding the manual control (hoe) and the mechanic control (branch cutter + scarifier), in particular the weed control using 3.0 lt/ha of Roundup + 0.7 lt/ha of Unifilm, applied before the plantation, complemented with 4.0 Kg/ha of Gesatop-90, applied after planting, resulted to be the best weed control treatment of the site; as it allowed to obtain a good survival, a good plant development, reflected in the mayor collar diameter increase and mayor plant height; therefore was the one that presented a mayor index of the plant total growth.

The application of 1.5 lt/ha of Roundup + 0.5 lt/ha of Unifilm, applied before planting, complemented with 2.0 Kg/ha of Gesatop-90, applied after planting , 210 days; resulted to be the control of less cost; on the other hand, it was the one that presented the lower ship relation between total application cost and total growth index (c. total/Ict), followed by the 3.0 lt/ha of Roundup + 0.7 lt/ha of Unifilm application, applied before planting, complemented with 4.0 Kg/ha of Gesatop-90, applied after planting. the mechanic control (branch cutter + scarifier) is more expensive control.

VII. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, V.L. 1988. Control Químico en rebrotes de *Eucalyptus globulus* Labill. ssp. *globulus* en plantaciones de *Pinus radiata* D.Don, en Constitución VII Región. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago.

ASHTON , F., Y MONACO, T. 1991. Weed science principles and practices. Wiley and Sons, inc. New York. U.S.A. 466 p.

CARRERA, E. 1992. Control de malezas en Plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill. Valdivia X Región. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

CONAF. 1991. Boletín de Mercado Forestal, año X, N° 129. Dic. 1991.

DAVENHILL, N. 1985. A guide to the use of herbicides in forest establishment. Forest Research Institute. New Zealand. N° 107. 4p.

DOLZ, H. 1992. Aspectos toxicológicos de los plaguicidas, pp. 72 - 74. En Curso de uso y manejo de Plaguicidas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

DURIGAN, J.C. 1988. Comportamiento de herbicidas no ambiente. En actas Seminario Técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas en reflorestamento. 20 - 23 Junho de 1988. Ríó Othon Palaca Hotel. Ríó de Janeiro - Brasil.

ESPINOZA, N. 1988. Malezas del sur de Chile. IX - X Regiones. INIA. Estación Experimental Carillanca. Temuco, Chile. Boletín Técnico N° 117. 115p.

ESPINOZA, N. 1992. Factores a considerar en las aplicaciones de herbicidas, pp. 38 - 54. En Curso de uso y Manejo de Plaguicidas. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.



FOREST RESEARCH INSTITUTE. 1982 Establishment Eucalyptus. Forest Research Institute, New Zealand. What's new in forest research. N° 107. 4p.

FOREST RESEARCH INSTITUTE. 1984. Eucalyptus: Selección de especies y requerimientos de sitio. Forest Research Institute, New Zealand. What's new in forest research. N° 124. 4p.

FUENTES, R. 1992. Características de los Principales Grupos Herbicidas, pp. 97 - 119. En Curso de Uso y Manejo de Plaguicidas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile..

GONZALEZ, G. 1990. Dinámica e impacto de pesticidas en el medio. Seminario: Uso y Manejo de Pesticidas. CONAF - Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

HIGGINS, R. 1971. Claves de éxito con los herbicidas. Agricultura de las Américas 20(1): 12-14, Kansas City. E.U.A.

KOGAN, M. 1992 a . Biología de malezas, herbicidas y estrategias de control en el sector forestal. Fundación Chile - Pontificia Universidad Católica de Chile. Concepción, Chile. 195p.

KOGAN, M. 1992 b. Malezas, ecofisiología y estrategias de control. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 402 p.

LAMBETH, C. 1986. El control de pastos con el herbicida Roundup aumenta los rendimientos de *Eucalyptus globulus* en la Finca Salinas. Investigación Forestal. Cartón de Colombia S.A. Informe de Investigación N° 108. Cali, Colombia.

LOPEZ, H. 1980. Control de malezas, El Campesino. Sociedad Nacional de Agricultura Vol CX (%): 53 - 54.

MAC DIARMID, B. 1976. The fate of persistence of herbicides in the environment. Forestry Research Institute. Symposium N° 18: 249-254. Rotorua.

MARTINO, I. 1980. Aplicación de herbicidas en plantaciones forestales. Suplemento Chile Forestal. Septiembre.

MATTHEI, B. 1986. Control químico de malezas en plantaciones de pino insignis (*Pinus radiata D. Don*). Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

MESSINA, M. 1989. Herbicides increase growth responses to fertilizer in a 5 - year-old *Eucalyptus regnans* plantations. New Zealand Journal of Forestry Science 20(2): 168 - 75.

OTAROLA, T.A., UGALDE, A.L., Y REYES, M. 1983. Control de malezas en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. en Nicaragua, resultados de un ensayo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 20p.

PITELLI, R., Y KARAM, D. 1988. Ecología das plantas daninhas e sua interferencia em culturas florestais. En Actas Seminario Técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento. 20 - 23 junho de 1988. Río Othon Palaca Hotel. Río de Janeiro - Brasil.

