

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DEL LABOREO EN LA EFICIENCIA DE HERBICIDAS PREMERGENTES Y EN
EL CRECIMIENTO DEL CLON *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus*

por

Jorge Cristián MONTOUTO VILLAREAL
Julio CAZABAN REGUSCI

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2009

Tesis aprobada por:

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

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

Ing. Agr. Ney Costa

Ing. Agr. Pablo Caraballo

Fecha: -----

Autor: -----
Jorge Cristián Montouto Villareal

Julio Cazaban Regusci

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a la Facultad de Agronomía por permitirnos y brindarnos la comodidad de realizar este trabajo final. Incluimos también a todo el equipo docente y funcionarios por su destacada labor a lo largo de nuestros años de estudio.

A la empresa Forestal Oriental S.A. por brindarnos la posibilidad y los medios necesarios para llevar a cabo esta Tesis. A sus funcionarios de campo, al Ing. Agr. Pablo Caraballo y en especial al Ing. Agr. Ney Costa, quien fue el que hizo posible esta oportunidad.

También es necesario destacar a la Lic. Sully Toledo por sus correcciones en tiempo y su ayuda brindada, a la Ing. Agr. Ivanna Stoletniy y a la Ing. Agr. Lorena Caamaño, fuente de consulta permanente..

Por último, pero no menos importante, se agradece a la tutora, Ing. Agr. Dra. Juana Villalba, por toda su dedicación, paciencia y apoyo continuo.

Jorge y Julio

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 PREPARACION DE SUELO EN PLANTACIONES DE EUCALIPTUS.....	2
2.2 CONTROL DE MALEZAS EN PLANTACIONES DE EUCALIPTUS.....	4
2.3 METODO DE CONTROL DE MALEZAS.....	7
2.4 HERBICIDAS PREMERGENTES.....	11
2.4.1 <u>Acetoclor</u>	12
2.4.2 <u>Diclosulam</u>	13
2.4.3 <u>Isoxaflutole</u>	14
2.4.4 <u>Oxifluorfen</u>	15
2.4.5 <u>Sulfentrazone</u>	16
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
3.2 DESCRIPCION DEL SITIO.....	18
3.3 DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS.....	19
3.4 DETERMINACIONES.....	23
3.4.1 <u>Determinaciones en la condición de suelo</u>	23
3.4.2 <u>Determinación del nivel de enmalezamiento</u>	25
3.4.3 <u>Determinación de la altura de los árboles</u>	26
3.5 ANALISIS ESTADISTICO.....	26
3.6 DATOS METEOROLOGICOS DE TODO EL PERIODO EXPERIMENTAL.....	27
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	28
4.1 DETERMINACION DE HUMEDAD EN EL SUELO.....	28
4.2 ESTIMACIONES DE RESISITENCIA A LA PENETRACION.....	29
4.3 MALEZAS TOTALES PREVIO A LA PLANTACION.....	30
4.4 CONTROL DE MALEZAS CON LOS HERBICIDAS PREMERGENTES.....	32
4.4.1 <u>Malezas totales</u>	32
4.4.2 <u>Control en <i>Digitaria sanguinalis</i></u>	35

4.4.3 Control en <i>Cichorium intybus</i>	37
4.5 INCREMENTO EN ALTURA DE LOS ÁRBOLES.....	40
5. <u>CONCLUSIONES</u>	43
6. <u>RESUMEN</u>	44
7. <u>SUMMARY</u>	45
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46
9. <u>ANEXOS</u>	50

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Análisis de suelo de muestras extraídas en el sitio del ensayo.....	19
2. Tipo de laboreo, herramienta utilizada y fecha de instalación.....	19
3. Descripción de los tratamientos herbicidas y momento de aplicación.....	22
4. Temperatura mínima, máxima y precipitaciones de cada mes.....	27
5. Porcentaje de humedad al momento de aplicación de los herbicidas premergentes según tipo de laboreo.....	28
6. Anava para cobertura en control de malezas totales.....	32
7. Promedio de porcentaje de cobertura de malezas totales para cada fecha de evaluación.....	33
8. Anava para cobertura en control de Pasto blanco.....	35
9. Promedio de porcentaje de cobertura de Pasto blanco para cada fecha de evaluación y tratamiento herbicida.....	36
10. Promedio de porcentaje de cobertura de Pasto blanco para cada fecha de evaluación y cada tipo de laboreo.....	36
11. Anava para cobertura en control de Achicoria.....	37
12. Anava para el incremento en altura de los árboles.....	40
13. Incrementos diarios (cm. dia ⁻¹) de los distintos tratamientos según el tipo de laboreo.....	41
14. Incrementos diarios (cm. dia ⁻¹) de los distintos tratamientos según el periodo de crecimiento.....	42
Figura No.	
1. Laboreo secundario (segunda pasada de excéntrica).....	20
2. Laboreo terciario (pasada de herramienta acamelladora).....	21
3. Aplicación de herbicidas premergentes.....	23

4. Determinación del contenido de humedad por diferencia de peso.....	24
5. Resistencia de suelo medida con penetrómetro.....	25
6. Resistencia a la penetración del suelo expresada en porcentaje de la escala de color rojo del penetrómetro.....	30
7. Cobertura de malezas previo a la plantación.....	32
8. Promedio de cobertura de malezas (%) para los tratamientos diferentes del testigo.....	34
9. Cobertura de Achicoria (%) en los laboreos primarios, secundario y terciario para las tres fechas de evaluación	39

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector forestal uruguayo ha tenido un marcado desarrollo debido fundamentalmente a la Ley 15.939 promulgada en el año 1987. Esta ha permitido el arribo de importantes empresas forestales extranjeras al país, las cuales han realizado grandes inversiones y conjuntamente con algunas empresas locales han producido un aumento significativo de la superficie plantada. Esto sumado a la construcción de industrias han generado mano de obra y han colocado al sector como uno de los principales rubros exportadores.

El modelo forestal uruguayo está enfocado principalmente a la producción de pulpa de celulosa y madera aserrada con destino de exportación. Las plantaciones comerciales son de rápido crecimiento y pertenecen mayoritariamente a los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*, con predominancia del primero, con una proporción del 70 % del área plantada (URUGUAY. MGAP, 2008).

La productividad de las plantaciones de eucaliptos ha aumentado con el transcurrir de los años, consecuencia de avances en el mejoramiento genético y adecuadas técnicas silviculturales, dentro de las cuales el control químico de malezas y la preparación del suelo se han convertido en las más relevantes.

Para la preparación del suelo en las plantaciones forestales las medidas de manejo más frecuentes incluyen pasadas de herramientas como rastra de discos, rastra acamelladora y en situaciones especiales el uso de subsolador.

El control de malezas en las plantaciones, se basa fundamentalmente en el control químico, realizándose en algunos casos hasta diez aplicaciones de herbicidas. El uso de glifosato es una práctica habitual, generalmente, se realiza una aplicación en área total antes de la preparación del suelo y otra posterior al laboreo. Además después del establecimiento de los árboles se pueden hacer aplicaciones sucesivas posteriores tanto para el control en la fila, con herbicidas selectivos y residuales como oxifluorfen y acetoclor y para el control en la entrefila se usa glifosato.

El herbicida oxifluorfen está colocado por FSC (Forest Stewardship Council) en la lista de prórroga y podría ser retirado de la lista de herbicidas permitidos en los sistemas forestales, por lo cual es necesario encontrar otras alternativas químicas de buena selectividad y de gran espectro de control.

En este contexto se planteó este trabajo, con el objetivo de estudiar el efecto del tipo de laboreo en la eficiencia de distintos herbicidas preemergentes y la respuesta en el crecimiento del clon *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 PREPARACIÓN DE SUELO EN PLANTACIONES DE EUCALIPTOS

El objetivo de esta actividad es dejar el suelo en condiciones que permita una mayor retención de agua, que las raíces puedan extenderse y desarrollarse con facilidad, y promover el desarrollo de un mejor sostén de la planta y permitir un mayor aprovechamiento de los nutrientes. El laboreo también favorece la penetración del agua y el aire a mayor profundidad, además de un mejor control de malezas (Larraín, citado por Garcia et al., 2000).

Las técnicas de preparación de suelos empleadas para las plantaciones forestales van desde laboreo de la totalidad del terreno (en las primeras plantaciones realizadas) hasta plantación sin laboreo (Delgado et al., 2006).

Es preferible que esta actividad se realice en periodos secos y cuando exista un bajo contenido de humedad en el suelo, lo que permite prevenir procesos como compactación y remoción excesiva (Larraín, citado por Garcia et al., 2000).

Por otra parte Dalla Tea y Larocca (1998) mencionan la necesidad de preservar la productividad del sitio en forma sostenida al momento de planificar la preparación del suelo.

Por lo anterior y de forma de reducir costos, según Aparicio et al. (2005b) es cada vez más utilizada la preparación del terreno solo en la banda de plantación, favoreciendo de esta manera la estabilidad del sistema.

Una porción importante de la productividad de eucaliptos se define en la etapa de establecimiento de la plantación. Las técnicas de mayor impacto son la preparación del terreno, el control de malezas y la fertilización. La aplicación adecuada de cada una de ellas incrementa la productividad, mejora la homogeneidad y beneficia la sustentabilidad (Larocca et al., 2004). Según los autores, la intensidad de la preparación del terreno depende de las características particulares de cada sitio en relación a la textura. El efecto de la roturación es más marcado en suelos con mayor contenido de arcilla debido a la mayor resistencia al crecimiento de las raíces y a la menor permeabilidad del agua.

En nuestro país la técnica de preparación del suelo más difundida para plantaciones de eucaliptos es la elaboración de camellones. Se realiza en todas las zonas forestales del país e independiente de los tipos de suelo.

La formación de camellones puede realizarse con arados taiperos o rastras modificadas con discos enfrentados; en cualquier caso van acompañados de un rolo

convexo para completar la forma del mounding (Dalla Tea y Larocca, 1998). Los autores hacen referencia a que el uso de camellones permite una mayor aireación de las raíces en sitios húmedos con suelos de pobre drenaje donde la napa de agua reduce el crecimiento. Asimismo se concentra la materia orgánica y nutrientes en la línea de plantación. Por otra parte en suelos arcillosos también hay un efecto en el aumento del tamaño de macroporos y reducción de la densidad del suelo, aumentando en consecuencia su aireación.

En el mismo sentido, Aparicio et al. (2005b) mencionan que la elevación del suelo a través de esta técnica aumenta el volumen de tierra disponible para el desarrollo del sistema de raíces, con un efecto positivo en el crecimiento, permitiendo incorporar suelos que eran descartados para las plantas.

Sin embargo, comentan Dalla Tea y Larocca (1998) que en años secos los camellones pueden aumentar el stress hídrico al drenar el agua hacia fuera de la línea de plantación. Por este motivo, el uso de camellones debe restringirse a suelos con drenaje deficiente y sin largas sequías estacionales.

En estudios realizados por Aparicio et al. (2005b) la preparación con camellones aumentó en forma significativa la productividad de *Eucalyptus grandis*, en relación a las otras técnicas de preparación. El diámetro a la altura de pecho, la altura y el volumen con camellones fueron 38%, 35% y 210% superiores respectivamente, comparados a la preparación con rastra y un 30%, 28% y 130% con relación a la preparación con subsolado + rastra. Por su parte, la sobrevivencia con la preparación de camellones fue de 89%, en la preparación con rastra de 65% y de 79% en la preparación con subsolado +rastra. El mayor efecto de los camellones en la productividad de *Eucalyptus grandis*, respecto a las otras técnicas de preparación fue explicado en gran parte, por los parámetros de humedad y aireación del suelo. En la preparación con camellones las variables, densidad aparente, humedad y el grado de saturación con agua disminuyeron en forma significativa y la porosidad total aumentó en forma significativa en relación a la preparación con rastra.

Resultados similares encontraron Aparicio y Ghio (2005a) quienes verificaron que la preparación con camellones fue la técnica de mayor incidencia en el crecimiento de *Eucalyptus grandis*, el DAP y la altura fueron 40% superiores y el volumen un 160% superior, respecto a la preparación con rastra. La diferencia en crecimiento fue aún mayor al comparar la preparación con camellones y la preparación con herbicida. La sobrevivencia fue similar en la preparación con camellones y con rastra (89%), con diferencias significativas respecto a la preparación sin roturar el suelo, donde la sobrevivencia fue de 68%. Los autores comentan que por eso la preparación con camellones es la técnica de labranza de mayor incidencia en el crecimiento de *E. grandis* hasta el primer año de crecimiento, en los suelos de las planicies y lomadas arenosas del Centro y Sudoeste de la provincia de Corrientes.

En contra posición, estudios realizados por García et al. (2001), demuestran que las diferencias significativas en los parámetros de crecimiento y producción de biomasa a favor de mayor intensidad de laboreo al final del primer año dejaron de serlo al final del segundo año. Esto sugeriría que el efecto de la intensidad de laboreo podría no ser importante en la producción final.

2.2 CONTROL DE MALEZAS EN PLANTACIONES DE EUCALIPTOS

El control de malezas es una de las actividades de mantención más importantes para una plantación, desde el establecimiento hasta el cierre de las copas; la presencia de malezas puede causar desde un retraso importante en su 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 es en la 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 prácticas culturales durante los primeros 6-12 meses.

Por otra parte, García et al. (2000) mencionan que es el tratamiento más simple e importante en el establecimiento de especies forestales, especialmente en aquellas de rápido crecimiento, afectando la sobrevivencia, crecimiento en altura y diámetro de las plantas.

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 con fuerte interacción entre las malezas y la fertilización (Sánchez, citado por INFOR, 2006a).

En Argentina, Álvarez (2002) ha comprobado que el control de malezas otorga ganancias en el crecimiento de los árboles que puede persistir hasta la edad del primer raleo, 14 a 16 años.

En casos extremos, la invasión de malezas puede hacer perder la plantación o aumentar la mortandad hasta porcentajes que no justifican el manejo para producir madera (Aparicio et al., 2005b).

En Australia, Cromer, citado por INFOR (2006b), aseveró que la competencia ocasionada por los pastos era la principal causa de la mortalidad de las plantaciones de eucaliptos. Los pastos eran capaces de producir severos estreses hídricos a las plantaciones, captaban además nutrientes y reducían la cantidad de luz que llegaba a las plantas.

