

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ALTERNATIVAS DE CONTROL DE MALEZAS EN *Eucalyptus dunnii* EN  
PLANTACIÓN DE OTOÑO**

**por**

**Jorge Andrei ASSANELLI  
María Pilar GODIÑO**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2010**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

-----  
Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

-----  
Ing. Agr. Pablo Caraballo

-----  
Ing. Agr. Javier Debellis

Fecha:

Autores:

-----  
María Pilar Godiño

-----  
Jorge Andrei Assanelli

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento a:

Nuestra directora de tesis Juana Villalba

Jorge Caraballo

Oscar Bentancur

Forestal Oriental

Todos los que hicieron posible la realización de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	2
2.2 RESPUESTAS A LA ELIMINACIÓN DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EUCALYPTUS.....	3
2.3 RESPUESTA DE DIFERENTES MOMENTOS DE CONTROL DE MALEZAS.....	7
2.4 CONTROL QUÍMICO EN LA FILA DE PLANTACIÓN.....	10
2.5 USO DE HERBICIDAS RESIDUALES Y GLIFOSATO.....	11
2.5.1 <u>Acetoclor</u> .....	13
2.5.2 <u>Isoxaflutole</u> .....	15
2.5.3 <u>Oxyfluorfen</u> .....	18
2.5.4 <u>Características generales del glifosato</u> .....	21
2.5.4.1 Uso de glifosato en la fila de plantación.....	26
2.5.4.2 Consecuencias negativas.....	27
2.5.4.3 Deriva y problemas que ocasiona la deriva.....	30
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	31
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	31
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	32
3.3 DETERMINACIONES.....	33
3.3.1 <u>Evaluaciones de selectividad de los tratamientos herbicidas</u> .....	33
3.3.2 <u>Evaluaciones de control de malezas</u> .....	33
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
3.5 DATOS METEOROLÓGICOS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL.....	35
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	36
4.1 EVALUACIÓN DEL DÍA DE LA APLICACIÓN (FECHA 0).....	36
4.2 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 29 DPA.....	37
4.3 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 57 DPA.....	39
4.4 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 91 DPA.....	41
4.5 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 125 DPA.....	46
4.6 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 160 DPA.....	49
4.7 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 236 DPA.....	52
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	55
6. <u>RESUMEN</u> .....	57
7. <u>SUMMARY</u> .....	58
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	59

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos evaluados.....	32
2. Variables agroclimáticas.....	35
3. Fecha 0.....	37
4. Incremento en altura hasta los 29 dpa.....	37
5. Contrastes e incremento de altura a los 29 dpa.....	38
6. Incremento en altura a los 57 dpa.....	40
7. Contrastes de incrementos de altura a los 57 dpa.....	40
8. Densidad de malezas ( $n^0/m^2$ ) a los 57 dpa.....	41
9. Incremento en altura a los 91 dpa.....	43
10. Contrastes de incrementos de altura para 91 dpa.....	44
11. Densidad de malezas ( $n^0/m^2$ ) a los 91 dpa.....	45
12. Evaluaciones realizadas a los 125 dpa.....	47
13. Contrastes de incremento de altura y cobertura de malezas para 125 dpa.....	48
14. Densidad de malezas ( $n^0/m^2$ ) a los 125 dpa.....	49
15. Evaluaciones realizadas a los 160 dpa.....	50
16. Contrastes de incremento de altura y cobertura de malezas para 160 dpa.....	51
17. Densidad de malezas ( $n^0/m^2$ ) a los 160 dpa.....	51
18. Evaluaciones realizadas hasta los 236 dpa.....	52
19. Contrastes de incremento de altura y cobertura de malezas para 236 dpa.....	53
Figura No.	
1. Daños de fitotoxicidad encontrados en tratamiento mezcla Oxerb + Chaná.....	39
2. Representación de las medias de los tratamientos y los valores del error estándar 91 dpa.....	43
3. Esquema temporal de las precipitaciones registradas en el periodo.....	54

## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay las plantaciones forestales han alcanzado un gran desarrollo, ocupando un área total de 949.000 hectáreas, que convierte al rubro en uno de los más prósperos en nuestro país. Del total de la extensión de las plantaciones, el 68% corresponde a especies del género *Eucalyptus* y 27% a especies del género *Pinus* (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2008), siendo las principales especies cultivadas: *Eucalyptus globulus*, *E. grandis*, *E. dunnii* y *E. viminalis*.

En los últimos años, se ha venido realizando estudios de evaluación de los efectos de la interferencia de las malezas sobre el crecimiento y la productividad de las especies del género *Eucalyptus*, que es uno de los manejos determinantes para el establecimiento de la plantación. Por otra parte, los costos en el control de las malezas, depende de la agresividad de las mismas, pudiendo alcanzar hasta un 40% del costo total de la implantación del monte.

El control de malezas para la instalación de la plantación puede comenzar con una aplicación de glifosato en área total o solamente en la fila de plantación. Luego de instalada la plantación, el control se basa en el uso de herbicidas selectivos tanto en la preemergencia, como en la postemergencia de las malezas. La agresividad de los enmalezamientos en la fila pueden determinar la necesidad del uso de glifosato aplicado con pulverizadoras de mochilas y protegiendo los árboles con pantallas para disminuir el daño por deriva. Este tipo de control, además del posible daño tiene como limitante elevados costos de mano de obra necesaria para la operativa. Lo anterior justifica los intentos de utilizar reaplicaciones con herbicidas preemergentes, como forma de disminuir o eliminar la aplicación riesgosa con glifosato.

Existe poco conocimiento y muy pocos estudios sobre el empleo de herbicidas en plantación en especies del género *Eucalyptus*; y en general los productos y dosis que son utilizados se basan en criterios empíricos, lo que genera la necesidad de profundizar en el conocimiento del espectro de control de los mismos, la residualidad y la selectividad de las dobles aplicaciones.

En este contexto, el objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de los herbicidas preemergentes en aplicaciones únicas y repetidas, en el control de malezas y en la selectividad para una plantación de otoño de *Eucalyptus dunnii*.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE *Eucalyptus dunnii*

El *Eucalyptus dunnii* Maiden es una especie que crece naturalmente en una pequeña área en el ángulo nordeste de New South Walles, y sudeste de Queensland; en la región central-este de Australia, entre los grados 28°-30°15´S de latitud. Zonas continentales con alturas de entre 300 a 750 m sobre el nivel del mar. Se caracterizan por tener un clima templado, húmedo, con un promedio de temperaturas máximas de 27-30° C. y mínimas de 0-3° C., con hasta 60 heladas por año, y precipitaciones estivales del orden de 1000 a 1750 mm anuales (Marco 1988, Brussa 1994).

Ensayos comparativos de especies realizados en la Provincia de Misiones Argentina destacan el comportamiento de *E. dunnii* ante las bajas temperaturas comparado con *E. grandis*. Los valores de supervivencia de plantas para el primer año en condiciones de campo expuestas a heladas fueron de 89% y 11% respectivamente. No existieron diferencias significativas en altura en ambas especies (Pujarto, 1983).

Esta especie tiene un gran potencial para la producción de celulosa, por sus niveles de densidad y rendimiento en pulpa relativamente altos (Backman y García de León, 2003). También su madera posee buenas características para aserrío (Marco, 1988). Con respecto a su comportamiento forestal, el *E. dunnii* ha demostrado muy buena productividad y una gran capacidad de adaptación a diversos ambientes, siendo una especie útil para posiciones topográficas bajas debido a su relativa tolerancia a las heladas (Balmelli y Resquín, 2006).

En nuestro país es una especie usada en plantaciones de otoño, dada sus características de menor susceptibilidad a heladas comparado con *E. grandis*. Según Dirección General Forestal en el período 1975-2008 en Uruguay, se han forestado bajo proyecto una superficie de 39907 ha de *E. dunnii* que representa el 7% del área total forestada del género *Eucalyptus* (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2008).

## **2.2 RESPUESTAS A LA ELIMINACIÓN DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN *EUCALYPTUS***

La garantía de sustentabilidad y competencia en el sector forestal, depende entre otros factores de una base forestal que atienda demandas cada vez más exigentes en términos de calidad, productividad y responsabilidad social y ambiental. Entre los factores que determinan el incremento de productividad, está el uso de diferentes métodos de control de las malezas, tanto de forma única como combinada; determinando eficiencia, bajo impacto ambiental y una disminución en los costos de producción (Brito, 1995).

El control de malezas es una de las actividades claves para la sobrevivencia, crecimiento y uniformidad de las plantaciones de eucalipto. La ausencia del control de las mismas durante los primeros meses de plantación, puede causar la pérdida de plantas; y posterior a este período puede darse una disminución del crecimiento y desarrollo, debido a que el sistema radicular lateral de las plantas se ve afectado por las pérdidas de nutrientes y humedad. Este efecto puede reflejarse durante los dos primeros años posteriores a la plantación, o hasta que se de el cierre de copas; siendo el crecimiento de las especies de eucalipto directamente proporcional a la intensidad del control de todo tipo de competencia (Wilkinson et al. 1990, Rodríguez et al. 1994).

Según Prado (1989) todas las especies del género *Eucalyptus* conocidas y cultivadas, son altamente susceptible a la competencia por luz, agua, y nutrientes que imponen las malezas, sobretodo las de tipo herbáceas. También menciona el gran desarrollo lateral del sistema radicular en las especies del género, lo que lo caracteriza por responder marcadamente al control de malezas en todo el sitio.

En las últimas décadas se vienen realizando investigaciones sobre los efectos deletéreos de la interferencia de las malezas, sobre la implantación, mantenimiento, crecimiento y productividad de las especies del género *Eucalyptus* (Toledo et al., 2000). En este sentido se procura perfeccionar las prácticas de aplicación de herbicidas, como forma de reducir los costos, y disminuir los impactos negativos, dado el contacto indeseado de los productos no selectivos para el eucalipto (Pitelli y Marchi, 1991). La búsqueda de nuevas alternativas químicas se lleva adelante de forma dinámica, procurando solucionar el problema continuo de malezas y su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las producciones forestales (Wilkinson et al., 1990).

De las diferentes alternativas para el control de malezas, el que viene recibiendo progresivamente mayor atención es el control químico, debido a que es el más eficiente económicamente, además requiere un número menor de labores culturales. Sin embargo en muchos casos las aplicaciones de productos químicos, implica hasta 10 intervenciones. La realización de este tipo de control, es una buena alternativa económica, sin embargo, existe una marcada deficiencia de productos registrados para el control químico en plantaciones forestales (Dalla Tea, 1995).

Al mismo tiempo, el precio de los productos químicos ha venido en descenso desde los últimos 15 a 20 años, y se destaca en eficiencia, cuando se lo compara con los métodos de control mecánico y manual (Francischini y Trindade, 1998). Una de las ventajas del control químico respecto al mecánico es su rapidez, la mejor relación costo/efectividad, y que permite reducir la competencia de las malezas sin afectar el sistema radicular de los árboles, protegiendo al suelo de la erosión (Dalla Tea, 1993).

El costo de aplicación de productos químicos en la fila de plantación, es inferior a los costos de una carpida manual; la elección del producto a usar depende de las especies de malezas dominantes. A partir del tercer a cuarto mes de plantación, las aplicaciones deben de hacerse sobre todo el terreno, o pueden combinarse con el control mecánico en la entrefila de plantación (Dalla Tea, 1993).

El uso de herbicida ha desplazado rápidamente al resto de los sistemas, ya que su versatilidad le permite adecuarse a diferentes situaciones y a diferentes problemas de malezas; y casi siempre a un menor costo efectivo (Kogan et al., 1992). Por otra parte el control mecánico y manual, no contribuyen a solucionar el problema en su totalidad, y muchas veces el daño mecánico es mayor, y no se logra el objetivo de tener plantaciones libres de malezas, por lo menos en los dos primeros años posteriores a la plantación (Wilkinson et al., 1990).

El control de malezas es considerado la actividad más onerosa para el primer año de implantación del cultivo. En general los costos representa aproximadamente un 40% del costo total, independientemente del manejo usado (Pitelli y Marchi, 1991). En un estudio realizado en Brasil en el que se evaluó el control *Braquiaria decumbens* en la fila de plantación, y para el cual fueron necesarias cuatro carpidas, los costos del mismo fueron de 30%; en tanto otro trabajo de control realizado con glifosato representó 17% del costo total (Toledo et al., 2000).

En la elección del herbicida, o de la formulación a ser usada, deben de ser evaluados los beneficios y los riesgos del producto, considerándose además la forma de aplicación, la importancia económica, y los riesgos para los cultivos de interés (Tuffi Santos et al., 2008).

Para que exista una buena efectividad en la aplicación de los herbicidas es importante considerar una serie de factores relacionados al producto químico, a la maleza, y las condiciones climáticas en las que se realiza la aplicación. Es importante ajustar debidamente la dosis, además de contar con la información acerca de su residualidad, selectividad y su comportamiento en combinación con otros herbicidas (Francischini y Trindade, 1998).

La productividad de las plantaciones forestales aumenta inversamente con la densidad y con el grado de infección de las malezas, ya que aumenta la cantidad de individuos que compiten por los recursos del medio, y esto determina un menor desarrollo de las plantas de eucalipto (Toledo et al., 2003).

Los daños ocasionados son debido al crecimiento mas rápido de las especies consideradas malezas, las que aprovechan los recursos disponibles antes de que lo hagan las especies de interés, ocasionando un daño físico y por ende una disminución en la capacidad fotosintética de la planta (Kogan et al., 1992).

La eliminación de las malezas, genera resultados de incrementos en la capacidad de absorción de luz, nutrientes y agua por parte de las plantas de eucalipto; incrementando de esta forma el área foliar producida, la asimilación de carbono por parte de los tejidos; y como resultado de lo anterior, se logra un mayor desarrollo de las mismas. No sólo favorece los procesos fotosintéticos, sino que también tiene efecto directo en la generación de un microclima. Mejora la disponibilidad de agua en el suelo, por incremento de la evapotranspiración; y por intercepción y retención de la precipitación en la superficie del suelo (Prado, 1989).

Las malezas además de competir por los recursos del medio, pueden liberar sustancias alelopáticas, hospedar plagas y enfermedades que son comunes con la especie forestal, propagar incendios, e incidir negativamente en la cosecha de madera al culminar el ciclo (Toledo et al., 2000).

En situaciones donde la presencia de malezas es intensa, las plantas de eucalipto tienden a perder rápidamente ramas y hojas de la porción basal; presentando una menor cantidad total de las mismas concentradas en el ápice de la planta. Lo anterior es provocado por una competencia por luz, que promueve una elongación pronunciada de la planta; y la disminuida área foliar no genera suficiente déficit hídrico para que la planta presente un flujo de masa sustancial que facilite la absorción de los nutrientes (Toledo et al., 2003).

El mismo autor justifica que la producción de fotosintatos no es suficiente para que se de un desarrollo radicular vigoroso, y la cantidad de energía para la absorción de nutrientes del suelo es escasa. Por otra parte, la elongación de la planta modifica el centro de gravedad de la misma, tornándose más susceptible al vuelco (Toledo et al., 2003).

En tales situaciones, donde la invasión de malezas es intensa; puede provocar la pérdida de la plantación a niveles que no justifiquen su explotación para su producción (Toledo et al., 2000). Existe aproximadamente un 75 a 90% de la mortalidad potencial, que puede ser explicada únicamente por la intensidad del control de malezas, en especial en instancias posteriores a la plantación (Sánchez, 1997).

De todas las interferencias negativas causadas por las malezas, la competencia por luz, es la que provoca mayor impacto sobre el crecimiento de eucalipto, ya que restringe la energía para los procesos básicos que determinan el crecimiento vegetal (Pitelli y Matchi, 1991).

Evaluaciones realizadas en Chile, indican un efecto negativo de las malezas sobre la altura total, el diámetro basal, el área foliar, el peso seco y el contenido total de nutrientes en plantas de eucalipto con disminuciones que variaron entre un 29 y un 77%. El área foliar y el peso seco fueron los parámetros más afectados (Sánchez, 1997). Resultados similares fueron encontrados por Toledo et al. (2000) en un estudio de evaluación de la interferencia de malezas, sobre el crecimiento de las plantas de eucalipto, quien encontró que la característica altura de la planta fue la que tuvo menor efecto de la interferencia, en tanto el área foliar y la materia seca acumulada en hojas y en ramillas secundarias fueron las más sensibles. Por su parte Pitelli (1987) estudiando *Eucalyptus urophylla*, observó que las malezas causaron severas reducciones de biomasa seca de la parte aérea, en tanto las reducciones en altura no fueron significativas (Pitelli, 1987).

También se reporta una interacción entre las malezas y la fertilización, ya que al faltar esta última, y al no existir un control de malezas, se afecta mayormente a las plantas, disminuyendo el diámetro basal en un 47%, el área foliar en un 89% y peso seco en un 90% (Sánchez, 1997).

