

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INTERACCIÓN ENTRE CONTROL DE MALEZAS EN LA FILA Y DIFERENTES  
MOMENTOS DE CONTROL EN LA ENTREFILA DE *Eucalyptus dunnii*.

por

José Pablo ALBANO ORDEIX  
Álvaro Daniel DAVILA BOTTERO

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2012

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. Juana Villalba

-----  
Ing. Agr. Pablo Caraballo

-----  
Ing. Agr. Ricardo Buzzo

Fecha: 11 de mayo del 2012

Autor: -----  
José Pablo Albano Ordeix

-----  
Álvaro Daniel Dávila Bottero

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en esta instancia a todos los que nos apoyaron e hicieron posible este logro como fueron: Juana Villalba, Pablo Caraballo y todas las personas que participaron de una u otra manera del soporte adecuado en el campo para realizar las tareas.

También a la empresa UPM-Forestal Oriental por permitirnos y facilitarnos el desarrollo de este trabajo brindando todos los medios necesarios para dicha realización.

A todos muchas gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u> .....	2
2.1 INTERFERENCIA DE LAS MALEZAS EN PLANTACIONES DE EUCALIPTO.....	2
2.2 RESPUESTAS A LA ELIMINACIÓN DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	5
2.3 CONTROL QUÍMICO EN LA FILA DE PLANTACIÓN (USO DE HERBICIDAS RESIDUALES Y GLIFOSATO: CONSECUENCIAS NEGATIVAS, DERIVA, PROBLEMAS QUE OCASIONA LA DERIVA).....	6
2.3.1 <u>Tecnologías de aplicación</u> .....	8
2.3.2 <u>Condiciones ambientales durante la aplicación</u> .....	8
2.3.3 <u>Herbicidas preemergentes</u> .....	9
2.3.3.1 Acetoclor.....	10
2.3.3.2 Oxifluorfen.....	11
2.3.3.3 Isoxaflutole.....	12
2.4 CONTROL QUÍMICO EN LA ENTREFILA DE PLANTACIÓN...	13
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	16
3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
3.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	16
3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	17
3.4 PREPARACIÓN DEL SITIO E INSTALACION DEL EXPERIMENTO.....	18
3.5 DETERMINACIONES.....	19
3.5.1 <u>Evaluaciones del crecimiento</u> .....	19
3.5.2 <u>Evaluaciones de cobertura de malezas</u> .....	20
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
3.7 DATOS METEOROLÓGICOS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL...	21

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	22
4.1 EVALUACIÓN 0 DPA (mayo 2009).....	22
4.2 EVALUACIÓN 91 DPA (agosto de 2009).....	23
4.3 EVALUACIÓN 160 DPA (setiembre de 2009).....	24
4.4 EVALUACIÓN 208 DPA (diciembre 2009).....	27
4.5 EVALUACIÓN 274 DPA (febrero 2010).....	31
4.6 EVALUACIÓN 378 DPA (junio 2010).....	36
4.7 EVALUACIÓN 504 DPA (octubre 2010).....	39
4.8 COMPARACIÓN MULTIPLE COMBINANDO FILA Y ENTREFILA.....	41
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	46
6. <u>RESUMEN</u> .....	47
7. <u>SUMMARY</u> .....	48
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	49

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos de la entrefila.....	17
2. Descripción de los tratamientos en la fila de plantación.....	18
3. Temperatura mínima, máxima y precipitaciones de cada mes.....	21
4. Contrastes de altura entre tratamientos de fila.....	25
5. Contrastes de diámetro entre tratamientos de fila.....	26
6. Evaluación de altura (m) para el promedio de los tratamientos de la fila a los 208 dpa .....	29
7. Diámetro promedio (cm) según tratamientos de la fila 208 dpa.....	30
8. Relación altura diámetro en los diferentes tratamientos en la fila.....	30
9. Cociente de materia seca y altura a los 208 dpa.....	31
10. Alturas promedios (cm) según tratamientos de la fila.....	32
11. Relación altura/diámetro.....	33
12. Materia seca acumulada/m <sup>2</sup> , colecta desde los 208 y a los 274 dpa.....	35
13. Alturas medias según intensidad de control en entrefila a los 378 dpa.....	37
	VI

14. Medias de diámetros a los 378 dpa.....	37
15. Materia seca acumulada/m <sup>2</sup> en entrefila a los 378 dpa.....	38
16. Cociente de materia seca/diámetro (MS/d) y materia seca/altura (MS/h) a los 378 dpa.....	39
17. Contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación para la altura de los árboles.....	42
18. Medias de altura para los contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación.....	43
19. Niveles de significancia de los contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación para el diámetro de los árboles.....	44
20. Media de diámetros de los contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación.....	45

Figura No.

1. Croquis del área experimental con grupo de suelos CONEAT.....	16
2. Altura (cm) promedio para los diferentes tratamientos.....	22
3. Enmalezamiento de la fila de plantación en el mes de agosto para filas con herbicida preemergente.....	23
4. Altura (cm) promedio de cada tratamiento en la fila a los 160 dpa.....	24
5. Imagen correspondiente al tratamiento de entrefila 1 (siempre limpio).....	25

6. Imagen correspondiente al tratamiento de entrefila 4 (Siempre sucio).....	26
7. Imagen correspondiente a tratamiento de entrefila 2 (control primavera).....	27
8. Imagen correspondiente a tratamiento de entrefila 3 (control primavera + verano).....	28
9. Imagen de la parcela correspondiente al tratamiento Forest + Chana (2 aplicaciones).....	32
10. Tratamiento de entrefila siempre sucia (febrero 2010).....	34
11. Tratamiento de entrefila con control en primavera + verano (febrero 2010).....	34
12. Peso promedio de materia seca en la entrefila según período de control en la misma.....	35
13. Alturas medias de los árboles según tratamiento.....	36
14. Materia seca acumulada/m <sup>2</sup> en fila a los 378 dpa.....	38
15. Altura media de los árboles según tratamiento en la fila.....	40

## 1. INTRODUCCION

El desarrollo forestal del Uruguay tiene un hecho clave en su historia, con la aprobación de la ley forestal (ley No. 15.939) en octubre del año 1989. Hasta entonces las plantaciones forestales y la actividad en su entorno no jugaban un papel significativo en la economía del país. En este marco se estableció como prioritario conservar los bosques nativos y ampliar el área forestada en zonas marginales para otras producciones, como la agricultura. Esto último se concretó por medio de medidas de fomento, con tasas de forestación crecientes (medias superiores a las 50 mil ha/año). En el Uruguay entonces, se pasó de 88.500 a alrededor de 960.000 has en el año 2010. De las cuales 678.096 (70 %), pertenecen al género *Eucalyptus*, principalmente *E. globulus*, *E. dunnii*, *E. grandis* (URUGUAY XXI, 2011).

Asociado a este proceso y asegurada la materia prima, se consolidan a partir del año 2000 las respectivas áreas industriales con altos grados de desarrollo tecnológico: pulpa y celulosa, chipeado, tableros de madera contrachapada y aserrado. Estas industrias se radicaron formando verdaderos polos industriales regionales, los cuales hicieron un aporte significativo al desarrollo económico y social del país. No sólo se revierte en ese momento la balanza comercial de productos forestales sino que además las cifras que hoy en día se manejan en término de exportaciones de productos derivados de la actividad forestal fueron superior a los U\$S 700 millones aunque se espera que en 2011 sean mayores a U\$S 1.200 millones. En el año 2009 la cosecha estimada fue de aproximadamente 8,4 millones de metros cúbicos de madera rolliza (URUGUAY XXI, 2011).

La elección de las especies apropiadas para plantar en un determinado sitio es una de las etapas más importantes en el establecimiento de una plantación. Los principales factores que determinan la adaptabilidad de las diferentes especies en un determinado sitio son el clima y el tipo de suelo.

Uno de los factores importantes en el manejo silvicultural que afectan las tasas de crecimiento y el potencial productivo futuro es el control de malezas, pudiendo alcanzar costos de hasta un 40% en el total de los costos de la instalación de la plantación.

La interferencia de las malezas con las plantaciones, se debe principalmente a la competencia por recursos del medio que son esenciales al crecimiento. Compiten por luz, nutrientes y agua, siendo más crítico el período que abarca los 2 primeros años desde la instalación de la plantación. En condiciones de baja disponibilidad de agua y nutrientes las malezas pueden competir de forma significativa con las plantas de Eucalipto. Una de las razones del gran poder competitivo de las malezas, están relacionadas a la gran capacidad de adaptación de las poblaciones infestantes a las condiciones ambientales del sitio. Por lo tanto se puede justificar el efecto más severo de las malezas en la fase inicial del crecimiento de los árboles (Toledo et al., 2003).

Actualmente varios autores cuestionan el ancho de la faja de control de malezas, adoptado por la mayoría de las empresas, los resultados son muy variables no solo en relación al ancho de eliminación de malezas alrededor del árbol, sino a la intensidad de ese control. Es importante destacar además que las variaciones responden a diferencias en el nivel de infestación, de la capacidad de competencia de las malezas presentes y de los recursos de cada sitio.

Este trabajo tuvo por objetivo estudiar el efecto de la interacción de diferentes herbicidas premergentes en la fila y de diferentes intensidades de control de la entrefila en el crecimiento de *Eucalyptus dunnii*. Como objetivos específicos se plantearon: 1) conocer el efecto de la competencia de las malezas de la entrefila, 2) conocer si la respuesta al control de la entrefila está condicionado la respuesta del control de las malezas presentes en la fila de plantación.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 INTERFERENCIA DE LAS MALEZAS EN PLANTACIONES DE EUCALIPTO

El término maleza, no tiene una definición única, y la misma se adecua al sistema de producción que se esté considerando. Se define por malezas, al conjunto de plantas que crecen en un lugar no deseado por el hombre, y que presionan en detrimento a su producción objetivo, otra definición puede ser la de toda planta a la que aún no se le ha visto utilidad en el lugar donde fue encontrada. El concepto más amplio sería el de plantas que llegan a ser perjudiciales ó indeseables en determinado lugar y en cierto tiempo. Por esto, conviene recalcar que las malezas lo son en, un determinado lugar y tiempo (Marzocca, 1976).

La necesidad de aumentar al máximo el potencial productivo de los suelos de prioridad forestal, hacen muy significativo el control de especies no deseadas, ya que estas ejercen una presión competitiva frente al establecimiento de los montes forestales. Por esto, el control de las malezas es hoy en día una de las prácticas silviculturales más corrientes, y que involucra un costo de mantenimiento importante.

En la plantación de eucalipto el control de malezas es una actividad muy importante desde el establecimiento hasta el cierre de las copas, la presencia de malezas puede causar desde un retraso importante en el crecimiento hasta la pérdida total de las plantas (Sotomayor et al., 2002).

Es una de las actividades claves para la sobrevivencia, crecimiento y uniformidad de una plantación de eucaliptos. Durante los primeros 3 a 6 meses de la plantación, el efecto de la competencia se evidencia en menores tasas de sobrevivencia, obligando al replante, mientras que después de este período hay una disminución del crecimiento debido al efecto en el sistema radicular lateral de las plantas por la pérdida de nutrientes y humedad, dicho efecto puede reflejarse durante los dos primeros años de la plantación (INFOR, 2006a).

Dalla Tea y Larocca (1998) coinciden en que el control de malezas es fundamental para asegurar alta sobrevivencia, buen crecimiento y homogeneidad de las plantaciones forestales de nuestra región. Además mencionan que el eucalipto es particularmente sensible a la competencia por malezas y a las prácticas culturales durante los primeros 6-12 meses.

El daño ocasionado por las malezas no es solamente la disminución del potencial productivo del sitio en donde se instala el rodal; sino que también tiene efectos sobre los manejos posteriores así como en la toma de decisiones. Según Kogan (1992), es importante resaltar que estas plantas pueden ser importantes hospederos de hongos,

virus, nematodos, insectos, como también fuente de inóculo de enfermedades producidas por patógenos que tienen ciclos secundarios.

Bravo et al. (2008), mencionan que la rentabilidad que se puede obtener de una plantación está en relación, entre otros factores, con la aplicación de un adecuado programa de control de malezas, lo que permite disminuir los costos de implantación del monte y el plazo de retorno de la inversión.

Si bien un control intensivo, en superficie y período de tiempo, asegura el crecimiento de las plantaciones sin interferencia de malezas, el costo puede ser elevado y las consecuencias negativas cuando el suelo sin vegetación queda expuesto a procesos de erosión y pérdida de nutrientes por lixiviación y volatilización. Para encontrar un equilibrio en la interacción árbol malezas son necesarios estudios que permitan determinar el período crítico de competencia por los recursos de acuerdo a sus características y disponibilidad en cada sitio (Adams, citado por Aparicio y Ghio, 2005).

Respecto a lo anterior, la competencia de las malezas por los recursos en el primer período de crecimiento depende de varios factores, como características de cada sitio, intensidad del control, técnicas de preparación del terreno, oportunidad, duración del control y la naturaleza de la vegetación invasora (Aparicio y Ghio, 2005).

La interferencia varía para el tipo de especies, cantidad y distribución, el nivel de competencia que pueden realizar las malezas va a estar determinado por el momento en el que se establecen en la plantación y por características propias de ellas, como ciclo de vida, si son monocotiledóneas o dicotiledóneas, su fisiología en relación a si son metabolismo C3 o C4 o incluso pueden ser de tipo parásitas, totales o parciales (Kogan, 1992).