El efecto de la competencia por luz y espacio se distingue visiblemente, pero los otros dos factores no son notorios a simple vista, sin embargo tienen una enorme influencia sobre la sobrevivencia y el crecimiento, que se agravan en períodos críticos de falta de humedad (Dalla Tea et al., 2002).

Mientras más largo sea el período de interferencia de las malezas después de la plantación, más significativo será el efecto negativo (Kogan, 1992).

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, 2005a).

En ese sentido Toledo et al. (2003) establecieron un periodo crítico de malezas en plantaciones de eucaliptos de 78 días, desde el momento de plantación para densidades importantes de malezas gramíneas en la región de Mato Grosso do Sul en Brasil.

Según Larocca et al. (2004) los eucaliptos compiten débilmente en los primeros meses, por lo que otras plantas más agresivas logran una ocupación rápida del sitio consumiendo agua y nutrientes, interceptando luz y ocupando espacio, de este modo se ve afectado el crecimiento y la homogeneidad. Resultados de ensayos muestran una relación directa entre el grado de control y el crecimiento de las plantas de eucaliptos durante el primer año.

Respecto a lo anterior, la competencia de las malezas por los recursos en el primer período de crecimiento comprende 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, 2005a).

Sotomayor et al. (2002) 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. Comentan los autores que en general, a mayor intensidad de control de malezas, los árboles jóvenes responden con un mayor crecimiento al tener menos competencia por recursos del sitio; sin embargo, se debe analizar y evaluar previamente la rentabilidad de las distintas opciones. 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.

Según Bravo et al. (2008) 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.

En nuestro país, esta actividad, 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.

Para lograr un efectivo control de malezas se debe considerar, entre otros factores, una adecuada dosificación, volumen de aplicación apropiado, determinar el estado de desarrollo más vulnerable de la maleza y la calidad del agua a utilizar para la aplicación (Chorbadjian y Kogan, 2001).

Por otra parte existe una fuerte interacción del control de malezas y la fertilización, en trabajos realizados en Chile, donde se realizaba fertilización y sin control de malezas el efecto de depresión del crecimiento fue mayor, con disminuciones en el diámetro basal del orden del 47%, de 89% en el área foliar y del 90% en el peso seco (Sánchez, citado por INFOR, 2006a).

En Nueva Zelanda, Messina, citado por INFOR (2006b), aplicó una combinación de fertilizantes fosfato diamónico y urea, junto a glifosato al 2 %, en plantaciones de *Eucalyptus regnans*. El estudio demostró que el control de malezas puede ser tan importante como los fertilizantes para promover un mejor crecimiento de las plantaciones.

En Argentina, Dalla Tea (1995), realizó evaluaciones para apreciar el efecto de aplicaciones combinadas y aisladas de herbicidas y fertilizantes en plantaciones de *Eucalyptus grandis*, encontrando que las respuestas eran muy satisfactorias.

Según Aparicio et al. (2005b), la competencia se establece a nivel radicular, las raíces de la plantación y de las malezas se concentran en el suelo superficial donde es más alta la disponibilidad de nutrientes, en particular nitrógeno y fósforo. El sistema de raíces de las malezas, de mayor densidad y más finas, ocupa primero el suelo limitando el crecimiento de las raíces de *Eucalyptus grandis* y en consecuencia la absorción de nutrientes y agua.

Aplicaciones de herbicidas con diferentes composiciones químicas, han permitido aumentar los rendimientos de las plantaciones y también ampliar la diversidad de productos que pueden obtenerse de las plantaciones, al aumentar los rendimientos y la calidad de la madera (INFOR, 2006b).

Resultados de ensayos realizados por Larocca et al. (2004) muestran una relación directa entre el grado de control y el crecimiento de las plantas de eucaliptos durante el primer año. El ancho de la banda de control de malezas mayor determinó los mayores crecimientos de los eucaliptos.

Naturalmente que el ancho óptimo de la banda de plantación estará dado por una evaluación conjunta de la respuesta en crecimiento con factores económicos y ecológicos. De ese modo se ha encontrado buenos resultados en un sistema de control diferenciado de una banda de 1 – 1,2 m de ancho (0,5-0,6 m a cada lado del eje de la línea de plantación) y la entrelínea (espacio comprendido entre dos bandas 3m) (Larocca et al., 2004).

Una experiencia realizada en Entre Ríos, demostró que el control total de malezas entre las líneas de plantación con rastra de discos o glifosato aumentó el contenido de humedad del suelo respecto a no controlar las malezas o controlar con desmalezadora mecánica (Aparicio et al., 2005b).

Otro efecto secundario y positivo también mencionado del control de malezas, es que en zonas propensas a heladas, la presencia de pastos, aumenta la probabilidad de daño por heladas por generar un microclima con menores temperaturas (INFOR, 2006b).

2.3 MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas puede tener distintas intensidades: en fajas, en tazas, como desmanche, local y total, dependiendo de cada situación particular. Las técnicas de control más usadas corresponden a: corta manual (azada), mecánica (desbrozadora, raspado con máquina), y control químico (manual con mochila de espalda, con tractor u otros) (Sotomayor et al., 2002).

El control manual, con utilización de herramientas o maquinaria, es efectivo para terminar un buen despeje de áreas con vegetación, sin embargo como controla sólo las malezas presentes, no tienen efecto sobre las que emergerán con posterioridad, ya sea de semillas o del rebrote de estructuras vegetativas de las perennes. Si a esto se agrega el costo de la gran cantidad de mano de obra que se requiere por continuas intervenciones, se determina que este sistema es aconsejable para pequeñas plantaciones (INFOR, 2006a).

Cuando hay alta disponibilidad de mano de obra y no se desean utilizar herbicidas, por el riesgo a la fitotoxicidad o por el costo, esta práctica se puede llevar a cabo por carpidas manuales en un círculo alrededor de las plantas (Larocca et al., 2004).

El control mecánico, usado para la entrefila, reduce gran parte del volumen aéreo de las malezas, pero deja en el suelo una abundante masa radicular muy activa, que le permite recuperarse rápidamente. En un par de meses, nuevamente las malezas exhiben una frondosa biomasa aérea. Es necesario entonces volver a efectuar el control para mantener a las malezas con baja actividad metabólica. Esta estrategia es cara y poco efectiva (INFOR, 2006b).

Dalla tea y Larocca (1998) mencionan que este tipo de control puede realizarse con numerosos tipos de maquinarias entre las que se incluye arados, cinceles y rastras; el subsolado también es efectivo contra las malezas pero en menor grado.

Es factible realizar continuos rastros durante los primeros meses de la plantación; así en plantaciones de primavera realizada en sectores de Argentina se habla de cuatro rastros cruzados si la distancia de plantación lo permite. Incluso se recomienda pasar cerca de la línea de plantación para que los discos agreguen tierra a las plantas y así tapar las plántulas de malezas que están emergiendo. A pesar de esto, si no es posible agregar tierra, se recomienda trabajar en alrededor de 1 m de diámetro en la tasa de los árboles (Dalla Tea y Larocca, 1998).

Fisher y Binkley, citados por INFOR (2006b) sugieren que la ventaja de ambos métodos radica en que el suelo puede mantener un capital importante de materia orgánica, como resultado del secuestro de carbono, algo extraordinariamente positivo para mejorar o mantener las propiedades que controlan la productividad del suelo, como son el contenido de materia orgánica, la vida microbiana, la estructura y la aireación del suelo y un aumento del capital nutritivo que se acumula en las plantas acompañantes, las cuales una vez que el follaje comienza a cerrarse liberan nutrientes para el uso de las plantaciones.

Sin embargo, el alto costo que significa el uso de maquinaria, el continuo rebrote de numerosas malezas perennes, muchas de ellas en mayores poblaciones aún, y la

dificultad de estas labores en terrenos con pendiente, han producido un desplazamiento de estos sistemas por el control químico (INFOR, 2006a).

Según García et al. (2000) el control químico es el método más usado y se puede realizar a través de alternativas aéreas, terrestres con equipos de uso agrícola y con bombas de espalda en situaciones de mayor pendiente y superficie reducidas. Este comprende el empleo de los productos químicos llamados genéricamente herbicidas.

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).

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 (Cameron y Turbey, Van Schie, citados por Nielsen y Ringrose, 2000).

Así, el uso de herbicidas ha desplazado rápidamente al resto de los sistemas, ya que su versatilidad le permite adecuarse a diferentes situaciones y a diferentes problemas de malezas y casi siempre a un menor costo efectivo (INFOR, 2006a).

Dalla Tea (1996) comenta que la disminución en los costos de los agroquímicos ha permitido que los herbicidas se conviertan en una alternativa económica para el control de malezas en la plantación forestal. También menciona que el uso de herbicidas se ha difundido en los últimos años, habiendo generalizándose en gran medida el uso de oxifluorfen y glifosato, principalmente en la plantación de eucalipto.

Al anterior comentario Dalla Tea et al. (2002), adicionan que la mayor capacidad operativa y la menor demanda de mano de obra que requiere la utilización de agroquímicos han permitido la difusión en gran medida del uso de herbicidas.

Prado, citado por Bravo et al. (2008) menciona que la aplicación de herbicidas antes de la plantación es una alternativa eficaz en el control de las malezas en plantaciones de eucaliptos. También sugiere que la dosis de productos dependerá del tipo y densidad de vegetación que se requiera eliminar.

El control post plantación debe efectuarse después de una adecuada evaluación del tipo y grado de infestación de malezas, y nivel de competencia con el cultivo, además, considerar el mayor costo debido al cuidado que se debe tener con las plantas cultivadas (Holmberg, citado por Bravo et al., 2008).

Las principales ventajas del control químico están en la protección brindada al suelo (aspecto esencial en sitios con riesgo de erosión) y la mayor capacidad operativa, aunque se debe ser cuidadoso en evitar la deriva (Larocca et al., 2004).

Estudios realizados por Aparicio et al. (2005b) señalan que la aplicación de herbicidas es más eficiente que el control manual y produce menos disturbios en el suelo que el control con rastra de discos.

INFOR (2006a) hace referencia a la rapidez y la mejor relación costo-efectividad que presenta este tipo de control y Sotomayor et al. (2002) a que el buen uso de agroquímicos permite la liberación de las plantas por periodos mayores de tiempo.

Como contrapartida, el uso intensivo de agroquímicos, puede causar una degradación biológica y una disminución de la biodiversidad del suelo. La presencia de sustancias orgánicas y/o químicas aportadas por los agroquímicos puede no afectar la productividad de las plantaciones, pero pueden alterar negativamente la calidad ambiental y la salud de los seres humanos y de los animales. La relación entre la calidad del suelo y la salud humana, animal y vegetal es probablemente la menos entendida (Baird, citado por INFOR, 2006b).

Además requiere de un alto grado de especialización y capacitación a fin de no causar daños tanto a la plantación, a las personas, animales y/o al ambiente (Dalla Tea y Larocca, 1998).

En el país el control químico es muy usado tanto para el manejo de la vegetación de la fila como la entrefila.

Entre los herbicidas, se distinguen los preemergentes, que se aplican antes de la plantación y emergencia de las malezas y los de post emergencia que se aplican después de la plantación y emergencia de las malezas. Todos se pueden aplicar a toda la superficie o la hilera de plantación, usándose en este último caso, un tercio de la cantidad de herbicida; pero es necesario considerar algún sistema de control entre las hileras ya que las malezas rápidamente invaden la hilera de plantación (INFOR, 2006a).

En general, los herbicidas que se evalúen para solucionar el problema de malezas en plantaciones de eucaliptos deben cumplir ciertas condiciones para un control efectivo. Es deseable un efecto residual lo suficientemente largo como para permitir que las plantas de eucaliptos puedan pasar el período estival libre de competencia de las malezas por agua, que en este período es crítico. Por otra parte, los herbicidas deben tener características que cumplan los requerimientos de producción sustentable que establecen las normas de certificación que incluyen aspectos de seguridad, ambientales y sociales (Bravo et al., 2008).

2.4 HERBICIDAS PREMERGENTES

La “banda” se puede tratar con herbicidas premergentes en pre plantación o apenas plantados los eucaliptos (los principios activos más utilizados actualmente son oxifluorfen e isoxaflutole) a lo que se le da continuidad con aplicaciones dirigidas de post emergentes protegiendo a los plantines forestales, en este caso el producto más utilizado es el glifosato (Aparicio et al., 2005b).

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 haya una adecuada humedad en el suelo (Kogan y Pérez, 2003).

Los productos premergentes 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 se puede repetir la aplicación a los 40-50 días, o cuando empiezan a germinar nuevas plántulas (Dalla Tea y Larocca, 1998).

A diferencia de los herbicidas foliares, los herbicidas que solo presentan actividad en el suelo no son aplicados directamente a las plantas. Así, la cantidad de ingrediente activo que alcance las superficies absorbentes de las raíces dependerá de la eficiencia de la transferencia del herbicida desde la superficie del suelo a la zona radical (Kogan y Perez, 2003).

Interesa el máximo período de residualidad posible y para esto, además de las características propias de cada herbicida, se debe considerar que haya humedad en el suelo al momento de la aplicación y sin presencia de malezas ya que por lo general, estos productos se absorben desde las estructuras germinativas de las malezas inmediatamente después de la emergencia (INFOR, 2006a).

La actividad es dependiente de la humedad en el suelo por lo que su acción decrece a medida que la humedad del suelo va disminuyendo por las condiciones de mayor temperatura de primavera-verano (INFOR, 2006a).

Se recomienda la aplicación con 2 picos distanciados a 50-70 cm sobre la banda de plantación, abarcando un ancho de 1-1.2 m. Como norma general se deben aumentar las dosis para suelos con mayor contenido de arcilla o con mayor contenido de materia orgánica (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).

Estos herbicidas 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).

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. Con los no selectivos, debe evitarse que parte del producto llegue a las plantas ya que producirá fitotoxicidad y en casos graves la muerte de ellas (INFOR, 2006b).

