

Efecto del laboreo sobre la eficacia de herbicidas y el crecimiento de *Eucalyptus* spp.

Villalba, Juana¹; Montouto, Cristian¹; Cazaban, Julio¹; Caraballo, Pablo²; Bentancur, Oscar¹

¹Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía Paysandú, Uruguay. Ruta 3 Km 363. Correo electrónico: villalba@fagro.edu.uy

²Forestal Oriental. S.A.

Recibido: 6/10/09 Aceptado: 27/8/10

Resumen

La eliminación de la competencia de malezas en el cultivo de *Eucalyptus* es fundamental en las etapas iniciales de crecimiento hasta el cierre de copa. En el Uruguay, el control de malezas en el surco de plantación se realiza básicamente con herbicidas preemergentes, los cuales se asocian a una preparación de suelo muy estricta en relación al afinado para mejorar así la efectividad de los herbicidas, con el consecuente incremento de los costos de producción y de los riesgos de erosión. Se estudió el efecto del tipo de laboreo en la fila (una pasada de excéntrica; dos pasadas de excéntrica, la última con una rastra de dientes; igual al anterior, seguido de acamellonado) sobre la efectividad de los herbicidas preemergentes y sobre el crecimiento del clon *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus*. Los tratamientos herbicidas fueron oxifluorfen 240 g/ha, oxifluorfen 480 g/ha, isoxaflutole 150 g/ha, sulfentrazone 300 g/ha, sulfentrazone 400 g/ha, diclosulam 42 g/ha + acetoclor 1800 g/ha, acetoclor 1800 g/ha, oxifluorfen 240 g/ha + acetoclor 1800 g/ha. La mayor intensidad en el laboreo disminuyó la infestación inicial de malezas. La eficiencia de los herbicidas preemergentes sobre la cobertura total de malezas no interaccionó con el tipo de laboreo. Los tratamientos selectivos de mayor control de malezas fueron isoxaflutole y oxifluorfen + acetoclor.

Palabras clave: control malezas, *Eucalyptus*, herbicidas, laboreo

Summary

Effect of Tillage Intensity on Herbicide Efficacy and *Eucalyptus* spp. Productivity

Weed interference in *Eucalyptus* must be eliminated early before treetop closure. In Uruguay, weed control in the planting rows is done with preemergent herbicides. This practice, that is performed in conjunction with rigorous soil preparation to ensure herbicide effectiveness, entails high production costs and erosion risks. We studied the effect of the type of within-row tillage (1) one pass of a heavy offset disk harrow, 2) two offset disk passes including a tooth harrow in the second pass, and 3) the same treatment followed by mounding of the rows) on preemergent herbicide efficacy and growth of *Eucalyptus* (a hybrid clone of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globules*). The herbicides evaluated were: oxifluorfen 240 g/ha; oxifluorfen 480 g/ha; isoxaflutole 150 g/ha; sulfentrazone 300 g/ha; sulfentrazone 400 g/ha; diclosulam 42 g/ha + 1800 acetochlor g/ha; acetochlor 1800 g/ha; oxifluorfen 240 g/ha + acetochlor 1800 g/ha. There was no interaction between preemergent herbicide effectiveness and tillage on total weed cover. The best treatments for selective weed control on the *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus* hybrid clone were isoxaflutole (150g/ha) and oxifluorfen (240g/ha) + acetochlor (1800g/ha).

Key words: weed control, *Eucalyptus*, herbicides, tillage

Introducción

La superficie forestada en nuestro país es aproximadamente 800 mil hectáreas; la mayoría corresponde a las especies de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus* (más de 500.000 ha), seguido de pinos (más de 200.000 ha) (DIEA, 2008).

La problemática de control de malezas es importante en *Eucalyptus*, ya que es una especie sensible a la competencia en la etapa inicial del establecimiento de la plantación (Pitelli y Marchi, 1991), aún cuando luego de esta etapa inicial el cultivo se vuelve muy competitivo por ser una especie de rápido crecimiento y que cierra la entrefila de plantación, rápidamente.

La eliminación de la competencia en el cultivo de *Eucalyptus* es importante en determinar la sobrevivencia de la plantación; según Sánchez (1997) el 75 a 90 % de la mortalidad potencial puede ser explicada por la intensidad del control de malezas.

Según Vera y Larocca (2004), el adecuado manejo de las plantas competidoras permite mejorar la supervivencia, el crecimiento y la homogeneidad de la plantación de *Eucalyptus grandis*, al reducir la competencia por agua, nutrientes y luz, especialmente durante los primeros 12 meses, pudiendo prolongarse el control de malezas hasta los dos años posteriores a la implantación, cuando el crecimiento inicial es lento. Toledo *et al.* (2000) en plantación de *E. grandis* x *E. urophylla* en la región de Mato Grosso do Sul de Brasil determinaron que un período libre de interferencia de malezas de 140 días era necesario para asegurar el desarrollo de la plantación bajo esas condiciones de producción.