Según Sotomayor, citado por Cazaban y Montouto (2009), se recomiendan en situaciones de malezas arbustivas y herbáceas, que éstas sean controladas previo a la plantación y preferentemente con herbicidas, para evitar daños posteriores al cultivo forestal y por su efecto más permanente. Sin embargo, esto debe ser previamente evaluado, tanto en los aspectos operacionales como de costos. La oportunidad del control es variable para cada situación, el balance económico así como la eficiencia será mayor si se realiza anterior a que ocurra la competencia pero también debe conjugarse con aspectos operacionales.

El mayor control de plantas competidoras asegura el logro de las plantaciones dando mayor crecimiento inicial, pero la elección de la combinación de prácticas y momentos de realización dependerá de la relación del precio de los insumos requeridos por cada una de ellas en el momento de realizarlas.

En nuestro país, la actividad de control de malezas representa entre un 15 y 40 % de los costos totales de plantación, siendo necesarias varias intervenciones en los dos primeros años de establecimiento del monte. Las variaciones en los costos responden a las intervenciones que se realizan y si se realizan con cuadrillas de operarios o de forma mecánica.

## 2.2. RESPUESTAS A LA ELIMINACIÓN DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN *Eucalyptus dunnii*.

Pitelli y Marchi, citados por Dinardo et al. (1998), expresan que la interferencia impuestas por malezas es más severa en la fase inicial de crecimiento, o sea, de transplante hasta cerca de un año de edad de las plantas de eucaliptos. Mientras más largo sea el período de interferencia de las malezas después de la plantación, más significativo será el efecto negativo (Kogan, 1992).

Evaluaciones realizadas en Chile, indican un efecto negativo de las malezas en 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 y presentaron una fuerte interacción entre la respuesta a la fertilización según grado de control de malezas (Sánchez, citado por INFOR, 2006a).

En Argentina, Álvarez (2002) comprobaron que el control de malezas determinó ganancias en el crecimiento de los árboles que se mantuvieron hasta la edad del primer raleo, 14 a 16 años.

En situaciones de elevada competencia de malezas el efecto puede ocasionar la pérdida de la plantación o aumentar la mortandad hasta porcentajes que no justifican el manejo para producir madera (Aparicio y Ghio, 2005).

Toledo et al. (2000), realizaron estudios sobre el efecto de variaciones del ancho de la faja de control de malezas en el desenvolvimiento inicial de plantas de Eucaliptos. Los autores encontraron que al término del ensayo experimental (390 DDT, días después del transplante), las plantas de Eucaliptos que crecieron en parcelas de fajas constantes de control presentaron diámetro de cuello y altura diferentes a las que crecieron en parcelas donde los tratamientos fueron realizados como fajas de control en forma creciente. Las plantas de Eucaliptos que permanecieron libres de interferencia de maleza en una faja de maleza de 50 cm de cada lado de la línea de transplante, presentaron menores diámetros y alturas a partir de los 240 DDT, comparadas con plantas de eucaliptos de parcelas donde las fajas de control fueron igual o superior a 100 cm, las diferencias encontradas se consideraron significativas. Por otro lado, las plantas que convivieron con comunidades infestantes, y nunca fueron tratadas, no presentaron diferencias

significativas en diámetro y altura con las plantas de fajas constantes de 50 cm de cada lado de la línea. Para las fajas de control constante, de 100, 125 y 150 cm, no se observaron diferencias significativas entre las plantas de eucaliptos en relación a diámetro y altura.

En lo que se refiere al grupo de tratamientos en fajas de control crecientes se observó que las plantas de eucaliptos que recibieron control inicial de 25 y 50 cm representaron menor diámetro y altura que aquellas que recibieron control inicial de 100 y 125 cm de cada lado de la línea de transplante, sin diferencias entre ellos.

A partir de los 270 DDT los efectos de las diferentes fajas de control de las comunidades infestantes comenzaron a sobresalir, o sea, las plantas de eucalipto de las parcelas de las fajas constantes de 100, 125 y 150 cm y de las fajas crecientes que iniciaron con 100 y 125cm de cada lado de la línea de transplante, presentaron mayor diámetro de cuello y mayor altura. Lo mismo se pudo apreciar a los 300 y 390 días.

Bezutte et al. (1995), constataron en cultivos de eucaliptos que la interferencia de malezas produjo disminuciones de 28% en el diámetro y de 18 % en la altura de las plantas a los 190 DDT.

Cuando se analiza el porcentaje de reducción de crecimiento de las plantas de eucaliptos en convivencia de malezas, en relación a plantas que han sido mantenidas siempre sin interferencias de malezas (0 día de convivencia), se observa que a medida que aumenta la convivencia del cultivo con las plantas infestantes, ocurre una drástica reducción en el crecimiento, llegando a alcanzar valores máximos de reducción de 66,34%, con un periodo de convivencia de 364 días (Bezutte et al., 1995).

Aplicaciones pre plantación de herbicidas foliares de amplio espectro combinadas con herbicidas residuales, son requeridas de forma de asegurar un buen control de malezas en el primer año de crecimiento (Nielsen y Ringrose, 2000).

Marchi et al. (1996), estudiaron los periodos de competencia para eucalipto, determinando el PTPI (periodo en que el cultivo de eucalipto debe de ser mantenido libre de presencia de comunidades infestantes), el PAI (periodo que este cultivo puede convivir con las malezas) y los reflejos de estos periodos en la productividad a los cuatro años de edad. Estos autores definen al PAI como el primer período, a partir del transplante y hasta antes que su crecimiento y producción de madera sea afectado, 56 días. El PTPI, (150 días para este trabajo) como la etapa que va a partir del transplante en que la plantación debe ser mantenida limpia de la presencia de malezas de modo de asegurar el pleno potencial de crecimiento y de producción de madera, con una pérdida admitida de 5%.

Kogan (1992) determinó que el lapso de tiempo entre PAI y PTPI corresponde al “período crítico de interferencia” (PCI), ó sea desde el momento en que las malezas comienzan a interferir hasta aquel punto en que ya produjeron el máximo daño. Las malezas que emergen después que el cultivo se ha establecido estarán en desventaja, y mientras más tarde aparecen menor será el efecto de ellas sobre el incremento anual.

Este autor sostiene que el período crítico de interferencia (PCI), se ha estimado que ocurre generalmente en las primeras etapas del crecimiento de la plantación; esto es aproximadamente entre los 20 a 50 días después del establecimiento del monte. Este período coincide con una etapa de aumento en los requerimientos de los factores de producción, en especial asimilados y nutrientes (Kogan, 1992).

Estudios realizados por Dalla Tea y Larocca (2002), mostraron la evolución del efecto del momento y la duración del control de malezas. En general se obtuvo que en aquellos tratamientos donde fue mayor el control aplicado se lograra un mayor desarrollo, los tratamientos más intensivos lograron duplicar el volumen producido en fuste a los 21 meses.

Estos mismos autores lograron demostrar que cuando se aplicaba control químico en fila y en entrefila de plantación era cuando se lograban los mayores crecimientos, efecto que no se veía reflejado en las primeras etapas de instalación de la plantación, pero sí en la evaluación a los 21 meses.

La dinámica de la respuesta en general fue coherente con el mayor control, y en algunos casos se pudo recuperar el menor desarrollo inicial cuando se intensificaron las aplicaciones, pero en otros no, como el caso de uno de los tratamientos donde se controló con premergente en momento de plantación y luego con glifosato a los 8 meses.

## 2.3 CONTROL QUÍMICO EN LA FILA DE PLANTACIÓN

Las nuevas plantaciones forestales que se han instalado hoy en día en nuestro país han sido en su mayoría sobre campos naturales ó suelos con historia de cultivos agrícolas. Esto hace que en estos sitios se de la ocurrencia de vegetaciones de pastizales naturales que en su gran mayoría son gramíneas anuales ó perennes. Por esta causa es que en la actualidad se ha desarrollado mucho el control químico y total de la vegetación indeseable.

Con la difusión de los herbicidas, hoy día el control de las malezas se ha simplificado mucho, siendo cada vez más eficiente y tecnificado, involucrando el empleo de mucha mano de obra y equipos. Esto hace que al presente se hayan desarrollado muchas empresas de servicios que se dedican a estas actividades, redundando en una mejora en la parte ambiental, social y económica.

La competencia por malezas puede ser reducida a través de una intensa preparación de suelo pero es más el control de las mismas alcanzado con el uso de herbicidas aplicado pre plantación (Nielsen y Ringrose, 2000).

### 2.3.1 Tecnologías de aplicación

Una vez establecido el producto o mezcla a aplicar, se definen dosis, volumen de aplicación, el modelo de boquillas, la calibración del equipo y tamaño de gotas más adecuado (finas, medias, gruesas). Las gotas de tamaño medio se adaptan muy bien a todos los herbicidas que se utilizan en forestación.

Tanto o más importante que el herbicida elegido y la dosis, es que la aplicación se realice uniformemente y la calidad de aplicación es un factor difícil de cumplir cuando el trabajo no es mecánico. Factores que inciden fuertemente en la calidad de la aplicación son: velocidad, presión de trabajo, altura de boquillas respecto al objetivo y estado de las mismas.

Los herbicidas preemergentes aplicados en la banda de plantación, se recomiendan aplicar con 2 boquillas distanciadas a 50-70 cm sobre la banda, abarcando un ancho de 1-1.2 m, de esta forma, se reduce a una tercera o cuarta parte el gasto del producto en la hectárea, dependiendo de la distancia de plantación (Dalla Tea y Larocca, 1998).

En el caso de la aplicación de glifosato en la banda de plantación, se realiza evitando el mojado de los árboles, a través del uso de dispositivos (pantallas protectoras) que protegen el árbol durante la pasada del equipo costal. Esta técnica de aplicación, requiere además del uso de boquillas de baja deriva, con producción de gotas muy gruesas o extremadamente gruesas, las más usadas son las de tipo TF de la marca comercial Teejet. Esta aplicación debe mojar toda la maleza creciendo en la banda de plantación y sin derivar producto al árbol para impedir el daño.

### 2.3.2 Condiciones ambientales durante la aplicación

Las condiciones ambientales durante la aplicación son muy importantes en determinar el éxito del tratamiento químico seleccionado.

Uno de los principales factores, es el viento, ya que fuertes vientos (en general, superiores a 10 ó 15 km/hora) favorecen las pérdidas por deriva, la aplicación es desuniforme y se pueden dañar plantaciones cercanas en caso que se estén aplicando productos no selectivos. En los sistemas forestales, el problema del viento es muy importante ya que limita seriamente el número de días aptos para hacer las aplicaciones, sobre todo en los meses de primavera.

En relación a la temperatura y humedad relativa, deben evitarse las aplicaciones en horario de mayor temperatura y de baja humedad relativa del aire ya que en estas condiciones ocurre una rápida volatilización del producto aplicado.

La humedad del suelo, es también un factor importante, especialmente, en el caso de herbicidas preemergentes o suelo-activos. La humedad en suelo activa los herbicidas permite que queden disponibles para la absorción por las malezas.

### 2.3.3. Herbicidas preemergentes

Para maximizar la eficiencia de los herbicidas preemergentes se deben aplicar sobre suelo desnudo, antes de la emergencia de malezas. En las plantaciones forestales se pueden hacer estas aplicaciones en “banda” en la pre plantación de los árboles o apenas plantados los eucaliptos (los principios activos más utilizados actualmente son oxifluorfen e isoxaflutole) a lo que se le da continuidad al control con aplicaciones dirigidas de post emergencia (Larocca et al., 2004).

El uso de herbicidas residuales aplicados en bandas de plantación y que brindan 2 a 3 meses de residualidad (oxifluorfen), es un tratamiento selectivo para eucalipto por lo que pueden aplicarse mojando el follaje, o un control pre-plantación adicionado al glifosato. Para el primer caso, el Oxifluorfen es un preemergente con cierta acción post emergente y tiene un amplio espectro sobre el control de malezas, debe aplicarse con el terreno limpio o con la maleza en estado muy poco desarrollado, razones de costo y ambientales llevan a la recomendación solo en la banda de plantación. El mismo forma una barrera químico-mecánica residual en la superficie del suelo, que daña y provoca la muerte de malezas que van naciendo. Sin embargo el Oxifluorfen puede controlar malezas emergidas hasta los 5cm de altura (Dalla Tea, 1995).

Los herbicidas preemergentes necesitan ser aplicados homogéneamente, con humedad en el suelo para poder actuar y el afinado del mismo determina una mejor actividad. Lo que distribuye al herbicida en el suelo es la humedad del mismo ya que entra por raíz, esto determina que el momento oportuno de aplicación es cuando la humedad en el suelo es adecuada (Kogan y Pérez, 2003).

Los productos preemergentes reducen al mínimo la competencia de malezas, favoreciendo el rápido crecimiento de los eucaliptos. El tiempo que dura su acción residual estará en función de varios factores, preparación del terreno previa, dosis, condiciones en el momento de aplicación y tipo de malezas presentes (Dalla Tea, 1996). Puede considerarse como referencia una residualidad de 50-90 días. En algunos casos, la aplicación se puede repetir a los 40-50 días, o cuando empiezan a germinar nuevas plántulas (Dalla Tea y Larocca, 1998).

Todos los herbicidas que se aplican al suelo, tienen interacción con las características de este ya que su actividad dependerá en gran medida de la proporción que esté en la solución del suelo para ser absorbido por las malezas, pudiendo también lixiviarse en caso de exceso de humedad o degradarse por microorganismos o hidrólisis química (Kogan y Pérez, 2003). Como norma muy general, se deben aumentar las dosis para suelos con mayor capacidad de adsorción, por mayor contenido de arcilla o materia orgánica (Dalla Tea y Larocca, 1998).