PRADO, J.A., Y ROJAS, P. 1987. Preparación de sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la zona semiárida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 1(1): 17 - 27.

PRADO, J.A., Y BARROS, A. 1989. Establecimiento de plantaciones. Eucalyptus Principios de Silvicultura y Manejo. INFOR - CORFO. Santiago, Chile. 57-78 pp.

RAGA, F. 1993. Visión del Sector Forestal Chileno. 1º Congreso Florestal Panamericano. Sociedad Brasileira de Silvicultura - Sociedad Brasileira de Engenheiros Florestais. Curitiba, Parana, Brasil. Vol N°3: 76-79.

ROJAS G., Y VILLASECA, A. 1979. Control de malezas. El Campesino. Sociedad Nacional de Agricultura. Vol CX, año 9: 16-35.

SCHÖNAU, A.P.G. 1981. The importance of complete site preparation and fertilising in the establishment of *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal 116: 1-10.

SMITH, R. Y SHAW, W. 1966. Malezas en los arrozales y métodos de control. Agricultura de las Américas 15(8): 28-29. Missouri, E.U.A.

TORO, J. 1988. Efecto de la fertilización en el desarrollo inicial de plantaciones de Eucalyptus. Trabajo presentado en el Simposio "Manejo Silvícola del género Eucalyptus". Viña del Mar, Chile. 13p.

TORO, J. 1992. Aspectos nutricionales de algunas especies de Eucalyptus. Segundo Taller Silvícola Eucalyptus - Bosque Nativo. Fundación Chile - Grupo Silvícola. Concepción, Chile. 13p.

VALDES, R. 1976. Las malezas y su control. Introducción. Boletín Agrícola Shell 36(4): 1-5.

VALDES, R. 1977 a. Las malezas y su control. II parte. Clasificación, reproducción y competencia de plantas. Boletín Agrícola Shell 37(1): 1-8.

VALDES, R. 1977 b. Las malezas y su control. III parte. Métodos de control de malezas. Boletín Agrícola Shell 37(2): 1-6.

VALDES, R. 1977 c. Las malezas y su control. IV parte. Introducción a los Herbicidas. Boletín Agrícola Shell 37 (3): 1-5.

VILLASECA, A. 1992. Aplicación de gota controlada, pp. 163 - 175. En Curso de Uso y Manejo de Plaguicidas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

WRANN, J. 1990. Efectos de diferentes métodos de plantación en el desarrollo inicial de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus cladocalyx*, y *Eucalyptus sideroxylon* en la Zona Arida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 4(1): 69-88.

WRANN, J, E INFANTE, P. 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la zona Arida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 2(3): 13-25.



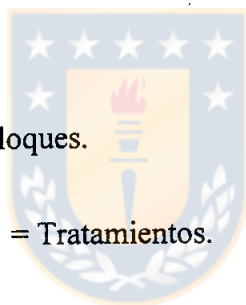
ANEXO N° 1: DISEÑO DE BLOQUES ALEATORIOS.

Bloque C	C11	C12	C13	C14	C15	C7	C8	C9	C10	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Bloque B	B7	B8	B9	B10	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B11	B12	B13	B14	B15
Bloque A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A11	A12	A13	A14	A15	A7	A8	A9	A10

En donde:

A, B, C = Bloques.

1, 2, 3, ..., 15 = Tratamientos.



ANEXO N° 2: ANDEVA CORRESPONDIENTE AL MODELO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR.

Fuente de variación	G. Libertad	S.Cuadrado	C.Medio	F
Bloque	r-1	SCB	B	B/E
Tratamiento	N-1	SCTR	T	T/E
Error	(r-1)*(N-1)	SCE	E	
Total	(r*t)-1	SCT		

r = Número de repeticiones o bloques.

N = Número de tratamientos.

$$SCT = \sum \sum Y_{ij}^2 - (Y^2 / N * r) \quad SCB = [(\sum Y_j)^2 / N] - (Y^2 / N * r)$$