Por otra parte, en una red de ensayos en Argentina se determinaron respuestas positivas al control de malezas en área total, mientras que las respuestas fueron aleatorias cuando los tratamientos de eliminación de malezas por carpido y control químico se efectuaron solamente en la taza del árbol (Larocca y Díaz, 2002). En plantaciones de *Pinus taeda* efectuadas de otoño a invierno en la región de Paysandú, Uruguay, las altas infestaciones de malezas redujeron en un 60% la sobrevivencia en el testigo sin herbicida. En la plantación de otoño, la competencia de las malezas redujo la altura de las plantas en un 33% y el diámetro en 53%, mientras que en

la plantación de invierno, las reducciones fueron de 23 y 42% en altura y diámetro, respectivamente (Villalba y Terzaghi, 2002a).

El nivel de enmalezamiento de la fila de plantación depende del tipo de laboreo realizado. En plantación de *Eucalyptus grandis*, Villalba y Terzaghi (2002b) encontraron menores niveles de enmalezamiento bajo laboreo con cincel comparado con el laboreo con rastra de discos excéntrica. Los autores señalan que eso determinó que los tratamientos herbicidas controlaran malezas por más tiempo en el primer caso, y que los tratamientos residuales post-plantación fueran ventajosos por ser más eficientes.

En relación a la condición del suelo, Fernández *et al.* (1996), en estudios comparando factores químicos y biológicos de suelo como nutrientes y materia orgánica, determinaron que la profundidad efectiva del laboreo es un aspecto trascendente en la primera etapa de establecimiento de una plantación de *E. grandis*, ya que permite una mayor capacidad en la exploración radicular y un mayor crecimiento en etapas más avanzadas del ciclo. Sin embargo, Fernández *et al.* (1998) no encontraron diferencias en el crecimiento de árboles de *E. grandis* subsolando hasta 60 cm o con doble pasada de rastra hasta 15 cm de profundidad, probablemente porque al momento de las evaluaciones las raíces aún no habían iniciado la exploración de volúmenes subsuperficiales y en consecuencia no se evaluó efectivamente el efecto del subsolado más profundo. No obstante, aún sin diferencias estadísticas, los crecimientos de las parcelas con rastra fueron superiores.

En nuestro país, García *et al.* (2001) en *Eucalyptus dunnii* de segundo año sobre suelo Argisol, cuantificaron mayor crecimiento radicular con laboreos de mayor intensidad, aunque las diferencias estadísticas de crecimiento y producción de biomasa del primer año no se mantuvieron en el segundo año de plantación.

Por otra parte, Thongo M' Bou *et al.* (2008) establecieron correlaciones significativas entre tasas de elongación de raíces finas y contenido de agua de suelo, especialmente en suelo de mayor profundidad. Por tanto, variaciones en el ingreso y contenido de agua debidas al laboreo pueden afectar el establecimiento de la plantación.

La intensidad de la competencia de malezas por luz, nutrientes y agua varía según el estado de desarrollo de los árboles y la densidad de infestación; estos factores pueden estar afectados por la preparación inicial del suelo. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del tipo de laboreo sobre la eficiencia de distintos herbicidas premergentes y sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus*.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el establecimiento «La Esperanza», perteneciente a la empresa Forestal Oriental S.A., predio ubicado en el departamento de Paysandú en el km 68 de la Ruta Nacional 26. La geología del área experimental pertenece a la Formación Guichón y los grupos de suelos que integran dicha área son 9.1 y 10.4 (MGAP, 1979). La vegetación presente era de pastura vieja con alta infestación de *Cichorium intybus* L. (achicoria), *Trifolium* spp. (tréboles) y malezas dicotiledóneas.

Los tipos de laboreo evaluados fueron: a) laboreo primario con una pasada de excéntrica (23/08/2008); b) laboreo secundario consistente en dos pasadas de excéntrica, la última con una rastra de dientes

(23/08 y 27/08/2008); y c) laboreo secundario + acamellonado como laboreo terciario (23/08, 27/08 y 05/09/2008).

Luego de realizados los laboreos y previo a la plantación (25/09/2008), se realizó una aplicación en área total de glifosato (1440 g i.a./ha) + 2.4-D amina (480 g i.a./ha). Los tratamientos de herbicidas premergentes se aplicaron el 11/10/2008 y se diseñaron en pre- o post- plantación, según la recomendación de cada caso y de acuerdo a la fecha de plantación (06/10/2008 y 22/10/2008). Los tratamientos que recibieron herbicidas post-plantación (1, 2, 3, 7 y 8) y el testigo (9) fueron plantados el 06/10/2008. Los tratamientos que recibieron herbicidas pre-plantación (4, 5 y 6) fueron plantados el 22/10/2008. Los detalles de los tratamientos de herbicidas se presentan en el Cuadro 1.