Ambos principios activos mencionados pueden controlar gramíneas y latifoliadas, el espectro de control varía con el producto. No causan fitotoxicidad al eucalipto ya implantado y reducen al mínimo la competencia de malezas (Dalla Tea y Larocca, 1998).

Ensayos realizados por Dalla Tea et al. (2002) demuestran que tanto oxifluorfen como isoxaflutole han realizado un adecuado control de las plantas competidoras en plantaciones de eucaliptos.

En Portugal, se ha trabajado intensamente, estudiando el efecto de los herbicidas en la promoción de un mejor desarrollo de las plantaciones de *Eucalyptus globulus*. Ribeiro, citado por INFOR (2006b) indicó que Oxifluorfen es muy efectivo usándolo en la etapa de post plantación en plantaciones de *Eucalyptus globulus*.

En el caso que el período de control sea corto en la temporada, es necesario complementarlo con aplicaciones post emergentes para las malezas que ya no están siendo controladas por los herbicidas suelo-activos. En este caso, se controlarán malezas ya emergidas y en sus primeros estados de desarrollo por lo que es necesario que estén creciendo de manera activa para favorecer su control. Mayor importancia adquiere en este caso, la selectividad de los productos a las plantas de eucalipto ya que estas están presentes al momento de la aplicación (INFOR, 2006b).

En este trabajo se usaron los preemergentes: acetoclor, oxifluorfen e isoxaflutole, por ello, que a continuación se mencionan características de cada uno de ellos.

#### 2.3.3.1 Acetoclor

Herbicida del grupo de las cloroacetamidas o acetanilidas, su modo de acción es inhibiendo la síntesis de ácidos grasos de cadena larga (Kogan y Pérez, 2003).

Controla las malezas en fase de germinación, por lo que estas no suelen llegar a emerger del suelo. Su actividad aplicada en post emergencia es despreciable, pues si bien muestra cierta actividad en plántulas muy pequeñas, no tiene efecto en estados de desarrollo más avanzados siendo rápidamente metabolizado. Controla principalmente

gramíneas inhibiendo la emergencia de la primera hoja que emerge del coleóptilo (García y Fernández, 1991).

Es absorbido por las plantas durante la germinación a través de los cotiledones, también es absorbido por la raíz. Se transloca a través de la planta concentrándose en las partes vegetativas.

Su persistencia es de 8 a 12 semanas dependiendo del tipo y humedad de suelo. Su vida media promedio es de 21 días, y a las dosis agrícolas usadas, se mencionan periodos de control de hasta 10 semanas. Tiene baja lixiviación en el suelo y casi nula volatilización. Aunque fue catalogado como cancerígeno en algunas publicaciones, en la actualidad está autorizado por la EPA (Environmental Protection Agency) en E.U.A (INFOR, 2006a).

El componente activo es adsorbido por la fracción coloidal del suelo, por lo que se lixivia muy poco. Sin embargo, los procesos de degradación en el suelo dan por resultado dos sustancias altamente solubles: el ácido sulfónico (Ac-ESA) y el ácido oxanílico (Ac-OXA) (Dalla Tea et al., 2002).

El producto es comercializado por diferentes empresas con nombres distintos. En todos los casos se encuentra formulado como Concentrado Emulsionable al 90%.

#### 2.3.3.2 Oxifluorfen

Es un herbicida de contacto y la luz es necesaria para su actividad. Es selectivo usado en diversos cultivos anuales, hortícolas y leñosos. Es un herbicida desorganizador de membranas celulares. Controla numerosas malezas dicotiledóneas y gramíneas, tanto en aplicación de preemergencia como en post emergencia. Es mucho más activo por absorción a través del coleóptilo y epicotilo de las plántulas que a través del sistema radicular. Una vez absorbido, su translocación desde las raíces u hojas es insignificante (García y Fernández, 1991).

La lixiviación en el suelo es muy reducida, al ser fuertemente adsorbido por la materia orgánica de los suelos. De ahí que cuando se aplican en preemergencia su acción tenga lugar exclusivamente en la capa más superficial del suelo. Una elevada humedad en el suelo después de la aplicación de los herbicidas en preemergencia aumenta considerablemente la fitotoxicidad. Los valores de persistencia indican que en suelo su vida media es de 30-40 días (García y Fernández, 1991).

Se indica para el control pre- y post emergente de malezas de hojas anchas y gramíneas. Actúa por contacto sobre follaje de malezas de hasta 3 cm de desarrollo y forma una barrera químico residual en la superficie del suelo, que daña y provoca la

muerte de las nuevas malezas que van naciendo (Casafe, citado por Dalla Tea et al., 2002).

Oxifluorfen es un compuesto ligeramente a prácticamente no tóxico en la clase II de la EPA. Productos que contengan oxifluorfen deben incluir la advertencia en la etiqueta, porque algunos productos formulados podrían presentar una mayor toxicidad.

En plantaciones de otoño se realizan aplicaciones de 2 l/ha de Oxifluorfen que pueden dar una residualidad hasta la entrada de la primavera. Según Dalla Tea y Larocca (1998) el control puede ser de hasta 3 - 4 meses dependiendo de la dosis y el tipo de suelo, cuando es necesario se puede repetir el tratamiento. Como es insoluble en agua (0.01 ppm), no se escurre ni se lava hacia las capas más profundas. No se acumula en el suelo.

Más allá de haber sido uno de los premergentes más eficiente y más utilizado su uso ha sido prohibido en 2010 por aquellas empresas certificadas por FSC (Forest Stewardship Council). Encontrar un herbicida que sea buen sustituto es un proceso prolongado y que puede durar años. Por ese motivo se le ha concedido a estas empresas una prórroga hasta el año 2015.

#### 2.3.3.3. Isoxaflutole

Herbicida premergente, de acción sistémica, el principio activo corresponde a los isoxazoles (Dalla Tea et al., 2002). Su modo de acción es a través de la inhibición de la biosíntesis de los pigmentos carotenoides, encargados de proteger la clorofila de la acción de la luz solar, al faltar los carotenoides la clorofila es degradada por la acción de la luz y además interfiere en los sistemas de transporte de energía. En consecuencia, las hojas se decoloran (empezando por el ápice y bordes) y la planta muere (Modernel, 1996).

Controla malezas de hojas anchas y gramíneas en cultivos forestales, siendo selectivo para eucalipto. En aplicaciones con los árboles plantados y presencia de malezas, puede ser aplicado con glifosato. En este tipo de aplicaciones, se deben proteger las plantas (Maison, 2009).

Penetra por hipocótilo y por raíz, se traslada por el xilema, acumulándose en follaje y meristemas. Las plantas afectadas se vuelven cloróticas y mueren. Si falta agua con posterioridad a la aplicación el producto puede no actuar y las malezas comienzan a emerger, pero por ser un producto foto estable, se activa con la caída de la lluvia y penetra por raíz, controlando las malezas ya emergidas (Dalla Tea et al., 2002).

La Clasificación toxicológica, corresponde a la Clase III, Producto Poco Peligroso. Es virtualmente no tóxico para abejas, prácticamente no tóxico para aves y moderadamente tóxico para peces (Modernel, 1996).

Su vida media en el suelo es de 28 días y luego de seis meses de aplicado es totalmente degradado por acción microbiana. Los residuos de Isoxaflutole son móviles, por lo cual se espera que persistan y se acumulen en el agua superficial y subterránea. Son muy móviles en suelos arenosos y arenosos franco, moderadamente móvil en suelos francos y esencialmente inmóviles en suelos arcillosos (WSA, citado por Dalla Tea et al., 2002).

#### 2.4 CONTROL QUÍMICO EN LA ENTREFILA DE PLANTACIÓN

Para el control en entrefila post emergencia existe la posibilidad de hacerlo de manera mecánica y química. Para esta última el más común de los químicos es el glifosato. Este es un herbicida de amplio espectro, el cual provoca daños si moja el follaje de eucalipto, es por esto que se lo debe de aplicar de manera dirigida para evitar su deriva y posterior contacto con los plantines.

Dalla Tea et al. (2002), realizaron la evaluación del efecto de distintos tratamientos en la entrefila en la homogeneidad, supervivencia y desarrollo de las plantas forestales. Se realizaron comparaciones de control de entrefila de un ancho 60 cm de cada lado de la banda con herbicidas premergentes y controles adicionales de herbicida de contactos cuando fuera necesario, con diferentes tratamientos en entrefila de 3 m. Los tratamientos de mayor desarrollo se presentaron donde se controló totalmente la maleza, siendo tratado químicamente (glifosato) o mecánicamente (disqueado), mientras que el tratamiento de control mediante corte con pastera (cortes periódicos, manteniendo un altura menor a 25 cm), resultó de menor desarrollo, inferior aún al que no recibió control alguno. Las diferencias en altura entre el tratamiento con control químico y las parcelas sin control fue de 50 cm a los 11 meses de instalado el monte. El tratamiento con glifosato en entrelinea alcanzó una altura de 2 m y una diferencia positiva en diámetro de copa de un 20 %.

Estos resultados de desarrollo inicial se pueden justificar por la mayor disponibilidad de agua y nutrientes en el “disqueado” y en el “glifosato”, mientras que en el otro extremo, “pastera”, mantuvo siempre a las malezas en su periodo de crecimiento de mayor demanda (cada vez que se cortaba se volvía al inicio de la fase de encañazon, o floración), suponiendo mayor competencia para las plantas forestales.

Los mismos autores evaluaron el efecto del momento y la duración del control de maleza, con el objetivo de estudiar el efecto de la disposición temporal del control y su combinación con algunas alternativas de distribución espacial, sobre el desarrollo, supervivencia y homogeneidad de la plantación. Para lo cual, se realizaron aplicaciones

de preemergente en la banda (50 cm a cada lado de la planta), línea corrida en la banda con la aplicación de glifosato (50 cm a cada lado de la planta) en el mes 5 de la plantación, cuando el preemergente ya había perdido su efecto, herbicida total en los 3 m de la entrefila. Se realizaron combinaciones y distribución espacial, temporal de las prácticas mencionadas anteriormente. Los desarrollos inferiores se detectaron en las plantaciones de eucalipto donde se realizó control inicial con preemergente y en la entrefila recién a partir del mes 8, estando enmalezado 6 meses. El peor desempeño en todas las mediciones fue en aquellas combinaciones que mantenía en competencia de malezas las entrefilas, demostrando para esta situación la importancia del control inicial de entrefilas.

La necesidad de control en la entrefila ocurre en los meses iniciales de plantación, básicamente antes del mes 12. A partir de ese momento la respuesta al control en la entrefila en crecimiento puede llegar a no existir si se logró una buena instalación en el primer año.

Como problema adicional al control de malezas en la entrefila con glifosato puede mencionarse a los daños ocasionados por la deriva. 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, siendo importantísimo, 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 mueren incluso a distancias de 40 m 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).

Para la productividad de eucalipto se ha mencionado que afecta parámetros de crecimiento. Tuffi Santos et al. (2006) ha demostrado un efecto significativo de diferentes dosis de herbicida sobre la altura y el área foliar, sobre diferentes especies de Eucalipto. La magnitud de estas disminuciones es mayor para el área foliar, llegando a más del 50 % y a un 20% en la altura.

La recuperación de los plantíos a los efectos negativos de la deriva varía según la tolerancia que posea la especie, y la dosis de herbicida aplicada. En estudios realizados, verificaron que *E. grandis*, *E. saligna* fueron las especies más tolerantes a la aplicación de glifosato, mientras que el *E. camaldulensis* fue la especie intermedia, y *E. citriodora* resultó ser la especie más sensible, estando esto relacionado con la penetración del herbicida a la planta (Tuffi Santos et al., 2006).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue el de parcelas divididas en bloques completos al azar, con 3 repeticiones. La parcela mayor lo constituyó el tratamiento de herbicida en la entrefila, y la parcela menor correspondió a las aplicaciones únicas y dobles de herbicidas y testigos en la fila de plantación. El experimento tuvo un total de 24 tratamientos.

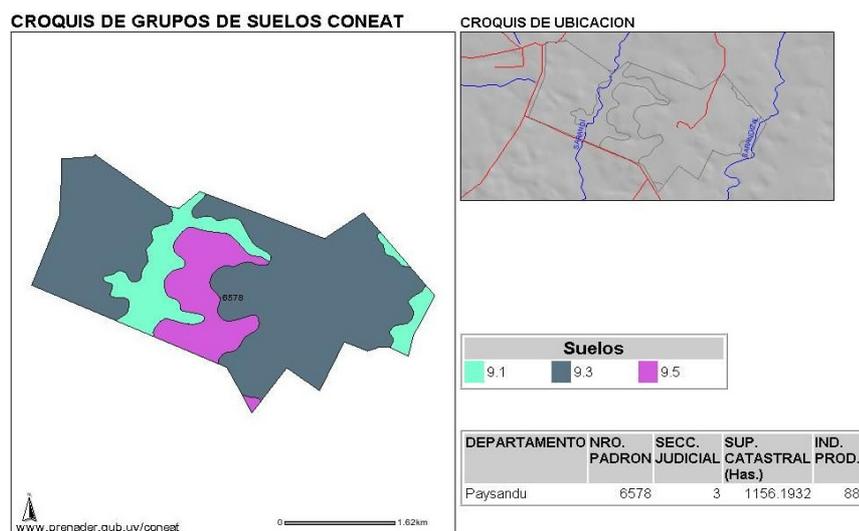
La unidad experimental lo conforma una parcela compuesta por 20 árboles dispuestos en 2 filas de 10 y plantados bajo un marco de 3m x 2 m.

#### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El experimento fue instalado en la empresa Forestal Oriental S.A. en el establecimiento “La Merced” ubicado en el departamento de Paysandú, en la localidad de Orgoroso, Ruta 90 Km. 54.

El mismo se encuentra en una zona de laderas suaves, alrededor de 2 – 4 %, los suelos son del orden de los Saturados Lixiviados, de fertilidad media, y pertenecen al grupo de Suelos 9. En este grupo los suelos dominantes son Argisoles Subeutrico, moderadamente profundo, pardo oscuro-grisáceo de textura franco-arenosa a franco arcillo limosa, fertilidad media a baja, con drenaje imperfecto, hidromorficos (URUGUAY. MAP, 1979).

Figura No. 1 Croquis del área experimental con grupo de suelos CONEAT



### 3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Como se mencionó la parcela mayor estuvo constituida por diferentes intensidades de control del enmalezamiento en la entrefila de plantación.

Cuadro No. 1 Descripción de los tratamientos de la entrefila

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de aplicación</b>	<b>Dosis de herbicida</b>
<b>E1</b>	Sin malezas (el control se realizó con glifosato con mínima cobertura de malezas)	19/09/2009 06/11/2009 05/02/2010 25/05/2010	1080 g eq. ác/ha 1080 g eq. ác/ha 1440 g eq. ác/ha 1440 g eq. ác/ha
<b>E2</b>	Control en primavera	10/11/2009	1440 g eq. ác/ha
<b>E3</b>	Control en primavera + control en verano	10/11/2009 + 15/02/2010	1440 g eq. ác/ha + 1400 g eq. ác/ha
<b>E4</b>	Con malezas siempre	---	---

Los diferentes tratamientos herbicidas que correspondieron a la parcela menor se describen en el Cuadro 2.

Cuadro No. 2 Descripción de los tratamientos en la fila de plantación

No.	Tratamiento herbicida	Nombre comercial	Dosis en principio activo	No aplicaciones*	Fecha de aplicación
1	Oxifluorfen + acetoclor	Forest + Chana	240 g/ha	1	20/05/2009
			1800 g/ha		
2	Isoxaflutole	Fordor	150 g/ha	1	20/05/2009
3	Oxifluorfen + acetoclor	Forest + Chana	240 g/ha	2	20/05/2009 + 12/09/2009
			1800 g/ha		
4	Isoxaflutole	Fordor	150 g/ha	2	20/05/2009 + 12/09/2009
5	Testigo sin malezas	---	---	---	
6	Testigo con malezas	---	---	---	

\*los tratamientos que tuvieron 2 aplicaciones, en ambas se usó la misma dosis

### 3.4 PREPARACIÓN DEL SITIO E INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se instaló en un sitio con historia de pradera, se realizó un laboreo en la primavera del 2008, sin concretarse la plantación por lo que en el otoño del 2009 se realizó la aplicación de glifosato en área total a una dosis de 1800 g eq ác/ha, con la pasada posterior de 2 excéntricas acamellonadora.

La plantación se realizó a fin de abril del 2009, bajo un marco predeterminado de 3x2m, lo que da una densidad de 1667 árboles/ha. La especie utilizada fue *Eucalyptus dunnii*, plantas producidas en el vivero “San Francisco”, propiedad de la empresa.

En relación al manejo silvicultural restante, fue el que realiza la empresa habitualmente. El control de hormigas en forma sistémica a base de fipronil, y luego localizando hormigueros puntuales. La fertilización al momento de la plantación (starter), con una fuente binaria, fosfato de amonio (18-46-0), 60 g/planta, aplicados en dos hoyos alejados a 15 cm de cada lado de la planta.

La instalación del experimento con las aplicaciones de los herbicidas preemergentes se realizó el 20/05/2009. La aplicación de los mismos fue realizada con un equipo costal con boquilla TF 2.5 (marca Teejet) lográndose un ancho de aplicación de 1,50 m. Todos los tratamientos herbicidas de la fila se realizaron mojando los árboles (T1 a T4). Los tratamientos en los cuales se repitió el herbicida preemergente (T3 y T4) se realizaron el 12/09/2009, a esta fecha las emergencias de malezas eran aún escasas.

El tratamiento correspondiente al testigo sin malezas, se mantuvo durante todo el periodo experimental con aplicaciones de glifosato y retiro manual de las malezas más próximas al árbol. El testigo con malezas, solamente recibió el tratamiento previo a la plantación.

El control de la entrefila se realizó según la descripción del Cuadro 1.

### 3.5 DETERMINACIONES

#### 3.5.1 Evaluaciones de crecimiento

Las evaluaciones de crecimiento de los árboles se realizaron a los 0, 90, 160, 208, 274, 378 y 504 días post- aplicación del primer herbicida preemergente.

Fecha de evaluación	Días post-aplicación de la 1ª aplicación de preemergente
20/05/2009	0
21/08/2009	90
30/10/2009	160
17/12/2009	208
24/02/2010	274
07/06/2010	378
13/10/2010	504

Se midió altura desde el cuello al ápice terminal, diámetro del cuello y diámetro de altura del pecho a partir de la evaluación de los 274 dpa. Estas evaluaciones fueron

realizadas siempre en los mismos árboles y en forma alternada confeccionándose un promedio a partir de la medición de 10 árboles por parcela menor.

Se elaboró un índice para relacionar las variables altura y diámetro (h/d) entre sí, y a cada una de ellas con la materia seca acumulada (Adams et al., 2003). Este índice permite determinar la sensibilidad de las variables en estudio en la competencia de las malezas a los árboles.

### 3.5.2 Evaluaciones de cobertura de malezas

Para la evaluación de la competencia de malezas se midió el peso de materia seca (gramos) acumulada por unidad de superficie y por fecha, en la entrefila y en la fila de plantación de cada tratamiento. Se utilizó un cuadro de 30 x 30 cm, el cual se lanzó sistemáticamente 10 veces por parcela menor (fila). La misma metodología se utilizó en la parcela mayor (entrefila).

La recolección de malezas se realizó a los 208, 274, 378 días post- aplicación. Estas tres fechas corresponden a diciembre 2009, febrero 2010 y Junio 2010 respectivamente. Para su análisis se consideró la materia seca acumulada y a esta se la relacionó con los parámetros altura y diámetro y el cociente entre ambos.

A su vez se evaluó el porcentaje de cobertura de malezas, por el método de cuadrícula, en las mediciones realizadas a los días 208, 274 y 378 dpa.

## 3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables de respuesta cuantificadas, incremento en altura y diámetro de cuello, fueron analizadas tomando en cuenta la realización de parcelas divididas y la realización de mediciones repetidas en el tiempo, por lo tanto se ajustó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + A_i + B_j + \gamma_k + (AB)_{ij} + \epsilon(i)_{jk}$$

i: 1, 2, 3, 4, 5,6 (herbicidas).

j: 1, 2, 3,4 (intensidad de control entrefila).

k: 1, 2,3 (bloque).

Y (i) jk: Respuesta del i-esimo tratamiento en el j- esimo sub-bloque (col), y el k-esimo sub -bloque (hi)

$\mu$ = media poblacional

$\beta_k$ = efecto del j-esimo sub-bloque

$A_i$ = efecto del i-esimo nivel de control en la fila

$B_j$ = efecto de la j-esima intensidad de control de la entrefila

(AB)  $ij$  = efecto de la interacción entre la i-esima nivel de control de maleza en la fila y la j-esima intensidad de control en entrefila .

$\gamma_k$ = error experimental asociado a la parcela grande (intensidad de control en entrefila).

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental.

### 3.7 DATOS METEOROLOGICOS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

En el Cuadro 3 se presentan el total de precipitaciones, la temperatura máxima y mínima de cada mes para el período experimental:

Cuadro No. 3 Temperatura mínima, máxima y precipitaciones de cada mes.

Meses	mm totales	Temperatura (°C)	
		Máxima	mínima
<b>ENERO (2009)</b>	269	33	16
<b>FEBRERO</b>	198	31	15
<b>MARZO</b>	203	30	16
<b>ABRIL</b>	31	27	11
<b>MAYO</b>	62	23	8
<b>JUNIO</b>	32	18	4
<b>JULIO</b>	56	16	3
<b>AGOSTO</b>	53	22	6
<b>SEPTIEMBRE</b>	104	18	7
<b>OCTUBRE</b>	60	24	8
<b>NOVIEMBRE</b>	448	28	15
<b>DICIEMBRE</b>	278	28	15
<b>ENERO (2010)</b>	147	32	17
<b>FEBRERO (2010)</b>	513	29	18

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

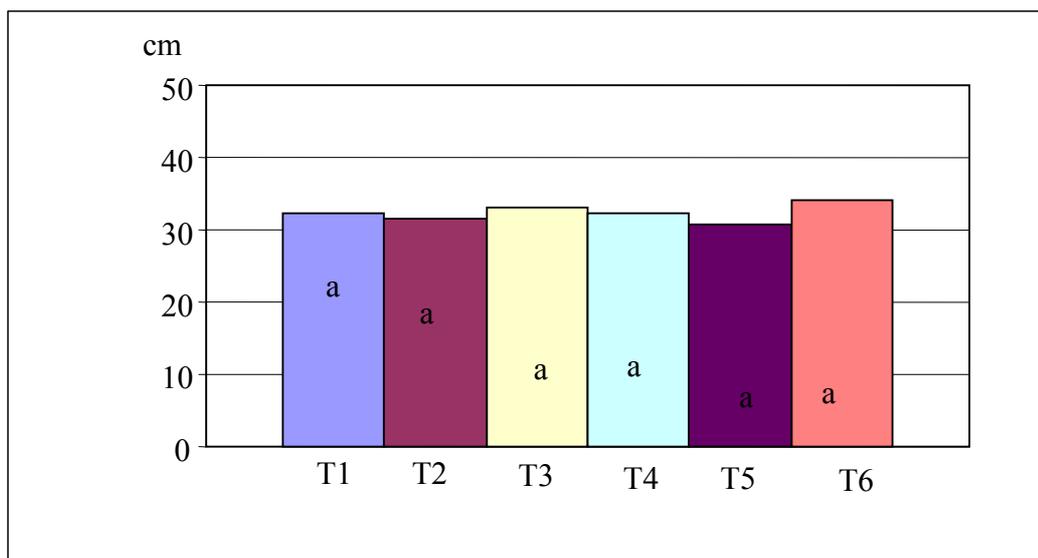
El análisis de los datos se estudió y se presenta para cada fecha de evaluación. En ninguna de las fechas se detectó interacción entre el control de malezas de la fila y la intensidad de control de las malezas de la entrefila. Por ello para cada evaluación se presentan los efectos principales en forma separada para las variables altura y diámetro.

En el caso de las evaluaciones de 0 y 91 dpa, los tratamientos 1 y 3 son iguales y 2 y 4 también, ya que los tratamientos 3 y 4, no habían recibido las segundas aplicaciones todavía.

##### 4.1 EVALUACIÓN 0 DPA (MAYO 2009)

El análisis estadístico determinó que no hubo diferencias entre los tratamientos ( $p > 0,1257$ ). Se presenta en la Figura 2 las medias de los tratamientos, en los que es posible identificar la variabilidad de los árboles, debido a que los plantines provienen de semilla.

Figura No. 2 Altura (cm) promedio para los diferentes tratamientos



**T1:** Forest (1l/ha)+ Chana (2 l/ha); **T2:** Fordor (200 g/ha); **T3:** Forest (1/ha)+ Chana (2 l/ha); **T4:** Fordor (200g/ha); **T5:** Siempre Limpio; **T6:** Siempre sucio.

#### 4.2 EVALUACION 91 DPA (AGOSTO2009)

A los 91 dpa, el enmalezamiento en la fila era muy escaso (Figura 3).

Figura No. 3 Enmalezamiento de la fila de plantación en el mes de agosto para filas con herbicida preemergente



En la altura de los árboles, a la fecha no se detectó diferencias por efecto de la aplicación del herbicida preemergente. La realización del contraste para comparar el tratamiento testigo siempre, contra todos los tratamientos que habían recibido herbicida preemergente ( $P < 0,0454$ ), evidenció la respuesta positiva a la eliminación de las malezas de la fila de plantación, aun cuando el enmalezamiento era escaso.

El diámetro fue más sensible a la competencia de malezas, se encontró diferencias entre los diferentes tratamientos y el testigo siempre sucio ( $p < 0,0004$ ), pero sin diferencias entre tratamientos.

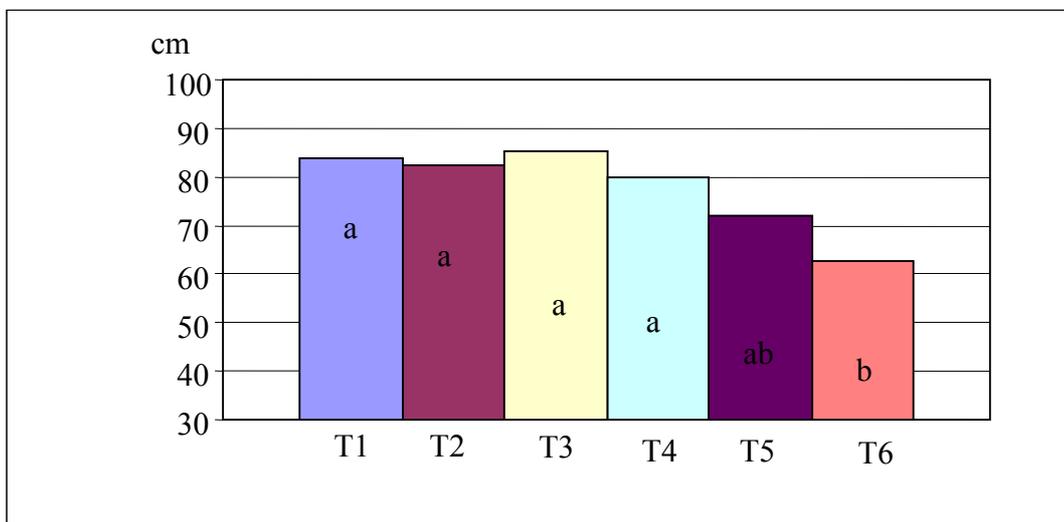
#### 4.3 EVALUACION 160 DPA (OCTUBRE 2009)

En esta etapa del ensayo se comenzaron a manejar nuevas fuentes de variación, la doble aplicación en los tratamientos (T3 y T4) en la fila, realizadas el 12/09/2009. Al momento de la segunda aplicación del preemergente (112 dpa) ya se registraba un número creciente de emergencias y la residualidad de la primera aplicación estaba disminuyendo.