En otro estudio en el que evaluó el efecto de la densidad de *Panicum maximum* sobre el crecimiento inicial de *Eucalyptus grandis*, se encontró que a una densidad de 4 plantas/m<sup>2</sup> interfiere negativamente sobre el crecimiento inicial de las plantas. Para esa densidad en una evaluación realizada a los 190 días de convivencia, las malezas redujeron en media: la altura de la plantas 35%, diámetro a la altura del cuello 46%, número de ramas 54%, raíces 51% y área foliar 38%. Las características que sufrieron mayor reducción, fueron altura de planta, y biomasa seca de ramas y hojas (Dinardo, 2003).

Para que el manejo sea eficaz es necesario determinar el período a partir de la plantación, en el que las plantas de eucalipto pueden convivir con las malezas sin que se afecte el crecimiento y producción; y el período crítico en el cual el cultivo debe de ser mantenido sin la presencia de las mismas, como forma de potenciar el pleno crecimiento y producción. También es importante conocer el tiempo que pueden permanecer las malezas que emergieron posteriormente a la plantación y a las aplicaciones, sin que interfieran en las plantas de eucalipto (Prado 1989, Kogan et al. 1992, Toledo et al. 2003).

### **2.3 RESPUESTA DE DIFERENTES MOMENTOS DE CONTROL DE MALEZAS**

En general cuanto mayor es el período de convivencia entre las plantas de eucalipto y las malezas, mayor es el efecto de la competencia (Prado, 1989). Sin embargo, comentan Pitelli y Marchi (1991) que lo anterior no es totalmente válido, ya que depende del momento del ciclo en el cual se encuentra el cultivo.

Un período de un mes de convivencia durante los inicios de desarrollo del cultivo, no tienen los mismos efectos que si la convivencia se da un mes más tarde o al final del ciclo del cultivo (Prado, 1989). La interferencia impuesta por las malezas es más severa principalmente en la fase inicial del crecimiento; o sea, a partir del trasplante hasta cerca de un año de edad en las plantas de eucaliptos (Pitelli y Marchi, 1991). Las malezas deben eliminarse antes o poco después de la plantación, siendo ideal que el control de la competencia se mantenga por 2 o 3 años, hasta que la plantación ya establecida no permita la regeneración de pastos y malezas (Prado, 1989).

El momento más oportuno para el control de las malezas, es en las primeras etapas de crecimiento de éstas, en el momento de aparición de las primeras hojas, ya que se da poca competencia por luz, agua, nutrientes del suelo; y por tanto los controles se tornan más eficientes (Prado, 1989). Si una maleza llega a la floración, casi toda la competencia ya fue realizada, y entonces competirá solamente con la especie forestal por luz, dependiendo cual sea su tamaño y porte (Amaro, 1996).

Tuffi Santos et al. (1995) estudiando el manejo de *Brachiaria decumbens* y su efecto sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis*, encontraron que las plantas que crecieron en parcelas con presencia de ésta maleza, tuvieron menor velocidad de crecimiento, y presentaron valores finales menores de altura, diámetro de cuello, área foliar, número de hojas por rama; además de una menor cantidad de materia seca en todas sus partes.

Dinardo et al. (1998) encontró que a medida que aumenta el período de convivencia entre las plantas de eucaliptos con las malezas, tanto al inicio del período de control, como posterior al mismo; hubo una reducción de la altura media, del área basal, del índice de sobrevivencia, y del volumen de madera producido por las plantas eucaliptos.

El mismo autor encontró que fueron necesarios 112 días de convivencia entre las plantas y las malezas, para que las variables mencionadas anteriormente, fueran reducidas significativamente por la interferencia (Dinardo et al., 1998).

En otro estudio de evaluación de la interferencia causada por *Braquiaria decumbens* sobre el crecimiento inicial del eucalipto, se encontró que en el período comprendido entre los 125 y 230 días posteriores al transplante; las plantas de eucalipto que crecieron en convivencia con el *Braquiaria decumbens* presentaron menor altura (30%), diámetro del cuello (46,7%), número de hojas (70%) y número de ramas (46,8%) en comparación con las plantas que no convivieron con las malezas (Dinardo et al., 1998).

En este trabajo también se resalta que en un momento posterior al haberse efectuado el control de *Braquiaria decumbens* a los 106 días de convivencia con las plantas de eucalipto, fue constatado una recuperación parcial a los 230 días posteriores al transplante en el diámetro del cuello, y en el número de ramas y de hojas de las plantas de eucaliptos, principalmente en aquellas que el control fue realizado con glifosato, cuyos resultados se igualaron al de las plantas que no convivieron con la maleza. Este efecto de recuperación no se constató para el parámetro de altura de las plantas (Dinardo et al., 1998).

Resultados similares fueron encontrados cuando se analizó el porcentaje de reducción de crecimiento de las plantas de eucalipto, en relación al control siempre limpio de malezas, se observó que un aumento en la convivencia de las mismas, generó una disminución drástica en el crecimiento, llegando a valores máximos de reducción del 66%, cuando las plantas de eucalipto convivieron 364 días con las malezas (Marchi, 1996).

Bezutte et al. (1993), en un estudio del efecto de los períodos de interferencia de las malezas sobre el crecimiento de plantas de eucalipto realizado en un suelo arenoso, en el cual predominaba el *Braquiaria decumbens*, encontró que el cultivo de eucalipto no presentó reducciones en altura por la competencia con la maleza en el periodo inicial hasta los 56 días. Sin embargo fue necesario el control de la misma entre los días 56 a 168, para que el cultivo no sufriera reducciones significativas en la altura.

Marchi (1996), obtuvo un indicador llamado Período Anterior a la Interferencia (PAI) referido al período de convivencia entre malezas y plantas, posterior al trasplante en el que no se perjudica significativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas; con valores inferiores a 28 días. Resultados similares fueron encontrados por Toledo et al. (2000), quien obtuvo valores para ese indicador de entre 6 y 12 días.

También se desarrolló otro indicador llamado Período Total de Prevención de Interferencia (PTPI), relacionado al período posterior al surgimiento de malezas, en el cual es posible que se perjudique la plantación, de 150 días a los 78 semanas de medición (Marchi, 1996). Los valores son similares a otros encontrados para la variable altura, siendo los mismos de 356 días a los 12 meses, de 166 días a los 24 meses, de 157 días a los 36 meses y de 130 días a los 78 meses de evaluación de convivencia (Toledo et al., 2000).

En los tratamientos en donde hubo períodos crecientes de control de malezas, la biomasa seca acumulada de las malezas fue menor que en los tratamientos donde hubo un período creciente de convivencia. Lo anterior se atribuye a que en las carpidas manuales para la eliminación inicial de malezas, se destruyó gran parte de la semilla, lo que imposibilitó su germinación, además de dejar la misma expuesta al sol y a otros factores relacionados a la remoción del suelo; lo que determinó que la posterior aparición de malezas haya sido menos intensa, y por tanto haya acumulado menor biomasa seca (Marchi, 1996).

El mismo autor comparando los períodos de convivencia entre eucaliptos y malezas, encontró que cuanto mayor es el período de convivencia entre las mismas, mayor es la tendencia a la reducción en altura de las plantas, para una evaluación realizada a los 360 días posteriores al trasplante. El mismo efecto se observó, en los tratamientos donde el período de control de malezas fue aumentando desde el día 0 y hasta los 250 días (Marchi, 1996).

## **2.4 CONTROL QUÍMICO EN LA FILA DE PLANTACIÓN**

Según Sotomayor, citado por Montouto y Cazaban (2009) el control de malezas puede tener distintas intensidades y formas de realización: en fajas, con diferentes anchos de control, ya sea a uno o a ambos lados de la fila de plantación, también en tazas, como desmanche, local o total y dependiendo de cada situación particular.

Actualmente en las plantaciones forestales el control de malezas se realiza en fajas sobre la fila de plantación, se tratan con preemergentes en preplantación o en un tiempo inmediato a la plantación de los árboles, cuidando el ancho de la faja a controlar. Continuando con aplicaciones dirigidas de herbicidas posemergentes, siendo el glifosato el más usado en estos casos, lo que implica la protección de la planta (Dalla Tea y Larocca, 1998) los autores anteriormente citados recomiendan para este tipo de control, la utilización 2 picos pulverizadores a una distancia de 50 a 70 cm sobre la banda de plantación, abarcando un ancho de aplicación de 1 a 1,20 m (Dalla Tea y Larocca, 1998).

En cuanto al ancho de las fajas de control, diferentes autores arriban a conclusiones similares, uno de ellos, Marchi (1996) experimentando con diferentes anchos de control en la fila de plantación, encontró que anchos de 25 y 50 cm a cada lado de la línea de plantación, no resultaron satisfactorios para mantener las plantas de eucalipto libres de la interferencia de las malezas. El ancho de faja de 100 cm a cada lado de la línea de plantación, fue el que presentó mayor eficiencia de control, dada la mayor velocidad de crecimiento, mayores valores de altura y diámetro de cuello de los árboles. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos con fajas de control crecientes o fijas por encima de los 100 cm.

Por otra parte Toledo et al. (2000) en un estudio comparativo de la incidencia de los diferentes anchos de control de *Braquiaria decumbens*, sobre el crecimiento inicial de las plantas de eucalipto, determinó una faja de control mínima de 100 cm a cada uno de los lados de la fila de plantación. También determinó que las plantas que crecieron en la parcelas de tratamientos de faja de control constante, presentaron mayores valores de altura total y de diámetro de cuello, que las plantas que crecieron en los tratamientos donde la faja de control de la maleza fue creciente.

Toledo et al. (2000), también determinó que para en 240 días posteriores al trasplante, los tratamientos con fajas de control constante y crecientes para de 100, 125 y 150 cm, obtuvieron un mayor crecimiento en diámetro, comparado con el testigo sin control y con los tratamientos de control de fajas constantes de 25 y 50 cm de cada lado de la línea de plantación. Para el caso de la altura de planta, la tendencia se observó a los 270 días posteriores al trasplante, dado el estiramiento de las plantas de eucalipto al competir con las malezas por luz.

En las últimas mediciones de este estudio, se determinó que a los 300 días posteriores al trasplante, las plantas testigo que fueron mantenidas libres de malezas, demostraron valores superiores a todos los demás tratamientos, en todas las características analizadas, lo que se mantuvo hasta los 390 días posteriores al trasplante. En esta última fecha, no hubo diferencia significativa para con los tratamientos de fajas constantes y crecientes de 100 y 125 cm de cada lado de la fila (Toledo et al., 2000).

## **2.5 USO DE HERBICIDAS RESIDUALES Y GLIFOSATO**

Dentro de los herbicidas de uso en forestación, se distinguen los preemergentes, que se aplican antes emergencia de las malezas y en general antes de la plantación; y los posemergentes que se aplican posteriormente a la emergencia de las malezas, y de la plantación. Los mismos pueden ser aplicados en toda la superficie o en la fila de plantación, usándose para ese último caso, un tercio de la cantidad de herbicida (Kogan y Pérez, 2003).

El uso de herbicidas residuales permite mantener libre de malezas en la zona inmediata al árbol por un periodo determinado, variable para el tipo de herbicida, tipo de suelo, preparación del suelo, banco de semillas de malezas y condiciones climáticas en las que se realiza la aplicación (Kogan y Pérez, 2003).

Los herbicidas preemergentes, son utilizados cuando se interesa tener un máximo período de residualidad en el control malezas, y cuidar las características propias de cada herbicida. Su aplicación debe ser sobre el suelo húmedo y sin presencia de malezas, ya que los productos actúan durante la germinación de ellas o inmediatamente después de la emergencia (Kogan y Pérez, 2003).

Como ya se mencionó anteriormente la humedad a nivel del suelo es necesaria para que se de su actividad, por lo que su acción decrece a medida que la humedad del suelo va disminuyendo por las condiciones de mayores temperaturas en las estaciones de primavera y verano. La humedad determina la distribución del producto en el suelo, y al ingresar en la planta por la raíz, es importante para que exista una buena absorción (Kogan y Pérez, 2003).

En general se espera que el herbicida preemergente tenga una alta selectividad para las especies en plantación, que tenga un amplio espectro de control para las malezas forestales más recurrentes, además debe ser medioambientalmente amigable.

Pueden controlar gramíneas, y latifoliadas, el espectro de control varía con el producto. En general no causan fitotoxicidad al eucalipto ya implantado y reducen al mínimo la competencia de malezas (Francischini y Trindade, 1998). La residualidad promedio es de 50 a 90 días. En algunos se puede repetir la aplicación a los 40 a 50 días, o en el momento que se hace visible las nuevas emergencias (Dalla Tea y Larocca, 1998).

Es importante destacar la selectividad de los productos herbicidas en las plantas de eucalipto, ya que éstas, se encuentran presentes al momento de la aplicación. Con los productos no selectivos, debe de evitarse que el producto llegue a las plantas, ya que producirá fitotoxicidad, y en casos graves la muerte de ellas. Los mismos requieren ser aplicados de forma dirigida, en lo posible utilizando pantalla protectora o utilizando boquillas antideriva y en condiciones de ausencia de viento (Dalla Tea y Larocca, 1998).

En general, los herbicidas que se usan para solucionar el problema de malezas en plantaciones de *Eucalyptus* deben de cumplir ciertas condiciones para un control efectivo. Es deseable un efecto residual lo suficientemente largo como para permitir que las plantas puedan pasar el período estival libre de la competencia de las malezas por agua, que en este período es crítico (Kogan y Pérez, 2003). Por otra parte, los herbicidas deben de tener características que cumplan con los requerimientos de la producción sustentable que establecen las normas de certificación que incluyen aspectos de seguridad ambientales y sociales.

En situaciones en las que el período de control del herbicida es menor al período que se pretende mantener libre malezas y en casos donde las malezas no están siendo controladas por los herbicidas preemergentes, es necesario complementarlo con productos posemergentes. De este modo se controlan malezas ya emergidas y las que se encuentran en sus primeros estados de desarrollo, por lo que es necesario que estén creciendo de manera activa para favorecer su control. Algunos productos se pueden combinar bien con herbicidas totales posemergentes como el glifosato en una sola aplicación, aunque con la desventaja de no poder mojar los plantines. A pesar de lo anterior, es preferible que no exista una gran masa de malezas, para permitir que el preemergente llegue al suelo donde va a actuar (Dalla Tea y Larocca, 1998).

El uso de herbicidas posemergentes se fundamenta en la necesidad de mantener limpia la plantación por un plazo aproximado a los 24 meses, a los efectos de maximizar el rendimiento final y ante la imposibilidad de lograrse ese período de control, solo con preemergentes. Por lo tanto es imprescindible la utilización de ambos tipos de herbicidas, siendo deseable la máxima residualidad de los preemergentes (Francischini y Trindade, 1998).

Dentro de las alternativas de control químico, los tres herbicidas a evaluar por este trabajo son de uso corriente por parte de las empresas forestales nacionales, y se encuentran sobre la base de los requerimientos de los estándares de certificación, en especial los umbrales definidos en la política de plaguicidas del FSC (Forest Stewardship Council). Se presenta una breve revisión de los 3 herbicidas preemergentes evaluados en el trabajo.

### **2.5.1 Acetoclor**

Herbicida del grupo de las cloroacetamidas o acetanilidas. Se trata del 2-cloro-N (Etoximetil)-N-(2-etil-metilfenil) acetamida. Es clasificado como herbicida selectivo de pre-emergencia con acción preventiva y por contacto (Modernel, 2007).

Tiene baja lixiviación en el suelo y casi nula volatilización (Ribas, 1997). El componente activo es adsorbido por la fracción coloidal del suelo, por lo que se lixivia muy poco, se clasifica como un producto de movilidad en suelo moderada; sin embargo los procesos de degradación en el suelo dan como resultado dos sustancias altamente solubles: el ácido sulfónico y el ácido oxanílico (Dalla Tea y Larocca, 1998).

Su clasificación toxicológica, corresponde a clase III, producto Poco Peligroso, virtualmente no tóxico para abejas, prácticamente no tóxico para aves y muy tóxico para peces (Modernel, 2007).

En cuanto a las propiedades físicas relacionadas con el uso tiene una moderada formación de espuma, la emulsión es estable y es compatible con la mayoría de los fitosanitarios y fertilizantes fluidos aplicables como pulverización, cuando se aplica a las dosis recomendadas (Modernel, 2007).

El acetoclor está formulado como concentrado emulsionable, debiéndose mezclar con agua para su aplicación. En aplicaciones terrestres con cobertura total se recomienda usar un volumen de 100 a 150 lt/ha con boquillas de abanico plano (Ribas, 1997).

Para la mayor eficiencia del producto, debe de aplicarse dentro de las 48 horas posteriores a la plantación. De esta manera puede lograrse la activación del producto en el suelo, antes que las malezas comiencen a germinar. El mismo también puede ser aplicado, en una instancia anterior a la plantación, lo que hace más práctico la maniobra (Ribas, 1997).

Este producto es utilizado en plantaciones forestales, a escala comercial con buenos resultados, dado su precio relativamente bajo; lo que lo convierte en una alternativa interesante para ser usado tanto de forma única, como en mezclas (Methol, 1996).