Los plantines utilizados correspondieron al clon 271 (empresa Forestal Oriental S.A.) híbrido de *Eucalyptus globulus* x *Eucalyptus grandis*, y recibieron una fertilización con fosfato diamónico (18-46-00) a razón de 60 g/planta, localizado a 15 cm de distancia del árbol y de profundidad.

La aplicación de los herbicidas premergentes fue realizada con pulverizadora de mochila con una pan-

Cuadro 1. Detalle de los tratamientos de herbicidas premergentes.

Nº Tratamiento	Principio activo	Nombre comercial	Dosis en ingrediente 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	sulfentrazona*		300	0.6 l/ha	Pre plantación
5	sulfentrazona		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 cedido por una empresa brasileña, no disponible comercialmente en Uruguay.



Figura 1. Sistema de aplicación a cada lado del árbol en la fila de plantación.

talla de protección a la salida de la boquilla (Figura 1). La boquilla utilizada fue de punta granangular de chorro plano (TF 2.5) marca Teejet. Se aplicó a cada lado de la fila sin pulverizar sobre los árboles. Las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación fueron de una temperatura de 28° C, 44% de humedad relativa y una velocidad de viento de 6 km/h, con rachas de 8 km/h.

El diseño experimental 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 tratamientos de herbicidas premergentes y un testigo enmalezado.

Para el estudio de posibles efectos del tipo de laboreo en la condición de humedad del suelo, ésta se determinó al momento de la aplicación de los herbicidas premergentes, por diferencias de peso de 27 muestras por parcela mayor tomadas con un calador de 2 cm de diámetro a una profundidad de 30 cm.

Previo a la plantación, se evaluó el nivel de enmalezamiento en el surco, arrojando sistemáticamente 45 veces un cuadro de 30 x 30 cm. La escala utilizada fue el porcentaje de cobertura de malezas en el cuadro de muestreo. El mismo método se utilizó para evaluar la residualidad de control de los herbicidas premergentes a los 15, 30, 45 y 65 días post-aplicación (dpa) con un total de seis observaciones por parcela menor.

El crecimiento de los árboles se evaluó midiendo la altura desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal, evaluando sistemáticamente siempre los mismos 10 árboles por parcela menor en todas las fechas de evaluación (15, 30, 45 y 65 dpa).

El contenido de humedad en suelo y la cobertura de malezas dentro de cada tratamiento de laboreo se analizaron empleando un diseño de bloques completos al azar. Se utilizó el programa estadístico InfoStat 2009 (www.infostat.com.ar) y la separación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Por su parte, las variables cuantificadas en las subparcelas luego de la aplicación de herbicidas (cobertura total de malezas y altura de árboles) fueron analizadas según el diseño de parcelas divididas con mediciones repetidas. Se ajustó un modelo lineal de medidas repetidas en el tiempo con la siguiente forma general:

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

donde:

se evaluaron los efectos de bloque (β_k),

laboreo (L_i),

herbicida (H_j) y

fecha de evaluación (M_l).

Se usó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, 2005). La autocorrelación entre mediciones repetidas fue estimada según un modelo autorregresivo de orden 1.

Resultados y discusión

Efecto del laboreo en la humedad del suelo y en el nivel de enmalezamiento previo a la plantación

El grado de afinamiento del suelo, y por ende las distintas pasadas de herramientas en el surco de plantación, no determinó diferencias en los grados de humedad en el suelo al momento de la plantación (Cuadro 2). Aún cuando las precipitaciones registradas el 28/08/2008 (53 mm) pudieron determinar diferentes ingresos de agua al suelo, ya que ocurrieron con diferentes grados de rugosidad del suelo, dichas diferencias no pudieron constatare al momento de la evaluación. Considerando el conte-

Cuadro 2. Contenido de humedad del suelo (%) para los tres laboreos.

Tipo de laboreo	% Humedad
primario	16.8a
secundario	14.9a
secundario con camellones	17.7a
P	0.06
CV (%)	26

Laboreo primario: una pasada de excéntrica; Laboreo secundario: dos pasadas de excéntrica, la última con una rastra de dientes; Laboreo secundario con camellones: igual al anterior, seguido de acamellonado

nido de humedad, y siendo que el ingreso de los herbicidas es a través de la solución de suelo (Kogan y Pérez, 2003), no cabe esperar mayores diferencias en la eficiencia de los herbicidas, ya que no hubieron lluvias inmediatas a la aplicación. No obstante, resta atender los efectos del laboreo en la distribución del herbicida en el perfil de suelo.

Por otra parte, el mayor número de pasadas de herramientas para afinar el suelo determinó un menor enmalezamiento, con menos de 3 % de malezas cubriendo el suelo (Cuadro 3). El laboreo fue relevante en el control de malezas previo a la plantación, mientras que las diferencias en el grado de humedad del suelo no fueron determinantes del establecimiento de malezas.