Aun cuando es conocido el concepto que los herbicidas preemergentes deben ser aplicados 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 en el caso de la segunda aplicación esto no se verifica. Ya que el objetivo de la segunda aplicación del preemergente es procurar capitalizar el mayor tiempo de residualidad de la primera aplicación, no afectar el crecimiento de los árboles y posponer la aplicación de glifosato para el control de malezas de la fila de plantación, por los riesgos de deriva y daño a los árboles.

El comportamiento de los distintos tratamientos fue similar al de las fechas anteriores y se verifica en la altura del testigo limpio las limitantes operativas que no permitieron mantenerlo libre de malezas, por ello es que no se diferencia del testigo enmalezado.

Figura No. 4 Altura (cm) promedio de cada tratamiento en la fila a los 160 dpa



**T1:** Forest (11/ha)+ Chana (2 l/ha); **T2:** Fordor (200g/ha); **T3:** Forest (1/ha)+ Chana (2 l/ha), segunda aplicación; **T4:** Fordor (200g/ha), segunda aplicación; **T5:** Siempre Limpio; **T6:** Siempre sucio.

A pesar que los tratamientos 3 y 4 tienen una nueva aplicación de preemergentes (hace 36 días) no se detectaron aún las ventajas frente a los tratamientos de la aplicación única, tampoco al realizar los contrastes (Cuadro 4).

Cuadro No. 4 Contrastes de altura entre tratamientos de fila

Contraste	Pr> t
FILA HERB vs T.SUCIO	<0,0001
FILA T1+T2 vs FILA T3+T4	0,8220

Puede atribuirse este resultado a que en esta fecha se está dando el cambio de estación (entrada de la primavera), no habiendo un alto grado de enmalezamiento que determine que la doble aplicación de los tratamientos 3 y 4 presente ventajas a las aplicaciones únicas.

En esta evaluación no se detectó efecto de la intensidad de control en la entrefila, lo cual es bastante coherente visto el pequeño desarrollo de las malezas y de los árboles que aún no manifestaban los efectos de la competencia que realizaba la vegetación que crecía en la entrefila, iguales resultados encontraron Dalla Tea et al. (2002).

Esto es evidente y se puede observar en las fotografías tomadas el día en que se realizaron las mediciones (Figura 5 y 6).

Figura No. 5 Imagen correspondiente al tratamiento de entrefila 1 (siempre limpio)



Figura No. 6 Imagen correspondiente al tratamiento de entrefila 4 (Siempre sucio)



Respuestas similares se apreciaron en el diámetro, efecto del herbicida en la fila ( $P < 0,0004$ ) y sin efecto significativo de la entrefila ( $P > 0.4743$ ).

Similares resultados también presentaron los contrastes de interés realizados para esta variable.

Cuadro No. 5 Contrastes de diámetro entre tratamientos de fila

Etiqueta	Pr> t
SIEMPRE LIMPIO vs FILA HERBICIDA	0,5223
FILA HERB vs T.SUCIO	<0,0001
FILA 1+2 vs FILA 3+4	0,7743

#### 4.4 EVALUACION 208 DPA (DICIEMBRE 2009)

El 10/11/2009 (37 días antes de esta determinación), se aplicaron los tratamientos de manejo de la entrefila, correspondientes al control en primavera y la primera aplicación del tratamiento control en primavera + verano.

Figura No. 7 Imagen correspondiente a tratamiento de entrefila 2 (control en primavera)



Figura No. 8 Imagen correspondiente a tratamiento de entrefila 3 (control primavera + verano)



En el cuadro 6 se presentan los promedios de altura, y es pertinente comentar que por razones operativas no fue posible mantener el tratamiento siempre limpio de esa forma, y así lo evidencia la medición, donde es incluso significativamente diferente a algún tratamiento herbicida.

Todos los tratamientos herbicidas presentan una ventaja comparativa al testigo sucio ( $P < 0.0001$ ) este con una disminución del 31.7 % de altura con respecto a la media de los preemergentes (Cuadro 6).

Cuadro No. 6 Evaluación de altura (m) para el promedio de los tratamientos de la fila a los 208 dpa

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	Altura Total
1	Forest (1l/ha ) + Chana (2l/ha)	1.34 a
2	Fordor (150 g)	1,22 ab
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha). (2 aplicaciones)	1.34 a
4	Fordor (150 g). (2 aplicaciones)	1.32 ab
5	Siempre limpio	1,10 b
6	Siempre sucio	0,87 c

Por otra parte, no hay diferencias entre las propuestas premergentes entre sí, y tampoco con las dobles aplicaciones. Los contrastes realizados de las comparaciones múltiples entre tratamientos, tampoco detectó efecto de la doble aplicación del herbicida premergente. Tal cual fuera comentado esto consecuencia de la pérdida de eficiencia del segundo premergente por las abundantes lluvias.

Dalla Tea y Larocca (1998) mencionan que el tiempo que dura la acción residual de los premergentes y por tanto la respuesta de la eliminación de la competencia, está en función de varios factores, uno de ellos son las condiciones ambientales en el momento de aplicación. En el caso de este experimento, un factor importante a considerar es el exceso de humedad, por las abundantes precipitaciones ocurridas y acumuladas, desde la medición anterior a esta fueron de 612 mm.

Para fecha tampoco el control de malezas de la entrefila realizado en noviembre manifestó ventajas comparativas en la altura de los árboles ( $P > 0,4478$ ).

Al analizar los diferentes controles de malezas en el impacto del diámetro de los árboles nuevamente no hay diferencias entre las distintas alternativas de control de malezas de la fila, solamente diferencias con el testigo sucio ( $P < 0.001$ ), con una disminución del siempre sucio de 51.8 % respecto a la media de los tratamientos con premergente (Cuadro 7).

Cuadro No.7 Diámetro promedio (cm) según tratamientos de la fila a los 208 dpa

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	(cm)
1	Forest (1l/ha ) + Chana (2l/ha)	2.60 a
2	Fordor (150 g)	2.30 a
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha). Dos aplicaciones	2.38 a
4	Fordor (150 g). Dos aplicaciones	2.38 a
5	Siempre limpio	2.23 a
6	Siempre sucio	1.17 b

La respuesta en crecimiento por la eliminación de las malezas a esta fecha, fueron del orden del 33% en altura y 52% en diámetro, mientras que estudios realizados por Bezutte et al., citados por Toledo et al. (2000) constataron en cultivos de eucaliptos, a los 190 días después de la plantación, disminuciones de 28 % en diámetro y 18 % en la altura.

Al considerar los resultados logrados en los tratamientos aplicados en la entrefila no presentaron diferencias significativas entre si ( $P > 0.4743$ ). Tampoco el diámetro presentó efecto de la doble aplicación de premergentes, lo mismo se comprobó al contrastar T1 T2 con T3 y T4 ( $P > 0.0794$ ).

Se realizó el índice de altura/diámetro, como forma de relacionar las 2 variables estimadas (Cuadro 8). El mayor valor de la relación corresponde al testigo siempre sucio, consecuencia de los menores diámetros de estas parcelas.

Cuadro No. 8 Relación altura/diámetro en los diferentes tratamientos en la fila

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	H / D
1	Forest (1l/ha ) + Chana (2l/ha)	51.78 b
2	Fordor (150 g)	53.76 b
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha). Dos aplicaciones	51.50 b
4	Fordor (150 g). Dos aplicaciones	57.07 b
5	Siempre limpio	49.09 b
6	Siempre sucio	77.36 a

A partir del día 208 dpa, se analizó como una nueva variable la materia seca de malezas recolectadas a esta fecha por metro cuadrado, acumuladas en la fila de plantación como de la entrefila y se la relacionó con altura y diámetro de los árboles

para cada fecha de evaluación. Un cociente con un alto valor podría estar indicando una parcela con alto porcentaje de malezas y un árbol de poca altura. En el cuadro 9 se muestra las relaciones de materia seca en la fila y altura al mes de diciembre de 2009.

El efecto del herbicida sobre la materia seca acumulada en fila y en entrefila fue significativo para ambos casos ( $P < 0,0001$ ), coincidiendo esto con los menores valores registrados para dichos tratamientos.

Cuadro No. 9 Cociente de materia seca y altura a los 208 dpa

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	MS/H
1	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha)	1,94 bc
2	Fordor (150 g)	3,12 b
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha) (2 aplicaciones)	2,44 bc
4	Fordor (150 g) (2 aplicaciones)	2,84 b
5	Siempre limpio	1,40 c
6	Siempre sucio	5,52 a

MS/h= Materia seca/altura

Existen diferencias significativas entre el testigo siempre sucio y los tratamientos aplicados en la fila, siendo el efecto mayor cuando se compara el T1 con el testigo siempre sucio. Al comparar este índice para los tratamientos de aplicaciones únicas y dobles, tampoco se encuentran diferencias.

La cantidad de materia seca de la entrefila, fueron de (82,9 gr MS acumulada/m<sup>2</sup>) para el promedio de la entrefila siempre sucia y el promedio de los tratamientos donde el control de la entrefila se hizo en primavera fue de 28g de MS/m<sup>2</sup>. La escasa diferencia entre estos tratamientos responde al cambio estacional.

#### 4.5 EVALUACION 274 DPA (FEBRERO 2010)

La quinta medición se realizó en el mes de febrero, un verano muy atípico por lo lluvioso y temperaturas relativamente altas.

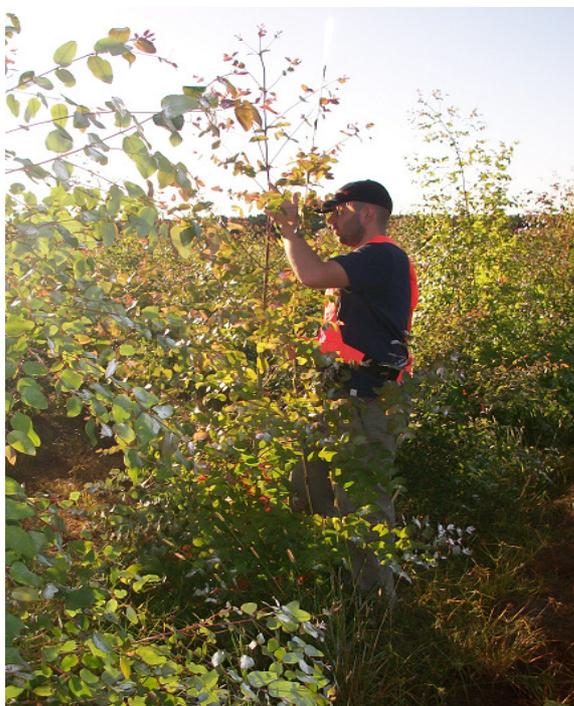
Nuevamente el análisis no detecta diferencias entre las distintas opciones herbicidas y su intensidad de uso, la única diferencia es con el testigo sucio ( $P < 0,0001$ ).

Cuadro No. 10 Alturas promedios (cm) según tratamientos de la fila

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	H (cm.)
1	Forest (1l/ha ) + Chana (2l/ha)	231.89 a
2	Fordor (150 g)	221.18 a
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha) (2 aplicaciones)	252.41 a
4	Fordor (150 g) (2 aplicaciones)	227.11 a
5	Siempre limpio	219.85 a
6	Siempre sucio	166.81 b

La altura media del testigo siempre sucio fue un 28% inferior al promedio de los restantes tratamientos. Si bien las medias de los demás tratamientos no presentaron diferencias entre sí, los tratamientos de mayor crecimiento fueron Forest + Chana en dos aplicaciones (Figura 9), seguidos por aquellas donde se usó la misma mezcla pero en una aplicación.

Figura No. 9 Imagen de la parcela correspondiente al tratamiento Forest + Chana (2 aplicaciones)



Al igual que en las fechas anteriores la eliminación de la interferencia de malezas en la fila presentó efectos significativos en el diámetro de los árboles ( $P < 0.0001$ ). Los árboles con mayores diámetros fueron los del tratamiento 3 (3,65 cm) mientras que los diámetros promedios del tratamiento siempre sucio fue 2,05 cm.

Las parcelas correspondientes a la entrefila han dado valores similares, no se detectaron diferencias entre las medias de las diferentes intensidades de control. Nuevamente destacamos que estos resultados están dados en particular para este año en donde las precipitaciones fueron abundantes, por lo que no había limitantes por agua ni tampoco luz (por la época del año en que se realizó esta medición), lo que hace que estos factores estén en buena disponibilidad para los árboles y para las malezas.