Algunos productos se pueden combinar bien con herbicidas totales postemergentes como el glifosato en una sola aplicación, aunque con la desventaja de no poder mojar los plantines. En cualquier caso es preferible que no haya una gran masa de malezas, para permitir que el preemergente llegue al suelo que es donde va a ejercer su acción (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 Oxyfluorfen es muy efectivo usándolo en la etapa de post plantación en plantaciones de *Eucalyptus globulus*.

2.4.1 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 aplicado en postemergencia es despreciable, pues si bien

muestra cierta actividad en plántulas muy pequeñas, no tiene efecto en estados de desarrollo mas avanzados siendo rápidamente metabolizado. Controla principalmente gramíneas inhibiendo la emergencia de la primera hoja que emerge del coleóptilo (García y Fernández, 1991).

Se aplica en pre-emergencia o pre-siembra. 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 (INFOR, 2006a).

Teniendo en cuenta la toxicidad DL50 oral aguda en ratas (2148 mg/kg) y dermal aguda en conejos (DL50 > 4166 mg/kg), el producto es clasificado en la Clase II: Producto Moderadamente Tóxico (INFOR, 2006a).

En términos generales, la toxicidad de las cloroacetamidas a los peces, pájaros y mamíferos es baja (García y Fernández, 1991).

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% (Casafe, citado por Dalla Tea et al., 2002).

2.4.2 Diclosulam

Herbicida de la familia de las triazolpirimidinas ó sulfoanilidas (INFOR, 2006a). El nombre comercial registrado en el país es Spider y su formulación es en gránulos dispersables (Modernell, 1996).

Spider es un herbicida suelo activo para ser utilizado en plantaciones forestales en tratamientos de pre y/o post-plantación. Puede aplicarse en pre-emergencia y/o post-emergencia temprana de las malezas que se indican en las instrucciones de uso de su etiqueta. Es de amplio espectro en el control de malezas latifoliadas e inhibe el

crecimiento de algunas gramíneas por su actividad como suelo activo. Presenta actividad residual en el control de las malezas y las lluvias posteriores a la aplicación favorecen la actividad del herbicida (Dow AgroSciences, 2009).

Es un herbicida sistémico, se absorbe por follaje, tallos y raíces y se trasloca por xilema y floema a los tejidos meristemáticos. Inhibe la acetolactato sintetasa (ALS), enzima fundamental en la síntesis de amino ácidos como isoleucina, leucina y valina. Controla las malezas emergidas más eficientemente durante sus primeros estados de crecimiento (Dow AgroSciences, 2009).

El contenido de materia orgánica y la humedad del suelo son importantes en su adsorción. A pesar de ser un inhibidor de la ALS, en este caso el pH tiene poco efecto en su adsorción, sin embargo hay una mayor solubilidad a mayor pH (INFOR, 2006a).

Aunque puede ser móvil, las dosis están afectando directamente su capacidad de lixiviación. La actividad microbiológica es la principal causa de su degradación. Su vida media es de 33 a 65 días (INFOR, 2006a).

Diclosulam presenta baja toxicidad aguda; la LD 50 oral para ratas es mayor a 5000 mg/kg y la LD 50 dermal en conejos es mayor a 2000 mg/kg (Dalla Tea et al., 2002).

Por esto según Casafe, citado por Dalla Tea et al. (2002) el producto se clasifica en Clase IV, es decir, como un producto que normalmente no ofrece peligro.

Se encuentra clasificado como no carcinógeno, basado en la falta de evidencia de efectos carcinógenos o mutagénicos en ratas. En cuanto a la ecotoxicología, diclosulam es levemente tóxico para organismos acuáticos, y ligeramente tóxico para abejas (Dalla Tea et al., 2002).

2.4.3 Isoxaflutole

Herbicida pre-emergente, 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, interfieren 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 angostas 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, y 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 fotoestable, 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. El producto presenta una DL50 oral aguda para ratas > a 5000 mg/kg y una DL50 dermal aguda para conejos > 2000 mg/kg (Dalla Tea et al., 2002).

EPA, citado por Dalla Tea et al. (2002) indica que existe razonable certeza en que no existe riesgo por subsecuente exposición a residuos de isoxaflutole.

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).

El producto, comercializado originalmente bajo el nombre Merlin, es en la actualidad puesto en el mercado por Bayer bajo el nombre comercial ForDor. En cuanto a su formulación, se lo vende como gránulos dispersables en agua, concentrado al 75%, que se presentan en bolsas hidrosolubles (Dalla Tea et al., 2002).

2.4.4 Oxifluorfen

Es un herbicida de contacto y la luz es necesaria para su actividad. Esta disponible en concentrado emulsionable y formulaciones granuladas (Exttoxnet, 2009).

El oxifluorfen es un herbicida selectivo usado en diversos cultivos anuales, hortícolas y leñosos. Es un herbicida desorganizador de membranas celulares. Controla numerosas malezas dicotiledóneas y gramíneas a dosis relativamente bajas (0,15 a 2,2 kg/ha), tanto en aplicación de preemergencia como en postemergencia. Es mucho mas activo por absorción a través del coléoptilo 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 Fernandez, 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 postemergente de malezas de hoja ancha y gramíneas. Actúa por contacto sobre follaje de malezas de hasta 3 cm de desarrollo y forma una barrera químicoresidual 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).

La DL50 oral aguda en ratas es > 5000 mg/kg y la DL50 dermal aguda en conejos es > 5000 mg/kg. Se considera un Producto Moderadamente Peligroso, o sea Clase II. Si bien algunos trabajos de laboratorio sugieren que oxifluorfen no es cancerígeno, el producto ha sido clasificado como un posible cancerígeno por la EPA (Dow AgroSciences Argentina, 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. Es un pesticida de uso general (Extoxnet, 2009).

En plantaciones forestales se utiliza solamente en la banda de plantación en dosis equivalentes a 3 - 4 l/ha. que aplicado en la banda solamente resulta en un gasto de 1 l/ha forestada. Proporciona un control 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 (Dalla Tea y Larocca, 1998).

2.4.5 Sulfentrazone

Es un herbicida que pertenece a la familia química de las Aril Triazolinonas y es del tipo disruptor de membranas. Es absorbido por las raíces de las malezas y los daños que causa son necrosis y muerte posterior, luego de la exposición a la luz. El contacto foliar produce una rápida desecación y necrosis de las malezas expuestas. Es aplicado preplantación y antes de la emergencia de las malezas (EPA, 1997).

La DL 50 oral en ratas = 2689 mg/kg y la DL 50 dermal en conejos > 2000 mg/kg. Se considera un producto ligeramente tóxico, o sea clase IV. El sulfentrazone no fue

carcinógeno para animales de laboratorio, después de haber administrado este producto en su dieta diaria, tampoco ocasionó mutagenicidad alguna (FMC, 1997).

Es estable en el suelo con una vida media de 18 meses. En agua es estable a hidrólisis en un rango de pH de 5 a 9, sin embargo, tiene una fotólisis corta menor a 0.5 días. Tiene una afinidad baja a la materia orgánica ($K_{oc} = 43$), y es muy móvil en suelos con alto contenido de arena. Su potencial de bioacumulación es muy bajo con un Log Pow de 1.48 y un factor de bioconcentración de 1.1 – 2.0 (FMC, 1997).

Además presenta una solubilidad moderada, no es susceptible a la hidrólisis, es extremadamente susceptible a la fotólisis directa en agua, muy estable a la fotólisis en suelo, su vida media aeróbica es de 1,5 años, y anaeróbica de 9 años, presenta alta volatilidad en suelo y una baja volatilidad desde suelo y agua (EPA, 1997).

El Sulfentrazone es ligeramente tóxico a peces y artrópodos, con una LC50 que va de 60.4 mg/L a > 130 mg/L. Su toxicidad en aves es de una LD50 oral menor a 2,250 mg/kg. (FMC, 1997).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, con un arreglo de los tratamientos en parcelas divididas, correspondiendo la parcela mayor al tipo de laboreo y la parcela menor a los diferentes herbicidas preemergentes. Se conformaron 27 tratamientos que surgen de la combinación de los 3 tipos de laboreos con los 8 tratamientos herbicidas + el testigo.

La unidad experimental estaba constituido por 2 filas de 30 metros aproximadamente, que tenían 10 árboles cada una (Anexo No. 1).

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El ensayo se realizó en el establecimiento “Buricayupi” perteneciente a la empresa FORESTAL ORIENTAL S.A. en el departamento de Paysandú. El mismo se encuentra ubicado en el km. 68 de la ruta nacional 26, accediendo por un camino vecinal a 9 km de distancia.

La historia de chacra del área experimental correspondía a una pastura vieja con alta infestación de achicoria, tréboles y malezas de hoja ancha. Los suelos del área experimental pertenecen según clasificación coneat a los grupos 9.1 y 10.4 (Anexo No. 2) y la formación geológica corresponde a la formación Guichón (Anexo No. 3).

Los datos del análisis químico de suelo indican un área de buena fertilidad natural y con alto contenido de nutrientes explicado por la historia agrícola previa de ese suelo (Cuadro No. 1).

Cuadro No. 1: Análisis de suelo de muestras extraídas en el sitio del ensayo

Variable	Unidades	Valores
Potasio intercambiable	meq K/100g	0.42
Fósforo Bray I	Ppm	36
Materia orgánica	%	3.3
pH	-	5.96
Nitrato	ppm N-NO ₃	46
Calcio	meq Ca/100g	17.8
Magnesio	meq Mg/100g	3.8
Sodio intercambiable	meq Na/100g	0.2
CIC	meq/100g	26.5
Acidez	meq/100g	4.3
Textura: Arcilla	%	18
Textura: Arena	%	24
Textura: Limo	%	58

Fuente: Laboratorio de Análisis Laai (estudio realizado a solicitud de los autores)

3.3 DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en diferentes preparaciones de suelo, una preparación gruesa, una intermedia y una preparación con un alto grado de afinamiento del suelo, de aquí en más, denominadas laboreo primario, secundario y terciario respectivamente. Las diferentes herramientas y fechas de pasada de las mismas se detallan en el Cuadro No. 2.

Cuadro No. 2: Tipo de laboreo, herramienta utilizada y fecha de instalación

Tipo de laboreo	Fecha	Herramienta utilizada
Laboreo primario	23/08/2008	Una pasada de excéntrica de 2 cuerpos, 3 discos delanteros y 4 traseros, de 36"

Laboreo secundario	27/08/2008	Una pasada de excéntrica de 2 cuerpos, 3 discos delanteros y 4 traseros, de 36" + 1 pasada de excéntrica de 2 cuerpos, 5 discos delanteros y 6 traseros, de 28" + rastra de dientes (Figura. No. 1).
Laboreo terciario	05/09/2008	Una pasada de excéntrica de 2 cuerpos, 3 discos delanteros y 4 traseros, de 36" + 1 pasada de excéntrica de 2 cuerpos, 5 discos delanteros y 6 traseros, de 28" + rastra de dientes + acamellonado (Figura No. 2)

Figura No.1: Laboreo Secundario (segunda pasada de excéntrica)



Figura No. 2: Laboreo terciario (pasada de herramienta acamellonadora)



Luego de la preparación del suelo y antes de la plantación, el día 25/09/2008 se realizó la aplicación de glifosato con una dosis de 1440 g ia/ha + 480 g ia/ha de 2.4-D amina.

Los distintos tratamientos herbicidas planteados se evaluaron según la tecnología recomendada en cada caso, por eso fue necesario realizar aplicaciones pre y post-plantación.

La plantación de las parcelas correspondiente a los tratamientos herbicidas (1, 2, 3, 7, 8, 9) que son recomendados aplicar en post-plantación, fue realizada el 6/10/2008. Mientras que las parcelas de los tratamientos herbicidas (4, 5, 6) que son recomendados aplicar en pre-plantación fueron plantadas el día 22/10/2008.

El marco de plantación fue de 3.5m (entrefila) x 3 m (entre plantas), el clon utilizado fue el material de la empresa denominado 271, híbrido entre *Eucalyptus globulus* x *Eucalyptus grandis*, y todas las plantas recibieron una fertilización comercial con fosfato de amonio.

Cuadro No. 3: Descripción de los tratamientos herbicidas y momento de aplicación

Tratamiento	Principio activo	Nombre comercial	Dosis en ing activo (g/ha)	Dosis de producto comercial (g o l/ha)	Momento de aplicación
1	Oxifluorfen	Forest	240	1 l/ha	Post plantación
2	Oxifluorfen	Forest	480	2 l/ha	Post plantación
3	Isoxaflutole	Fordor	150	200 g/ha	Post plantación
4	Sulfentrazone*		300	0.6 l/ha	Pre plantación
5	Sulfentrazone*		400	0.8 l/ha	Pre plantación
6	Diclosulam + acetoclor	Spider+ Chana	42 + 1800	50g/ha + 2 l/ha	Pre plantación
7	Acetoclor	Chana	1800	2 l/ha	Post plantación
8	Oxifluorfen + acetoclor	Forest + Chana	240 + 1800	1 l/ha + 2 l/ha	Post plantación
9	Testigo	----- ---	----- -----	----- ---	----- ---

• producto no disponible comercialmente en Uruguay, cedido por una empresa brasileña

Los tratamientos herbicidas fueron realizados el 11/10/2008 con una pulverizadora de mochila que contaba con una pantalla de protección en la salida de la boquilla (Figura No. 3). La boquilla usada era de tipo gran angular de chorro plano (TF 2.5) marca Teejet.

Figura No. 3: Aplicación de herbicidas preemergentes



La aplicación se realizó con una pasada a cada lado de la fila de árboles evitando el mojado de los mismos.

Las condiciones meteorológicas al momento de la instalación de los tratamientos herbicidas preemergentes fueron de 28°C de temperatura, 44% de humedad relativa y con una velocidad de viento de 6 Km./h. con rachas de 8 km./h.

La primera lluvia luego de las aplicaciones fue el 12/10/2008 con un registro de 6mm, condición que se considera muy favorable para la biodisponibilidad de los herbicidas, siendo que los herbicidas que actúan a nivel de suelo necesitan humedad para la absorción desde la solución del mismo.