$$SCTR = (\sum Y^2 / r) - (Y^2 / N * r) \quad SCE = SCT - SCB - SCTR$$

$$B = SCB / r-1 \quad T = SCTR / N-1 \quad E = SCE / (r-1)*(N-1)$$

ANEXO N° 3: MORTALIDAD DE LAS PLANTAS DE EUCALYPTUS

Bloque	Tratam.	D. Inicial (N° pl/ trat.)	Mortalidad					
			Día 0		Día 94		Día 210	
			(Pl/trat)	(%)	(Pl/trat)	(%)	(Pl/trat)	(%)
A	1	103	103	100,0	100	2,9	100	2,9
A	2	105	105	100,0	99	5,7	99	5,7
A	3	108	108	100,0	94	13,0	77	28,7
A	4	107	107	100,0	92	14,0	90	15,9
A	5	108	108	100,0	86	20,4	83	23,1
A	6	105	105	100,0	79	24,8	77	26,7
A	7	100	100	100,0	74	26,0	65	35,0
A	8	104	104	100,0	69	33,7	59	43,3
A	9	105	105	100,0	71	32,4	70	33,3
A	10	103	103	100,0	80	22,3	18	82,5
A	11	101	101	100,0	81	19,8	77	23,8
A	12	109	109	100,0	73	33,0	64	41,3
A	13	101	101	100,0	76	24,8	51	49,5
A	14	103	103	100,0	84	18,4	60	41,7
A	15	110	110	100,0	78	29,1	10	90,9
B	1	104	104	100,0	80	23,1	68	34,6
B	2	103	103	100,0	94	8,7	73	29,1
B	3	97	97	100,0	81	16,5	75	22,7
B	4	107	107	100,0	94	12,1	71	33,6
B	5	98	98	100,0	96	2,0	64	34,7
B	6	100	100	100,0	90	10,0	72	28,0
B	7	102	102	100,0	92	9,8	75	26,5
B	8	108	108	100,0	92	14,8	76	29,6
B	9	107	107	100,0	100	6,5	71	33,6
B	10	105	105	100,0	87	17,1	68	35,2
B	11	106	106	100,0	74	30,2	68	35,8
B	12	101	101	100,0	83	17,8	83	17,8
B	13	105	105	100,0	52	50,5	40	61,9
B	14	99	99	100,0	55	44,4	37	62,6
B	15	104	104	100,0	33	68,3	27	74,0
C	1	103	103	100,0	90	12,6	81	21,4
C	2	104	104	100,0	96	7,7	72	30,8
C	3	101	101	100,0	60	40,6	54	46,5
C	4	101	101	100,0	79	21,8	59	41,6
C	5	104	104	100,0	80	23,1	74	28,8
C	6	103	103	100,0	95	7,8	36	65,0
C	7	99	99	100,0	80	19,2	73	26,3
C	8	99	99	100,0	89	10,1	86	13,1
C	9	102	102	100,0	76	25,5	66	35,3
C	10	98	98	100,0	79	19,4	75	23,5
C	11	100	100	100,0	90	10,0	86	14,0
C	12	106	106	100,0	95	10,4	76	28,3
C	13	108	108	100,0	85	21,3	50	53,7
C	14	101	101	100,0	80	20,8	68	32,7
C	15	102	102	100,0	96	5,9	28	72,5

ANEXO N° 4: TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA DIAMETRO DE CUELLO PARA LA PRIMERA MEDICION.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Bloques	2	0,872	0,436	1,980
Tratamiento	14	0,915	0,654	0,297
Error	28	6,163	0,220	
Total	44	7,949		

ANEXO N° 5: TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA DIAMETRO DE CUELLO PARA LA SEGUNDA MEDICION.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Bloques	2	0,560	0,280	0,810
Tratamiento	14	1,636	0,117	0,338
Error	28	9,673	0,345	
Total	44	11,869		

ANEXO N° 6: TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA DIAMETRO DE CUELLO PARA LA TERCERA MEDICION.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Bloques	2	9,159	4,579	6,113
Tratamiento	14	25,952	1,854	2,475
Error	28	20,974	0,749	
Total	44	56,085		

ANEXO N° 7: TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA ALTURA DE PLANTA PARA LA PRIMERA MEDICION.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Bloques	2	1,946	0,973	0,581
Tratamiento	14	11,934	0,852	0,509
Error	28	46,869	1,674	
Total	44	60,749		

ANEXO N° 8: TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA ALTURA DE PLANTA PARA LA SEGUNDA MEDICION.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Bloques	2	32,071	16,036	1,807
Tratamiento	14	67,203	4,800	0,541
Error	28	248,447	8,873	
Total	44	347,721		

ANEXO N° 9: TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA ALTURA DE PLANTA PARA LA TERCERA MEDICION.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
Bloques	2	395,610	197,805	11,943
Tratamiento	14	1.224,166	87,440	5,279
Error	28	463,766	16,563	
Total	44	2.083,542		

ANEXO N° 10: TABLA DE ANTECEDENTES CLIMATICOS

Los antecedentes climáticos del sector del ensayo fueron obtenidos de la estación meteorológica del fundo Mininco, ubicada a aproximadamente a 5 kilómetros del fundo La Escuadra; los registros obtenidos se pueden apreciar en la tabla siguiente:

Mes	Temperatura (°C)		Vel. Viento (Km/hr)	Presión (Mb)		H. Relativa (%)	Precipitac. (mm)
	Min	Max		Min	Max		
Jun-92	4,8	9,7	12,7	992,7	999,7	97,0	350,3
Jul-92	2,9	9,8	13,1	998,2	1006,2	87,0	86,6
Ago-92	4,7	13,2	13,0	995,5	1003,2	82,0	191,8
Sep-92	5,2	15,0	16,1	995,6	1003,2	69,0	74,6
Oct-92	4,9	16,8	18,4	995,1	1004,0	68,0	68,8
Nov-92	8,2	21,5	16,6	991,4	999,1	52,0	18,3
Dic-92	9,2	22,1	14,8	989,6	996,6	65,0	78,0
Ene-93	10,3	25,6	17,7	989,8	997,0	62,0	26,9
Feb-93	11,6	28,0	20,2	988,3	996,8	55,0	0,0
Mar-93	10,9	25,0	15,7	989,1	996,1	67,0	32,1