Para esta fecha se realizaron también otros contrastes de interés, fue estadísticamente diferente el contraste que comparó el testigo sin malezas en fila y sin maleza en entrefila vs sin maleza en fila y con malezas en entrefila. Este resultado indica que el potencial de crecimiento de los árboles cuando su proximidad está libre de la competencia de malezas sufre el efecto de las que crecen en la entrefila.

Siguiendo las tendencias y los efectos hallados en altura y diámetro, también al confeccionar el índice altura/diámetro, se detectó efecto significativo ( $P < 0.0268$ ). En el Cuadro 11 se presenta de manera decreciente los resultados obtenidos de la relación altura-diámetro de cada tratamiento en la fila.

Cuadro No. 11 Relación altura/diámetro

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	h/d (cm)
6	Siempre sucio	86.15 a
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha). Dos aplicaciones	72.98 ab
4	Fordor (150 g). Dos aplicaciones	69.42 ab
5	Siempre limpio	66.85 ab
1	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha)	66.30 b
2	Fordor (150 g)	64.97 b

El valor superior correspondió al testigo siempre sucio el cual presentó diferencias estadísticas solamente con aquellos tratamientos donde el control de malezas fue en una única vez, en otoño. Los árboles con menores diámetros, producto de la competencia que establecen las malezas en el testigo sucio es el responsable del resultado obtenido en el índice confeccionado.

Adams et al. (2002) utilizaron este indicador para reflejar el efecto de distintos periodos de convivencia de malezas con los árboles y encontraron disminuciones en 52 % en altura y 40 % en diámetro para aquellos tratamientos que tenían presencia continua de malezas en el período crítico de la plantación.

Los resultados obtenidos en la entrefila no han presentado diferencias significativas, quiere decir que las diferentes intensidades de control no han sido determinantes en el crecimiento de los árboles de las diferentes parcelas. Los efectos hasta ahora se han cuantificado mayoritariamente a tratamientos realizados en la fila.

Figura No. 10 Tratamiento de entrefila siempre sucia (febrero 2010)      Figura No. 11 Tratamiento de entrefila con control en primavera + verano (febrero 2010)



Los datos de materia seca corresponden a la acumulación de la generada en esta fecha más la realizada en la colecta anterior (208 dpa). En este caso el efecto del herbicida tanto en la fila como en la entrefila tuvo efecto sobre la materia seca acumulada ( $P < 0,0001$  en ambos casos).

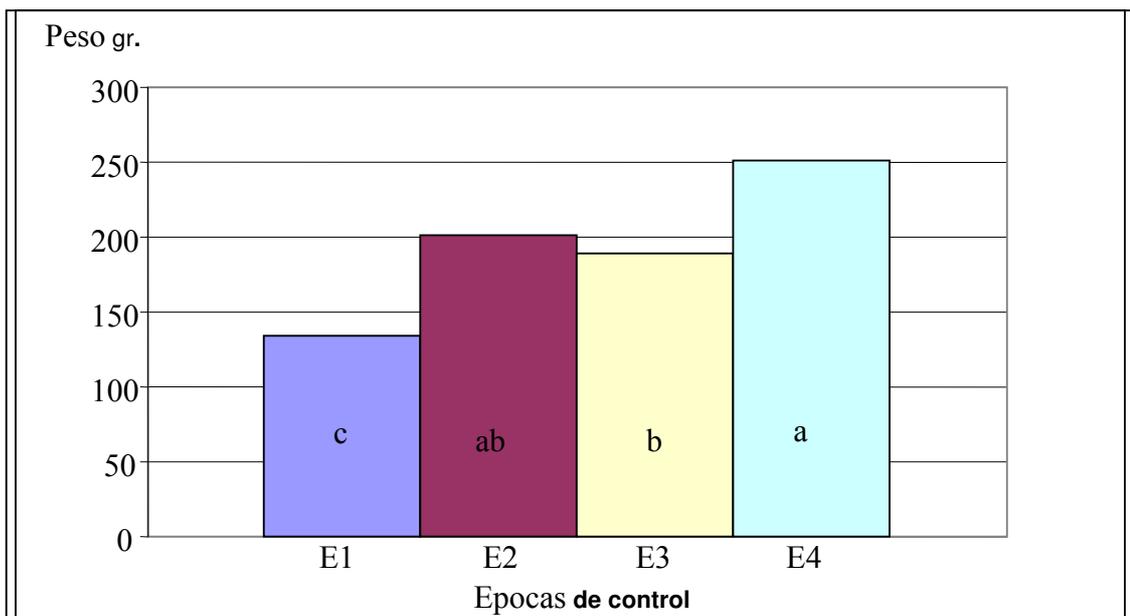
Resulta difícil de explicar la menor cantidad de materia seca de malezas en el tratamiento de una sola aplicación de Forest + Chana. Pero se mantiene para Fordor la inexistencia de control de malezas de la segunda aplicación.

Cuadro No. 12 Materia seca acumulada/m<sup>2</sup>, colecta desde los 208 y a los 274 dpa

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	Peso (g)
1	Forest (1l/ha ) + Chana (2l/ha)	162,71c
2	Fordor (150 g)	208,09 b
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha). Dos aplicaciones	222,22 b
4	Fordor (150 g). Dos aplicaciones	273,05 b
6	Siempre sucio	302,36 a

Las medias de materia seca acumulada de los tratamientos correspondientes a la entrefila se muestran en la figura 12.

Figura No. 12 Peso promedio de materia seca en la entrefila según período de control en la misma



**E1:** siempre limpio; **E2:** control primavera; **E3:** control primavera + verano; **E4:** Siempre sucio.

Además de ser los testigos significativamente diferentes, tuvieron un comportamiento similar a lo ocurrido en la fila. Como era previsible el mayor registro de

materia seca acumulada fue en aquellas parcelas donde no se realizó control, tampoco hay respuesta al control más intenso debido a que la aplicación había sido muy reciente.

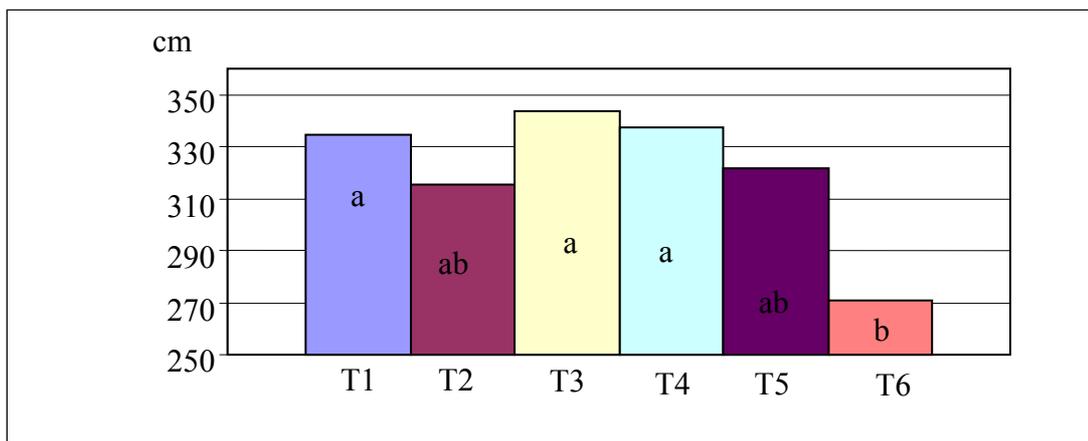
#### 4.6 EVALUACION 378 DPA (JUNIO 2010)

La sexta medición se realizó en invierno, al año de la plantación, el estado sanitario de los árboles era bueno en general y se notaban diferencias visuales entre los tratamientos. Dalla Tea y Larocca (1998) coinciden en que el control de malezas es fundamental para asegurar la alta sobrevivencia, buen crecimiento y homogeneidad de las plantaciones forestales de nuestra región. Además mencionan que el eucalipto es particularmente sensible a la competencia por malezas y a las prácticas culturales durante los primeros 6-12 meses.

Nuevamente se obtiene respuesta al control de malezas en la fila ( $P < 0.0016$ ), el control de malezas de la fila de plantación es el que repercute en el crecimiento de los árboles (Figura 13).

El testigo siempre sucio presentó alturas inferiores a los restantes aunque no se manifestaron diferencias con parcelas en donde se realizaron tratamientos utilizando Fordor (una aplicación) y con el testigo libre de malezas, recordando que este tratamiento no se pudo mantener como tal durante todo el periodo experimental. El registro de alturas superiores se dio en tratamientos donde se utilizó Forest + Chana en una o dobles aplicaciones, así como en el tratamiento donde se utilizó Fordor en dos aplicaciones.

Figura No. 13 Alturas medias de los árboles según tratamiento



**T1:** Forest (1l/ha)+ Chana (2 l/ha); **T2:** Fordor (200g/ha); **T3:** Forest (1/ha)+ Chana (2 l/ha), segunda aplicación; **T4:** Fordor (200g/ha), segunda aplicación; **T5:** Siempre Limpio; **T6:** Siempre sucio.

Al igual que en la fecha de evaluación anterior no hubo efecto de la entrefila en el crecimiento (cuadro 13). Aunque la diferencia para el promedio del tratamiento que se mantuvo libre de malezas y el testigo sucio fue de 48 cm, mientras que entre el tratamiento sin control de malezas en la entrefila y el tratamiento con una aplicación única en primavera la diferencia fue muy escasa y en el caso del tratamiento de mayor intensidad de control de malezas de la entrefila, seguramente está encubierto en los datos de crecimiento algún efecto de deriva. En esta fecha, iban 4 meses, aproximadamente, del control de verano de la entrefila.

Cuadro No. 13 Alturas medias según intensidad de control en entrefila a los 378 dpa

Entrefila	Intensidad de Control	Alturas (m)
1	Siempre limpia	3,59 a
2	Control primavera	3,14 a
3	Control primavera + verano	2,97 a
4	Siempre sucia	3,11 a

El diámetro presentó resultados similares a las anteriores mediciones, efecto del control de malezas en la fila de plantación ( $P < 0,001$ ), pero sin diferencias entre tratamientos de aplicación única y dobles. Pueden existir diferentes razones pero una de ellas que se ha venido manejando en párrafos anteriores es que el diámetro es menos sensible al control de malezas, tal es así que la altura en esta misma medición presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro No. 14 Medias de diámetros a los 378 dpa

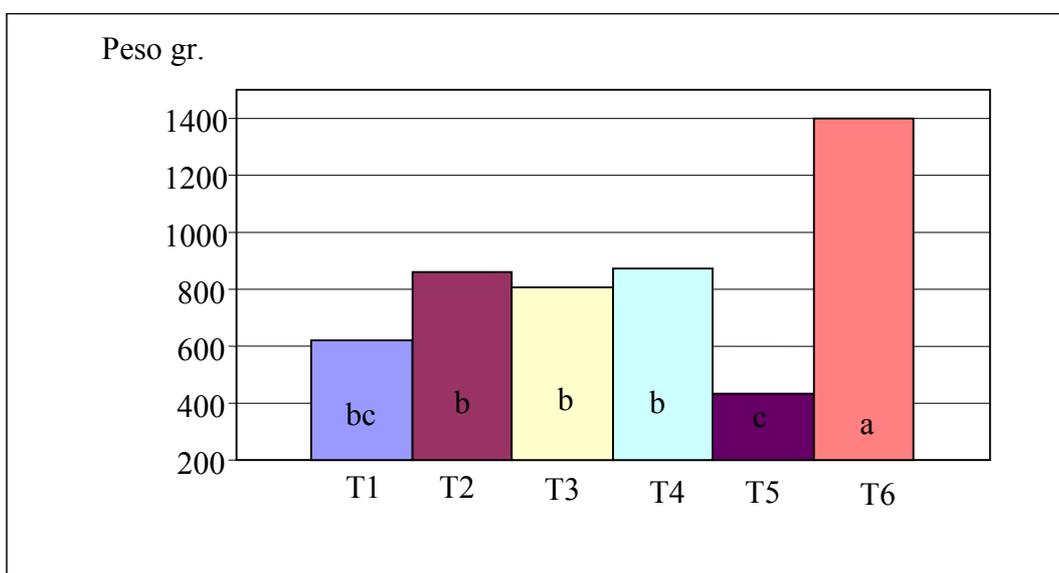
Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	D (cm)
1	Forest (1l/ha ) + Chana (2l/ha)	4.31 a
2	Fordor (150 g)	4.28 a
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha) (2 aplicaciones)	4.47 a
4	Fordor (150 g) (2 aplicaciones)	4.45 a
5	Siempre limpio	4.25 a
6	Siempre sucio	3.35 b

Tampoco en diámetro se detectaron diferencias por el tratamiento en la entrefila, esto permite sostener la afirmación que para condiciones similares un control adecuado en la fila es preponderante ante cualquier tratamiento que se realice en la entrefila.

Los datos de materia seca para esta fecha es la cantidad acumulada de las fechas anteriores (208 y 274) y la actual (378 dpa), esta variable presentó diferencias significativas para el herbicidas en la fila ( $P < 0,0001$ ) y la entrefila ( $P < 0,0056$ ).

Concordante con los datos de crecimiento, tampoco en la cantidad de materia seca de malezas presentes en la fila de plantación hubo un efecto de la doble aplicación de premergente.

Figura No. 14 Materia seca acumulada/m<sup>2</sup> en fila a los 378 dpa



**T1:** Forest (1l/ha)+ Chana (2 l/ha); **T2:** Fordor (200g/ha); **T3:** Forest (1/ha)+ Chana (2 l/ha), segunda aplicación; **T4:** Fordor (200g/ha), segunda aplicación; **T5:** Siempre Limpio; **T6:** Siempre sucio.