Control de malezas con los tratamientos premergentes

El laboreo no afectó la efectividad de los herbicidas en el porcentaje de malezas totales (conside-

Cuadro 3. Cobertura de malezas totales (%) previo a la plantación en los 3 laboreos.

Tipo de laboreo	% cobertura malezas
primario	27a
secundario	17b
secundario con camellones	3c
P	<0.0001
CV (%)	27

Laboreo primario: una pasada de excéntrica; Laboreo secundario: dos pasadas de excéntrica, la última con una rastra de dientes; Laboreo secundario con camellones: igual al anterior, seguido de acamellonado

rando todas las especies), presentes en las distintas fechas de evaluación ($P=0.62$). El sucesivo afinado del surco de plantación no tuvo efecto sobre el comportamiento de los herbicidas premergentes, por lo que no pudo comprobarse la recomendación que realizan las empresas comercializadoras de un mayor afinado para la efectividad de los premergentes. Quizás la condición de deficiencia hídrica durante el período experimental condicionó el comportamiento de los herbicidas, más allá de la preparación de suelo.

El efecto de la interacción fecha de evaluación x tratamiento herbicida ($P=0.0001$) fue significativo para el porcentaje total de cobertura de malezas. A los 15 dpa no hubo efecto del tratamiento herbicida sobre la cobertura de malezas. Si bien el testigo presentó algo más de malezas en el surco de plantación, los porcentajes fueron muy bajos. A los 30 dpa los tratamientos que redujeron la infestación con relación al testigo sin herbicida fueron isoxafluotole y las mezclas de acetoclor con diclosulam y con oxifluorfen. El nivel de control de estos tratamientos se mantuvo a los 45 y 65 dpa. Los tratamientos de acetoclor solo y la dosis alta de oxifluorfen presentaron comportamiento similar en estas fechas (Cuadro 4).

Se realizó el análisis de los efectos de tratamiento con herbicidas y del laboreo para las principales malezas que compusieron el enmalezamiento general (*Cyperus intybus*, achicoria y *Digitaria sanguinalis*, pasto blanco). El control de *Digitaria sanguinalis* estuvo explicado por las interacciones dobles, fecha de evaluación x laboreo ($P=0.0001$) y fechas de evaluación x tratamiento herbicida ($P=0.0001$).

Hasta los 45 dpa no hubo diferencias en el porcentaje de cobertura de *D. sanguinalis* según el afinado de suelo, pero a los 65 dpa el laboreo primario presentó una menor infestación de la maleza comparado con el laboreo secundario, siendo intermedia la infestación en el laboreo secundario con camellones. La mayor intensidad en la preparación del suelo del laboreo secundario, colocó más semillas de malezas en condiciones de germinar. Villalba y Terzaghi (2002b) también encontraron menores infestaciones en menores intensidades de laboreo. La infestación intermedia del laboreo secundario con

Cuadro 4. Cobertura de malezas totales (%) para los distintos herbicidas premergentes.

Tratamiento Herbicida	Días post - aplicación			
	15	30	45	65
Oxifluorfen 240 g/ha	2.1 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	1.1 a	4.6 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	39.7 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	7.7 ab	19.4 bcd	31.6 bc
Oxifluorfen 240 g + Acetoclor 1800 g/ha	1.5 a	5.7 b	10.7 cd	28.4 cd
Testigo	5.5 a	19.7 a	33.3 a	51.4 a

camellones no era el resultado esperado, ya que según Dalla Tea y Larocca (1998) el acamellonado proporciona mejores condiciones para el crecimiento vegetal y en las condiciones del experimento, para el promedio de los tratamientos, no fue el tratamiento que proporcionó un mayor establecimiento de la maleza (Cuadro 5).

En relación al tratamiento herbicida que presentó mayor control de *D. sanguinalis*, a los 45 dpa solamente el isoxaflutole fue significativamente diferente del testigo, y dicho control se mantuvo hasta los 65 dpa. En esta fecha, la dosis de 480 g/ha de oxifluorfen, y tratamientos de acetoclor solo o en mezclas presentaron comportamientos similares, lo cual era esperable debido a la actividad del acetoclor en gramíneas anuales (Cuadro 6). Fernández *et al.* (2001) obtuvieron un control efectivo de *D. sanguinalis* con dosis similares del herbicida acetoclor. Igualmente, controles excelentes en esta gramínea fueron encontrados por Geier *et al.* (2009).

El control de la especie achicoria estuvo bajo los efectos de la interacción triple laboreo x herbicida x época de evaluación ($P=0.002$). En la Figura 2 se presentan gráficamente los tratamientos herbicidas de interés que mostraron mayor variación según laboreo para tres fechas de evaluación (30, 45 y 65 dpa), dado que la aparición de la maleza fue relativamente tardía. Los resultados permiten visualizar un aumento de la cobertura de la maleza con el transcurso del período experimental.