En nuestro país se comercializa bajo los nombres de Acenit, Acetocale, Acetocerb, Acierto, Chaná, Guardián, y Harness; con concentraciones de ingrediente activo entre 84 y 90% (Modernel, 2007).

En el suelo posee una persistencia de 8 a 12 semanas dependiendo del tipo y humedad, su vida media promedio es de 21 días; y en dosis agrícolas puede estar controlando durante 10 semanas (Modernel, 2007).

Se caracteriza por ser rápidamente absorbido por los brotes de las plántulas en la etapa de preemergencia y emergencia, generalmente a través del coleóptile en gramíneas e hipocótilo en hoja ancha y luego es traslocado principalmente por el xilema. Aunque es menos absorbido por raíces, las plántulas que lo absorben lo traslocan acrópetamente hacia los tejidos vegetativos (Modernel, 2007).

Controla las malezas en la fase de germinación, por lo que éstas no logran emerger y desarrollarse. Su actividad es despreciable, cuando es aplicado en posemergencia, pues si bien muestra cierta actividad en plántulas muy pequeñas, no tiene efecto en estados de desarrollo más avanzados, o sea plantas ya emergidas o plantas adultas; ya que es rápidamente metabolizado. Controla a las gramíneas mayormente, inhibiendo las primeras hojas del coléoptile (Christoffoleti, 1996).

En general hay una disminución de la emergencia de plantas, aunque no afecta directamente la germinación. Las plantas que emergen lo hacen con hojas torcidas y malformadas (Christoffoleti, 1996).

Su modo de acción es impedir la emergencia, aunque si ocurre la misma, las plántulas presentan síntomas característicos; en caso de las gramíneas, el coléoptile no tiene capacidad para emerger y en caso de las malezas con hojas anchas, no ocurre expansión foliar. Afectan el crecimiento principalmente de las raíces (Christoffoleti, 1996).

El Acetochlor actúa como Inhibidor del crecimiento de los meristemas apicales, al reducir la división y alargamiento celular. Son inhibidores generales del crecimiento al afectar el metabolismo de los lípidos, la síntesis de proteínas y la formación de ceras de la cutícula en las especies sensibles (Modernel, 2007). Su mecanismo de acción es inhibir la actividad de la enzima Acetil-CoA, asociada al retículo endoplásmico y el catabolismo de la síntesis de los lípidos de cadena larga, los que también son precursores de cera, suberina, y cutícula (Ribas, 1997).

### **2.5.2 Isoxaflutole**

Corresponde al 5-ciclopropil-4 (2 metanosulfonyl, 4 trifluorometilbenzoyl)-isoxazole, cuya acción se lleva a cabo inhibiendo la enzima 4-HP di-oxigenada responsable de la síntesis de quinona y cofactor importante en la síntesis de los pigmentos carotenoides y en el transporte de electrones. La inhibición de la enzima, determina un cese en la biosíntesis de los pigmentos carotenoides, una descomposición de la clorofila, y como resultado muerte de los cloroplastos y de la muerte de la planta (Modernel, 2007).

Su clasificación toxicológica, corresponde a clase III, producto Poco Peligroso, virtualmente no tóxico para abejas, prácticamente no tóxico para aves y moderadamente tóxico para peces (Modernel, 2007).

En el Uruguay se comercializa con el nombre de Fordor, en una presentación en gránulos dispersables en agua, en bolsas hidrosolubles, y concentrado a 75% por la Compañía Bayer.

Según Hager y Mc Glamery, citados por Novo et al. (2005) el mecanismo de acción está relacionado con el impedimento de la biosíntesis de pigmentos carotenoides esenciales para la protección de la clorofila, a través de la inhibición de la encima 4 hidroxifenil-piruvato-dioxigenasa. Los carotenoides actúan direccionando la energía lumínica a las moléculas de clorofila, y ayudan a disipar el exceso de energía de dichas moléculas posteriores a la absorción de energía lumínica. En caso de que los carotenoides se encuentren ausentes, no hay posibilidad de disipar el exceso de energía, y por tanto se genera un daño en las membranas de las plantas. Las moléculas de clorofila también pueden ser dañadas debido al exceso de energía a través de un proceso conocido como fotoxidación; y sin clorofila, el proceso de fotosíntesis es inhibido causando la muerte de las plantas.

Estudios demuestran que el isoxaflutole aplicado tanto en el suelo, como en el agua y en la vegetación, sufre una rápida conversión a un derivado diketonitrilo, por la apertura de un anillo, y tal derivado es el principio activo del herbicida. Lo anterior no sucede en plantas tolerantes, en las cuales el diketonitrilo es convertido en un derivado inactivo (Novo et al., 2005).

El isoxaflutole es absorbido tanto por el epicótilo, como por raíces de las plántulas que interceptan el herbicida a medida que crecen y exploran el suelo. Su translocación es por vía xilema, acumulándose en los bordes y puntas de las hojas. Las plántulas afectadas generalmente no emergen y cuando lo hacen, los síntomas de decoloración aparecen primero en los bordes y puntas de la hoja, siendo más evidente en las hojas más nuevas debido al patrón de translocación. Puede darse un menor control de malezas cuando ya emergieron o cuando el crecimiento de éstas se ve estresado, debido a una más lenta translocación del producto dentro de la planta (Christoffoleti, 1996).

Si falta agua en la instancia de aplicación del herbicida, y posterior a ésta; el producto queda inactivado. Por ser fotoestable, se activa instantáneamente en contacto con el agua de lluvia (Dalla Tea et al. 2002, Novo et al. 2005).

Uno de los autores anteriores, encontró que cuando el isoxaflutole es aplicado en preemergencia, si ocurre un período de seca, las malezas pueden emerger por no interceptar el producto en la cantidad suficiente para que ocurra fitotoxicidad. En estas situaciones las raíces de las plantas están situadas en profundidades mayores, y como el herbicida está ubicado en el estrato más superficial del suelo, ocurre una disminución en la absorción. En situaciones de presencia de lluvia, la misma puede reactivar el herbicida de modo de ser rápidamente absorbido por las plantas causando sensibilidad (Novo et al., 2005).

En manejo forestal, controla malezas de hojas anchas y angostas, siendo selectivo para eucalipto. En instancias en las que la aplicación se hace posterior a la plantación, y en presencia de malezas, puede ser aplicado con glifosato, para lo anterior es necesario realizar una protección a los árboles (Maisor, 2009).

La diferencia en la selectividad está dada por las distintas tasas de absorción y metabolización de las distintas especies ya que una absorción alta como un metabolismo bajo puede incrementar la sensibilidad (Christoffoleti, 1996).

Tiene una vida media en el suelo de 28 días, y luego de seis meses de aplicado es totalmente degradado por acción microbiana. Los residuos de Isoxaflutole son móviles; pueden persistir y acumularse en corrientes de aguas superficiales y subterráneas (Dalla Tea et al., 2002). Tal movilidad se acentúa en suelos arenosos y con bajos contenido de materia orgánica. La retención del isoxaflutole también es determinada por el PH del suelo, ocurriendo una disminución con un aumento del PH de 4,5 a 8,5; dado que el anillo de la fórmula tiene un PH básico (Novo et al., 2005).

Según Mitra y Bhowmik, citados por Novo et al. (2005) la principal fuente de degradación es la microbiana y en condiciones adversas, también ocurre descomposición química. Las pérdidas por foto-descomposición y por volatilización son insignificantes.

Novo et al. (2005) verificaron que la tasa de degradación de este herbicida aumenta con el incremento de temperatura y humedad del suelo, ya que se da una mayor degradación tanto química, como microbiana. En condiciones de seca y de baja temperatura, ocurre un retraso en la degradación del herbicida, causando un mayor potencial transportador.

El mismo autor encontró una respuesta lineal negativa en la producción de biomasa aérea por parte de las malezas, con un aumento de la dosis de isoxaflutole, la que se extendió hasta los 56 días posteriores a la aplicación, posterior a esta fecha se dio una disminución en la concentración del herbicida en el suelo, lo que desencadenó un aumento en la biomasa aérea, a pesar de existir un efecto residual del herbicida que se mantuvo hasta los 140 días (Novo et al., 2005).

En cuanto al período residual, para la dosis recomendada de 75 g/ha es necesario un período de 84 días para que no se den daños en las plantas. Y para dosis de 150 y de 300 g/ha el período residual se eleva a 112 y 140 días respectivamente (Novo et al., 2005).

### **2.5.3 Oxyfluorfen**

El Oxyfluorfen de fórmula molecular 2 cloro (3—etoxi-4-nitrofenoxi) 4 trifluorometil benzeno, es un herbicida orgánico, selectivo de pre y posemergencia temprana que actúa por contacto y de forma preventiva (Modernel, 2007). Perteneció al grupo de los herbicidas desorganizadores de la membrana celular o di-fenil-etéreos, que se caracterizan por ser absorbidos tanto por el sistema radicular, como por el tallo y hojas de las plantas. Una vez dentro de la planta su translocación es muy limitada o inexistente, por lo que su uso es básicamente como premergente. Necesitan de la luz para desencadenar su actividad, aunque una vez iniciada, ésta es rápida, observándose los primeros síntomas a las 24 y 48 horas (Fernández-Quintanilla y García Torres, 1991).

En cuanto a su toxicidad, participa de la clase II, considerado ligeramente a prácticamente no tóxico, además es considerado como cancerígeno; por lo que todos los productos que incluyan a este ingrediente activo, deben de incluir la advertencia en la etiqueta, ya que además pueden presentar una toxicidad mayor (Modernel, 2007).

La formulación que se comercializa es en forma de concentrado emulsionable, y formulaciones granuladas; conteniendo 240 g/l. de ingrediente activo. En nuestro país se comercializa bajo los nombres de Goal, Forest, Galigan, Oxytec y Oxerb (Modernel, 2007).

La utilización de oxyfluorfen en forestación es una de las alternativas más económicas para el control de malezas (Nakano, 1995). A pesar de lo anterior, ha sido catalogado por el Consejo de Buenas Prácticas Forestales (FSC) como uno de los herbicidas posibles a ser retirado de la lista de permitidos para la actividad forestal (Montouto y Cazaban, 2009).

El oxyfluorfen actúa como inhibidor de la oxidasa del fotoporfirinogeno. Herbicida que dañan las membranas celulares afectando su organización, permeabilidad y el transporte de iones debido a que inhiben la protoporfirinogeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz provocando esa disrupción de la membrana celular. La inhibición de esa enzima provoca un aumento de la protoporfirina que pasa a su forma singulete que es realmente la que causa la muerte a las plantas susceptibles (Modernel, 2007). Específicamente actúa sobre la división celular o mitosis en los meristemas primarios y secundarios; lo que interfiere directamente sobre el crecimiento de la planta. Afecta el contenido hídrico de la planta, disminuyendo la absorción de agua a corto plazo, cuya causa sería el cierre de estomas, lo que llevan al descenso de la transpiración, y a un descenso de la fotosíntesis. Además afecta el contenido de sales, disminuyéndolo; y actuando sobre la absorción de minerales (Fernández-Quintanilla y García Torres, 1991).

El oxyfluorfen se utiliza aplicado en preemergencia, tanto en laboreo tradicional, como en régimen de no laboreo. En otros cultivos es usado en la posemergencia, ya que es más activo por absorción a través del coleóptile y epicótile de las plántulas que a través del sistema radicular. Presenta una translocación desde las raíces y hojas insignificante (Fernández-Quintanilla y García Torres, 1991).

Es indicado para malezas de hojas anchas y gramíneas. Actúa por contacto sobre el follaje de las malezas, hasta 3 cm de desarrollo y forma una barrera química y residual en la superficie del suelo, que daña y provoca la muerte de malezas por nacer (Nakano, 1995).

La presencia de luz es necesaria para la formación de radicales libres que causan la ruptura de la membrana y el consiguiente derrame del contenido celular (Fernández-Quintanilla y García Torres, 1991).

La selectividad se basa en factores anatómicos y morfológicos, especialmente cuando se da una baja penetración en el interior de la planta (Modernel, 2007).

Tiene una residualidad prolongada en el suelo de aproximadamente 90 días, la que aumenta con las buenas condiciones de humedad del suelo; pudiendo llegar a los 180 días (Modernel, 2007).

Existen dos posibles formas de aplicación para las plantaciones forestales, una de ellas es aplicar en la tasa de cada uno de los árboles o aplicar una banda en la hilera de plantación de 0,70 a 1m de ancho, ya sea antes o inmediatamente después de la plantación. Ambas opciones de operación pueden hacerse con pulverizadores de mochila (Ribas, 1997).

Ribero, citado por Prado (1989); indica que el empleo de oxyfluorfen después de la plantación es más efectivo, que cuando se lo emplea en instancias anteriores a la plantación.

En las plantaciones forestales, se usa generalmente en la banda de plantación en dosis equivalentes a 3-4 l/ha proporciona un control de hasta 3 meses dependiendo de la dosis y el tipo de suelo; cuando es necesario se puede repetir el tratamiento (Dalla Tea y Larocca, 1998).

Es pertinente que la aplicación sea dirigida hacia la base de las plantas, en caso de que sea mojado el follaje, se puede producir un manchado de las hojas y el quemado de algunas hojas nuevas; cuando la planta está en activo crecimiento. En caso de accidentes de este tipo, la recuperación es inmediata, y la planta continúa con su brotación y no se resiente el crecimiento y el desarrollo (Ribas, 1997).

Mentruyt, citado por Francischini y Trindade (1998), en ensayos realizados en *Eucalyptus grandis* con dosis de: 0,96 - 1,2 – y 1,44 kg de i.a/ha de oxyfluorfen, se observó un buen control de las malezas anuales aplicado en condiciones de humedad del suelo. El mojado accidental de las hojas, con el herbicida, produjo un leve efecto de toxicidad que desapareció a los 33 días; dicha fitotoxicidad no se vio incrementada con el aumento de las dosis de producto.

El INTA Argentina, en su Manual para Productores de *Eucalyptus* de la Mesopotamia Argentina, indica que la dosis recomendada para este herbicida es de 4 l/ha, variando las aplicaciones entre 2 a 6l/ha; y se estima que por cada litro de producto utilizado se logra un mes libre de malezas.

Otro autor realiza una recomendación para el mismo producto de 3-5 l/ha, para la presentación comercial Goal, ya sea aplicado antes o posterior a la plantación; y el que debe de estar acompañado de una reaplicación de 2,5 l/ha en el momento de aparición de las malezas (Nakano, 1995).

Nelson, citado por Martínez y Quintela (1994) encontró un buen efecto graminicida, en ensayos en los que fue aplicado dosis de 2 kg del herbicida por ha, en posplantación de especies del género *Eucalyptus* y en posemergencia; controlando hasta un 95% de las malezas existentes. En instancias en las que se usó una dosis de 1 kg/ha existió un control de malezas herbáceas, después de 14 semanas de aplicación.

Ensayos realizados por el Instituto Forestal de Chile, indican que el herbicida no es fitotóxico para *Eucalyptus globulus* en dosis de 0,48 y 0,96 kg de i.a./ha (Prado, 1989).

En cuanto a sus propiedades físicas, es un sólido cristalino de color anaranjado, con punto de fusión a 85° C; y una densidad de 1040 g/cm<sup>3</sup>. Su solubilidad en agua a 25 ° C es menor de 0,1 ppm, siendo soluble en la mayoría de los solventes orgánicos (Modernel, 2007).

Su lixiviación es muy reducida, al ser fuertemente adsorbidos por la materia orgánica de los suelos, y su persistencia en el suelo es variable, dependiendo de los compuestos y dosis utilizadas. Por tanto cuando es aplicado en premergencia, su acción tiene lugar en la capa más superficial del suelo. Una elevada humedad en el suelo después de la aplicación de los herbicidas en premergencia, aumenta considerablemente la fitotoxicidad. Presenta una vida media de 30 a 40 días (Fernández-Quintanilla y García Torres, 1991).

#### **2.5.4 Características generales del glifosato**

El glifosato (N- fosfometil glicina) es un herbicida perteneciente al grupo de los organofosforados y dentro de este grupo, perteneciente a los fosfonatos. Es sistémico, posemergente, no selectivo ampliamente utilizado, dada la capacidad de traslocarse a través del floema, sin ninguna modificación química del producto. Se utiliza tanto en aplicaciones de presiembra como de premergencia en cultivos sembrados con labranza cero. Se caracteriza por ser de tipo no persistente, lo que lo hace eficiente en el combate de malezas perennes de propagación vegetativa, y matar órganos subterráneos de plantas perennes, por medio de una absorción a través de la cutícula de las hojas durante los días siguientes a su aplicación. El efecto en las raíces en división ocurre dentro de las primeras 24 horas de la absorción del herbicida (Modernel, 2007).