Para el caso de la materia seca de malezas en la entrefila, aun cuando no se detectan diferencias entre las intensidades de control y el siempre sucio, este presenta un 35% más de materia seca de malezas.

Cuadro No. 15 Materia seca acumulada/m<sup>2</sup> en entrefila a los 378 dpa

Entrefila	Periodo de control	Peso g.
1	Siempre limpio	213,25 b
2	Control primavera	428,1 a
3	Control primavera + verano	437,65 a

4	Siempre sucio	584,75 a
---	---------------	----------

El testigo siempre sucio correspondió a las parcelas más enmalezadas, aunque este no marcó diferencias con el control primavera y el control primavera + verano. Por su parte la entrefila siempre limpia fue el tratamiento en donde se colectó la menor cantidad de malezas por unidad de superficie, y a su vez el único tratamiento que a esta fecha tuvo diferencias significativas con los demás tratamientos en la cantidad de malezas acumulada.

El cociente de cantidad de materia seca recolectada por m<sup>2</sup> en cada parcela relacionada a la variable altura y el diámetro para el herbicida en la fila ha sido el único que presentó diferencias significativas (0.0001), por lo tanto sería el responsable de provocar algún tipo de efecto sobre dicha relación.

Cuadro No. 16 Cociente de materia seca/diámetro (MS/d) y materia seca/altura (MS/h) a los 378 dpa

Trat.	HERBICIDAS (Principio activo y dosis en PC)	MS/h	MS/d
1	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha)	0,95 bc	72,26 bc
2	Fordor (150 g)	1,55 b	100,37 b
3	Forest (1l/ha) + Chana (2l/ha) (2 aplic.)	1,2 bc	90,13 bc
4	Fordor (150 g) (2 aplicaciones)	1,4 b	97,98 b
5	Siempre limpio	0,7 c	49,69 c
6	Siempre sucio	2,75 a	235,52 a

Los valores de ambos indicadores, ya sea tomando altura o diámetro mantienen el mismo padrón.

#### 4.7 EVALUACION 504 DPA (OCTUBRE 2010)

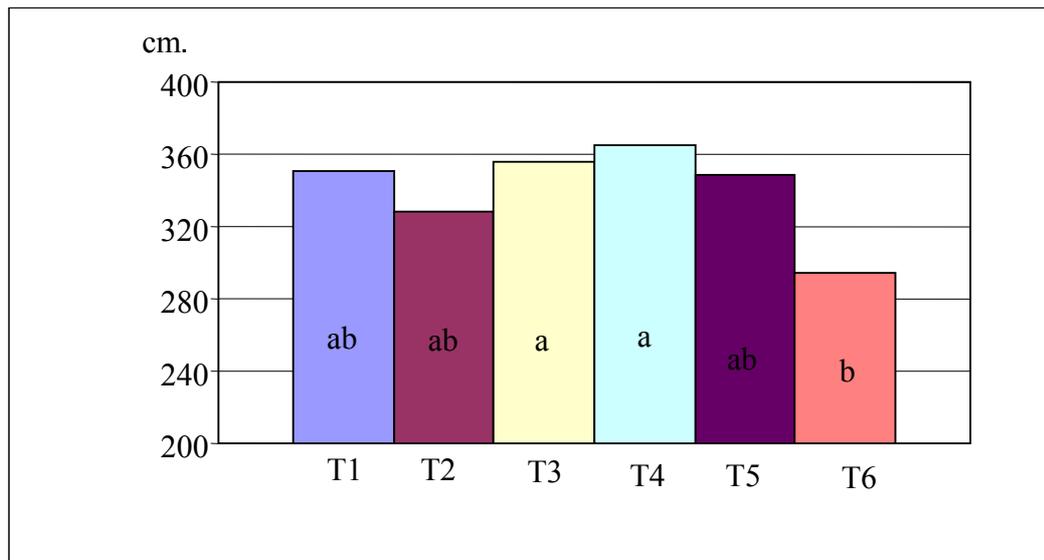
Esta fecha de evaluación correspondió al año y medio de la plantación, aproximadamente. Los resultados mostraron que el control de malezas inicial con premergentes en la fila sigue teniendo efectos en la variable altura de los árboles a los 18 meses ( $P < 0,0147$ ). Al igual que en las evaluaciones anteriores, no hubo efecto de la intensidad del control de las malezas de la entrefila sobre el crecimiento de los árboles.

Similares resultados fueron reportados por Dalla Tea y Larocca (2002), quienes encontraron a los 21 meses ventajas por efecto de la mayor intensidad de control de

malezas, alcanzando un mayor desarrollo, incluso duplicando el volumen producido en fuste a los 21 meses.

Para nuestro experimento, la media en el crecimiento en altura de los árboles fue siempre superior a los 3 metros, excepto el testigo siempre sucio (Figura 15).

Figura No. 15 Altura media de los árboles según tratamiento en la fila



**T1:** Forest (1l/ha)+ Chana (2 l/ha); **T2:** Fordor (200g/ha); **T3:** Forest (1/ha)+ Chana (2 l/ha), segunda aplicación; **T4:** Fordor (200g/ha), segunda aplicación; **T5:** Siempre Limpio; **T6:** Siempre sucio.

A esta fecha también el diámetro fue sensible al control inicial de malezas en la fila ( $P < 0,008$ ). El tratamiento de mayor diámetro fue para el tratamiento de doble aplicación de Fordor (T4) este valor fue de 5,3 cm, mientras que el valor más bajo de 4,28 cm se dio en el testigo siempre sucio.

La intensidad de control de malezas en la entrefila no determinó diferencias en el diámetro de los árboles en la evaluación al año y medio de instalado el monte.

Estos resultados obtenidos a los 504 dpa muestran que teniendo un control de malezas en la fila de plantaciones de *Eucalyptus dunnii*, se pueden obtener volúmenes de madera por unidad de superficie mayores a los que se tendría sin hacer ningún tipo de control; ya que los parámetros más importantes para las determinaciones de volúmenes como lo son la altura y el diámetro aumentan al hacer algún tipo de control. Para el sector forestal y las empresas que producen madera para pulpa esto es muy importante, ya que se aumenta la producción por unidad de superficie haciendo un mejor uso de la tierra con

que cuentan, produciendo más volumen de rollizos y diluyendo el costo por tonelada de celulosa obtenida.

#### 4.8 COMPARACION MULTIPLE COMBINANDO FILA Y ENTREFILA

Para intentar conocer más respecto a las respuestas en crecimiento de los árboles por efecto de la eliminación de las malezas según la localización respecto a los árboles se realizaron contrastes específicos con comparaciones de interés, combinando tratamientos de fila y entrefila. Para ello se tomaron las evaluaciones realizadas en las últimas tres fechas de medición.

Los niveles de significancia de los contrastes para la variable altura se observa en el Cuadro 17.

En ninguno de los casos se obtuvo efectos de las diferentes combinaciones de tratamiento de la fila y la entrefila para el parámetro altura. El contraste correspondiente a los 274 dpa y a la entrefila con control en primavera + verano, no se presenta porque a esa fecha todavía no se había ejecutado.

En la aplicación única de Fordor la altura alcanzada fue independiente de la intensidad del control de entrefila.

El segundo contraste tampoco permitió la confirmación que el control de malezas de la fila es más importante que el de la entrefila, para la altura de los árboles, sin embargo si fue más importante la fila en la variable diámetro a los 274 dpa (Cuadro 20). El diámetro fue más sensible a la competencia de las malezas de la fila determinando una reducción del 50% del crecimiento. Esa reducción fue compensada y a los 504 dpa era de tan solo 18%.

Los registros de altura tomados en la fila sucia combinada con entrefila limpia presentaron una tasa de crecimiento 23 % menor que aquellos obtenidos de filas limpias y entrefila sucia, mientras el diámetro presentó una disminución de 33 %. Este contraste específico indica que el control en fila tiene mayor relevancia en el crecimiento que el control en entrefila.

Cuadro No. 17 Contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación para la altura de los árboles

DPA		274	378	504	
Contraste	Descripción de los tratamientos contrastados		Pr>t	Pr>t	Pr>t
F2 EF2 vs F2 EF3	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera + Verano		0,8425	0,7930
F6 EF1 vs F5 EF4	F: testigo sucio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	0,0914	0,8787	0,7828
F5 EF1 vs F5 EF4	F: Testigo limpio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	0,7755	0,3363	0,2155
F5 EF2 vs F5 EF3	F: Siempre limpio EF: Siempre Control primavera	F: Siempre limpio EF: Control primavera + Verano		0,7626	0,75

F: tratamiento fila de plantación; EF: tratamiento entrefila.

Cuadro No. 18 Medias de altura para los contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación

DPA		274	378	504	
Contraste	Descripción de los tratamientos contrastados		Medias (cm)	Medias (cm)	Medias (cm)
F2 EF2 vs F2 EF3	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera + Verano		304,4 vs 295,8	322,1 vs 308,9
F6 EF1 vs F5 EF4	F: testigo sucio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	185,80 vs 241,53	324,97 vs 318,33	357,70 vs 343,80
F5 EF1 vs F5 EF4	F: Testigo limpio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	232,33 vs 241,53	360,53 vs 318,33	407,27 vs 343,80
F5 EF2 vs F5 EF3	F: Testigo limpio EF: Control primavera	F: Testigo limpio EF: Control primavera + Verano		309,93 vs 296,80	329,40 vs 313,43

F: tratamiento fila de plantación; EF: tratamiento entrefila.

Para el diámetro, los mayores valores alcanzados en los diferentes períodos 274, 378 y 504 dpa, se dan cuando la fila tuvo aplicación de premergentes ó fila limpia; independientemente de si la entrefila tenía control ó no.

Cuando se contrastó testigo limpio en fila y diferente intensidad en la entrefila no se detectaron diferencias significativas, tampoco hubo cuando se mantuvo la fila limpia, combinada con ambos testigo. Cuando se consideran tratamientos donde vario la intensidad de control, como por ejemplo el último contraste la diferencia de crecimiento en altura es de un 5 % a favor del tratamiento donde la intensidad de control fue mayor. Un dato interesante es la diferencia de un 13 % registrada a los 504 dpa a favor de la

fila limpia cuando se la comparo con una fila sucia, ambos asociados a entrefila limpia. Dado que se mantuvo invariable la entrefila esta diferencia en altura se la adjudica al tratamiento en fila.

Igualmente es importante biológica y técnicamente considerar las diferencia reales más allá de los efectos estadísticos que se obtuvieron.

Cuadro No. 19 Niveles de significancia de los contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación para el diámetro de los árboles

DPA		274	378	504	
Contraste	Descripción de los tratamientos contrastados		Pr>t	Pr>t	Pr>t
F2 EF2 vs F2 EF3	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera + Verano		0,7599	0,9547
F6 EF1 vs F5 EF4	F: testigo sucio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	0,0441	0,2034	0,1057
F5 EF1 vs F5 EF4	F: Testigo limpio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	0,4183	1	0,533
F5 EF2 vs F5 EF3	F: Siempre limpio EF: Siempre Control primavera	F: Siempre limpio EF: Control primavera + Verano		0,6252	0,3662

F: tratamiento fila de plantación; EF: tratamiento entrefila

Más allá de no haber detectado diferencias significativas entre los contrastes de los diferentes tratamientos, los mayores registros de altura y diámetro están asociados a testigos limpios en fila o entrefila. Particularmente en los primeros meses de plantación tuvo mayor efecto el control en fila que entrefila, con el transcurso del tiempo el efecto se diluyó, va siendo cada vez menos notorio, aunque este no deja de ser fundamental para establecer un control eficaz.

Según Marchi et al. (1996), plantaciones de eucaliptos que convivieron con malezas por períodos superiores a 84 días, tuvieron una reducción en la producción de madera de hasta 67 % a los 22 meses después de instalada la plantación, mientras que a los 32 meses la bajada de rendimiento fue de 50 %.; demostrando que hay una recuperación de las plantas de Eucalipto a la competencia de malezas con el tiempo y que a su vez el período total en que el cultivo de eucalipto debe de ser mantenido libre de presencia de comunidades infestantes se acorta con el tiempo.

Cuadro No. 20 Media de diámetros de los contrastes con combinación de tratamientos de control de malezas en la fila y entrefila de plantación.

DPA		274	378	504	
Contraste	Descripción de los tratamientos contrastados		Medias (cm)	Medias (cm)	Medias (cm)
F2 EF2 vs F2 EF3	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera	F: Fordor (1 aplicación) EF: Control primavera + Verano		4,03 vs 3,86	4,40 vs 4,43
F6 EF1 vs F5 EF4	F: testigo sucio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	2,20 vs 3,30	3,66 vs 4,36	4,43 vs 5,40
F5 EF1 vs F5 EF4	F: Testigo limpio EF: Siempre limpia	F: Testigo limpio EF: Siempre sucio	3,73 Vs 3,30	4,36 vs 4,36	5,03 vs 5,40
F5 EF2 vs F5 EF3	F: Siempre limpio EF: Siempre Control primavera	F: Siempre limpio EF: Control primavera + Verano		4,0 vs 4,26	4,73 vs 5,26

F: tratamiento fila de plantación; EF: tratamiento entrefila.

## 5. CONCLUSIONES

En las condiciones del presente experimento no se cuantificaron interacciones entre el control de malezas en la fila de plantación y el de la entrefila.