Para el caso del herbicida oxifluorfen (240 g.i.a./ha) en la primera fecha de evaluación (30 dpa), el control fue más pobre en el laboreo secundario con camellones; a los 45 dpa, no hubo diferencias entre el control en el laboreo secundario y en el secundario con camellones. A los 65 dpa no se diferenció el control registrado para ninguno de los laboreos. La mezcla diclosulam + acetoclor presentó un comportamiento similar a los 30 dpa, y sin diferencias para los laboreos en las siguientes fechas de evaluación. Ini-

Cuadro 5. Cobertura de *Digitaria sanguinalis*, pasto blanco (%) para los 3 laboreos según fecha de evaluación.

Fecha de evaluación (días post - aplicación)	Tipo de laboreo		
	Primario	Secundario	Secundario con camellones
15	0.8 b A	0.7 c A	1.1 c A
30	2.6 b A	7.1 b A	5.8 bc A
45	5.1 b A	10.2 b A	10.6 b A
65	14.2 a B	27.4 a A	19.3 a AB

Laboreo primario: una pasada de excéntrica; Laboreo secundario: dos pasadas de excéntrica, la última con una rastra de dientes; Laboreo secundario con camellones: igual al anterior, seguido de acamellonado

Cuadro 6. Cobertura de *Digitaria sanguinalis*, pasto blanco (%) para los distintos tratamientos herbicidas según fecha de evaluación.

Tratamiento	Fechas de evaluación (días post - aplicación)			
Herbicida	15	30	45	65
Oxifluorfen 240 g/ha	0.9 a	5.6 a	13.5 ab	32.3 a
Oxifluorfen 480 g/ha	0.6 a	3.7 a	6.8 ab	16.8 bc
Isoxaflutole 150 g/ha	0.2 a	0.9 a	2.1 b	6.0 c
Sulfentrazona 300 g/ha	0.9 a	6.5 a	12.0 ab	28.7 ab
Sulfentrazona 400 g/ha	0.8 a	7.2 a	14.3 ab	33.0 a
Diclosulam 42 g + acetoclor 1800 g/ha	0.3 a	3.0 a	5.3 ab	8.4 c
Acetoclor 1800 g/ha	0.5 a	3.9 a	4.5 ab	6.7 c
Oxifluorfen 240 g + acetoclor 1800 g/ha	0.3 a	1.8 a	2.3 ab	14.2 bc
Testigo	2.8 a	13.8 a	16.9 a	36.6 a