3.4 DETERMINACIONES

3.4.1 Determinaciones en la condición del suelo

Se determinó la humedad del suelo al momento de la aplicación de los herbicidas preemergentes por diferencias de pesos tomando un total de 27 muestras por tratamiento de laboreo con un calador de 2 cm de diámetro. Las muestras se acondicionaron en

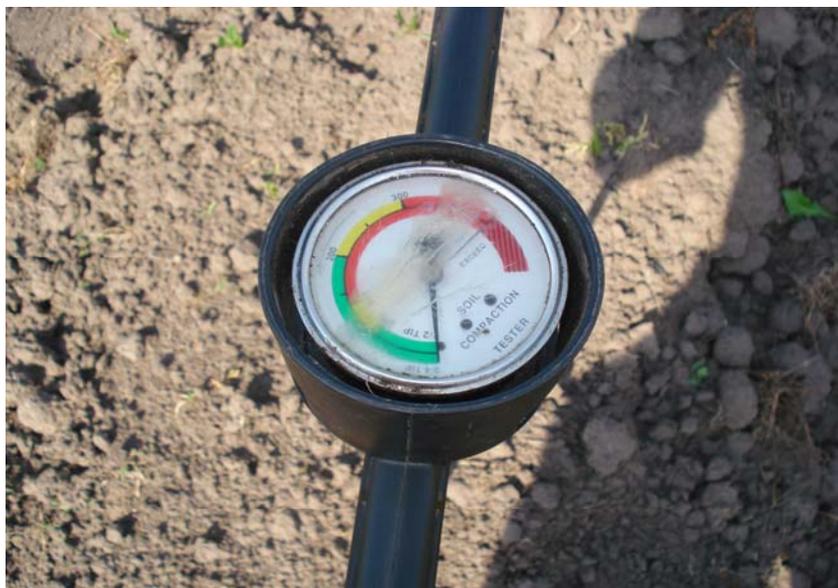
bolsas plásticas y se llevaron al laboratorio de la EEMAC para su secado en estufas (Figura No. 4)

Figura No. 4: Determinación del contenido de humedad por diferencia de peso



Para el estudio de resistencia en el suelo se utilizó un penetrómetro, tomando 90 muestras por tipo de laboreo. El instrumento utilizado permitía una escala de 3 valores, que según la resistencia que provocaba al introducirlo al suelo brindaba la lectura de la misma en una escala de colores (verde, amarillo y rojo), indicaciones que correspondían a valor creciente de resistencia. Fue tomada como variable de interés el número de mediciones en una determinada clase (escala correspondiente al color rojo, > 0.2 MPa) en relación al total de mediciones (Figura No. 5).

Figura No. 5: Resistencia de suelo medida con penetrómetro



3.4.2 Determinación del nivel de enmalezamiento

Se evaluó el nivel de enmalezamiento al momento de la aplicación del herbicida glifosato pre-plantación con evaluaciones en el entresurco y en el surco de plantación.

Las evaluaciones en el surco se realizaron con el objetivo de cuantificar si el tipo de laboreo determinaba niveles de enmalezamientos diferentes. Para lo cual, se utilizó un promedio de la cobertura total de malezas y por especie, a partir de 54 muestreos para cada laboreo.

En el entresurco se realizó un muestreo a través de la lectura de cobertura total de malezas y por especie en 6 cuadros de 30 x 30 cm, a partir de las cuales se confeccionó el promedio para cada laboreo.

El control de los herbicidas premergentes fue realizado a los 15, 30, 45 y 65 días post aplicación. Se utilizó el mismo sistema de evaluación de cobertura total de malezas y por especie, a partir de un promedio de 6 muestreos por parcela menor.

3.4.3 Determinación de la altura de los árboles

Las mediciones de la altura de plantas se estimaron midiendo la planta desde el cuello hasta el ápice central, confeccionando un promedio a partir del registro de 10 plantas por parcela menor. Se evaluaron los mismos árboles empezando el día 0 de la aplicación y manteniendo en las mediciones consecutivas, 15, 30, 45 y 65 días, las mismas plantas. A partir de estos datos se calcularon los incrementos diarios.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables humedad en suelo y malezas totales previo a la plantación fueron analizadas a través del siguiente modelo estadístico lineal general.

Modelo utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \text{ (laboreos)} \\ j = 1, 2, 3 \text{ (bloques)} \end{array}$$

Y_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media general

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental

En dicho modelo solamente se cuantificó el efecto de factor aplicado a la parcela mayor, que fue el laboreo. Se utilizó el paquete estadístico de InfoStat (versión 2009).

La variable resistencia a la penetración, categorizada en dos clases, se asumió que la misma presentaba distribución binomial y fue analizada ajustando un modelo lineal generalizado utilizando el procedimiento GENMOD del paquete estadístico SAS (del SAS Institute, versión 2005).

Las variables cuantificadas luego de la aplicación de herbicidas (cobertura total de malezas, cobertura por especie e incremento de alturas diarias) fueron analizadas tomando en cuenta el factor aplicado en la subparcela. Tomando en cuenta esto, y el hecho de que se efectuaron mediciones repetidas, se ajustó un modelo lineal con la siguiente forma general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_k + L_i + \delta_{ik} + H_j + (LH)_{ij} + \gamma_{jk} + M_l + (ML)_{il} + (MH)_{jl} + (MLH)_{ijl} + \epsilon_{ijkl}$$

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable.

μ = Media general.

β_k = efecto del k-ésimo bloque.

L_i = Efecto del i-ésimo laboreo

δ_{ik} = Error Experimental asociado a la parcela mayor

H_j = Efecto del j-ésimo herbicida premergente.

$(LH)_{ij}$ = Interacción entre laboreo y herbicida

γ_{ijk} = Error Experimental asociado a la subparcela

M_l = efecto del l-ésimo momento de medición

$(ML)_{jl}$ = interacción entre momento y laboreo

$(MH)_{jl}$ = interacción entre herbicida y laboreo

$(MLH)_{ijl}$ = interacción triple entre momento, laboreo y herbicida

ϵ_{ijkl} = Error de la medida repetida

Se usó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS. La autocorrelación entre mediciones repetidas fue estimada según un modelo autorregresivos de orden 1.

3.6 DATOS METOROLOGICOS DE TODO EL PERIODO EXPERIMENTAL

En el siguiente cuadro se pueden apreciar el total de precipitaciones, la temperatura máxima y mínima de cada mes para el periodo experimental.

Cuadro No. 4: Temperatura mínima, máxima y precipitaciones de cada mes

Meses	Temp. Mínima. (°C)	Temp. Máxima. (°C)	Precipitaciones. (mm)
Setiembre	-2	32	38
Octubre	2	30	106
Noviembre	5	38	15
Diciembre	5	41	10
Enero	-	-	-

Fuente: Debellis¹

¹Debellis, J. 2008. Com. personal

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN SUELO

El grado de preparación del suelo no determinó una diferencia significativa en el contenido de humedad en suelo ($P= 0.06$), evaluado al momento de aplicación de los herbicidas premergentes (Cuadro No. 5).

Según los datos de lluvias recabados en el establecimiento en el período experimental (Anexo No. 4), los 53 mm registrados el 28/08/2008 ocurrieron con diferentes grados de rugosidad del suelo. Esto debería haber determinado diferencias en los ingresos de agua al suelo, siendo más beneficiado en este sentido el laboreo primario, ya que el laboreo secundario y terciario habían recibido una pasada de excéntrica con rastra de dientes el día anterior provocando de esta manera un mayor afinado del mismo y disminuyendo así su capacidad de ingreso de agua. Estas diferencias esperables no se constataron al momento de la evaluación siendo los porcentajes de humedad en el suelo muy similares. Esto no coincide con estudios realizados por Aparicio et al. (2005b) en donde la humedad en la preparación con camellones disminuyó en forma significativa en relación a la preparación con rastra. De esta manera la humedad no fue un factor diferencial en el establecimiento de los árboles para los tres laboreos planteados.

En el mismo sentido, no cabe esperar la incidencia del laboreo sobre la efectividad de los premergentes, siendo que la condición de humedad del suelo es importante en determinar la actividad de los herbicidas, considerando que la absorción de estos se da básicamente por las raíces de las malezas y desde la solución del suelo (Kogan y Perez 2003, INFOR 2006a). Sin embargo, resta esperar el efecto mencionado por las etiquetas de herbicidas como oxifluorfen, donde el afinado sería el responsable de la eficiencia a través de la formación de la película herbicida sobre el suelo.

Cuadro No. 5: Porcentaje de humedad al momento de aplicación de los herbicidas premergentes según tipo de laboreo

Tipo de laboreo	% de humedad
Primario	16.83 a
Secundario	14.86 a
Terciario	17.72 a
CV (%)	25
P	0.06

4.2 ESTIMACIONES DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

El grado de resistencia del suelo en los distintos tipos de laboreo presentó diferencias significativas entre el laboreo terciario y los restantes (Figura No.6). La explicación que entre los laboreos primario y secundario no existan diferencias significativas se puede atribuir tal vez a que la segunda pasada de excéntrica se realizó el (27/08/08) inmediatamente luego de la primera (23/08/08) y de esta forma no permitió el acondicionamiento y estructuración del suelo. Sí hubo diferencias entre estos laboreos y el terciario, la mejor preparación expresada en la menor resistencia, fue consecuencia de la pasada de la acamellonadora (05/09/08) que junto con las precipitaciones ocurridas permitieron un mejor acondicionamiento del suelo.

La menor resistencia a la penetración debiera determinar una mayor capacidad de exploración radicular de las plantas, afectando el anclaje, la búsqueda de nutrientes y agua. Lo antes mencionado probablemente tenga incidencia en la sobrevivencia de las mismas.

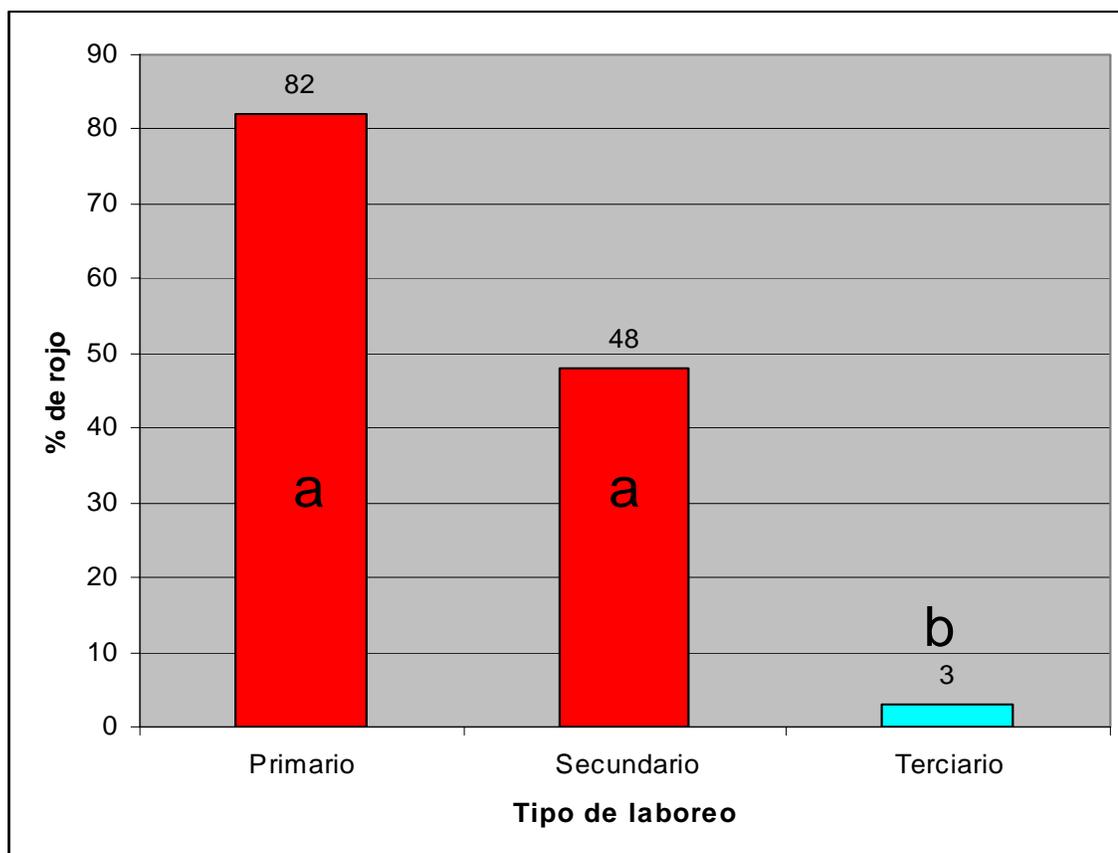
En este sentido, en estudios realizados en Argentina por Aparicio y Ghio (2005a) verifican valores de sobrevivencia similares para las preparaciones con camellones y con rastra. El menor porcentaje de sobrevivencia fue cuantificado para la preparación sin roturar.

El suelo en donde se realizó el presente trabajo era de textura arcillo-limoso (Cuadro No. 1), según Larocca et al. (2004) es en estos suelos donde el efecto de la roturación es más marcado ya que son los que naturalmente ofrecen mayor resistencia al crecimiento de las raíces.

Dalla Tea y Larocca (1998) hacen referencia a que el uso de camellones (laboreo terciario) permite una mayor aireación de las raíces en sitios húmedos con suelos de pobre drenaje. Por otra parte posibilita una mayor concentración de materia orgánica y nutrientes en la línea de plantación. En suelos arcillosos densos, también se logra un efecto de aumentar el tamaño de macroporos y reducir la densidad del suelo, aumentando en consecuencia su aireación.

Trabajos similares, en un Argisol, cuantificaron mayor crecimiento radicular en el segundo año de *Eucalyptus dunnii* para las mayores intensidades de laboreo (García et al., 2001).