Tampoco se obtuvo respuesta en la altura y diámetro de *E. dunnii* por efecto del control de malezas de la entrefila, aún con crecimientos acumulados de materia seca en el periodo estival de 5800 Kg/ha en la entrefila siempre sucia. Fue más importante el control de malezas de la fila que de la entrefila. A los 274 dpa el crecimiento era superior en 30 % en altura y 50 % en diámetro para el control de malezas de la fila comparada a la de la entrefila.

La respuesta al control de malezas de la fila fue similar con el uso de uno de los preemergentes.

Los resultados obtenidos fueron fuertemente condicionados por las abundantes lluvias ocurridas durante el período experimental que llegaron a los 1753 mm.

## 6. RESUMEN

Con la aprobación de la ley 15939 el sector forestal ha venido teniendo un desarrollo sustentable y sostenido con el correr de los años, con tasas de plantaciones crecientes año a año (aprox. 50 mil ha/año), teniendo como principales actores a un conjunto de empresas de gran magnitud. Este marco ha permitido que industrias que ya existían y otras que se generaron, formaran plantas de procesamiento de madera que emplean a mucha mano de obra asociada a los centros poblados cercanos a los complejos industriales, y que demandan un volumen importante de materia prima que hace que la fase productiva tenga una dinámica muy importante. El control de malezas es muy importante y significativo en la instalación y el mantenimiento de las plantaciones forestales, llegando en ciertos casos a representar en la estructura de costos de la plantación, el 40 %. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de la interacción de diferentes herbicidas premergentes en la fila y de diferentes intensidades de control de la entrefila en el crecimiento de *Eucalyptus dunnii*. Para esto se instaló un ensayo en el establecimiento “La Merced”, en la Localidad de Orgoroso, Departamento de Paysandú, perteneciente a la empresa Forestal Oriental. El diseño utilizado fue el de parcelas divididas, siendo la parcela menor los tratamientos en la fila ( T1: Forest (1l/ha)+ Chana (2 l/ha); T2: Fordor (150g/ha); T3: Forest (1l/ha)+ Chana (2 l/ha), segunda aplicación; T4: Fordor (150g/ha), segunda aplicación; T5: Siempre Limpio; T6: Siempre sucio); y la parcela mayor fueron las diferentes épocas de control en la entrefila (E1: siempre limpio; E2: control primavera; E3: control primavera + verano; E4: Siempre sucio). El tratamiento que más efecto causó en el crecimiento de los árboles fue el control en la fila, siendo los tratamientos 1, 3 y 4, los de mayor relevancia en la altura y el diámetro.

Palabras clave: Herbicidas premergentes; *Eucalyptus spp*; Control.

## 7. SUMMARY

With the approval of the law 15.939 forestry has been taking sustainable development and sustained over the course of the years, with increasing plantation rates (approx 50.000 ha/year), being the main actors, large-scale companies. This has allowed existing and new industries that were generated, undertake wood processing plants, employing large numbers of staff associated with the centers near industrial complexes, which require a significant amount of raw materials, generating a very important dynamic in the productive phase. Undergrowth control is very important in the installation and maintenance of forest plantations. In some cases, represents the 40% of planting costs. The aim of this work was the study of the effect on the interaction of different pre-emergent herbicide in the eucalyptus row, and different intensities between row controls on growth of *Eucalyptus dunnii*. For this study, we installed an essay in the "La Merced" Orgoroso Area, Department of Paysandú and property of Forestal Oriental Company. The design used was the split plot being the smallest parcel, treatments in row (T1: Forest (1l/ha)+ Chana (2 l/ha); T2: Fordor (150g/ha); T3: Forest (1/ha)+ Chana (2 l/ha), second application; T4: Fordor (150g/ha), second application; T5: without undergrowth; T6: with undergrowth; and in the main plot, the treatments were made in different seasons controlling in between rows. (E1: without undergrowth; E2: spring control; E3: spring control & summer; E4: with undergrowth). The treatment caused more effect on tree growth was in line control, with treatments 1, 3 and 4, the most relevant in height and diameter.

Keywords: Herbicides pre-mergentes; Eucalyptus spp; Control.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS, P.; BEADLE, C.; MENDHAM, N.; SMETHURST, P. 2003. The impact of timing and duration of grass control on growth of a young *Eucalyptus globulus* Labill. plantation. *New Forest*. 26: 147-165.
2. ALVAREZ, J. 2002. Algunos aspectos relevantes relacionados a la silvicultura de reforestación de *Pinus radiata* D. Don, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* en Chile. (en línea). In: Jornada Forestal de Entre Ríos (17ª., 2002, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. Concordia, INTA. pp. 1-19. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2002/152%2009%20TMu%C2%B1oz%20PAPER-CONCORDIA-2002%20def.pdf>
3. APARICIO, J. L.; GHIO, A. 2005. Respuesta de *Eucalyptus grandis* a la preparación del terreno y al control de malezas en el sudoeste de Corrientes. (en línea). In: Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano (3º., 2005, Corrientes, Argentina). Trabajos presentados. s.n.t. s.p. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/forestales/respuestas.pdf>
4. BENACHOUR, N.; SARALINI, E. 2009. Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato (parte II). (en línea). s.n.t. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://www.igooh.com/.../efectos-sobre-la-salud-y-el-ambiente-que-contiene-herbicida-partII>.
5. BEZUTTE A.; TOLEDO, R.E.B; VICTORIA FILHO, R.; PITELLI, R.A; ALVES, P.L.C.A.; LOPES, M.A.F. 1995. Efeito de período de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. (en línea). *Planta Daninha*. 18 (3): s.p. Consultado 3 nov. 2010. Disponible en <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100>
6. BRAVO, T.; MUÑOZ, F.; SÁNCHEZ-OLATE, M. 2008. Efecto de la aplicación del herbicida Metsulfuron Metil en mezcla con glifosato, en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill. (en línea). Talca, Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Forestales. Consultado 16 ene. 2010. Disponible en <http://dspace.utalca.cl/handle/1950/6261>
7. CAZABAN, J.; MONTOUTO, C. 2009. Efecto del laboreo en la eficiencia de herbicida preemergente y en el crecimiento del clon *Eucalyptus grandis* por

*Eucalyptus globulus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 49 p.

8. DALLA TEA, F. 1995a. Herbicidas en la plantación de *Eucalyptus grandis*. In: Congreso Latinoamericano de Malezas (12°. , 1995, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, s.e. s.p.
9. \_\_\_\_\_. 1995b. Nuevas alternativas de plantación de *Eucalyptus* en la zona de Concordia. (en línea). In: Jornada Forestal de Entre Ríos (10ª., 1995, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. Concordia, INTA. pp. 1-10. Consultado 12 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/1995/57-1995-04.pdf>
10. \_\_\_\_\_.; LAROCCA, F. 1998. Establecimiento de plantaciones forestales en la costa del río Uruguay. (en línea). In: Encuentro Forestal CEDERFOR del MERCOSUR (13°. , 1998, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. Concordia, INTA pp. 1-9. Consultado ago. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/1998/79%20LaroccaDallaTeaIV.pdf>
11. \_\_\_\_\_.; DIAZ, D.; JAIME, S.; LAROCCA, F.; LAROCCA, L.; MARCO, M.; 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 Corriente. Proyecto forestal de desarrollo. (en línea). INTA. 20/98: 20-43. Consultado 15 oct. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/documentos/Forestacion/PIA%2020%20Informe%20final.pdf>
12. DUKE, S.; POWLES, S. 2008. Glyphosate resistant crops and weeds. (en línea) Agbioforum. 12 (3-4): s.p. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://www.agbioforum.org/v12n34/v12n34a10duke.htm>.
13. EXTENSIÓN TOXICOLOGY NETWORK) (EXTOXNET). 2009. Oxifluorfen. (en línea). Oregon. s.p. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://extoxnet.orst.edu/pips/oxyfluor.htm>
14. GARCIA, L.; FERNADEZ, C. 1991. Fundamento sobre malas hierbas. 3ª ed. Madrid, Mundi-Prensa. 348 p.

15. GARGIA, R. E.; SOTOMAYOR, A.; SILVA, P. S.; VALDEBENITO, R.G. 2000. Establecimiento de plantaciones forestales; *Eucalyptus* sp. (en línea). Santiago, Chile, INFOR. 32 p. Consultado 17 may. 2009. Disponible en [http://www.agroforesteria.cl/menu/publicaciones/publicaciones\\_libros.htm](http://www.agroforesteria.cl/menu/publicaciones/publicaciones_libros.htm)
16. INFOR. 2006a. Alternativas de control de malezas a herbicidas cuestionados por los sellos de certificación, antecedentes de alternativas de control de malezas y herbicidas usados en el sector forestal. (en línea). Concepción, Chile. s.p. Consultado 16 ene. 2010. Disponible en <http://www.infor.cl/controlmaleza/archivos/Control%20de%20malezas%20y%20herbicidas%20usados%20en%20sector%20forestal.pdf>
17. \_\_\_\_\_. 2006b. Alternativas de control de malezas a herbicidas cuestionados por los sellos de certificación, efecto de los herbicidas en los suelos forestales. (en línea). Concepción, Chile. s.p. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://www.infor.cl/controlmaleza/archivos/Efecto%20herbicidas%20en%20suelos%20forestales.pdf>
18. KOGAN, M. 1992. Malezas; ecofisiología y estrategias de control. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 402 p.
19. \_\_\_\_\_.; PEREZ, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. 321 p.
20. LAROCCA, F.; DALLA TEA, F.; APARICIO, J. L. 2004. Técnicas de implantación y manejo de *Eucalyptus grandis* para pequeños y medianos forestadores en Entre Ríos y Corrientes. (en línea). In: Jornada Forestal de Entre Ríos (19ª., 2004, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. Concordia, INTA. pp. 1-16 Consultado 6 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2004/228%20Larocc.pdf>
21. MAISOR. 2009. Isoxaflutole. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 5 set. Disponible en <http://www.maisor.com.uy>
22. MARCHI, S.; PITELLI, R.; BEZUTTE, A.; CORRINE, L.; ALVARENGA, S. 1996. Efeitos de Períodos de convivencia de controle das plantas daninhas na cultura de *Eucalyptus grandis*. In: Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo

- en Florestas (1º., 1996, Riberão Preto, São Paulo). Cultivo mínimo do solo em florestas. São Paulo, s.e. pp. 130-131.
23. MARTINO, D. 1995. El herbicida Glifosato; su manejo más allá de la dosis por hectárea. Montevideo, INIA. 27 p. (Serie Técnica no. 61).
  24. MARZOCCA, A. 1976. Manual de malezas. (en línea). 3ª. ed. Monterrey, s.e. pp. 3-13. Consultado 29 oct. 2010. Disponible en <http://biblioteca.mty.itesm.mx/pasteurnode/106696>
  25. MODERNEI, R. 1996. Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal. 6a. ed. Montevideo, SATA. pp. 79-150.
  26. NEILSEN, W. A.; RINGROSE, C. 2000. Effect of initial herbicide treatment and planting material on woody weed development and the growth of *Eucalyptus nitens* and *Eucalyptus regnans*. Journal of Weed Research. 41(4):301-309.
  27. SOTOMAYOR, G. A.; HELMKE, W. E.; GARCIA, R. E. 2002. Manejo y mantención de plantaciones forestales; *Pinus radiata* y *Eucalyptus* sp. 23ª. ed. Santiago, LOM. 50 p.
  28. TAKAHASHI, N.; DA COSTA AGUIAR, P.; PEREIRA, T.; FARIAS, M.; SILVA, A.; TORQUATO, B.; 2009. Consecuencias de la deriva de los herbicidas clomazones y sulfantrazone en clones de *Eucalyptus grandis* \* *Eucalyptus urophylla*. (en línea). Arvore. 33 (4): s.p. Consultado 16 ene. 2010 Disponible en <http://www.buscagro.com/cgi-bin/mp/jump2.cgi?ID=52801>
  29. TOLEDO, R.E.B.; VICTORIA FILHO, R.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; LOPES, M.A.F. 2000. Feito de período de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucaliptos. (en línea). Planta Daninha. 18 (3): 383. Consultado 17 ene. 2010. Disponible en <http://www.scielo/pdf/pd/v18n3/02.pdf>
  30. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; BEZUTTE, A. J.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; VALLE. C. F.; ALVARENGA, S. F. 2003. Períodos de controle de *Brachiaria* sp e seus reflejos na produtividade de *Eucalyptus grandis*. Scientia Forestales. 63: 221- 232

31. TUFFI SANTO, L. D.; FERREIRA , L. R.; FERREIRA , F. A.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. 2006. Fitotoxicidad en eucalipto sometido a deriva simulada de diferentes herbicidas. (en línea.) *Planta Daninha*. 24 (3): 159-164. Consultada 6 set. 2010. Disponible en <http://www.buscagro.com/detailed/36615.html>
32. \_\_\_\_\_; SANT'ANNA-SANTOS, B.F.; MEIRA, R.M.S.A.; FERREIRA, F.A.; 2009. Micromorfología foliar en análisis de fitotóxicos por glifosato en *Eucalyptus grandis*. (en línea). *Planta Daninha*. 27 (4): s.p. Consultado 14 ene. 2010. Disponible en <http://www.buscagro.com/cgi-bin/mp/jump2.cgi?ID=53771>
33. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. 1979. Índice de productividad grupos CONEAT. Montevideo. 167 p.
34. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. 2008. Anuario estadístico 2008. (en línea). Montevideo. Consultado 15 ene. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea/anuarios.htm>
35. URUGUAY XXI. 2010. Informe sectorial. (en línea). Montevideo. Consultado 6 ago. 2011. Disponible en <http://www.uruguayxxi.gub.uy>