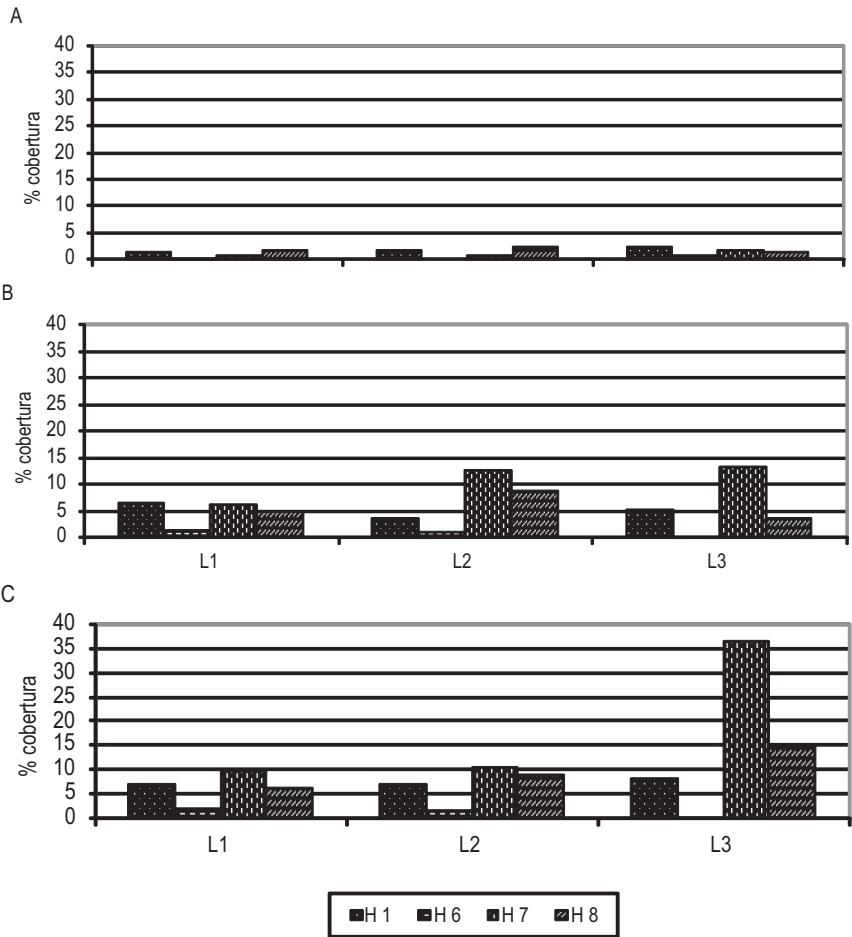


Figura 2. Cobertura de *Cychorium intybus*, achicoria (%) para cada laboreo. A: a los 30 dpa; B: a los 45 dpa y C: a los 65 dpa, para los tratamientos herbicidas considerados de interés H1: oxifluorfen (240 g.i.a./ha); H6: diclosulam + acetoclor; H7: acetoclor; H8: oxifluorfen + acetoclor L 1: laboreo primario; L2: laboreo secundario; L3: laboreo secundario con camellones.

cialmente el nivel de control es menor en el laboreo secundario con camellones, quizás por la promoción de emergencias que determinan las pasadas de herramientas, efecto que se diluye en el tiempo. Los tratamientos correspondientes a oxifluorfen 240 y diclosulam + acetoclor fueron los de mayor control en todos los sistemas de laboreo a los 45 y 65 dpa. El tratamiento de oxifluorfen incrementó su eficacia de control con el tiempo. El acetoclor presentó un pobre control como era esperable en esta maleza, siendo peor el comportamiento cuánto más afinado el suelo en las tres fechas de evaluación. Se podría explicar porque el afinado del suelo provocó mayores emergencias de la maleza y no alcanzó el herbicida ubicado en la superficie, sumado a que el control de este herbicida es marginal para especies dicotiledóneas. El control oxifluorfen + acetoclor fue muy variable, ya que inicialmente en los laboreos de menor intensidad pareció existir un efecto antagónico en la mezcla al comparar con los herbicidas aplicados separados, pero en el laboreo secundario con camellones el comportamiento de la mezcla fue mejor que ambos herbicidas solos en todas las fechas de evaluación, pudiéndose identificar un efecto sinérgico de la mezcla.

Es importante destacar que los resultados son el producto del comportamiento de los herbicidas y la respuesta diferencial que presentaron las malezas a los diferentes grados de preparación de suelo. Esto es debido a que las emergencias que ocurren en cada laboreo responden a las características adaptativas de cada especie a la intensidad del laboreo.

Efecto en el crecimiento de los árboles

El crecimiento de los árboles estuvo explicado por las interacciones dobles de laboreo x tratamiento herbicida ($P=0.02$) y fecha x tratamiento herbicida ($P=0.0002$).

En el laboreo primario los tratamientos que determinaron mayor incremento en altura y fueron estadísticamente diferentes del testigo enmalezado correspondieron a ambas dosis de oxifluorfen y la mezcla de oxifluorfen con acetoclor (Cuadro 7). Mientras tanto, en el laboreo secundario el único tratamiento que difirió del testigo fue isoxaflutole. Igual comportamiento presentó este herbicida en el labo-

reo de mayor afinado, junto con los tratamientos de oxifluorfen 480 g/ha y la mezcla de oxifluorfen y acetoclor. Coincidentemente, estos tratamientos fueron los de mayor efectividad en el control de malezas. La mezcla de oxifluorfen y acetoclor es mencionada en la bibliografía como una opción selectiva para *E. grandis* y de amplio espectro de control de malezas y de amplia residualidad (Villalba y Terzaghi, 2002b). Aparicio (2006) señala que para asegurar la productividad del monte forestal es necesario iniciar la plantación de *E. grandis* con laboreo y un control químico de malezas en una banda de 1 m de ancho.

En el caso de la mezcla diclosulam + acetoclor los bajos crecimientos de los árboles pueden indicar un efecto fitotóxico de la mezcla ya que fue de los tratamientos que presentó buen control en las dos especies de malezas predominantes.

En el período de los 15 a los 30 dpa el tratamiento de mayores incrementos en altura fue el oxifluorfen a la dosis de 240 g/ha, no difiriendo significativamente del mismo herbicida en la dosis más alta, ni de isoxaflutole, acetoclor, oxifluorfen + acetoclor y el testigo (Cuadro 8). Los tratamientos de sulfentrazona y la mezcla de diclosulam + acetoclor parecen evidenciar efectos fitotóxicos, ya que a pesar de presentar dos y cuatro veces menos malezas que el testigo, los incrementos en el crecimiento de los árboles son menores a éste. Resultados similares en relación al mejor control de malezas del herbicida sulfentrazona respecto al oxifluorfen es mencionado por Navroski *et al.* (2009) aunque los autores no mencionan efectos depresores sobre el crecimiento de *Eucalyptus* spp. En relación a la selectividad de diclosulam, Tarouco (2009) menciona que ha presentado selectividad para los genotipos *E. dunni*, *E. saligna* y *E. globulus*. Mientras que Dalla Tea *et al.* (2002), comenta que si bien fue una de las alternativas eficientes en el control de malezas y con un período de residualidad importante, podría causar fitotoxicidad, ya que el mejor control de malezas alcanzado no fue acompañado por un mayor crecimiento de los árboles.