El mecanismo de acción del herbicida glifosato es único entre los diferentes grupos de herbicidas y consiste en la inhibición de la síntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina, y triptofano; para lo cual altera la producción de proteínas y previene la formación de compuestos secundarios como la lignina. Ejerce su acción inhibiendo la enzima 5- enolpiruvil chiquimato fosfato sintetasa, la cual se codifica en el núcleo y actúa en el cloroplasto inhibiendo la ruta del ácido chiquímico. Como herbicida inhibidor de la síntesis de los aminoácidos alifáticos se unen al complejo enzima sustrato previniendo la adición de la segunda molécula de piruvato y no se produce acetolactato, ni acetohidroxitirato; lo que lleva a la paralización de las síntesis de proteínas (Kogan y Pérez, 2003). También puede inhibir o reprimir la acción de otras dos enzimas involucradas en otros pasos de la síntesis de los mismos aminoácidos, la clorismato mutasa y prefrenato hidratasa. Estas dos enzimas forman parte de la vía del ácido chiquímico, presente en las plantas superiores y microorganismos; pero no en animales (Martino, 1995).

El glifosato es absorbido a través de la cutícula de la hoja, en los días posteriores a su aplicación; y de forma relativamente rápida a través de la superficie de la planta. La fuerza que permite esta absorción es el gradiente de concentración a través de la cutícula y membrana plasmática. Los niveles de absorción varían considerablemente entre las diferentes especies (Kogan y Pérez, 2003). Una vez que es absorbido, no es fácilmente degradado por las plantas o sea que mantiene sus actividad fitotóxica, traslocándose a las diferentes partes de la maleza (Modernel, 2007).

En las especies anuales se da desde las hojas hacia los puntos de crecimientos aéreos y subterráneos; en las especies perennes, el movimiento simplástico va desde las hojas fisiológicamente activas hacia los órganos de reserva. El producto se ve favorecido en su acción, cuando la planta se encuentra en las últimas etapas de la vida, ya que se da una mayor acumulación de carbohidratos (Kogan y Pérez, 2003). A pesar de que la principal forma de traslocación es por el simplasto, o sea por el floema y otros tejidos vivos, se ha observado casos de traslocación del producto vía simplástica (Duke y Powles, 2008).

Las características de traslocación mencionadas favorece que se puedan controlar malezas difíciles, y las que presentan arraigamiento profundo o que producen propágulos vegetativos como los rizomas o tubérculos (Duke y Powles, 2008).

La translocación es relativamente rápida, comparada con otros herbicidas; ya que son suficientes 24 horas, para que se de una acumulación de glifosato con niveles de toxicidad en el sistema subterráneo de las malezas perennes (Kogan et al., 1992).

Según Lund- Hoie, citado por Martino (1995) la raíz representa el lugar objetivo, en el control de malezas perennes, incluyendo especies leñosas. La efectividad de la aplicación depende del rango de aplicación y de la distancia desde el lugar receptor, o sea el follaje en donde se deposita la aplicación. Cuanto mayor es la distancia, mayor es la cantidad de producto que se concentra en los brotes aéreos jóvenes, lo que disminuye el efecto tóxico en las raíces. De esta manera la eficiencia de control de este tipo de malezas no depende solamente de la altura de las mismas, sino que también depende del lugar en donde se deposita el producto.

Tiene la propiedad físico-química de ser traslocado desde la hoja a través del floema a los tejidos en donde es metabolizado: meristemas, raíces jóvenes, hojas y otros órganos de almacenamiento y crecimiento. Su excelente eficacia es debida a la buena absorción, buena translocación a los tejidos de crecimiento, y una degradación nula en la planta (Duke y Powles, 2008).

Como la absorción se da por las hojas y partes fotosintéticamente activas, la presencia de cutícula y de ceras epicuticulares constituyen una barrera para su absorción; sin embargo la presencia de surfactantes en la formulación comercial permite el pasaje del producto por dicha barrera (Kogan et al., 1992).

Debido a su reducido tamaño y a su naturaleza polar, el glifosato es altamente soluble en agua, y no es capaz de atravesar por sí mismo las cutículas foliares y membranas celulares hidrofóbicas de las malezas. Al ser absorbido por las hojas y traslocado hacia los órganos subterráneos, es importante la relación que existente entre el área foliar y la biomasa de raíces, para tratamientos de control con el mismo (Martino, 1995).

La eficiencia del glifosato en el control de malezas esta determinada por factores como: la dosis del producto, tipo y estado de las malezas, volumen de agua utilizado, tamaño de gota en la aplicación, uso de adyuvantes, mezcla de tanque con otros herbicidas, y condiciones ambientales durante la aplicación, como ser humedad relativa, humedad del suelo, y radiación solar (Martino, 1995).

La mayor actividad del glifosato se ha descrito en condiciones de humedad alta, lo que está asociado a una mayor hidratación de la cutícula, a una más lenta desecación de las gotitas que se encuentran en la superficie de la hoja, a mayor apertura de estomas; y a una mayor concentración del herbicida en raíces. La humedad del suelo también afecta el comportamiento de forma negativa, dado que se produce un estrés hídrico, que disminuye la translocación y la fotosíntesis. En caso de plantas sometidas a deficiencias hídricas, es de esperar menores controles por la baja eficiencia del herbicida, dada la escasa o nula translocación del mismo al sitio de acción en plantas. En cuanto a la relación del herbicida con la radiación solar; intensidades de luz elevadas, puede mejorar la actividad del glifosato, a diferencia de una luz baja la que puede resultar en una actividad del herbicida reducida (Christoffoleti, 1997).

El estado de desarrollo de las plantas en el momento de la aplicación del herbicida, ha demostrado ser importante en la determinación de la eficiencia final del tratamiento. Es imprescindible una mínima cantidad de follaje para asegurar un control satisfactorio con el herbicida (Duke y Powles, 2008).

Para el caso de las malezas anuales, la mayor eficiencia en el control se logra en los primeros estados de desarrollo, una vez que existe suficiente follaje para interceptar la pulverización. En el caso de las malezas perennes, es difícil determinar el momento más apropiado. Factores tales como la relación parte aérea y parte subterránea, intensidad de flujo de asimilados, junto con los cuales se moverá el herbicida y senescencia foliar inciden en la eficiencia final de la dosis aplicada. En general se requiere de mayores dosis para el control de malezas anuales, en la medida que se retardan las aplicaciones a momentos más avanzados de desarrollo de la planta (Christoffoleti, 1997).

No posee un efecto residual, actividad en el suelo, y sobre la semilla en germinación. Todas las especies de plantas son susceptibles al glifosato, sin existir casos de resistencia natural; sin embargo, las especies vegetales varían en diferentes grados de susceptibilidad al herbicida de forma amplia (Prado, 1989). Los grados de susceptibilidad de las diferentes especies vegetales, está relacionado a la actividad de las enzimas EPSP sintetasa, y por tanto se requiere diferentes cantidades de herbicida para inhibirla. Otro mecanismo posible de tolerancia es la catálisis de glifosato dentro de la maleza, cuya ocurrencia ha sido demostrada en algunas especies (Martino, 1995).

Existen otros factores que determinan de forma importante el grado de susceptibilidad, como son: la edad de la planta, el estado fenológico, tipo de especies leguminosas vs. gramíneas, tipo de cutícula vegetal, perenne vs. anuales, y el cociente área foliar/biomasa de raíces (Prado, 1989).

Al ser el estado fenológico una de los factores que determinan la susceptibilidad al producto, es importante tener un conocimiento más acabado de las características fisiológicas y morfológicas de las mismas. Dentro de las características anteriormente mencionadas, la naturaleza de la superficie cuticular, es uno de los factores que más afecta la retención foliar del glifosato, mientras que la orientación, forma y rugosidad son factores de relativamente escasa importancia (Martino, 1995).

Según el mismo autor la edad de la planta y su estado fenológico son factores que deben ser considerados cuando se decide su tratamiento con glifosato. A mayor edad de la planta, mayor es la dosis de glifosato necesaria para matarla. Las malezas perennes requieren dosis más altas que las anuales y para este tipo de maleza, la época del año es más importante que el tamaño de la planta en la determinación del éxito o fracaso de una aplicación de glifosato; ya que con ciclo estival están movilizando carbohidratos desde los órganos subterráneos hacia los aéreos, la translocación del herbicida puede verse reducida, o tener mínimo impacto, ya que las plantas se encuentran formando nuevas estructuras aéreas, que no serán alcanzadas por el herbicida (Martino, 1995).

El glifosato posee una rápida degradación química y microbiana en el suelo, además de una baja toxicidad para mamíferos, lo que lo hace un agroquímico muy seguro desde el punto de vista ambiental (Martino, 1995). Presenta además la característica de no ser volátil, por lo que no hay contaminación atmosférica; y queda fuertemente retenido en el suelo, quedando inactivado, no dando lugar a reacciones químicas en el mismo; lo que impide su lixiviación. Su movilidad aumenta ligeramente a mayor PH y a altos niveles de fosfatos inorgánicos en el suelo. Su residualidad es baja, siendo la misma de 1 a 2 días; y presenta una vida media de 47 días, sin embargo su adsorción es fuerte por lo que se pueden sembrar cultivos inmediatamente después de su aplicación. Lo anterior determina que su aplicación sea únicamente foliar y como posemergente (Duke y Powles, 2008).

No es bioacumulable, ya que se ha demostrado una mínima retención en tejidos, y una rápida eliminación en un gran número de mamíferos, aves y peces. Los residuos en cultivos agrícolas son mínimos, por lo tanto la posibilidad de exposición de seres humanos, ganado y fauna silvestre es extremadamente baja (Modernel, 2007).

Presenta la característica alta solubilidad en agua, y por tanto es relativamente fácil de lavar desde la superficie de las hojas. Su aplicación debe de ser cuidadosa, en caso de existir precipitaciones (Martino, 1995).

En un estudio comparativo de los diferentes métodos de control, la utilización de glifosato, demostró ser el control de menor costo comparado con los controles mecánico y manual. La plantas de eucalipto que crecieron en las parcelas que recibieron la aplicación de glifosato para el control de las malezas; presentaron mayor velocidad de crecimiento, altura, diámetro del cuello, área foliar y mayor masa seca en sus diferentes partes en comparación con los otros controles. Ha demostrado ser un excelente graminicida, con dosis umbrales bajas (Toledo et al., 1996).

Su uso es pertinente cuando se desea complementar el tratamiento con un herbicida residual, o para reducir la dosis de glifosato sustituyéndolo por productos de menor costo (Martino, 1995). Puede ser mezclado con productos residuales para obtener un control más duradero (Methol, 1996). Al ser mezclado con otros productos, puede haber un cambio en su actividad, especialmente con aquellos formulados como polvos mojables, dándose una interacción física negativa dentro de la solución conteniendo los herbicidas; no así una interacción biológica dentro de la planta (Kogan, 1993).

Según Smith, citado por Martínez y Quintela (1994) el herbicida glifosato no interfiere en la actividad del cambium de los árboles, por lo que es indiferente la ejecución de tratamientos de otoño y primavera.

#### **2.5.4.1 Uso de glifosato en la fila de plantación**

El glifosato es uno de los pocos ingredientes activos registrados para el uso agrícola, que por sus características favorables, lo lleva a ser uno de los herbicidas de amplia utilización para el manejo de malezas en las plantaciones forestales. El control de malezas con glifosato, en aplicaciones dirigidas es intenso en los primeros años de implantación del cultivo, pudiendo extenderse para todo el ciclo, en caso de reinfestaciones (Tuffi Santos, 2007).

El uso del herbicida glifosato en la fila de plantación corresponde a un tratamiento que se le da selectividad a través del método de aplicación, porque se aplica con pulverizadora de mochila con una pantalla protectora en la salida de la boquilla, la que disminuye la posibilidad de deriva hacia el árbol. Aún así es una técnica de difícil implementación, por los costos de la mano de obra, las escasas ventanas de aplicación debido a las condiciones limitantes de viento, bajo rendimiento operativo, dificultad operativa en situaciones de malezas de gran porte o que se encuentran próximas al árbol, las que ofrecen mayor competencia y que a veces no son controladas por evitar el mojado las hojas o ramas del árbol (Kogan et al., 1992).

El mismo autor recomienda que para las malezas anuales se apliquen dosis de 0,5-0,7 kg/ha de ingrediente activo, mientras que para malezas perennes, herbáceas, y arbustivas recomienda dosis que fluctúan entre 2-3 kg/ha. El mismo autor sugiere que el volumen de aplicación no debe de ser superior a 200- 250 l/ha en equipos convencionales (Kogan, 1993).

Dalla Tea (1995) en un ensayo realizado en INTA Concordia, Argentina obtuvo buenos resultados en plantaciones de *Eucalyptus grandis* aplicando glifosato 2,8 l/ha en mezcla con Oxifluorfen 2 l/ha a los 14 días posteriores a la plantación; y glifosato más terbutilazina en una dosis de 3,5 kg/ha a los 60 días posteriores de la plantación.

Christoffoleti (1997) evaluando el efecto de diferentes dosis de glifosato sobre *Cyperus rotundus* encontró que con dosis de 2 y 3 kg/ha del herbicida y realizadas en una única aplicación; fue suficiente para un control satisfactorio de las malezas durante 30 días. Asimismo dosis de 6 kg/ha y superiores, no son recomendadas, ya que el grado de control es similar al logrado con dosis de 2 y 3 kg/ha.

Por su parte Toledo et al. (1996), recomienda dosis relativamente menores a las anteriormente mencionadas, las que varían entre 0,44 y 1,8 l/ha de producto comercial, tanto en el momento de preparación de sitio como en posplantación; demostrando una residualidad que alcanzó los dos años. Para las aplicaciones posplantación, su efecto máximo se da en las semanas 6 a 10 posplantación.

#### **2.5.4.2 Consecuencias negativas**

En aplicaciones dirigidas de glifosato, el propio cultivo de eucalipto puede ser afectado por el contacto con el herbicida, pudiendo causar intoxicación, disminución en el crecimiento, y muerte de las plantas (Tuffi Santos et al., 2008). Es una actividad muy riesgosa en términos de la eficacia, ya que pequeñas cantidades de producto que lleguen de forma accidental, pueden causar fitotoxicidad, quemado del follaje, y pérdidas de árboles; dada la excelente traslocación desde la hoja hacia los puntos de crecimiento (Duke y Powles, 2008).

En un estudio en el que se evaluó los daños visuales y anatómicos causados por el herbicida glifosato en hojas de clones de *Eucalyptus grandis*, se encontró que todas las plantas presentaron daños de clorosis y necrosis; tanto en la porción basal, como en la porción apical de las plantas. Tal clorosis fue causada por una degeneración de los cloroplastos, y una inhibición en la formación de la clorofila. Otros daños encontrados fueron: plasmólisis, hiperplasia, hipertrofia, formación de tejido de cicatrización y acumulación de compuestos fenólicos; independientemente de la dosis utilizada. Otras observaciones a nivel microscópico fueron: modificaciones celulares en las hojas, y en cuya parte adaxial de la epidermis, los estomas estuvieron restringidos a la proximidad de la nervadura mediana. La nervadura media presentó haces vasculares bicolaterales y el parénquima empalizado estuvo interrumpido por el colénquima (Tuffi Santos et al., 2008).

El uso repetido del glifosato, tiene consecuencias negativas sobre la evolución y cambio de las malezas, las que generan una resistencia al mismo. Cuando se hacen producciones intensivas de cultivos, con una alta dependencia del glifosato para el control de malezas, los nichos agro-ecológicos que resultan cuando las malezas son bien controladas por el glifosato, finalmente esos nichos son ocupados por otras especies naturalmente tolerantes que comienzan a predominar en esos ecosistemas. La predominancia de malezas tolerantes presenta un ritmo acelerado, especialmente asociado con la aparición de cultivos transgénicos y a la producción de grandes extensiones de monocultivos; lo que está relacionado a la intensa presión de selección, por la utilización masiva del mismo (Duke y Powles, 2008).

En otro estudio en el que se evaluó el efecto del glifosato sobre plantas de eucalipto, cuando se usaron dosis de 173 g/ha los síntomas encontrados fueron marchitamiento, clorosis y hojas espiraladas. Cuando la dosis evaluada fue de 354 g/ha los síntomas fueron necrosis, senescencia foliar y muerte de las plantas. Todas las plantas presentaron heridas severas en la parte aérea, afectando su desarrollo, causando una reducción en altura, en diámetro del cuello y en biomasa total. Se identificaron otros daños micromorfológicos que ocurrieron antes de los síntomas visibles, relacionados a erosión de las ceras epicuticulares e infecciones de tipo fúngicas en las hojas (Tuffi Santos, 2006).

Síntomas similares fueron encontrados en plantas de *Eucalyptus urograndis* pulverizadas con 172,8 y 345,6 g/ha de glifosato y los daños visuales en el parte foliar fueron superiores al 25% (Durigan, 1989).

El glifosato desencadena la muerte de las plantas solamente a partir de las dos o tres semanas posteriores a la aplicación, especialmente cuando el daño es causado en los tejidos jóvenes. La acción lenta del herbicida se debe a la gran cantidad de aminoácidos aromáticos que existen en las plantas, por lo que se requiere de cierto tiempo para que se agoten dichos aminoácidos; y consecuentemente para que disminuya la tasa de síntesis de proteína (Kogan y Pérez, 2003).