Figura No. 6: Resistencia a la penetración del suelo expresada en porcentaje de la escala de color rojo del penetrómetro



4.3 MALEZAS TOTALES PREVIO A LA PLANTACIÓN

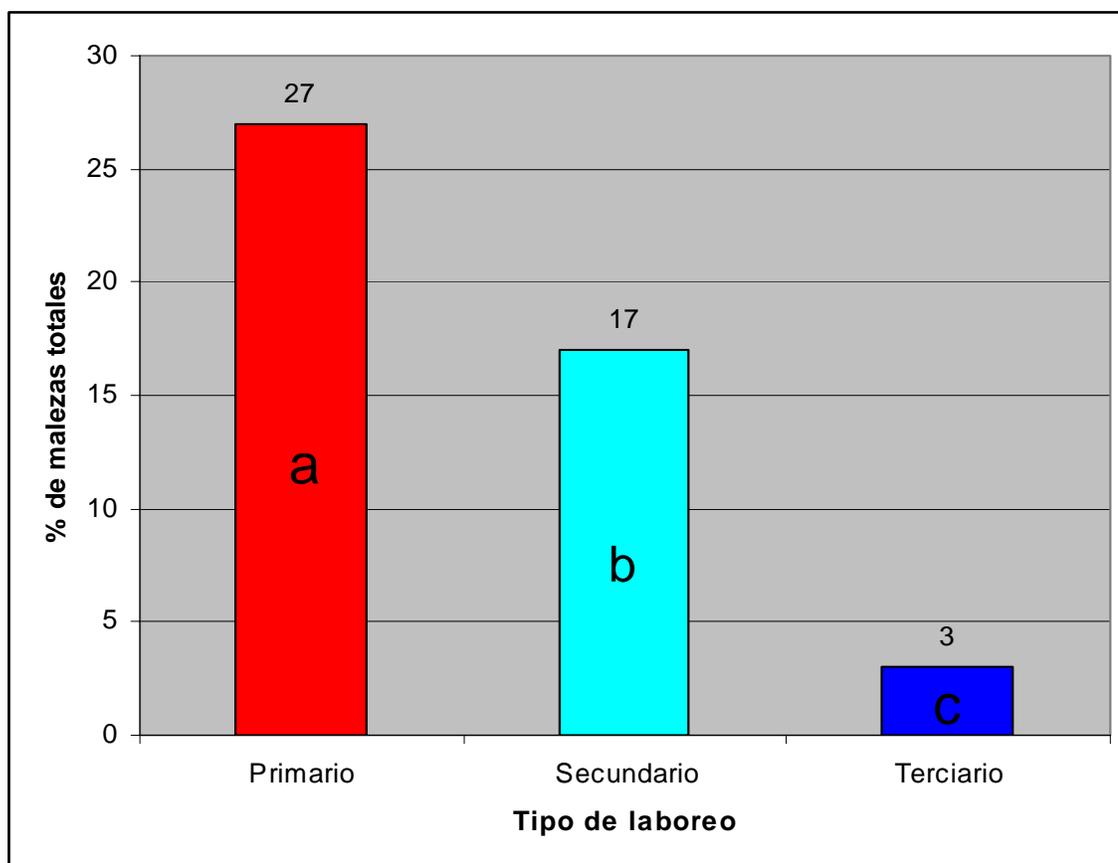
Las sucesivas pasadas de herramientas determinaron un control de malezas más intenso, disminuyendo la presencia de estas en forma significativa (Figura No. 7). El laboreo terciario al momento de la evaluación tenía solamente 17 días de realizado por eso también el bajo nivel de malezas presentes. Esto da lugar a mejores condiciones iniciales para el establecimiento de las plantas, ya que la extracción de nutrientes y agua es menor. Este concepto es afirmado por Nielsen y Ringrose (2000), los cuales mencionan que la competencia por malezas puede ser reducida a través de una intensa preparación de suelo.

Las ventajas en el crecimiento vegetal que proporcionan el tipo de laboreo con camellones antes mencionado por Dalla Tea y Larocca (1998), en esta etapa inicial aún no fueron capitalizadas por las malezas.

Es importante señalar que las diferencias de malezas presentes al momento de la plantación también condiciona la aplicación del herbicida total en relación a dosis y momento de realización, de forma de asegurar la mayor eficiencia de control antes de la plantación.

Otro aspecto importante remarcar es la alta agresividad de las malezas, ya que a un mes del primer laboreo, la cobertura de suelo era de un 27%. Siendo las malezas más frecuentes: *Cichorium intybus* (Achicoria), *Lotus spp* y *Lolium multiflorum* (Raigrás).

Figura No. 7: Cobertura de malezas previo a la plantación



4.4 CONTROL DE MALEZAS CON LOS HERBICIDAS PREMERGENTES

Durante el ensayo se presentaron diversos tipos de malezas, dentro de las cuales algunas eran dominantes y otras de menor significancia. Dentro del primer grupo se ubicaban Achicoria, *Digitaria sanguinalis* (Pasto blanco) y Lotus y dentro de las menos frecuentes estaban las especies forrajeras: Trébol blanco, Trébol rojo, Raigras y las malezas: *Silene gallica* (Calabacilla), *Ammi* spp (Biznaga) y *Dichondra* spp. (Oreja de ratón).

La presencia de las distintas malezas fue dinámica en el tiempo según la estación de crecimiento. Los resultados se presentan para el total de malezas y para las dos especies más frecuentes cuyos datos permitieron el análisis estadístico.

4.4.1 Malezas totales

El análisis estadístico de las malezas totales en todo el periodo experimental considerando los factores herbicida, laboreo y fecha de evaluación no detectó interacción triple ($P= 0.84$), tampoco hubo efecto del laboreo en la eficiencia de los herbicidas premergentes ($P= 0.62$), las diferencias en el porcentaje de malezas totales solamente estuvo explicada por la interacción del comportamiento de los herbicidas premergentes en las distintas fechas de evaluación ($P=0.0001$) (Cuadro No. 6).

Cuadro No. 6: Anava para cobertura en control de malezas totales

	P
Laboreo	0.8212
Tratamiento herbicida	0.0001
Fecha	0.0001
Laboreo x tratamiento herbicida	0.6213
Fecha x laboreo	0.0794
Fecha x tratamiento herbicida	0.0001
Fecha x laboreo x herbicida	0.8408

En el Cuadro No. 7 se presentan los promedios de porcentaje de cobertura de malezas totales para cada fecha de evaluación. A los 15 días post- aplicación (dpa) ninguno de los tratamientos herbicidas presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, con una cobertura de malezas muy baja.

Cuadro No. 7: Promedio de porcentaje de cobertura de malezas totales para cada fecha de evaluación

Tratamiento herbicida	Fecha			
	15 dpa	30 dpa	45 dpa	65 dpa
oxifluorfen 240 g/ha	2 a	9.4 ab	19.7 abcd	42.3 ab
oxifluorfen 480 g/ha	1.6 a	7.3 ab	14.1 bcd	31.6 bc
isoxaflutole 150 g/ha	1.14 a	4.7 b	7.3 d	16.1 d
sulfentrazone 300 g/ha	2.5 a	11.0 ab	25.2 ab	40.3 abc
sulfentrazone 400 g/ha	2.1 a	10.8 ab	23.3 abc	39.6 abc
diclosulam 42 g + acetoclor 1800 g/ha	1.9 a	5.2 b	8.9 d	17.6 d
acetoclor 1800 g/ha	2.2 a	7.8 ab	19.4 bcd	31.6 bc
oxifluorfen 240 g/ha + acetoclor 1800 g/ha	1.5 a	5.8 b	10.7 cd	28.4 cd
Testigo	5.5 a	19.7 a	33.3 a	51.5 a

En la evaluación a los 30 dpa los tratamientos herbicidas con menores coberturas de malezas y con diferencias estadísticas del testigo sin herbicida fueron el isoxaflutole, diclosulam + acetoclor y oxifluorfen + acetoclor, y éstos no difirieron a su vez de los restantes tratamientos. Los mejores tratamientos en esta fecha presentaban una cobertura de malezas de tan solo 5%, mientras que el testigo presentaba una cobertura de cuatro veces más.

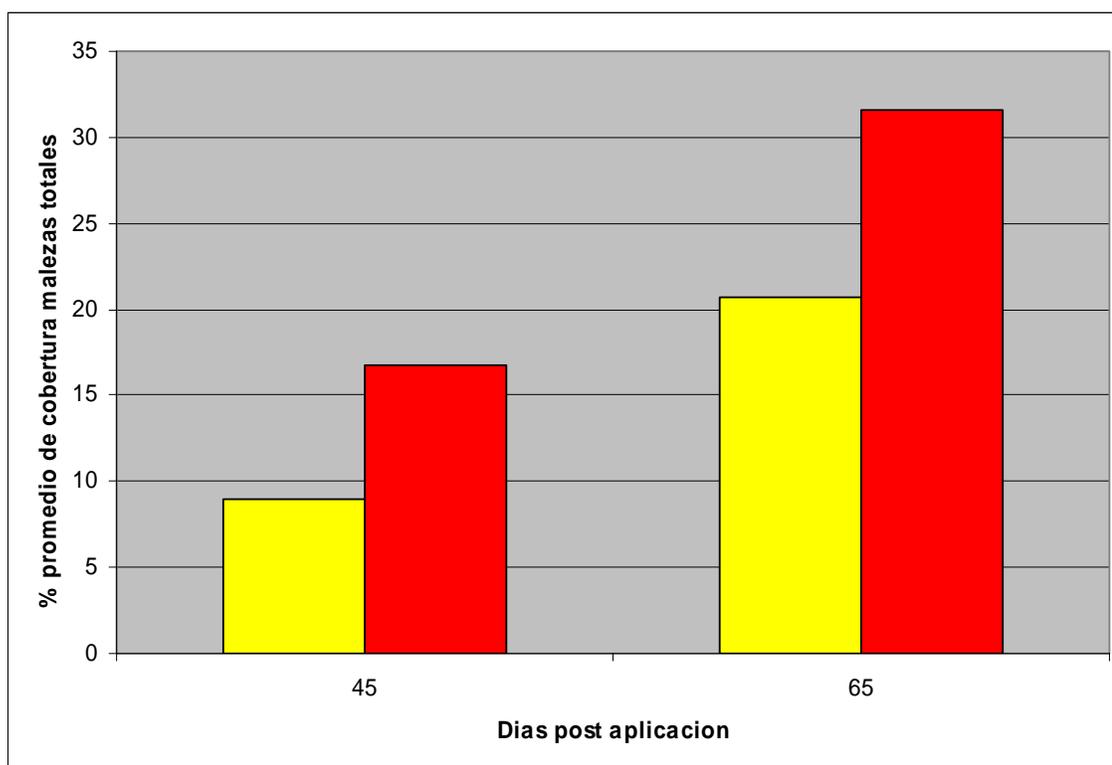
Se mantienen con buen control de malezas en la fecha siguiente, los mismos tratamientos de la evaluación anterior: isoxaflutole, diclosulam + acetoclor y oxifluorfen + acetoclor y no difiriendo estadísticamente de los tratamientos oxifluorfen (480 g i.a./ha) y acetoclor solo, que también lograban diferenciarse del testigo.

Los herbicidas con mejor comportamiento para la variable en estudio a los 65 dpa fueron el isoxaflutole, diclosulam + acetoclor y oxifluorfen + acetoclor, aunque este último no se diferenció de oxifluorfen en su mayor dosis y de acetoclor. En los mejores tratamientos la cobertura no alcanza el 20%, esta residualidad puede considerarse dentro del rango sugerido (50-90 días) según la bibliografía consultada (Dalla Tea, 1996).

Esta última fecha de evaluación es la de mayor importancia agronómica ya que en los herbicidas preemergentes la mayor residualidad es una característica deseable. De esta forma se retrasa y/o disminuye el número de aplicaciones de glifosato en la línea de plantación, disminuyendo así, los costos, los riesgos de daño por deriva de glifosato y por último puede haber una reducción de la dosis de herbicida, aspecto importante también desde el punto de vista de la preservación del ambiente.

La evolución de los herbicidas de mejor comportamiento podrían agruparse para las dos últimas fechas de evaluación de forma de visualizar su residualidad (Figura No. 8). A pesar de las diferencias estadísticas antes mencionadas, podríamos formar dos grupos, los de mayor residualidad: isoxaflutole, diclosulam + acetoclor y oxifluorfen + acetoclor (barras amarillas) con 9 y 21 % de cobertura a los 45 y 65 dpa, respectivamente. Por otra parte, el grupo de menor control pero diferentes del testigo estaría conformado por Oxifluorfen (480 g. i.a/ha) y acetoclor (barras rojas) con 17 y 32% de cobertura a los 45 y 65 dpa, respectivamente.

Figura No. 8: Promedio de cobertura de malezas (%) para los tratamientos diferentes del testigo



Resulta necesario señalar que si bien el tratamiento diclosulam + acetoclor fue uno de los mejores en el control de malezas a lo largo de las evaluaciones, se percibía a campo que las plantas presentaban una menor altura, por lo que se le podría atribuir un posible efecto fitotóxico.

4.4.2 Control en *Digitaria sanguinalis*

El análisis estadístico para la cobertura de *Digitaria sanguinalis* (Pasto Blanco) en todo el periodo experimental no detectó interacción triple ($P=0.97$). El porcentaje de cobertura de Pasto blanco estuvo explicado por las interacciones fecha x tratamiento herbicida ($P=0.0001$) y fecha x laboreo ($P=0.0001$) (Cuadro No. 8).

Cuadro No. 8: Anava para cobertura en control de Pasto blanco

	P
Laboreo	0.1289
Tratamiento herbicida	0.0001
Laboreo x tratamiento herbicida	0.9852
Fecha	0.0001
Fecha x laboreo	0.0001
Fecha x tratamiento herbicida	0.0001
Fecha x laboreo x herbicida	0.9713

Analizando los promedios de porcentaje de cobertura de Pasto Blanco para cada fecha de evaluación, se observa que a los 15 dpa ninguno de los tratamientos herbicidas presentó diferencias estadísticas significativas entre sí y con el testigo, presentando una cobertura de malezas muy baja (Cuadro No. 9).

A los 30 dpa las mediciones constataron que tampoco hubo diferencias significativas con el testigo, pero considerando los valores absolutos de los porcentajes de cobertura, es destacable el tratamiento de isoxaflutole con tan solo una cobertura de pasto blanco de 1 %.

En la fecha siguiente lo mencionado a los 30 dpa se ratifica estadísticamente, siendo el isoxaflutole el único tratamiento que presenta diferencias significativas con respecto al testigo. Resultó ser el herbicida con mejor comportamiento en el control de esta gramínea, siendo incluso superior al graminicida acetoclor. Igualmente no pueden tomarse como referencias de control otros trabajos, donde estos herbicidas son utilizados en dosis considerablemente más bajas, como por ejemplo en el cultivo de maíz.