Los incrementos comprendidos entre los 30 y 45 dpa indicaron que el mejor tratamiento fue el isoxaflutole, no constatándose diferencias significativas con el oxifluorfen (480 g/ha), oxifluorfen (240 g/ha),

Cuadro 7. Incremento diario de altura de los árboles (cm día⁻¹) para el período experimental según tratamiento herbicida y tipo de laboreo.

Tratamiento	Tipos de laboreo		
	Herbicida	Primario	Secundario con camellones
Oxifluorfen 240 g/ha		0.310 a	0.221 bcd
Oxifluorfen 480 g/ha		0.324 a	0.306 ab
Isoxaflutole 150 g/ha		0.276 ab	0.389 a
Sulfentrazone 300 g/ha		0.132 bc	0.155 bcd
Sulfentrazone 400 g/ha		0.082 c	0.065 d
Diclosulam 42 g + Acetoclor 1800 g/ha		0.168 abc	0.106 cd
Acetoclor 1800 g/ha		0.276 ab	0.253 abc
Oxifluorfen 240 g + Acetoclor 1800 g/ha		0.317 a	0.200 bcd
Testigo		0.141 bc	0.178 bcd

Cuadro 8. Incremento diario de altura de los árboles (cm día⁻¹) de los tratamientos herbicidas según el período de crecimiento.

Tratamiento	Incremento en los períodos		
	Herbicida	15 a 30 dpa	30 a 45 dpa
Oxifluorfen 240 g/ha		0.305 a	0.240 abc
Oxifluorfen 480 g/ha		0.277 a	0.381 a
Isoxaflutole 150 g/ha		0.296 a	0.421 a
Sulfentrazone 300 g/ha		0.072 bc	0.149 bc
Sulfentrazone 400 g/ha		0.010 c	0.078 c
Diclosulam 42 g + Acetoclor 1800 g/ha		0.031 c	0.107 c
Acetoclor 1800 g/ha		0.225 ab	0.243 abc
Oxifluorfen 240 g + Acetoclor 1800 g/ha		0.290 a	0.329 ab
Testigo		0.227 ab	0.077 c

acetoclor y oxifluorfen + acetoclor. En el caso de la mezcla diclosulam + acetoclor se registró un crecimiento deprimido en el clon, porque presentó crecimientos menores al testigo en este período aún presentando buen control de malezas.

En el período de los 45 a los 65 dpa, todos los tratamientos presentaron incrementos de altura similares al testigo, excepto la dosis alta de sulfentrazone. A partir de este período se verifica entonces una recuperación en aquellos tratamientos que inicialmente redujeron la altura de los árboles. El oxifluorfen (480 g/ha) en valores absolutos resultó ser el mejor tratamiento con una media de incremento de 7.5 cm.

Conclusiones

Los distintos laboreos evaluados no determinaron diferencias en la humedad del suelo al momento de realizar la plantación. Sin embargo, la mayor intensidad de laboreo ocasionó una disminución en el enmalezamiento al momento de la plantación, como consecuencia del desmalezado que realizaron las sucesivas pasadas de herramientas.

El grado de afinamiento del suelo no afectó la eficiencia de los herbicidas preemergentes evaluada en la cobertura de malezas totales; tampoco se cuantificó un efecto claro en el incremento diario de altura de los árboles, ya que son efectos que deben cuantificarse en períodos mayores de crecimiento y en ausencia de malezas.

Por otra parte, en los incrementos en altura de los árboles hubo interacción de los tratamientos herbicidas con el laboreo y con los diferentes periodos de evaluación. Esta última interacción estaría explicada por los efectos fitotóxicos que evidenciaron algunos tratamientos en la etapa inicial de plantación. Los mayores incrementos diarios en el período experimental se obtuvieron con los tratamientos herbicidas isoxaflutole, oxifluorfen + acetoclor y oxifluorfen a la mayor dosis. Estos tratamientos presentaron comportamientos similares en los diferentes sistemas de laboreo.

Los tratamientos herbicidas de mayor control en las malezas totales fueron isoxaflutole, oxifluorfen + acetoclor y diclosulam + acetoclor, aunque a este último se le atribuyeron efectos fitotóxicos sobre los árboles. En el caso de los otros tratamientos coincidentemente fueron los de mayores incrementos diarios en altura de los árboles.

Agradecimientos

A la empresa Forestal Oriental S.A. por el apoyo y los medios para la realización de este trabajo, especialmente a los Ings. Agrs. Ney Costa y Javier Debellis.