Sant'Anna-Santos et al., citados por Tuffi Santos et al. (2008), demostraron que situaciones de stress de tipo biótico o abiótico, pueden llevar a un incremento en los contenidos de compuestos fenólicos en las plantas. En tanto la ruta del ácido chiquímico, que es la principal vía de formación de compuestos fenólicos queda inhibida por la acción directa del glifosato, cuando las plantas quedan expuestas al herbicida.

Duke y Powles (2008) estudiando los efectos del glifosato en la nutrición de micronutrientes de las plantas, encontraron que el uso continuo de éste, reduce el crecimiento y la productividad de los cultivos, aumenta los problemas de enfermedades y la deficiencias de micronutrientes, inhibe la fijación biológica del nitrógeno, además de traer aparejado un aumento en el uso de insecticidas, funguicidas, y de fertilizantes foliares con micronutrientes, dada la deficiencia que causa. También el glifosato es antagonista en la absorción, transporte y acumulación de los nutrientes: Ca, Mg, Mn y Fe, por la formación de complejos catiónicos poco solubles. Relacionado a lo anterior el glifosato afecta los mecanismos genéticos de adaptación de plantas en sitios con deficiencia de Fe.

Huber (2007) encontró que las aplicaciones continuas por varios años provocaron cambios en el equilibrio microbiológico del suelo, interferencias en la población de micorrizas que comprometieron la nutrición de las plantaciones de interés, en suelos con bajas disponibilidad de Zn y P. Por otro parte, estimula el aumento de organismos patógenos y oxidantes de Mn, los que imposibilitan la disponibilidad de de esos nutrientes para la planta y las predisponen a enfermedades.

Sant'Anna-Santos et al., citados por Tuffi Santos et al. (2006) otros de los efectos negativos es la contaminación de cuerpos de agua superficial, ya sea por aspersión directa, por efecto de la deriva, o por lixiviación a los acuíferos. La aplicación de glifosato afecta todo el sistema productivo y natural del suelo de las zonas donde es aplicado, desde el inicio de la cadena trófica, hasta los procesos de descomposición del ciclo de nutrientes. Existe una afectación en comunidades de microorganismos que juegan importantes roles en el ciclo de nutrientes, como bacterias nitrificantes y bacterias simbióticas con plantas, micorrizas y agentes descomponedores.

### 2.5.4.3 Deriva y problemas que ocasiona la deriva

Dado su espectro de control, las aplicaciones de glifosato se realizan de forma dirigida con pantalla, para evitar el mojado del follaje del eucalipto, y la deriva del producto. Tal aplicación se puede realizar en cualquier época del año, siempre que la maleza se encuentre en activo crecimiento, evitando épocas de sequía o de frío intenso y/o en momentos de presencia de rocío.

Dosis subletales de glifosato arrastradas por el viento, pueden causar daño en las diferentes especies vegetales tanto cultivos implantados como naturales, pudiendo afectar algunas especies que se encuentren a más de 20 metros del lugar de aplicación. La deriva depende de la forma de aplicación, ya sea por vía terrestre o vía aérea; y para esta última es importantísima la velocidad del viento en el momento de aplicación (Benachour y Saralini, 2009).

Para el caso de aplicaciones terrestres, entre el 14 y 78% del herbicida aplicado sale del sitio, y resultados demuestran que especies sensibles murieron a 40 m de distancia del sitio asperjado (Benachour y Saralini, 2009).

Otro autor indica que especies susceptibles pueden morir en una ubicación de 100 metros de distancia, y que se han encontrado residuos a 400 metros del sitio de aplicación terrestre (Durigan, 1989).

La destrucción de la vegetación distinta a la que se quiere controlar por efecto de la deriva, ha sido reportada y por los impactos en ciclo de nutrientes, afectando a toda la cadena trófica por un efecto en cascada, como la destrucción del hábitat, sitios de alimentación, reproducción, apareo, anidación de aves y mamíferos (Benachour y Saralini, 2009).

Por el contrario, Dinardo et al. (1998) encontró que las plantas de eucalipto que convivieron con *Brachiaria decumbens* controlada con glifosato a los 106 días posteriores al trasplante, no se diferenciaron en las características analizadas de las plantas cuyo control se realizó manualmente. El uso de glifosato para el control de esta maleza, no causó ningún efecto negativo sobre el crecimiento inicial de las plantas de eucalipto; o sea las malezas controladas no ejercieron efectos inhibitorios u alelopáticos.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO**

El ensayo se realizó en el establecimiento “La Merced”, propiedad de la empresa Forestal Oriental S.A.; ubicado en la ruta nacional No. 90, próximo al pueblo Orgoroso, departamento de Paysandú. La ejecución del mismo estuvo comprendida en el periodo de abril de 2009 a enero de 2010.

Los suelos presentes en el establecimiento son 9.3 clasificación de CONEAT, correspondiendo a Planosoles Dístricos Ócricos y Melánicos, con un relieve suavemente ondulado con predominio de pendientes de 1 a 3 %. Suelos de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto.

La formación geológica corresponde a la Formación Asencio, compuesta por areniscas de color rosa pálido a blanco, de grano fino, generalmente redondeado y subredondeados, con cemento arcilloso illítico o calcáreo. Estas areniscas constituyen las rocas resultantes de la sedimentación y litificación originales, de los que resultan las rocas con poca resistencia mecánica a consecuencia de lo cual se desagregan y erosionan con suma facilidad. El contenido de feldespato está alterado y aumenta su proporción en las fracciones más finas. Existen fenómenos de silicificación de forma esporádica, y fenómenos generalizados y específicos de ferrificación (Bossi y Navarro, 1991).

La historia del área experimental correspondía al uso pastoril de vegetación en general de pradera estival con baja densidad de malezas.

El experimento se instaló en una plantación de otoño de *Eucalyptus dunii*, realizada el 26 de abril del 2009. El origen de la semilla utilizada es Urbenville, Nueva Gales del Sur, Australia. Al momento de plantación los plantines tenían alrededor de 3 meses de edad y se estableció en un marco de plantación de 2 m de distancia entre árboles y 3 m de distancia entre filas. Luego de establecida la plantación se realizó una fertilización starter el 27 de abril con 60 g por planta de 18-46-00 en 2 hoyos, a ambos lados de la planta.

### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

El diseño experimental fue de bloques al azar con 3 repeticiones, la parcela experimental correspondió a dos surcos, con 10 árboles cada uno, que según el marco de plantación, totalizaba un área de 60 m<sup>2</sup>. Los tratamientos evaluados fueron 3 alternativas de herbicidas preemergentes aplicados en la fila de plantación aplicados una sola vez (T1, T2, T3) y en dobles aplicaciones (T4, T5, T6), más los testigos con y sin presencia de malezas, totalizando 8 tratamientos (Cuadro No. 1).

Cuadro No. 1. Descripción de los tratamientos evaluados

Trat.	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis en ingrediente activo (g/ha)	Dosis de producto comercial	Fecha de aplicación
1	oxifluorfen + acetoclor	Oxerb 24 EC + Chaná	240 + 1800	1 l/ha + 2 l/ha	20/05/09
2	isoxaflutole	Fordor	150	200 g/ha	20/05/09
3	isoxaflutole	Fordor	225	300 g/ha	20/05/09
4	oxifluorfen + acetoclor	Oxerb 24 EC + Chaná	240 + 1800	1 l/ha + 2 l/ha	20/05/09 y 12/09/09
5	isoxaflutole	Fordor	150	200 g/ha + 200 g/ha	20/05/09 y 12/09/09
6	isoxaflutole	Fordor	225	300 g/ha + 300 g/ha	20/05/09 y 12/09/09
7				Testigo sin malezas (siempre limpio)	
8				Testigo con malezas	

El testigo sin malezas se mantuvo con aplicaciones de glifosato cada vez que aparecían emergencias o retirando las mismas de forma manual.

La plantación fue realizada en la segunda quincena de abril, la instalación y la primera aplicación de los herbicidas preemergentes fue realizada el día 20/05/09. Los tratamientos que llevaban la doble aplicación (T4, T5, T6) recibieron la segunda el día 12/09/09. La aplicación se realizó sobre la fila de plantación con un ancho de 1.5 m pulverizando sobre los árboles. La misma se realizó con una pulverizadora de mochila con una boquilla de tipo gran angular de chorro plano (TF 2.5) marca Teejet, a un volumen de 200 l/ha.

Las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación fueron de: 14.8 °C de temperatura, humedad relativa de 77% y velocidad del viento de 10 km/h.

### **3.3 DETERMINACIONES**

#### **3.3.1 Evaluaciones de selectividad de los tratamientos herbicidas**

La selectividad de los herbicidas fue evaluada a través de observación visual de daños en los árboles a los 29 días posteriores a primera aplicación (dpa). También se evaluó el crecimiento de los árboles en el período experimental, para lo cual se evaluó la altura al momento de realizar la aplicación (0 dpa) y a los 29, 57, 91, 125, 160 y 236 dpa. Para esta evaluación se midieron 10 de los 20 árboles de cada parcela, considerando siempre los mismos y realizando la medición desde el cuello al ápice.

#### **3.3.2 Evaluaciones de control de malezas**

Las determinaciones de malezas fueron realizadas a los 57, 91, 125, 160 y 236 dpa. A los 57 dpa se evaluó la densidad de malezas (No./m<sup>2</sup>) para cada especie presente utilizándose un cuadro de 30 x 30 cm lanzado 6 veces al azar en la fila de plantación. En las siguientes evaluaciones debido al aumento de la densidad de malezas se decidió realizar una estimación de porcentaje de cobertura total y para cada una de las principales especies presentes, usando la misma metodología.

### **3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizaron dos análisis estadísticos para las variables incremento de altura y cobertura de malezas, el primero de ellos para las fechas 29, 57 y 91 dpa en que se incluyó los 8 tratamientos del ensayo, y un segundo análisis para las fechas 125, 160 y 236 dpa en el que no se incluyó el testigo sin malezas (tratamiento 7). Lo anterior fue necesario ya que a partir de los 125 dpa por problemas operativos no se logró mantener efectivamente en esas condiciones.

El análisis estadístico de la altura de los árboles presentó interacción fecha de evaluación x tratamiento ( $P < 0.06$ ) por ello los resultados se presentan para cada fecha de evaluación.

Las variables cuantificadas, cobertura total de malezas, cobertura por especie e incremento de alturas fueron analizadas tomando en cuenta la realización de subparcelas al momento del muestro y la realización de mediciones repetidas en el tiempo, por lo tanto se ajustó el siguiente modelo lineal con la forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + H_j + \delta_{ij} + M_k + (MH)_{kj} + \epsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable aleatoria observable.

$\mu$  = Media general.

$\beta_i$  = Efecto del i-ésimo bloque.

$H_j$  = Efecto del j-ésimo herbicida preemergente.

$\delta_{ij}$  = Error Experimental.

$M_k$  = Efecto del k-ésimo fecha de evaluación.

$(MH)_{kj}$  = Interacción entre fecha de evaluación y herbicida preemergente.

$\epsilon_{ijk}$  = Error de la fecha de evaluación.

Se utilizaron diferentes pruebas para probar las distintas hipótesis, una de ellas fue en el análisis de varianza (ANAVA), para poder comparar si existió variación entre los efectos fijos (tratamientos), entre las distintas fechas y la interacción entre ambos.

En todos los casos fue utilizado el programa de análisis estadístico: Statistical Analysis System (SAS). La prueba de comparación de medias utilizada fue Tukey para determinar el efecto de los tratamientos a través de las diferentes fechas.

Se plantearon también distintos sistemas de contrastes entre tratamientos, para las fechas anteriores a la segunda aplicación se realizaron contrastes de los tratamientos 1 vs. 7, 2 vs. 7 y 3 vs. 7 que implicaban todos los herbicidas utilizados contra el testigo siempre limpio. Para las fechas posteriores a la segunda aplicación que son 125, 160 y 236 dpa se realizaron los contrastes de las únicas y dobles aplicaciones entre sí, los tratamientos 1 vs. 4, 2 vs. 5 y 3 vs. 6. Además de realizarse los contrastes de los tratamientos 1, 2, 3 vs. 4, 5, 6 para observar las diferencias entre únicas y dobles aplicaciones.

El análisis estadístico a partir de los datos obtenidos de especies de malezas presentes, se realizó a través del proceso GLIMMIX perteneciente al programa SAS, dado que las especies varían a través de las fechas. En este caso también fue utilizado el test de Tukey para comparación de medias.

### 3.5 DATOS METEOROLÓGICOS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

A continuación se presentan los datos promedios mensuales, tanto de precipitaciones, como de temperaturas mínimas, y máximas; para los meses de duración del experimento.

Cuadro No. 2. Variables Agroclimáticas

	Lluvias totales (mm)	T. máx. prom. (°C)	T. mín. prom. (°C)
Mayo	62	23	8
Junio	32	18	4
Julio	56	16	3
Agosto	53	22	6
Setiembre	104	18	7
Octubre	60	24	8
Noviembre	448	28	15
Diciembre	278	28	15
Enero	147	32	17

Fuente: Caraballo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Caraballo, P. 2010. Com. personal

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se realizaron dos tipos de análisis estadísticos para las variables incremento de altura y cobertura de malezas, el primero de ellos para las fechas 29, 57 y 91 dpa en que se incluyó los 8 tratamientos del ensayo, y un segundo análisis para las fechas 125, 160 y 236 dpa en el que no se incluyó el testigo sin malezas (tratamiento 7). La exclusión de este tratamiento fue necesaria porque a partir de los 125 dpa por problemas operativos no se logró mantener efectivamente en esas condiciones.

El análisis estadístico de la altura de los árboles presentó interacción fecha de evaluación x tratamiento ( $P < 0.06$ ), por ello los resultados se presentan para cada fecha de evaluación.

Para las 5 primeras fechas de evaluación (0, 29, 57 y 91 dpa), al no haberse realizado todavía las reaplicaciones de herbicidas, los tres primeros tratamientos coinciden con los tratamientos 4, 5 y 6, por lo que 1 y 4, 2 y 5, 3 y 6 son exactamente los mismos. Esta consideración es muy importante de recordar para la comprensión de los análisis de resultados.

##### **4.1 EVALUACIÓN DEL DÍA DE LA APLICACIÓN (FECHA 0)**

La primera evaluación coincide con el mismo día que se realizó la primera de las dos aplicaciones de los herbicidas, por ello es denominada fecha 0. Las mediciones de altura de los árboles realizadas al momento de la aplicación determinaron que no hay diferencias estadísticas de los distintos tratamientos (Cuadro No. 3), sin embargo las diferencias absolutas son importantes, por lo que se decidió, a partir de ese momento realizar la comparación entre tratamientos a partir de los incrementos de cada fecha de evaluación con respecto a la altura inicial. La elevada variabilidad en la altura inicial de los árboles se asoció a que las plantas son provenientes de semilla, determinando que cada una sea un genotipo diferente, único e irrepetible que interacciona con el ambiente de la misma forma.

Cuadro No. 3. Altura total de los árboles Fecha 0

Trat.	HERBICIDAS (nombre comercial y dosis en PC)	Altura Total (cm)
1	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	33.4 a
2	Fordor (200 g)	33.3 a
3	Fordor (300 g)	30.8 a
4	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	32.0 a
5	Fordor (200 g)	34.8 a
6	Fordor (300 g)	32.1 a
7	Testigo sin malezas	30.5 a
8	Testigo con malezas	37.9 a

#### 4.2 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 29 dpa

A los 29 días se realizó la primera evaluación de altura posterior a la aplicación de los premergentes, el análisis estadístico realizado para esa fecha, no reveló diferencias significativas en los incrementos (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4. Incremento en altura hasta los 29 dpa

Trat.	HERBICIDAS (nombre comercial y dosis en PC)	Incrementos en altura (cm)
1	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	0.76 a
2	Fordor (200 g)	1.76 a
3	Fordor (300 g)	1.16 a
4	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	1.30 a
5	Fordor (200 g)	1.96 a
6	Fordor (300 g)	2.00 a
7	Testigo sin malezas	2.30 a
8	Testigo con malezas	0.76 a

Para al análisis de los tratamientos por medio de contrastes, dadas las características del ensayo, se decidió tomar las evaluaciones de los tratamientos 1, 2 y 3.

Se destacó el incremento superior del tratamiento sin malezas, aunque sin diferencias estadísticas. Tampoco los contrastes de este tratamiento con los diferentes preemergentes pudieron detectar diferencias (Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Contrastes e incrementos de altura a los 29 dpa

Contraste	Incrementos de altura (cm)	Probabilidad
T1 vs. T7	-0.5111	0.1087
T2 vs. T7	-0.1778	0.5496
T3 vs. T7	-0.3778	0.2199

La falta de respuesta al uso de herbicidas en esta fecha, se debe a la ausencia de malezas, no se había establecido aún una relación de competencia árbol-maleza. También puede interpretarse que no hubo efectos de fitotoxicidad por el uso de los preemergentes.