A los 65 dpa los tratamientos que no son diferentes al testigo para la variable en estudio son la dosis mas baja de oxifluorfen y las dos de sulfentrazona. Si bien el resto de los herbicidas no se diferencian entre si estadísticamente, los tratamientos isoxaflutole, diclosulam + acetoclor y acetoclor solo, presentan en valores absolutos un notorio menor porcentaje de Pasto blanco.

Se mantiene el buen comportamiento como graminicida del isoxaflutole y en el caso de la mezcla el nivel de control alcanzado está explicado por la actividad del acetoclor.

Cuadro No. 9: Promedio de porcentaje de cobertura de Pasto blanco para cada fecha de evaluación y tratamiento herbicida

Tratamiento Herbicida	Fecha			
	15 dpa	30dpa	45dpa	65dpa
oxifluorfen 240g/ha	0.8 a	5.6 a	13.5 ab	32.3 a
oxifluorfen 480g/ha	0.5 a	3.7 a	6.7 ab	16.8 bc
isoxaflutole 150g/ha	0.3 a	1.0 a	2.2 b	6 c
sulfentrazona 300g/ha	0.9 a	6.5 a	12 ab	28.7 ab
sulfentrazona 400g/ha	0.8 a	7.2 a	14.2 ab	33 a
diclosulam 42g + acetoclor 1800g/ha	0.3 a	3 a	5.2 ab	8.4 c
Acetoclor 1800g/ha	0.5 a	3.9 a	4.5 ab	6.7 c
oxifluorfen 240g/ha + acetoclor 1800g/ha	0.2 a	1.8 a	2.2 ab	14.1 bc
Testigo	2.7 a	13.8 a	16.8 a	36.6 a

A los 15, 30 y 45 dpa no se constataron diferencias significativas entre los diferentes laboreos en el porcentaje de cobertura de Pasto blanco (Cuadro No. 10). En la última fecha de evaluación, en el laboreo primario hubo un menor porcentaje de cobertura de Pasto blanco en valores absolutos, no logrando diferenciarse estadísticamente con el laboreo terciario. Este comportamiento no era el esperado, ya que las sucesivas pasadas de herramientas (laboreo terciario) otorgan mejores condiciones para la germinación de la maleza.

La cobertura del enmalezamiento gramíneo para cada laboreo fue aumentando como era de esperar, con la llegada de la estación estival.

Cuadro No. 10: Promedio de porcentaje de cobertura de Pasto blanco para cada fecha de evaluación y cada tipo de laboreo

Días post-aplicación (dpa)	Tipo de laboreo		
	primario	secundario	terciario
15	0.7 bA *	0.7 c A	1.0 c A
30	2.6 b A	7.0 b A	5.8 bc A
45	5.0 b A	10.2 b A	10.6 b A
65	14.2 a B	27.4 a A	19.3 a AB

* Valores con letras minúsculas diferentes en una columna y mayúsculas en una fila son diferentes ($P < 0.05$)

4.4.3 Control en *Cichorium intybus*

El anava de control de la especie Achicoria detectó interacción triple ($P=0.002$) (Cuadro No. 11). Para la presentación de esta interacción triple se decidió graficar los tratamientos de interés y con mayor variación según laboreo para las tres fechas de evaluación, que en este caso como la aparición de la maleza fue más tardía corresponden a los 30, 45 y 65 dpa (Figura No. 9). Los datos originales se colocaron en el anexo No. 5.

Cuadro No. 11: Anava para cobertura en control de Achicoria

	P
Laboreo	0.0240
Tratamiento herbicida	0.0001
Laboreo x tratamiento herbicida	0.0097
Fecha	0.0001
Fecha x laboreo	0.0001
Fecha x tratamiento herbicida	0.0001
Fecha x laboreo x herbicida	0.0022

Se visualiza como era esperable un aumento de la cobertura de la maleza con el transcurso del periodo experimental.

En el caso del herbicida oxifluorfen (240 g.i.a./ha) en la primera fecha de evaluación el control fue más pobre en el laboreo terciario, mientras que a los 45 dpa, no hubo diferencias del control en el laboreo secundario y terciario y a los 65 dpa no se diferencian los controles para ninguno de los laboreos.

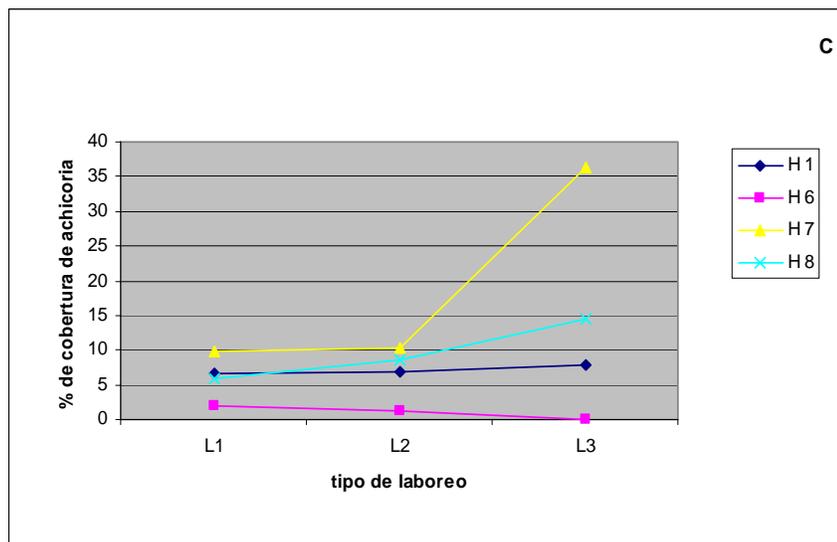
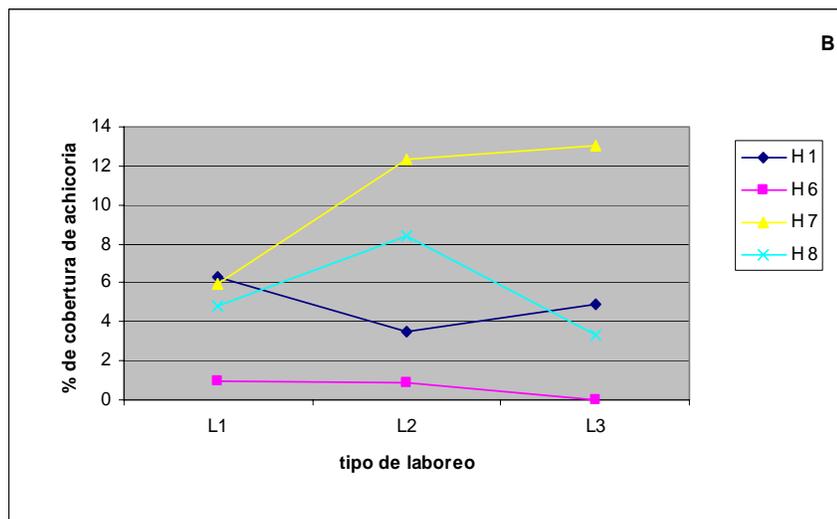
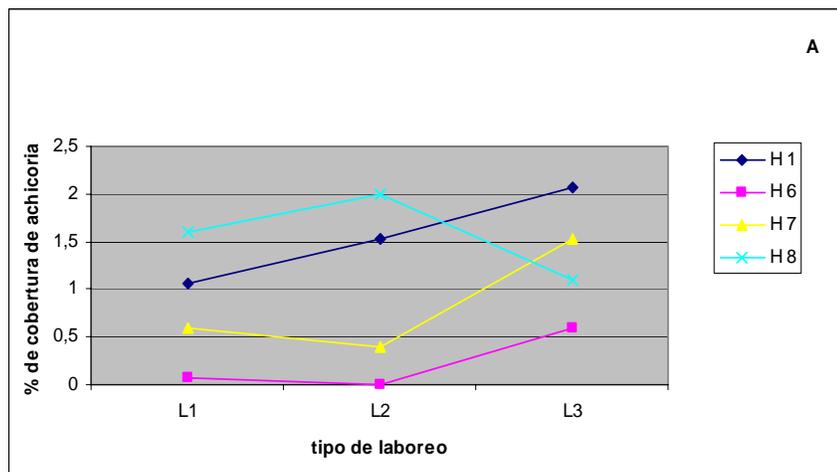
La mezcla diclosulam + acetoclor presentó un menor control para achicoria en el laboreo terciario a los 30 dpa, y sin diferencias para los laboreos en las siguientes fechas de evaluación.

El acetoclor presentó un pobre control como era esperable en esta maleza, siendo peor el comportamiento cuánto más afinado el suelo en las 3 fechas de evaluación. Hubo cambio de ranking del laboreo primario con el secundario en todas las fechas de evaluación. El comportamiento del herbicida podría considerarse un efecto indirecto ya que este no controla Achicoria, pudiendo ser los resultados las respuestas a las competencias interespecíficas que ocurrieron en cada caso.

El control del tratamiento oxifluorfen + acetoclor presentan similar comportamiento en las dos primeras fechas, siendo mayor en el laboreo terciario. A los 65 dpa presenta un cambio en cuanto al control en el laboreo terciario el cual es menor que los restantes.

Es importante destacar que los resultados son el producto del comportamiento de los herbicidas y la respuesta diferencial que presentan las malezas a la preparación de suelo.

Figura No. 9: Cobertura de Achicoria (%) en los laboreos primario, secundario y terciario para las 3 fechas de evaluación



H1: oxifluorfen (240 g. Ia./ha); H6: diclosulam+ acetoclor; H7: acetoclor; H8: oxifluorfen+ acetoclor
 L1: laboreo primario; L2: laboreo secundario; L3: laboreo terciario
 A= 30 dpa, B= 45 dpa, C= 65 dpa

4.5 INCREMENTO EN ALTURA DE LOS ÁRBOLES

Los resultados en incremento de la altura de los árboles estuvo explicado por la interacciones laboreo x tratamiento herbicida ($P=0,01$) y fecha x tratamiento herbicida ($P=0,003$) (Cuadro No. 12).

Cuadro No. 12: Anava para el incremento en altura de los árboles

	P
Laboreo	0.23
Tratamiento herbicida	0.0001
Laboreo x tratamiento herbicida	0.01
Fecha	0.0001
Fecha x laboreo	0.48
Fecha x tratamiento herbicida	0.003
Fecha x laboreo x herbicida	0.23

La interacción laboreo x tratamiento herbicida explica que los incrementos de altura están determinados por la preparación de suelo y que presentaron variaciones para los distintos herbicidas. Como fuera mencionado anteriormente no fue consecuencia directa de cambios en la eficiencia de los herbicidas pero talvez, hayan existido efectos fitotóxicos que por la metodología usada quedaron encubiertos.

En el laboreo primario, ambas dosis del oxifluorfen y la mezcla con acetoclor fueron los tratamientos que lograron diferenciarse estadísticamente del testigo para la variable en estudio.

Por otra parte, en el laboreo secundario el isoxaflutole presentó el mejor comportamiento en incrementos diarios, siendo el único tratamiento que se diferenció del testigo.

Los tratamientos herbicidas que consiguieron diferenciarse del testigo y presentaron los mayores incrementos en el laboreo terciario fueron oxifluorfen a la dosis más alta, oxifluorfen en la mezcla con acetoclor e isoxaflutole.

Del análisis del cuadro No. 13 se destacan los tratamientos herbicidas, oxifluorfen a la dosis más alta, isoxaflutole y oxifluorfen + acetoclor, como ventajosos en el crecimiento de los árboles y con buena plasticidad en los diferentes laboreos ensayados.

En el caso del isoxaflutole y oxifluorfen + acetoclor este comportamiento puede relacionarse con el buen control de malezas totales que presentaron, ya que ambos fueron de los tratamientos que obtuvieron mejor control a los 65 dpa. Como mencionan Dalla Tea y Larocca (1998), el mayor crecimiento puede ser consecuencia de las mejores condiciones logradas para el establecimiento de las plantas.

El oxifluorfen, en la dosis alta, aún con el doble de cobertura de malezas del tratamiento de isoxaflutole, presentó incrementos diarios muy buenos y diferentes al testigo sucio.

Cuadro No. 13: Incrementos diarios (cm. día⁻¹) de los distintos tratamientos según el tipo de laboreo

Tratamiento herbicida	Tipo de laboreo		
	primario	secundario	terciario
oxifluorfen 240g/ha	0.310 a	0.221 bcd	0.280 abc
oxifluorfen 480g/ha	0.324 a	0.306 ab	0.401 a
Isoxaflutole 150g/ha	0.276 ab	0.389 a	0.361 a
sulfentrazone 300g/ha	0.132 bc	0.155 bcd	0.181 bcd
sulfentrazone 400g/ha	0.082 c	0.065 d	0.072 d
diclosulam 42g + acetoclor 1800g/ha	0.168 abc	0.106 cd	0.126 cd
acetoclor 1800g/ha	0.276 ab	0.253 abc	0.284 ab
oxifluorfen 240g/ha + acetoclor 1800g/ha	0.317 a	0.200 bcd	0.358 a
Testigo	0.141 bc	0.178 bcd	0.167 bcd

Del cuadro No. 14 que presenta la interacción incremento en altura de fecha x tratamiento herbicida se desprende que los incrementos en el periodo comprendido entre el día 15 y 30 dpa ya se evidenciaban efectos fitotóxicos en los tratamientos sulfentrazone 400 g/ha y diclosulam + acetoclor, que tuvieron crecimientos significativamente menores, incluso al testigo. Aún cuando presentaban una cobertura de malezas totales dos y cuatro veces menor respectivamente al testigo.

En el periodo de evaluación de los 30 a 45 dpa, los tratamientos que expresaron los mayores incrementos fueron oxifluorfen (480g i.a./ha), isoxaflutole y oxifluorfen + acetoclor, aunque estos no difirieron de oxifluorfen (240 g. i.a./ha) y acetoclor solo.

Los tratamientos mencionados en la evaluación anterior como fitotóxicos ahora se presentaron como iguales estadísticamente al testigo. Esto indica que los árboles comenzaron una recuperación del efecto del premergente constatado en el periodo anterior.