Se realizó una evaluación de daño para determinar la selectividad de los herbicidas, para lo cual se elaboró una escala visual donde se consideró presencia o no de síntomas y su severidad a nivel de hojas y plantas.

Los daños observados fueron pequeñas manchas necróticas, de color ocre, con borde neto y forma redondeada. Solo presentaron estos síntomas las plantas de los tratamientos 1 y 4 que consistieron en la combinación de los herbicidas Oxerb+Chaná. Las manchas se mostraron en forma bastante dispersa en las plantas y no fueron afectadas todas ellas. Los síntomas coinciden con datos reportados para el caso de Oxifluorfen con manchas blancas en las hojas, cuando es aplicado en postemergencia temprana, las que se visualizan entre 24 y 48 horas posteriores a la aplicación, sintomatología característica de los herbicidas inhibidores de la enzima Prottox (Fernández-Quintanilla y García Torres, 1991).

Daños similares fueron reportados por Mentruyt, citado por Franceschini y Trindade (1998), cuando se presentaron condiciones de mojado accidental de las hojas con este herbicida, el autor menciona que el leve efecto de fitotoxicidad desapareció a los 33 días. Dicha fitotoxicidad no se vio incrementada con el aumento de las dosis de producto de 0.96 a 1.44 kg de i.a./ha.

Figura No. 1 Daños de fitotoxicidad encontrados en tratamiento mezcla Oxerb + Chaná



Si bien estos tratamientos a la fecha manifestaron síntomas de daño en algunas hojas, la superficie afectada nunca fue superior a 50%. No se observaron pérdidas de plantas por efectos de fitotoxicidad y tampoco disminuciones en el crecimiento en la altura de los árboles (Cuadro No. 4).

El herbicida Fordor, bajo las condiciones del ensayo y para las dosis utilizadas resultó selectivo para *E. dunnii* no mostrando daños visuales de fitotoxicidad.

Para esta fecha, las malezas presentes dominantes en el testigo sucio fueron las que se encuentran típicamente en suelos con historia de chacra, *Lolium multiflorum*, *Conyza bonariensis*, *Gamochaeta* spp, *Senecio selloj*, *Senecio brasiliensis* consideradas de elevada agresividad. También fueron identificadas las especies *Coronopus didymus*, *Anagallis arvensis*, *Piptochaetium montevidensis*, *Oxalis* spp, *Alophia silvestris*, *Apium* spp. también especies pertenecientes a la familia Liliaceae. Otras malezas con una menor presencia fueron *Avena fatua*, *Silene gallica*, *Dichondra* spp., *Trifolium pratensis*, y *Lotus* spp,

#### 4.3 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 57 dpa

Los incrementos de altura a los 57 dpa presentaron el mismo comportamiento que los encontrados en la fecha de los 29 dpa, ya que no se evidenciaron efectos de la competencia de malezas y tampoco del uso de preemergente (Cuadro No. 6).

Cuadro No. 6. Incremento en altura a los 57 dpa

Trat.	HERBICIDAS (nombre comercial y dosis en PC)	Incrementos en Altura (cm)
1	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	1.60 a
2	Fordor (200 g)	3.50 a
3	Fordor (300 g)	2.80 a
4	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	4.40 a
5	Fordor (200 g)	3.20 a
6	Fordor (300 g)	5.26 a
7	Testigo sin malezas	3.20 a
8	Testigo con malezas	2.10 a

Tampoco los contrastes detectaron diferencias entre los distintos tratamientos premergentes y el testigo sin malezas (Cuadro No. 7).

Cuadro No. 7. Contrastes de incrementos de altura a los 57 dpa

Contraste	Incrementos de altura (cm)	Probabilidad
T1 vs. T7	-0.5333	0.1780
T2 vs. T7	0.1000	0.7936
T3 vs. T7	-0.1333	0.7275

Para esta fecha, el espectro de especies de malezas encontradas en los diferentes tratamientos no difiere considerablemente con la fecha anterior.

Cuadro No. 8. Densidad de malezas (No./m<sup>2</sup>) a los 57 dpa

Trat.	<i>Oxalis</i> spp.	<i>Piptochaetium</i> spp.	Liliaceas	Otras
1	0.6 c	0	0	0
2	13.6 bc	0	1.9 b	0.6 b
3	13.5 bc	0	0.6 b	0
4	0	0	0	0
5	15.5 b	0	0.6 b	2.8 b
6	8.0 bc	0	1.8 b	6.8 b
8	53.6 a	7.7 a	37.8 a	27.0 a

1: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 2: Fordor (200 g); 3: Fordor (300 g); 4: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 5: Fordor (200 g); 6: Fordor (300 g); 7: Testigo sin malezas; 8: Testigo con malezas

La mezcla de Oxerb+Chaná controló eficientemente *Oxalis* spp., *Liliaceas* spp. y otras malezas encontradas. Fordor para su dosis 200 g no controló *Oxalis* spp. respecto al testigo y no hubo efecto de dosis. También controló las especies presentes de Liliaceas sin efecto dosis y también sin diferencias con el tratamiento Oxerb+Chaná. Otras especies presentes *Avena fatua*, *Poa anua*, *Cynodon dactylon*, *Stipa* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Alophia* spp. *Apium* spp., *Ammi majus*, *Micropsis* spp., *Gamochoeta spicata*, *Conyza bonariensis*, *Senecio selloi*, *Senecio brasiliensis*, *Anagallis arvensis*, *Cerastium glomeratum*, *Coronopus didymus*, fueron bien controladas, ya que la densidad fue significativamente menor que en el testigo al igual que el Oxerb+Chaná. (Cuadro No. 8).

*Oxalis* spp. es un género de especies de ciclo perenne invernal, brotan a partir de bulbos, florecen en el invierno, son poco relevantes en relación a su agresividad (Marzocca, 1973). Aunque Kissman y Groth (2000) mencionan que algunas especies del género se multiplican de forma agresiva, lo cual la puede convertir en algunas ocasiones en una invasora de importancia.

#### 4.4 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 91 dpa

A los 91 dpa el ANAVA no detectó diferencias en el incremento de altura de los árboles. Al mismo tiempo, el testigo sucio presentó un incremento significativo en la cobertura de malezas, que alcanzó el 66%.

Se interpreta a partir de los resultados presentados en el cuadro No. 9 que el tratamiento 2, correspondiente a Fordor 200 g presenta menor residualidad, a los 91 dpa registra un porcentaje de cobertura de malezas de 13%, mientras que el promedio de los restantes tratamientos la cobertura fue de 2%.

La baja residualidad del isoxaflutole puede estar explicada por la deficiencia hídrica ocurrida en esta primera etapa del experimento, se aplicó sobre suelo seco, donde en los 20 días previos del mes de mayo llovieron 62mm, pero luego de la aplicación solo se registró una precipitación de 1 mm a los 12 días y 8 mm a los 30 días. Esto puede estar explicando la escasa residualidad del Fordor, cuando es usado a una dosis de 200 g. Novo et al. (2005) menciona que la actividad del Isoxaflutole disminuye en períodos de seca, ya que las malezas pueden emerger por no interceptar el producto en la cantidad suficiente. En estas situaciones las raíces de las plantas están situadas en profundidades mayores, y como el herbicida está ubicado en el estrato más superficial del suelo, ocurre una disminución en la absorción.

Según Taylor et al. (2000), la mayor adsorción del Isoxaflutole y la reactivación por la hidrólisis de éste a diketonitrilo (DKN) contribuiría a la eficacia por la recarga en la solución del suelo al momento que ocurren las precipitaciones, considerando además que la solubilidad del DKN es de 300 ppm y la de isoxaflutole es de tan solo 6 ppm (Bayer, 2008), aumentando su disponibilidad para su absorción por las malezas.

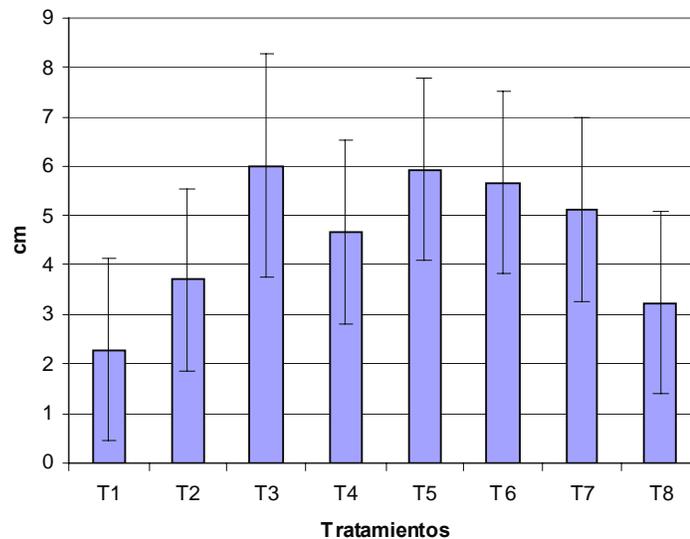
Se puede observar que tratamientos semejantes como lo son hasta la fecha los tratamientos 2 y 5, presentan diferencias en incrementos de altura propios de la variabilidad de la plantación y acentuadas tal vez, como fuera mencionado, por el origen de semilla de los plantines. Aun cuando las diferencias no fueron significativas, hay que mencionar que la cobertura de malezas fue menor en el tratamiento de mayor incremento de altura (Cuadro No. 9).

Cuadro No. 9. Incremento en altura a los 91 dpa

Trat.	HERBICIDAS (nombre comercial y dosis en PC)	Incrementos en Altura (cm)	Cobertura de malezas (%)
1	Oxerb + Chana (1 l + 2 l)	2.30 a	1.00 b
2	Fordor (200 g)	3.73 a	13.00 b
3	Fordor (300 g)	6.02 a	2.33 b
4	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	4.66 a	0.66 b
5	Fordor (200 g)	5.93 a	3.33 b
6	Fordor (300 g)	5.66 a	3.33 b
7	Testigo sin malezas	5.13 a	-
8	Testigo con malezas	3.23 a	66 a

La falta de respuesta podría ser explicada por el elevado error estándar de los tratamientos (Figura No. 2), lo que no permite encontrar diferencias válidas estadísticamente.

Figura No. 2. Representación de las medias de incrementos de altura y los valores del error estándar a los 91 dpa



**T1:** Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); **T2:** Fordor (200 g); **T3:** Fordor (300 g); **T4:** Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); **T5:** Fordor (200 g); **T6:** Fordor (300 g); **T7:** Testigo sin malezas; **T8:** Testigo con malezas

Nuevamente se realizaron los contrastes con el tratamiento 7 y a pesar de la competencia de malezas ya comentada, no se encontró algún efecto. Lo anterior puede estar explicado porque la competencia visualizada a través del aumento de porcentaje de cobertura solamente se estableció en los últimos 34 días (desde la evaluación de los 57 dpa a los 91 dpa).

Cuadro No. 10. Contrastes de incrementos de altura para 91 dpa

Contraste	Incrementos de altura (cm)	Probabilidad
T1 vs. T7	-0.9444	0.2993
T2 vs. T7	-0.4667	0.6021
T3 vs. T7	0.2956	0.7671

Cabe destacar que los resultados obtenidos pudieron estar influenciados por la falta de lluvias durante la primera mitad del período experimental, ya que en los meses de mayo a agosto se registraron un promedio mensual de lluvias de 51 mm, la falta de agua afectó la emergencia de malezas.

La menor biodisponibilidad de los herbicidas para las plantas por la falta de agua, es bien argumentada por Kogan y Pérez (2003) que mencionan que la humedad del suelo es necesaria para que se pueda llevar adelante la actividad de los herbicidas preemergentes, por lo que su acción decrece en situaciones de falta de lluvia. La humedad determina la distribución del producto en el suelo, y al ser productos que ingresan por la raíz, precisan de humedad en suelo para que esta ocurra.

Para el caso del Oxifluorfen distintos autores coinciden que en situaciones de falta de agua en el momento de aplicación del herbicida, y posterior a esta instancia, el producto queda inactivado. Además por ser fotoestable, se activa instantáneamente en contacto con el agua de lluvia (Dalla Tea et al. 2002, Novo et al. 2005). En nuestras condiciones de deficiencia hídrica la falta de agua no afecto mayormente la residualidad del mismo.

Para el análisis de densidad de malezas a los 91 dpa, Oxerb+Chaná tiene un buen control en *Oxalis spp.* sin embargo para este género Fordor resulta en un deficiente control sin efecto de dosis, incluso sin diferencias con el testigo que presenta una densidad de 35 plantas/m<sup>2</sup>. También para las Liliaceas no existe efecto de dosis para este herbicida, a pesar de que no difiere significativamente del testigo, el control en éstas especies fue de 88% en comparación al testigo (Cuadro No. 11).

Cuadro No. 11. Densidad de malezas (No./m<sup>2</sup>) a los 91 dpa

Trat.	<i>Oxalis spp.</i>	Liliaceas	<i>Lolium multiflorum</i>	Otras
1	4.0 cd	1.8 b	0.01 a	0
2	41.4 a	5.1 ab	0.28 a	4.9 b
3	21.0 abc	3.5 ab	0.01 a	3.8 b
4	2.3 d	0	0.01 a	1.8 b
5	14.5 abcd	0.6 b	0.28 a	8.6 b
6	13.8 abcd	5.0 ab	0.01 a	5.9 b
8	35.3 ab	29.0 a	0.01 a	111.9 a

1: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 2: Fordor (200 g); 3: Fordor (300 g); 4: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 5: Fordor (200 g); 6: Fordor (300 g); 7: Testigo sin malezas; 8: Testigo con malezas

En las malezas agrupadas dentro de la clase otras en este caso *Avena fatua*, *Poa annua*, *Cynodon dactylon*, *Stipa spp.*, *Bromus spp.*, *Piptochaetium spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Alophia spp.*, *Apium spp.*, *Micropsis spp.*, *Coronopus didymus*, *Gamochoeta spicata*, *Conyza bonariensis*, *Senecio selloi*, *Senecio brasiliensis*, *Trifolium repens*, *Cerastium glomeratum*, en todos los tratamientos con herbicidas hubo un buen control donde no se superaron las 10 plantas/m<sup>2</sup> siendo destacado el bajo número de emergencias en el tratamiento Oxerb+Chaná.

La dosis 200 g de Fordor tal cual se comentara en el parámetro de porcentaje de cobertura de malezas fue el tratamiento de mayor número de emergencias, incluso se cuantificaron emergencias de *Lolium multiflorum*, que no aparecieron en el tratamiento de Oxerb+Chaná.

En esta fecha de evaluación, también se determinó el mayor número de emergencias de *Conyza bonariensis* en el tratamiento Fordor se cuantificó 1 planta/m<sup>2</sup> y en el testigo 5 plantas/m<sup>2</sup>.

Hasta esta fecha de evaluación (91 días post-aplicación) no se había considerado necesario realizar la segunda aplicación de preemergentes ya que exceptuando el tratamiento de Fordor 200 g los restantes tratamientos presentaban un promedio de cobertura de malezas de tan solo 2%.

La segunda aplicación de los herbicidas preemergentes se realizó a los 112 días (12/09/2009) posteriores a la primera aplicación, ya que se registraba un número creciente de emergencias y la residualidad de la primera aplicación comenzaba a disminuir.

Si bien se conoce que la aplicación de los preemergentes debe ser realizada sobre suelo húmedo y sin presencia de malezas, ya que estos herbicidas solo actúan durante la germinación de ellas o inmediatamente después de la emergencia, no controlando las malezas ya nacidas (Kogan y Pérez, 2003), en el caso de las plantaciones forestales se trata de realizar la segunda aplicación del preemergente procurando capitalizar el mayor tiempo de residualidad posible de la primera aplicación y sin afectar el crecimiento de los árboles. Por otra parte, los herbicidas preemergentes se caracterizan por tener baja absorción y traslocación foliar, lo que hace que las malezas pequeñas puedan ser controladas solamente de forma parcial.

#### **4.5 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 125 dpa**

La fecha 125 dpa, corresponde a la primera medición realizada a los 13 días después de la segunda aplicación. A esta fecha es cuando surgen problemas operativos en el tratamiento 7, el que no se logra mantener siempre limpio, conllevando a problemas de enmalezamiento; por lo que se decidió no incluirlo en el análisis de los resultados.

Al mismo tiempo, esta fecha correspondió a la llegada de la primavera y al consecuente aumento de temperatura, lo que estuvo asociado a una mayor aparición de malezas y gran crecimiento de las ya presentes.

Este aumento de las temperaturas también pudo afectar la biodisponibilidad de los herbicidas en suelo en forma diferencial a lo que fuera la primera aplicación. Ya que las mayores temperaturas ambientales, por una parte, contribuyen a disminuir la cantidad de humedad en el suelo, lo cual afecta la distribución del producto en el suelo y su absorción por parte de las plantas. Por otra parte aumenta la actividad microbiana y en consecuencia la degradación de los herbicidas, también disminuyendo la biodisponibilidad de los mismos.

A pesar de haber transcurrido 125 días de la primera aplicación aún no fue posible detectar diferencias significativas en el incremento de altura entre los tratamientos (Cuadro No. 12).

Los tratamientos que recibieron herbicida, presentaron valores promedios de incremento en altura de 18,4 cm, a diferencia del testigo sin control de malezas, con un valor de incremento de altura de 14,7 cm.

Cuadro No. 12. Evaluaciones realizadas a los 125 dpa

Trat	HERBICIDAS (nombre comercial y dosis en PC)	Incrementos en Altura(cm)	Cobertura de malezas (%)
1	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	18.56 a	15.83 b
2	Fordor (200 g)	18.73 a	22.06 b
3	Fordor (300 g)	18.96 a	10.00 b
4	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l) + Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	17.10 a	8.23 b
5	Fordor (200 g) + Fordor (200 g)	17.26 a	12.93 b
6	Fordor (300 g) + Fordor (300 g)	18.83 a	18.73 b
8	Testigo con malezas	14.76 a	98.90 a

Como fuera mencionado anteriormente, la falta de respuesta a los diferentes tratamientos podría ser explicada por el elevado error estándar de los promedios de los tratamientos.

En cuanto a la cobertura de malezas haciendo la misma comparación, el testigo sin control presentó una cobertura casi total de la superficie difiriendo significativamente con el resto de los tratamientos que presentaron una cobertura promedio de 15 %. A partir de setiembre también hubo un aumento importante en las precipitaciones, 104 mm (Cuadro No. 2), que de aquí en más condicionaron las respuestas del control de malezas.

El tratamiento de Fordor 200 g en una sola aplicación, continuó siendo el tratamiento menos eficiente en el control, presentando el mayor porcentaje de cobertura de malezas con un 22%. La mezcla de Oxerb+Chaná en el tratamiento con doble aplicación es el que presentó mejor control (8% de cobertura).

A los 13 días de realizadas las segundas aplicaciones de preemergentes no pudieron detectarse efectos de los tratamientos sobre el crecimiento de los árboles, los contrastes no presentaron diferencias significativas (Cuadro No. 13). Tampoco se encontraron diferencias significativas para los porcentajes de cobertura, a pesar de que se aprecian diferencias en valores absolutos, y una mayor diferencia aún, cuando se compara cada una de las alternativas herbicidas en su única o doble aplicación para la misma fecha.

Cuadro No. 13. Contrastes de incremento de altura y cobertura de malezas para 125 dpa

Contraste	Nivel de significancia	
	Incrementos de altura	Cobertura malezas
T1 T2 T3 vs. T4 T5 T6	0.4943	0.6392
T1 vs. T4	0.5700	0.4415
T2 vs. T5	0.5700	0.3558
T3 vs. T6	0.9585	0.3770

En la densidad de malezas, se aprecia al igual que en la fecha anterior, *Oxalis spp.* solamente es controlada por Oxerb+Chaná, a pesar de que en el análisis no detectó diferencias debido al elevado error estándar. La doble aplicación no manifestó efecto alguno. En cuanto a Liliáceas no hay diferencias significativas con el testigo enmalezado (Cuadro No. 14).

Cuadro No. 14. Densidad de malezas (No./m<sup>2</sup>) a los 125 dpa

Trat.	<i>Oxalis spp.</i>	Liliáceas	<i>Conyza bonariensis</i>	Otras
1	4.8 a	4.8 a	0.8 a	5.4 b
2	24.1 a	4.9 a	1.3 a	3.0 b
3	10.0 a	3.6 a	0.5 a	0
4	6.4 a	5.5 a	0.5 a	0
5	14,1 a	14.1 a	0.5 a	2.3 b
6	7.7 a	15.2 a	0.5 a	8.3 b
8	16.4	5.5 a	10.1a	48.4 a

1: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 2: Fordor (200 g); 3: Fordor (300 g); 4: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l) + Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 5: Fordor (200 g) + Fordor (200 g); 6: Fordor (300 g) + Fordor (300 g); 8: Testigo con malezas

Para malezas como *Avena fatua*, *Poa annua*, *Lolium multiflorum*, *Cynodon dactylon*, *Stipa spp.*, *Bromus spp.*, *Piptochaetium spp.*, *Digitaria sanguinalis*, *Alophia spp.*, *Apium spp.*, *Micropsis spp.*, *Coronopus didymus*, *Gamochaeta spicata*, *Senecio selloi*, *Senecio brasiliensis*, *Trifolium repens*, *Cerastium glomeratum* consideradas dentro de otras, las diferencias en el número de malezas registrado entre los tratamientos herbicidas y el testigo fueron muy importantes, pero no se registraron diferencias herbicidas, efecto de dosis, ni de efecto de las dobles aplicaciones.

En esta fecha se registró un incremento en la emergencia de *Conyza bonariensis* en el testigo, para los tratamientos herbicidas no existieron diferencias significativas, aunque para tratamiento de Fordor 200g, en aplicación única, hubo mayor número de emergencias.

Las emergencias de *Lolium multiflorum* en esta fecha fueron despreciables.

#### 4.6 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 160 dpa

Para la fecha 160 dpa no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos herbicidas, sí hubo diferencias de un 59 % en incremento de todos los tratamientos con el testigo enmalezado (Cuadro No. 15).

Cuadro No. 15. Evaluaciones realizadas a los 160 dpa

Trat.	HERBICIDAS (nombre comercial y dosis en PC)	Incrementos de Altura (cm)	Altura total (cm)	Cobertura malezas (%)
1	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	50.23 a	86.63	3.66 c
2	Fordor (200 g)	52.33 a	85.63	41.00 b
3	Fordor (300 g)	54.00 a	84.80	5.33 c
4	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l) Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	44.90 a	76.90	9.00 c
5	Fordor (200 g) + Fordor (200 g)	47.46 a	82.26	12.33 c
6	Fordor (300 g) + Fordor (300 g)	50.36 a	82.46	21.00 c
8	Testigo con malezas	29.76 b	67.66	100.00 a

Esta fecha de evaluación corresponde a los 48 días posteriores a la segunda aplicación de herbicida, y se puede observar que una única aplicación de Fordor en dosis 200 g, es insuficiente para el control de malezas (41% cobertura de malezas) lo que justifica una segunda aplicación. El mismo herbicida para la dosis de 300 g no presentó diferencias significativas entre la aplicación única y la doble.

Cuando se evalúa los porcentajes de cobertura para los tratamientos que consistieron en reaplicaciones para esta fecha en comparación con la fecha anterior, se observa que los porcentajes de cobertura de malezas se mantuvieron similares. Los tratamientos más efectivos fueron 1, 3 y 4 con porcentajes inferiores al 10%. No se encontraron diferencias en los tratamientos de la mezcla de Oxerb + Chaná en una y dos aplicaciones, para el Fordor en dosis de 300 g la reaplicación registró un mayor porcentaje de cobertura que una única intervención, no encontrándose una explicación a estos efectos.

El contraste de las aplicaciones únicas versus las repetidas, detecta el efecto de la doble dosis de Fordor 200 g, como ventajosa, con un mejor control de malezas (41% malezas vs. 12%). No se registró una respuesta en el crecimiento de los árboles.

Cuadro No. 16. Contrastes de incremento de altura y cobertura de malezas para 160 dpa

Contraste	Nivel de significancia	
	Incrementos de altura	cobertura malezas
T1 T2 T3 vs. T4 T5 T6	0.1773	0.6532
T1 vs. T4	0.3587	0.5885
T2 vs. T5	0.4010	0.0055
T3 vs. T6	0.5283	0.1167

En esta fecha comienzan a manifestarse cambios en cuanto la especies encontradas, *Oxalis spp.* baja su densidad incluso en el testigo al aproximarse la finalización de su ciclo, para *Anagallis arvensis* existen nuevas emergencias luego de no haberse identificado en las dos fechas anteriores. Las liliáceas también terminan su ciclo y la densidad en los distintos tratamientos no presentan diferencias significativas (Cuadro No. 17).

Cuadro No. 17. Densidad de malezas (No./m<sup>2</sup>) a los 160 dpa

Trat.	<i>Oxalis spp.</i>	<i>Anagallis arvensis</i>	Liliáceas	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Conyza bonariensis</i>	Otras
1	8.2 a	1.8 b	5.0 a	1.2 a	1.4 a	4.9 ab
2	10.3 a	3.8 ab	1.7 a	1.8 a	1.5 a	8.2 ab
3	7.8 a	4.4 ab	2.6 a	1.2 a	1.4 a	4.8 ab
4	9.0 a	2.1 b	3.4 a	0.6 a	3.1 a	1.2 b
5	9.3 a	3.4 b	3.1 a	2.4 a	1.4 a	2.4 b
6	6.6 a	3.8 ab	5.6 a	1.2 a	1.4 a	6.9 ab
8	6.7 a	14.5 a	4.0 a	6.1 a	5.5 a	39.5 a

1: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 2: Fordor (200 g); 3: Fordor (300 g); 4: Oxerb + Chaná (1 l + 2 l) + Oxerb + Chaná (1 l + 2 l); 5: Fordor (200 g) + Fordor (200 g); 6: Fordor (300 g) + Fordor (300 g); 8: Testioo con malezas

La especie *Conyza bonariensis*, aparece en todos los tratamientos sin diferencias en el control por parte de los distintos tratamientos herbicidas. Para el caso de *Lolium multiflorum* no existen efectos de las dobles aplicaciones siendo el Fordor 200g el tratamiento de menor efecto sobre el número de plantas/m<sup>2</sup>.

#### 4.7 EVALUACIONES REALIZADAS A LOS 236 dpa

Para la evaluación correspondiente a los 236 dpa, los tratamientos que recibieron aplicación de herbicidas premergentes presentaron una altura promedio de 195,7 cm, a diferencia del testigo sin control de malezas que presentó una altura de 132 cm (Cuadro No. 18).

Las diferencias entre tratamientos herbicidas comienzan a expresarse a partir de esta fecha, el efecto de la mayor competencia que sufrieron los árboles del tratamiento de Fordor 200g en la evaluación anterior, ahora se manifiesta en un menor crecimiento respecto al tratamiento de la dosis mayor.

Por otra parte, el menor crecimiento del tratamiento mezcla Oxerb+Chaná resultó sorprendente, ya que presentaba una baja competencia de malezas e igualmente manifestó un crecimiento menor y sin diferencias con la doble aplicación. Tampoco se evidenciaron diferencias en el control de malezas.

El testigo sucio continuó con elevada competencia de malezas, manifestándose a los 236 dpa en un bajo crecimiento de los árboles.

Cuadro No. 18. Evaluaciones realizadas hasta los 236 dpa

Trat.	HERBICIDAS (nombre comercial y dosis en PC)	Incremento en Altura (cm)	Altura total (cm)	Cobertura malezas (%)
1	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	155.60 bc	189.0	48.33 c
2	Fordor (200 g)	151.40 c	184.7	67.00 bc
3	Fordor (300 g)	184.20 a	215.0	66.33 bc
4	Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)+Oxerb + Chaná (1 l + 2 l)	142.70 c	174.7	59.66 bc
5	Fordor (200 g) + Fordor (200 g)	178.07 ab	212.87	66.66 bc
6	Fordor (300 g) + Fordor (300 g)	165.73abc	197.83	76.33 b
8	Testigo con malezas	94.86 d	132.76	100.00 a

En las fechas anteriores, una única aplicación de Fordor 200 g mostró no haber sido suficiente para un adecuado control de las malezas, y aunque a los 236 dpa no existan diferencias significativas en el control de malezas entre las aplicaciones únicas y repetidas de este herbicida, si se evidencian respuestas favorables a la doble aplicación en el crecimiento de los árboles.

Los tratamientos de Fordor 300 g con una y dos aplicaciones, no presentaron resultados diferentes en cuanto a incremento de altura y cobertura de malezas.

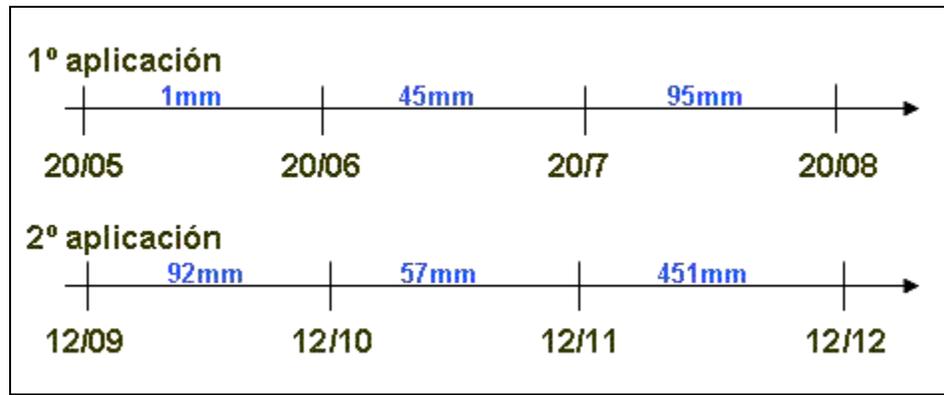
Según los resultados obtenidos hasta los 236 dpa, las aplicaciones dobles no determinaron diferencias destacadas que justificaran dichos tratamientos (Cuadro No. 19), excepto para el tratamiento de Fordor 200 g donde fue necesario una doble aplicación para el control de malezas, sin residualidad más allá de los 124 días luego de la segunda aplicación. Presentando en ese momento una clara ventaja en el crecimiento de los árboles. Este efecto tal vez, podría haber sido más marcado en un año de precipitaciones normales, ya que desde la fecha de evaluación anterior, llovieron 905 mm. Estas condiciones hídricas anormales también afectaron las respuestas de los demás tratamientos.

Cuadro No. 19. Contrastes de incremento de altura y cobertura de malezas para 236 dpa

Contraste	Nivel de significancia	
	Incrementos de altura	Cobertura malezas
T1 T2 T3 vs. T4 T5 T6	0.8952	0.222
T1 vs. T4	0.5340	0.2532
T2 vs. T5	0.2088	0.9730
T3 vs. T6	0.3769	0.3125

Para visualizar mejor el efecto marcado de las lluvias en la actividad de los premergentes y en las respuestas obtenidas se representa en la Figura 4, las precipitaciones ocurridas después de cada aplicación. Evidentemente el comportamiento de los premergentes debió estar afectado por el agua disponible en suelo. En el primer mes después de la primera aplicación apenas llovió 1 mm, mientras que en la segunda aplicación llovieron 92 mm. En el primer caso se puede hipotetizar que la disponibilidad de herbicida fue muy escasa e incluso las emergencias de malezas también, como ya fuera comentado anteriormente. En el segundo caso, hubo agua para disponibilizar el herbicida y hasta para lixiviarlo, por eso la falta de respuesta entre una y dobles aplicaciones.

Figura No. 3. Esquema temporal de las precipitaciones registradas en el período.



A partir de esta fecha se manifestó marcadamente la competencia de las malezas, siendo las coberturas de malezas muy elevadas, superiores al 50%, para todos los tratamientos.

Por otra parte existió un cambio brusco en el espectro de malezas presentes, encontrándose especies típicamente estivales como: *Cynodon dactylon*, *Conyza bonaeriensis*, *Cyperus rotundus*, *Trifolium pratense*, *Lotus spp.*, y *Stipa neesiana*.

A esta fecha, ya transcurridos 4 meses desde la segunda aplicación y con precipitaciones de 900 mm, se consideró que comentar sobre el espectro de control de cada herbicida no era conveniente, ya que el porcentaje de cobertura y densidad registrados, son consecuencia de cambios estacionales que inciden en la composición de tapiz vegetal del suelo.

Con la intención de establecer relaciones entre la competencia de malezas y el crecimiento de los árboles para las evaluaciones de los 91, 125, 160 y 236 dpa se realizaron regresiones entre las variables mencionadas, ajustando un modelo lineal.

El modelo ajustado para cada fecha no presentó en ningún caso un  $r^2$  superior a 0.2, por lo tanto el incremento en altura solo fue explicado en un 20% por la cobertura de malezas.

## 5. CONCLUSIONES

En las condiciones del experimento la respuesta a la eliminación de la competencia de malezas expresada en incremento de altura, solamente se manifestó a los 160 dpa.

Las primeras aplicaciones de los preemergentes Oxerb + Chaná y Fordor 300 g presentaron una residualidad de 91 días, a diferencia de la dosis baja de Fordor que a esa fecha presentaba un 13 % de cobertura de malezas.

Oxerb + Chaná y Fordor 300 g fueron eficientes en el control de malezas, no expresaron diferencias en control ni en incremento en altura entre las aplicaciones únicas o repetidas para el período de evaluación.

Para el tratamiento de Fordor 200 g los contrastes establecidos a los 160 dpa entre las aplicaciones únicas y dobles detectaron ventajas para la doble aplicación en el control de malezas aunque sin respuesta en el crecimiento. Esta respuesta solo fue significativa a los 236 dpa.