Los incrementos diarios del periodo desde los 45 a 65 dpa, indicaron que no hubo diferencias de ninguno de los tratamientos con el testigo. El tratamiento de oxifluorfen (480 g/ha) en valores absolutos resultó ser el mejor tratamiento con una media de incremento de 7.5 cm, pero presentando diferencias estadísticas significativas únicamente con sulfentrazone a una dosis de 400 g/ha.

Cuadro No. 14: Incrementos diarios (cm. día⁻¹) de los distintos tratamientos según el período de crecimiento

Herbicida	Fecha		
	15 – 30 dpa	30 – 45 dpa	45 – 65 dpa
Oxifluorfen 240g/ha	0.305 a	0.240 abc	0.266 ab
Oxifluorfen 480g/ha	0.277 a	0.381 a	0.373 a
isoxaflutole 150g/ha	0.296 a	0.421 a	0.309 ab
sulfentrazone 300g/ha	0.072 bc	0.149 bc	0.246 ab
sulfentrazone 400g/ha	0.010 c	0.078 c	0.130 b
Diclosulam 42g + acetoclor 1800g/ha	0.031 c	0.107 c	0.262 ab
acetoclor 1800g/ha	0.225 ab	0.243 abc	0.345 a
Oxifluorfen 240g/ha + acetoclor 1800g/ha	0.290 a	0.329 ab	0.256 ab
Testigo	0.227 ab	0.077 c	0.182 ab

5. CONCLUSIONES

El grado de afinamiento del suelo no determinó efectos en la humedad del suelo. Sí ocasionó una menor resistencia a la penetración, siendo necesario 2 pasadas de excéntrica y la acamellonadora. Este laboreo también determinó un menor enmalezamiento al momento de la plantación.

La eficiencia de los herbicidas premergentes no interaccionó con el laboreo en las malezas totales. Los tratamientos de mejor comportamiento en las malezas totales fueron, isoxaflutole, diclosulam + acetoclor y oxifluorfen + acetoclor. Aunque a este último se le atribuyeron efectos fitotóxicos sobre los árboles.

En la maleza *Digitaria sanguinalis*, el único tratamiento que no presentó control fue la dosis baja de oxifluorfen y las dos dosis de sulfentrazona. Se destacan con mayor control los tratamientos, acetoclor, oxifluorfen + acetoclor e isoxaflutole.

El control de los herbicidas premergentes en Achicoria para cada fecha de evaluación tuvo un comportamiento diferente según el tipo de laboreo.

Los mayores incrementos diarios en el periodo experimental se obtuvieron con los tratamientos herbicidas isoxaflutole, oxifluorfen + acetoclor y oxifluorfen a la mayor dosis. Estos tratamientos presentaron una buena plasticidad en los distintos laboreos. En el caso de los dos primeros coinciden con los mayores controles alcanzados en la variable malezas totales.

El efecto del laboreo en el incremento de los árboles presentó interacción con el herbicida usado, ya que algunos evidenciaron efectos fitotóxicos al inicio del periodo experimental, igualmente para cuantificar estos efectos en el desarrollo de los árboles, generalmente, son necesarias medidas más a largo plazo.

6. RESUMEN

En los últimos años el sector forestal nacional ha tenido un notable desarrollo, verificándose un aumento significativo de la superficie plantada y la instalación de emprendimientos industriales. El control de malezas en las plantaciones de eucaliptos se basa exclusivamente en el control químico donde la eficiencia de los herbicidas se asocia a preparaciones de suelo de alto grado de afinamiento. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del tipo de laboreo en la eficiencia de distintos herbicidas premergentes y la respuesta en el crecimiento del clon *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus*. A tales efectos se instaló un ensayo en el establecimiento “La Esperanza” perteneciente a la empresa Forestal Oriental S.A. en el departamento de Paysandú. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, con un arreglo de los tratamientos en parcelas divididas, correspondiendo la parcela mayor al tipo de laboreo y la parcela menor a los diferentes herbicidas premergentes. Se conformaron 27 tratamientos que surgen de la combinación de tres grados de afinamiento del suelo (laboreo primario: una pasada de excéntrica; laboreo secundario: dos pasadas de excéntrica; laboreo terciario: dos pasadas de excéntrica + acamellonado) con 8 tratamientos herbicidas + el testigo. Los tratamientos herbicidas fueron oxifluorfen 240 g i.a./ha; oxifluorfen 480 g i.a./ha; isoxaflutole 150 g i.a./ha; sulfentrazona 300 g i.a./ha; sulfentrazona 400 g i.a./ha; diclosulam 42 g i.a./ha + acetoclor 1800 g i.a./ha; acetoclor 1800 g i.a./ha; oxifluorfen 240 g i.a./ha+ acetoclor 1800 g i.a./ha. La eficiencia de los herbicidas premergentes no interaccionó con el laboreo en las malezas totales. Los tratamientos de mayor control de malezas con selectividad en el clon *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus* fueron, isoxaflutole y oxifluorfen + acetoclor.

Palabras clave: *Eucalyptus*; Herbicidas premergentes; Laboreo.

7. SUMMARY

During the last years the National forest Sector had a visible development, showing a significant rise in the planted land and also with the industrial development. The weed control on the eucalyptus plantations is completely based on the chemical control in which herbicide efficiency is associated with a high soil refinement. The main objective of this project was to study the effect on efficiency of the different residual herbicide's type and its responses on the *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus* clones growth. For this purpose a test was installed in "La Esperanza" establishment owned by the Forestal Oriental S.A. Company in Paysandú Department. The design used was with complete blocks selected by random with three repetitions, with an arrangement of the treatments on the divided plots, corresponding the biggest plot to the tillage type and the smallest plot to the different residual herbicides. Twenty seven treatments were held that emerge from the combination of three degrees soil refinement (Primary tillage; secondary tillage and tertiary tillage) with eight herbicides treatment + the witness. The herbicides treatments were oxifluorfen 240 g i.a./ha; oxifluorfen 480 g i.a./ha; isoxaflutole 150 g i.a./ha; sulfentrazona 300 g i.a./ha; sulfentrazona 400 g i.a./ha; diclosulam 42 g i.a./ha + acetoclor 1800 g i.a./ha; acetoclor 1800 g i.a./ha; oxifluorfen 240 g i.a./ha+ acetoclor 1800 g i.a./ha. Residual herbicide's efficiency did not interacted with tillage on the total weeds. The treatments with most weed control with selectiveness on the *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globules clone were*: isoxaflutole and oxifluorfen + acetoclor.

Key Words: *Eucalyptus*; residual Herbicides; Tillage.

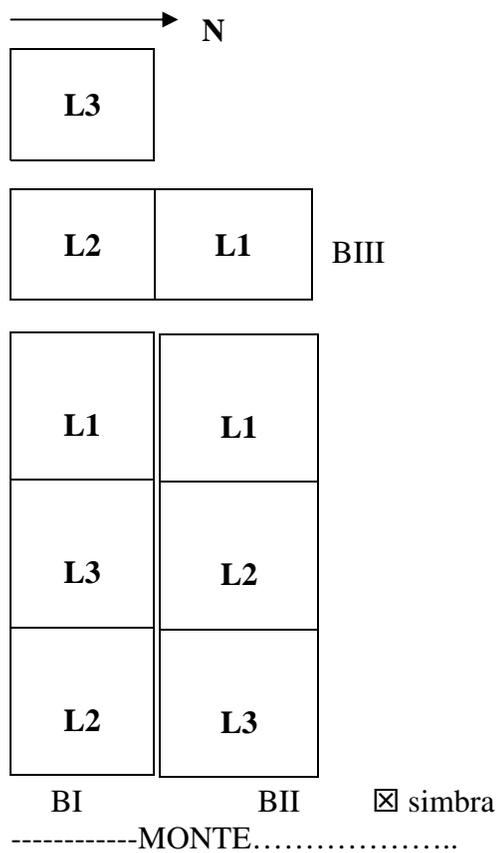
8. BIBLIOGRAFÍA

1. 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 (17^{a.}, 2002, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. pp. 1-19. Consultado 18 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2002/152%2009%20TMu%C2%B1oz%20PAPER-CONCORDIA-2002%20def.pdf>
2. APARICIO, J. L.; GHIO, A. 2005a. 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 (3^{o.}, 2005, Corrientes, Argentina). Trabajos presentados. s.n.t. s.p. Consultado 6 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/forestales/respuestas.pdf>
3. _____; LAROCCA, F.; DALLA TEA, F. 2005b. Silvicultura de establecimiento de *Eucalyptus grandis*. (en línea). IDIA XXI, Revista de Información y Desarrollo Agropecuario. 8: 64-67. Consultado 6 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/forest/manejo08.pdf>
4. BOSSI, J.; NAVARRO, R. 1991. Geología del Uruguay. Montevideo, Graphis. v.2, 922 p.
5. 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. s.p. Consultado 6 jul. 2009. Disponible en <http://dspace.utalca.cl/handle/1950/6261>
6. CHORBADJIAN, R.; KOGAN, M. 2001. Pérdida de actividad del glifosato debido a la presencia de suelo en el agua de aspersión. Revista Ciencia e Investigación Agraria. 28(2): 83-87
7. DALLA TEA, F. 1995. Nuevas alternativas de plantación de Eucalypto en la zona de Concordia. (en línea). In: Jornada Forestal de Entre Ríos (10^{a.}, 1995, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. pp. 1-10. Consultado 12 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/1995/57-1995-04.pdf>

8. _____. 1996. Uso de graminicidas en plantaciones forestales. (en línea). Concordia, INTA. Planificación y Plantación C.10. s.p. Consultado 25 ago. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/indices/tematica/cd-informacion-forestal/C10.pdf>
9. _____.; 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. pp. 1-9. Consultado 18 ene. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/1998/79%20LaroccaDallaTeaIV.pdf>
10. _____.; DIAZ, D.; JAIME, S. A.; LAROCCA, F.; LAROCCA, L. H.; MARCO, M. A.; REMBADO, G.; SPRIEGEL, M. 2002. Evaluación del efecto de distintas prácticas de control de malezas en la implantación de forestaciones del nordeste de Entre Ríos y sureste de Corrientes. (en línea). In: Proyecto Forestal de Desarrollo. Informe final. Concordia, SAGPyA-BIRF. 62 p. Consultado 6 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/CONCORDIA/info/documentos/Forestacion/PIA%2020%20Informe%20final.pdf>
11. DELGADO, S.; ALLIAUME, F.; GARCIA PRECHAC, F.; HERNANDEZ, J. 2006. Efecto de las plantaciones de *Eucalyptus* sp. sobre el recurso suelo en Uruguay. *Agrociencia*. 10(2):95-107.
12. DOW AGROSCIENCIAS. 2009. Spider. (en línea). Buenos Aires. s.p. Consultado 5 set. Disponible en http://www.dowagro.com/PublishedLiterature/dh_0074/0901b80380074a0e.pdf?filepath=cl/pdfs/noreg/013-60133.pdf&fromPage=GetDoc
13. EPA (Environmental Protection Agency). 1997. Sulfentrazone. (en línea). Washington, D.C. s.p. Consultado 5 set. Disponible en <http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/sulfentrazone.pdf>
14. EXTTOXNET (Extension Toxicology Network). 2009. Oxifluorfen. (en línea). Oregon. s.p. Consultado 10 jul. Disponible en <http://extoxnet.orst.edu/pips/oxyfluor.htm>
15. FMC (Food Machinery Corporation). 1997. Sulfentrazone. (en línea). San Francisco. s.p. Consultado 5 set. Disponible en http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/legamb/Sulfentrazone%20tecnico_MSDS.pdf

16. GARCIA, L.; FERNADEZ, C. 1991. Fundamento sobre malas hierbas. 3^a ed. Madrid, Mundi-Prensa.348 p.
17. GARCIA PRECHAC, F.: PEREZ BIDEGAIN, M.: CHRISTIE, S.: SANTINI, P.2001.Efecto de la intensidad de laboreo en el crecimiento aéreo y radicular de *Eucalyptus dunnii* y sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo. *Agrociencia*. 5 (1):1-9.
18. 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
19. 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 4 abr. 2009. Disponible en <http://www.infor.cl/controlmaleza/archivos/Control%20de%20malezas%20y%20herbicidas%20usados%20en%20sector%20forestal.pdf>
20. _____. 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 5 abr. 2009. Disponible en <http://www.infor.cl/controlmaleza/archivos/Efecto%20herbicidas%20en%20suelos%20forestales.pdf>
21. KOGAN, M. 1992. Malezas; ecofisiología y estrategias de control. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 402 p.
22. _____.; PEREZ, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. 321 p.
23. LAROCCA, F.; DALLA TEA, F.; APARICIO, J. L.2004.Técnicas de implantación y manejo de *Eucalyptus grandis* para pequeños y medianos forestadotes en Entre Ríos y Corrientes. (en línea). In: Jornada Forestal de Entre Ríos (19^a.,2004, Concordia, Argentina).Trabajos presentados. pp. 1-16 Consultado 6 jul. 2009. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2004/228%20Larocc.pdf>

24. MAISOR. 2009. Isoxaflutole. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 5 set. Disponible en <http://www.maisor.com.uy>
25. MODERNEL, 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. 23^a. ed. Santiago, LOM. 50 p.
28. TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; 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
29. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. 1979. Índice de productividad grupos CO.N.E.A.T. 167 p.
30. _____. _____. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2008. Anuario estadístico 2008. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 10 ago. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea/anuarios.htm>

9. ANEXOSAnexo No. 1: Croquis del ensayo

L1= laboreo primario: una pasada de excéntrica pesada

L2= laboreo primario + secundario: dos pasadas de excéntrica

L3= laboreo primario + secundario + camellones

Anexo No. 2: Grupos de suelo CONEAT

Grupo 9.1

Se localiza en mayor extensión en los departamentos de Paysandú y Río Negro, ocurriendo como paisajes escarpados a niveles altimétricos superiores del basalto (límite este) o en paisajes de disección, asociados a las principales vías de drenaje de la región sedimentaria del litoral oeste (URUGUAY. MGAP, 1979).