Oxerb + Chaná presentó síntomas de fitotoxicidad en *E. dunnii* inmediatamente después de la aplicación. No se observaron pérdidas de plantas por este efecto y en el corto plazo no existieron disminuciones en los incrementos en altura de los árboles. Aunque a los 236 dpa este tratamiento presentó un menor crecimiento, a pesar de la baja competencia de malezas.

El herbicida Fordor, bajo las condiciones del ensayo y para las dosis utilizadas resultó selectivo para *E. dunnii*. Este herbicida en una única y doble aplicación posee un control deficiente de especies de la familia de las Liliáceas y del género *Oxalis*.

Fordor 200 g para el caso de *Lolium multiflorum* y en una única y doble aplicación a los 160 dpa resultó en el tratamiento menos efectivo para el control de esta especie.

Otra especie de interés y presente en el testigo sucio desde el comienzo del experimento fue *Conyza bonariensis*, quien fue relativamente bien controlada hasta los 125 dpa y sin diferencias entre tratamientos.

A lo largo de la realización del ensayo existió un marcado efecto año en cuanto a las precipitaciones, estas se concentraron sobre el final del periodo experimental y posterior a un período de déficit hídrico que limitó las emergencias de malezas y también la acción de los herbicidas. Esta situación climática atípica condicionó las posibles respuestas a las aplicaciones repetidas de los preemergentes.

## 6. RESUMEN

En los últimos años, se han venido realizando estudios de evaluación de los efectos de la interferencia de las malezas sobre el crecimiento y la productividad de las especies del género *Eucalyptus*, siendo que es uno de los manejos determinantes para el establecimiento de la plantación. En este sentido el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de los herbicidas preemergentes en aplicaciones únicas y repetidas, en el control de malezas y en la selectividad para una plantación de otoño de *Eucalyptus dunnii*. A tales efectos se instaló un ensayo en el establecimiento La Merced, propiedad de la empresa Forestal Oriental S.A. en el departamento de Paysandú. El diseño utilizado fue bloques al azar con 3 repeticiones, en parcelas experimentales correspondiente a dos surcos, con 10 árboles cada una de ellas, sobre un marco de plantación de 2 m de distancia entre árboles y 3 m entre filas. Los tratamientos evaluados fueron 3 alternativas de herbicidas preemergentes aplicados en la fila de plantación, con una única aplicación: oxifluorfen 240 g i.a./ha + acetoclor 1800 g i.a./ha; 200 g de isoxaflutole 75 g i.a./ha; 300 g de isoxaflutole 75 g i.a./ha (T1, T2, T3) y las dobles aplicaciones de los tres primeros (T4, T5, T6), más dos testigos sin y con presencia de malezas (T7, T8) totalizando 8 tratamientos. Oxerb+Chaná y Fordor 300 g fueron eficientes en el control de malezas, no expresaron diferencias en control ni en incremento en altura entre las aplicaciones únicas o repetidas para el periodo de evaluación. En Fordor 200 g se detectaron a los 160 dpa ventajas en el control de malezas para la doble aplicación aunque sin respuesta en el crecimiento. Oxerb+Chaná presentó síntomas de fitotoxicidad en *E. dunnii* mientras Fordor resulto selectivo para esta especie.

Palabras clave: *Eucalyptus*; Herbicidas preemergentes; Acetoclor; Isoxaflutole; Oxifluorfen; Glyfosato.

## 7. SUMMARY

In recent years, have been conducting studies to evaluate the effects of weed interference on growth and productivity of Eucalyptus species, being that is one of the maneuvers determinants for the establishment of the plantation. In this sense the objective of this work was to study the effect of herbicides preemergentes single and repeated applications on weed control and the selectivity in a plantation of *Eucalyptus dunnii*. For these purposes a test was installed in establishing La Merced, owned by Forestal Oriental SA in the department of Paysandu. The design used was with complete blocks selected by random with three repetitions in plots for two rows, with 10 trees each, on a plantation within 2 m distance between trees and 3 m between rows. The treatments were three alternatives preemergentes herbicides applied in the planting row, with a single application: oxyfluorfen 240 g ai/ha acetochlor 1800 g ai/ha, 200 g of isoxaflutole 75 g ai/ha, 300 g 75 g isoxaflutole ai/ha (T1, T2, T3) and double applications of the first three (T4, T5, T6) and two witnesses with and without the presence of weeds (T7, T8) a total of 8 treatments. Oxerb+ Chaná and Fordor 300 g were effective in weed control, did not differ in control or increase in height between the single and repeated applications to the evaluation period. At Fordor 200 g were detected at 160 dpa benefits in controlling weeds for double application but no response in growth. Chaná+Oxerb symptoms of phytotoxicity in *E. dunnii* while Fordor results selective for this specie.

Keywords: *Eucalypts*; Pre-emergents Herbicides; Acetochlor; Isoxaflutole; Oxyfluorfen; Glyphosate.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. AMARO, C. 1996. Las malezas y la producción forestal. Uruguay Forestal. no.11: 16-18.
2. BACKMAN, M.; GARCÍA DE LEÓN, J. 2003. Correlations of pulps and paper properties at an early age and full rotation age of five *Eucalyptus* species. Lisboa, Eucepa. p. 9.
3. BALMELLI, G.; RESQUIN, F. 2006. Productividad de diferentes especies de *Eucalyptus* sobre areniscas de Tacuarembó-Rivera. In: Bemhaja, M.; Pittaluga, O. eds. 30 años de investigación en suelos de areniscas INIA Tacuarembó. Montevideo, INIA. pp. 305-312 (Serie Técnica no. 159).
4. BAYER. 2008. Evolution Ok. (en línea). Buenos Aires. s.p. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en <http://www.bayercropscience.com.ar/downloads/folletoevolution2008>
5. BENACHOUR, N.; SERALINI, G. 2009. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. Chemical Resert Toxicological. 22(1): 97-105.
6. BEZUTTE, A. J.; NEMOTO L. R., ALVARENGA, S. F.; CORRADINE, L.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. 1993. Efeito de periodos de convivencia das plantas daninhas sobre o crescimento inicial da cultura do eucalipto. In: Congresso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas (20°. , 1993, Florianópolis). Resumos. s.n.t. pp. 51-53.
7. BOSSI, J.; NAVARRO, R. 1991. Geología del Uruguay. Montevideo, Graphis. v.2, 968 p.
8. BRITO, M. A. R. 1995. Manejo de plantas daninhas em área de reflorestamento. In: Congresso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas (22°. , 1995, Florianópolis). Resumos. s.n.t. pp. 92-95.
9. BRUSSA, C. A. 1994. *Eucalyptus*; especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Hemisferio Sur. 328 p.
10. CAKMAK, I. 2007. Efeitos do glifosato na nutricao de micronutrientes de plantas. In: Simposio Questiona as Caudas dos Problemas de Nutricao e Doencas de Plantas na Agricultura Moderna (2007, Piracicaba). Trabalhos apresentados. Informacoes Agronomicas. 119:5-8.

11. CHRISTOFFOLETI, P. J. 1996. Avaliação do herbicida provenge 750 WG (isoxaflutole) na cultura do milho (*Zea mays*) em condicoes de preemergencia. *Planta Daninha*. 19: 75-83.
12. \_\_\_\_\_. 1997. Resistencia de plantas daninhas aos herbicidas. *In*: Simposio sobre Herbicidas e Plantas Daninhas (1o.,1997, Dourados). Resumos. s.n.t. pp. 75- 94.
13. DALLA TEA, F. 1993. Evaluación temprana de herbicidas y fertilizantes en plantación de *Eucalyptus grandis*. *In*: Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano (4º., 1993, s.l.). Resumos. Paraná, AFAO. t.6, s.p.
14. \_\_\_\_\_. 1995. Herbicidas en plantaciones de *Eucalyptus grandis*. *In*: Congreso Latinoamericano de Malezas (12º., 1995, Montevideo). Proceeding. Montevideo, INIA. p.134 (Serie Técnica no.115).
15. \_\_\_\_\_.; LAROCCA, F. 1998. Manual de producción de eucalipto en la región mesopotámica Argentina. (en línea). Concordia, INTA. s.p. Consultado 12 jun. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/indes.pdf>
16. \_\_\_\_\_.; DÍAZ, D.; JAIME, S. A.; LAROCCA, F.; LAROCCA, L. H.; MARCO, M. A.; REMBADO, G.; SPRIEGEL, M. 2002. Evaluación del efecto de distintas prácticas de control de malezas en la implantación de forestaciones del nordeste de Entre Ríos y sureste de Corrientes. INTA Proyecto Forestal de Desarrollo; informe final. Concordia, SAGPyA-BIRF. 62 p.
17. DINARDO, W.; TOLEDO, R.; ALVES, P.; GALLI, A. 1998. Interferência da Palhada de *Capim-braquiária*, sobre el crecimiento inicial de *Eucalypto*. *Planta Daninha*. 16 (1): 13-23.
18. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; PITTELLI, R. 2003. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. Sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Scientia Forestalis*. no. 64: 59-68.
19. DUKE, S.O.; POWLES, S. B. 2008. Glyphosate; a once in a century herbicide. *Pest Management Science*. 64: 319-325.
20. DURIGAN, J. C. 1989. Comportamento de herbicidas no ambiente. *In*: Seminario Técnico sobre Plantas Daninhas e o Uso de Herbicidas en Reforestamento (1989, s.l.). Trabajos apresentados. Rio de Janeiro, s.e. p. irr.

21. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; GARCÍA TORRES, L. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 257-251.
22. FRANCISCHINI, L.; TRINDADE, O. 1998. Evaluación de herbicidas pre-emergentes en plantaciones primaverales de *Eucalyptus globulus ssp. globulus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
23. HUBER, D. 2007. Efeitos do glifosato em doenças de plantas. In: Simposio Questiona as Causas dos Problemas de Nutricao e Doencas de Plantas na Agricultura Moderna (2007, Piracicaba). Resumos. Informacoes Agronomicas. 119: 13-14.
24. KISSMAN, K. G.; GROTH, D. 2000. Plantas infestantes e nocivas. 2ª. ed. s.n.t. t.3, 726 p.
25. KOGAN, M.; FUENTES, R.; ESPINOZA, N. 1992. Biología de malezas, herbicidas y estrategias en el sector forestal. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. Fundación Chile. 175 p.
26. \_\_\_\_\_. 1993. Malezas; ecofisiología y estrategias de control. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 402 p.
27. \_\_\_\_\_.; PEREZ, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago de Chile, Universidad Pontificia de Chile. 321 p.
28. MAISOR. 2009. Isoxaflutole. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 28 ene. 2010. Disponible en <http://www.maisor.com.uy>
29. MARCHI, S. R. 1996. Efeitos de períodos de convivencia e de controle das plantas daninhas sobre o crescimento inicial e a composicao mineral de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Tese Maestrado. Jaboticabal, Brasil. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Faculdade de Ciencias Agrárias e Veterinárias. 94 p.
30. MARCO, A. 1988. Crecimiento estacional de tres especies de *Eucalyptus*. Concordia, INTA. s.p.
31. MARTINO, D. 1995. El herbicida glifosato; su manejo más allá de la dosis por hectárea. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 61)

32. MARTINEZ, A.; QUINTELA, A. 1994. Control químico de malezas post-plantación en tres especies de *Eucalyptus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 62 p.
33. MARZOCCA, A. 1993. Manual de malezas. 3ª.ed. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 564 p.
34. METHOL, R. 1996. Control de malezas con herbicidas en plantaciones de *Eucalyptus*. In: Jornada Forestal (13º., 1996, Tacuarembó). Memorias. Tacuarembó, INIA/JICA. p.12
35. MODERNEI, R. 2007. Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal. 10a. ed. Montevideo, SATA. 480 p.
36. MONTOUTO, J. C.; CAZABAN, J. 2009. Efecto del laboreo en la eficiencia de herbicidas preemergentes y en el crecimiento del clon *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 49 p.
37. NAKANO, J. A. 1995. Cultivo mínimo do solo em reflorestamento e uso do oxifluorfen no controle de plantas daninhas. In: Seminario sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas (1º., 1995, Curitiba). Resumos. s.n.t. pp. 134-135.
38. NOVO, M. C.; ADORYAN, M. L.; FAVORETTO, P.; TESSARIOLI, J.; MELO, P. C. 2005. Persistencia de isoxaflutole em solo argiloso cultivado com batata. Revista Brasileira de Herbicidas. no. 3: 35-46.
39. PITELLI, R. A. 1987. Competicao e controle das plantas daninhas em areas agricolas. IPEF. 4(12): 25-35.
40. \_\_\_\_\_.; MARCHI, S.R. 1991. Interferencia das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: Seminario Técnico sobre Plantas Daninhas e o Uso de Herbicidas em Reflorestamento (1º., 1991, Belho Horizonte). Trabalhos apresentados. s.n.t. pp. 1-11.
41. PRADO, J. A. 1989. *Eucalyptus*. principios de silvicultura y manejo. Santiago de Chile, Instituto Forestal. División Silvicultura. pp. 67-70.
42. \_\_\_\_\_.1991. Establecimiento de plantaciones en *Eucalyptus*. Principios de silvicultura y manejo. Santiago de Chile, CORFO-INFOR. pp. 42-78.

43. PUJARTO, J.; MARLATS, M. R.; GIMENEZ, S. 1983. *Eucalyptus dunnii*; datos sobre crecimiento y resistencia a las heladas en el primer año de plantación. Concordia, INTA. s.p.
44. RIVAS VIDAL, A. 1997. Herbicidas; mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre, Palotti. s.p.
45. RODRIGUEZ, J. P.; CELHAY, J. A.; HERRANZ, P. 1994. Efecto de la intensidad de control de malezas en el crecimiento de *Eucalyptus globulus*. Los Angeles, s.e. s.p.
46. ROMHELD, V. 2007. Dinamica do glifosato na rizosfera das plantas-alvo e nao alvo. In: Simposio Questiona as Caudas dos Problemas de Nutricao e Doencas de Plantas na Agricultura Moderna (2007, Piracicaba). Trabalhos apresentados. Informacoes Agronomicas. 119:3-5
47. SÁNCHEZ, L. N. 1997. Interferencia de las malezas sobre la absorción de nutrientes y el crecimiento inicial de *Eucalyptus globulus* Labill. Spp. *globulus*. Tesis Ing. Agr. Santiago de Chile, Chile. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 65 p.
48. TAYLOR, S.; SIMS, G.K.; WAX, L. M. 2000. Effects of moisture, temperature and biological activity on the degradation of isoxaflutole in soil. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en <http://www.fluoridealert.org>.
49. TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C.; VALLE, C.; ALVARENGA, S. F. 1996. Comparação dos custos de quatro métodos de manejo de *Braquiária decumbens* Stapf em área reflorestada com *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Revista Árvore. 20 (3): 319-330.
50. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2000. Efeitos da faixa de controle do Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. Planta Daninha. 18: 383-393.
51. \_\_\_\_\_.; VICTORIA, R.; BEZUTTE, A. J.; PITELLI, R. A.; AGUIAR, P. L.; VALLE, C.; ALVARENGA, S. F. 2003. Períodos de controle de *Brachiaria* sp. e seus reflexos na produtividade de *Eucalyptus grandis*. Scientia Forestalis. no. 63: 221-232.

52. TUFFI SANTOS, L. D.; SANTANNA-SANTOS, B. F. ; MEIRA, R. M. S. A. 1995. Manejo de *Braccharia decumbens* en área reforestada con *Eucalyptus grandis* y su reflexo no crecimiento del cultivo. In: Congresso Brasileiro das Plantas Daninhas (22º., 1995, Florianópolis). Resumos. s.n.t. p. 450.
53. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. F. S. 2005. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. *Planta Daninha*. 23 (1): 133-142.
54. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; 2006a. Característica da epiderme foliar do eucalipto e seu envolvimento com a tolerancia ao glyphosate. *Planta Daninha*. 24 (3): 513-520.
55. \_\_\_\_\_.; STROZI ALVES, R. M.; FERREIRA, F. A.; SANTANNA-SANTOS, B. F.; FERREIRA, L. R. 2006b. Morphological Responses of Different Clones submitted to Glyphosate Drift. *Scientia Forestalis*. no. 59: 11-20.
56. \_\_\_\_\_.; SANTANNA-SANTOS, B. F. ; MEIRA, R. M. S. A. 2007. Crescimento do Eucalipto sob Efeito da Deriva de Glyphosate. *Planta Daninha*. 25 (1): 133-137.
57. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; TIBURCIO, R. A. S. FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. F. S. 2008. Danos visuais e anatómicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. *Planta Daninha*. 26(1): 9-16
58. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. 1979. Índice de productividad de grupos CONEAT. Montevideo. 167 p.
59. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2008. Anuario estadístico 2008. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 dic. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea/anuario>.
60. WILKINSON, G. R.; NEILSEN, W. A. 1990. Effect of herbicides on woody weed control and growth of plantation eucalypt seedlings. *Australian Forestry*. 53(2): 69-78.