De igual manera existe en el departamento de Soriano, aunque hacia el este ocurre a niveles superiores al basamento cristalino, con menor frecuencia en el departamento de Durazno (Cuchilla Grande del Durazno) y en el departamento de Flores (URUGUAY. MGAP, 1979).

El material geológico está formado por areniscas litificadas, correspondientes mayormente a la formación Mercedes, aunque también este grupo está desarrollado sobre calizas silicificadas de Queguay y areniscas ferrificadas de Asencio y Guichón (escarpas) (URUGUAY. MGAP, 1979).

Corresponden a paisajes de formas mesetiformes, con escarpas débilmente marcadas y otras muy marcadas, tomando en el primer caso la forma general de un paisaje ondulado y en el segundo el de verdaderas mesetas, siendo las formas intermedias las de mayor frecuencia, las que podrían definirse como colinas tabulares (URUGUAY. MGAP, 1979).

Las pendientes son heterogéneas, existiendo un rango de 6 a 12% en las formas onduladas, más de 12 % en los frentes de escarpas y nula o menor de 0.5 % en la parte superior de las mismas (URUGUAY. MGAP, 1979).

Cuando a niveles altimétricos superiores de estas escarpas ocurren paisajes ondulados, estos corresponden a los grupos 9., 10. u 11 (URUGUAY. MGAP, 1979).

Existen normalmente laderas cóncavas con pendientes de 3 a 6% de sedimentos coluvionales cuya conjunción conforma valles estrechos (URUGUAY. MGAP, 1979).

Cuando en las partes altas de este grupo se encuentran grupos 10 u 11 existen Brunosoles Eutricos y Subéutricos, Típicos o Lúvicos moderadamente profundos y psedolíticos, de color pardo oscuro a negro, textura franco arcillosa a franco arcillo

limosa, fertilidad alta a media, moderadamente bien drenados (Praderas pardas y Negras superficiales y Litosoles). Asociados, existen Litosoles Eútricos y Subéuticos Melánicos (URUGUAY. MGAP, 1979).

Cuando en posición suprayacente se asocian grupos 9. (Mayormente el 9.3) el suelo es un Argisol Subéutico o Dístrico Ocrito, a veces Melánico Típico (Praderas Arenosas), moderadamente profundo y pseudolítico, pardo grisáceo oscuro, de textura franco arenosa a franco arcillo arenosa, fertilidad media algo baja, imperfectamente drenado (hidromórfico) y como suelos asociados existen Litosoles Subéuticos a Dístricos Melánicos u Ocritos (URUGUAY. MGAP, 1979).

Estos suelos ocurren también en los frentes de escarpas, siempre con pedregosidad y rocosidad variable entre 5 y 25 % del área (URUGUAY. MGAP, 1979).

En las laderas convexas, existen debajo de las escarpas, los suelos son similares a los anteriores con una menor frecuencia de Litosoles (URUGUAY. MGAP, 1979).

En los valles estrechos que conforman las laderas cóncavas, según su posición topográfica, existen Argisoles Subéuticos Melánicos Típicos y Abrúpticos (Praderas Arenosas hidromórficas) , a veces pseudolíticos y Planosoles Subéuticos Melánicos (URUGUAY. MGAP, 1979).

El uso es pastoril y la vegetación es en general de pradera estival con baja densidad de malezas. En presencia de texturas finas se nota mayor abundancia de pasturas invernales (URUGUAY. MGAP, 1979).

Este grupo es uno de los integrantes principales de las unidades Bacacué y Paso Palmar de la carta a escala 1: 1000000 (D.S.F) (URUGUAY. MGAP, 1979).

Grupo 10.4

Este grupo se localiza mayormente en el departamento de Río Negro, existiendo en los alrededores de Merino una región muy representativa. Se encuentra también en pequeñas y dispersas áreas en los departamentos de Paysandú y Soriano (URUGUAY. MGAP, 1979).

El material geológico corresponde a sedimentos limo arcillosos delgados, a veces con gravas y cantos, sustentados sobre sedimentos cretáceos litificados. Es por ello que este grupo siempre se encuentra agrupado al 9.1 (URUGUAY. MGAP, 1979).

El relieve es suavemente ondulado, con predominio de pendientes de alrededor de 1% que representan en el conjunto con el grupo 9.1, interfluvios planos con muy poca

energía de relieve. Normalmente, cuando las pendientes de estos interfluvios son mayores (2-3%), ya pertenecen al grupo 10.1 (URUGUAY. MGAP, 1979).

Los suelos predominantes corresponden a Brunosoles Eútricos y Subeútricos Lúvicos (Praderas pardas máximas), de color pardo grisáceo oscuro, textura franco limosa, fertilidad media y drenaje imperfecto. Asociados en las laderas de mayor pendiente, existen Vertisoles Rúpticos Típicos (Grumosotes) y Brunosoles Eútricos Típicos (Praderas negras) (URUGUAY. MGAP, 1979).

Anexo No. 3 : Formación geológica

Formación Guichón

Se debe a Lambert, citado por Bossi y Navarro (1991) el reconocimiento de esta unidad estratigráfica cuando efectuó el relevamiento geológico sistemático del departamento de Paysandú. Este autor planteo que los depósitos cretácicos estaban constituidos esencialmente por areniscas y conglomerados, pudiéndose distinguir dos términos superpuestos: En la base de las areniscas de Guichón y en la cima las areniscas conglomerádicas frecuentemente silicificadas (Bossi y Navarro, 1991).

Las areniscas de Guichón se desarrollan en toda la zona del departamento de Paysandú ocupada por sedimentos cretácicos, mientras que las areniscas conglomerádicas dominan exclusivamente en las zonas topográficas mas elevadas: cuchillas de Haedo y de San José (Bossi y Navarro, 1991).

Según la descripción de Lambert, citado por Bossi y Navarro (1991) las areniscas de Guichón son areniscas arcillosas rojizas de grano fino, algo irregular, sin guijarros. Los granos de cuarzo que la constituyen son redondeados y a veces algo deslustrados. Su contenido en cemento arcilloso es siempre bastante elevado para que la roca ofrezca al golpe del martillo una resistencia jabonosa característica. Estas areniscas son en apariencia compactas, pero se parten en paralelepípedos más o menos irregulares antes de desmenuarse en arena (Bossi y Navarro, 1991).

A esta descripción queda por agregar que en varios lugares, las areniscas muestran típica estratificación cruzada debido al transporte y deposición eólica y que son muy frecuentes los lechos de calizas inter estratificadas con las areniscas (Bossi y Navarro, 1991).

Estas areniscas arcillosas deben considerarse como el miembro típico de la formación Guichón. Desde el punto de vista meteorológico contienen hasta 20% de granos de feldespatos en la fracción detrítica y el cemento está simplemente constituido por montmorillonita cálcica con una débil pigmentación férrica (Bossi y Navarro, 1991).

Es importante señalar la existencia constante de carbonatos de calcio en estas areniscas, normalmente diseminados sin orden en la masa aunque a veces adoptan estructura lenticular. Aunque esta concentración de carbonatos no es más que un carácter secundario, su constante presencia se puede tomar como una de las propiedades a emplear para su reconocimiento en el campo (Bossi y Navarro, 1991).

Estas areniscas se pueden considerar típicas de la formación Guichón, se inter estratifican con lechos calcáreos y niveles conglomerádicos (Bossi y Navarro, 1991).

Anexo No. 4: Registro de precipitaciones en el período experimental

	Min	Act.	Max.	mm
01/07/2008	1	6	30	
02/07/2008	2	9	26	
03/07/2008	10	12	21	
04/07/2008	11	13	20	
05/07/2008	13	16	21	
06/07/2008	6	17	27	
07/07/2008	5	15	25	
08/07/2008	4	10	20	
09/07/2008	5	6	22	
10/07/2008	5	14	20	
11/07/2008	4	15	21	
12/07/2008	5	15	27	
13/07/2008	6	16	25	
14/07/2008	4	11	28	
15/07/2008	11	17	30	
16/07/2008	15	16	21	
17/07/2008	16	12	28	
18/07/2008	11	12	27	
19/07/2008	20	15	21	
20/07/2008	10	16	19	
21/07/2008	8	10	21	31
22/07/2008	9	12	16	28
23/07/2008	4	5	15	
24/07/2008	3	7	16	
25/07/2008	0	0	16	
26/07/2008	0	0	22	
27/07/2008	5	8	20	
28/07/2008	6	9	24	
29/07/2008	14	16	18	
30/07/2008	10	11	16	
31/07/2008	5	6	20	
Mes de	Min	Prom	Max	mm
Julio	0		30	59

01/08/2008	4	6	26	
02/08/2008	4	6	25	
03/08/2008	5	2	23	
04/08/2008	3	5	18	
05/08/2008	4	6	20	
06/08/2008	6	7	22	
07/08/2008	5	7	21	
08/08/2008	-2	-2	23	
09/08/2008	-1	-1	18	
10/08/2008	1	9	24	
11/08/2008	9	14	24	
12/08/2008	8	11	28	58
13/08/2008	-2	-1	18	
14/08/2008	-1	0	18	
15/08/2008	4	6	23	
16/08/2008	4	14	21	
17/08/2008	3	10	27	
18/08/2008	-1	-1	22	
19/08/2008	3	8	18	
20/08/2008	10	12	23	
21/08/2008	9	10	19	
22/08/2008	0	1	21	
23/08/2008	-1	1	24	
24/08/2008	5	7	27	
25/08/2008	1	4	28	
26/08/2008	3	5	25	
27/08/2008	6	11	27	
28/08/2008	9	12	29	53
29/08/2008	0	1	14	
30/08/2008	1	9	10	
31/08/2008	9	17	29	
Mes de	Min	Prom	Max	mm
Agosto	-2		29	111

01/09/2008	1	3	23	
02/09/2008	10	11	21	
03/09/2008	4	10	30	
04/09/2008	3	5	17	
05/09/2008	4	6	21	
06/09/2008	3	4	12	5
07/09/2008	1	3	18	
08/09/2008	0	2	17	
09/09/2008	2	5	20	
10/09/2008	4	6	22	
11/09/2008	6	10	24	
12/09/2008	5	11	26	
13/09/2008	1	11	22	
14/09/2008	1	9	20	
15/09/2008	-2	0	22	
16/09/2008	-1	2	20	
17/09/2008	1	4	23	
18/09/2008	3	4	32	
19/09/2008	4	7	26	
20/09/2008	5	8	23	
21/09/2008	4	6	25	
22/09/2008	7	8	24	
23/09/2008	8	9	24	
24/09/2008	7	9	22	
25/09/2008	8	9	25	
26/09/2008	9	10	26	
27/09/2008	12	11	26	
28/09/2008	15	14	26	
29/09/2008	14	15	29	15
30/09/2008	14	14	24	18
Mes de	Min	Prom	Max	mm
Setiembre	-2		32	38

01/10/2008	12	14	22	
02/10/2008	9	9	19	8
03/10/2008	7	8	23	
04/10/2008	8	11	25	
05/10/2008	3	4	23	
06/10/2008	4	6	25	
07/10/2008	5	10	27	
08/10/2008	12	13	22	
09/10/2008	2	5	20	
10/10/2008	11	14	21	
11/10/2008	3	12	27	
12/10/2008	2	16	30	5
13/10/2008	16	18	19	31
14/10/2008	17	17	22	
15/10/2008	16	17	20	
16/10/2008	10	11	20	
17/10/2008	5	7	24	
18/10/2008	5	7	24	
19/10/2008	6	8	26	
20/10/2008	12	14	26	
21/10/2008	13	18	30	30
22/10/2008	12	12	28	15
23/10/2008	8	9	23	
24/10/2008	8	11	29	
25/10/2008	9	16	21	5
26/10/2008	12	14	19	12
27/10/2008	7	89	23	
28/10/2008	8	10	18	
29/10/2008	9	12	24	
30/10/2008	7	8	21	
Mes de	Min	Prom	Max	mm
Octubre	2		30	106

01/11/2008	7	10	27	
02/11/2008	11	12	26	
03/11/2008	13	13	27	
04/11/2008	13	14	30	
05/11/2008	14	16	32	
06/11/2008	14	18	32	
07/11/2008	12	13	32	
08/11/2008	15	16	29	
09/11/2008	14	17	35	
10/11/2008	12	14	35	
11/11/2008	12	15	31	
12/11/2008	12	14	28	
13/11/2008	14	13	29	
14/11/2008	15	16	30	
15/11/2008	5	16	31	
16/11/2008	5	6	30	
17/11/2008	6	9	26	
18/11/2008	6	13	29	
19/11/2008	8	11	32	
20/11/2008	10	14	29	
21/11/2008	12	12	30	
22/11/2008	10	18	29	
23/11/2008	15	18	30	
24/11/2008	16	20	32	
25/11/2008	16	19	36	
26/11/2008	18	25	38	12
27/11/2008	22	22	38	
28/11/2008	19	20	36	
29/11/2008	19	20	31	2
30/11/2008	19	20	30	1
Mes de	Min	Prom	Max	mm
Noviembre	5		38	15

01/12/2008	6	9	29	5
02/12/2008	14	15	29	
03/12/2008	5	6	25	
04/12/2008	7	7	26	
05/12/2008	8	11	28	
06/12/2008	10	11	29	
07/12/2008	10	15	31	
08/12/2008	13	14	29	
09/12/2008	14	24	40	
10/12/2008	20	22	21	
11/12/2008	14	16	31	
12/12/2008	10	12	29	
13/12/2008	14	11	30	
14/12/2008	15	18	33	
15/12/2008	16	21	36	
16/12/2008	15	16	35	
17/12/2008	15	17	35	
18/12/2008	16	17	36	
19/12/2008	15	17	36	
20/12/2008	17	17	36	
21/12/2008	20	22	41	
22/12/2008	19	20	39	
23/12/2008	22	24	36	
24/12/2008	16	17	29	
25/12/2008	17	19	30	
26/12/2008	15	17	34	
27/12/2008	16	18	36	
28/12/2008	19	20	38	
29/12/2008	15	16	38	5
30/12/2008	10	12	31	
Mes de	Min	Prom	Max	mm
Diciembre	5		41	10

Anexo No. 5: Cobertura de Achicoria (%) en los laboreos primario, secundario y terciario para las 3 fechas de evaluación. A= 30 dpa, B= 45 dpa, C= 65 dpa