Bibliografía

- Aparicio, J.L. 2006. Efecto de tres técnicas de preparación de terreno y control de malezas en la productividad de *Eucalyptus grandis* en el sudoeste de Corrientes. En: Jornada Forestal (2006, Corrientes, Argentina). Consultado el 24 de may. 2010. Disponible en: www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/forestales/efectos.pdf
- Dalla Tea, F. y Larocca, F. 1998. Establecimiento de plantaciones forestales en la costa del Río Uruguay. (en línea). En: Encuentro Forestal CEDERFOR del MERCOSUR (13º, 1998, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. Pp. 1-9. Consultado 13 may. 2009. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido>
- Dalla Tea, F.; Díaz, D.; Jaime, S. A.; Larocca, F.; Larocca, L.H.; Marco, M. A.; Rembado, G. y Spriegel, M. 2002. Evaluación del efecto de distintas prácticas de control de malezas en la implantación de forestaciones del noreste de Entre Ríos y sureste de Corrientes. (en línea). En: Proyecto forestal de desarrollo. SAGPyA-BIRF. Informe final. 62 p. Consultado el 6 de jul. 2009. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/CONCORDIA/info/documentos/Forestacion/PIA%2020%20Informe%20final.pdf>
- Fernández, R. A.; Lupi, A.; Reis, H. y Elizaul, J. 1998. Efectos de técnicas de establecimiento post-tala rasa sobre el crecimiento inicial de *Eucalyptus grandis* hill. ex maiden en el noreste argentino. En: Primer Congreso Latinoamericano IUFRO Valdivia, Chile, 1998. 8p.
- Fernández, G.; Villalba, J.; Ferriolo, M. y Lavista, S. 2001. Efecto del rastreo en el comportamiento de herbicidas para el control de malezas gramíneas en girasol en cero laboreo. En: Actas del Congreso de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh). León. España. P: 191-195.
- Fernández, R.; Pahr, N. y Lupi, A. 1996. Evaluación del crecimiento de *Eucalyptus grandis* hill. ex maiden en diferentes condiciones de sitio del noreste argentino. En: Actas XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo. Disco Compacto. Agosto de 1996. Aguas de Lindoia. San Pablo. 4p.
- García Préchac, F.; Pérez Bidegain, M.; Christie, S. y Santini, P. 2001. Efecto del laboreo en el crecimiento aéreo y radicular de *Eucalyptus dunni* y sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo. Agrociencia, v.1: 1-9.
- Geier, P. W.; Stahlman, P. W.; Regehr, D. L. and Olson, B. L. 2009. Preemergence Herbicide Efficacy and Phytotoxicity in Grain Sorghum. Weed Technology, v. 23:197-201.
- Kogan, M. y Pérez, A. 2003. Herbicidas: Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago de Chile, Universidad Pontificia de Chile. 321 p.
- Larocca, F. y Díaz, D. 2002. En: Investigación forestal al servicio de la Producción II. (en línea). pp 129- 133. Consultado el 20 jul. 2009. Disponible en: www.sagypa.mec.gov.ar/new/0-0/forestacion/bloque2a.pdf
- MGAP. 2008. Anuario estadístico, 2008. Consultado en agosto 2009. Disponible en: www.mgap.gub.uy/diea/anuarios.htm
- Navroski, M.C.; Guimarães, C.C.; Barichelo, J. e Pereira, M. O. 2009. Avaliação de eficiência de dois herbicidas pré-emergentes e respectivas doses em área com *Eucalyptus* spp. no Sul do Brasil. En: IV Simpósio Brasil-Alemanha. Desenvolvimento sustentável. (4º., 2009, Curitiba, Brasil). Trabajos presentados. Consultado 24 may. 2010. Disponible en: www.inf.ufpr.br/bsv05/simposio/.../navroski_marcio_carlos_navroski_1.pdf. 3p.
- Pitelli, R. A. e Marchi, S. R. 1991. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. En: Seminário Técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento, 3, 1991, Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte, p: 1-11.
- Sánchez, L. N. 1997. Interferencia de las malezas sobre la absorción de nutrientes y el crecimiento inicial de *Eucalyptus globulus* Labill. spp. *globulus*. Tesis Ing. Agr. Chile. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 65p.
- Tarouco, C.P. 2009. Períodos de competição de plantas daninhas e seletividade de herbicidas à cultura do eucalipto. SBCEP. Boletim Informativo. v. 15, n.4 : 9-10.
- Thongo M'Bou, A.; Jourdan, C.; Deleporte, P.; Nouvellon, Y.; Saint-André, L.; Bouillet, J. P.; Mialoundama, F.; Mabila, A. and Epron, D. 2008. Root elongation in tropical *Eucalyptus* plantations: effect of soil water content. Ann. For. Sci. 65. Disponible en: www.afs-journal.org. Consultado en agosto de 2009. 7p.
- Toledo, R. E. B.; Victoria Filho, R.; Pitelli, R. A.; Alves, P. L. C. A. e Lopes, M. A.F. 2000. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. Planta Daninha, v. 18 (3): 395-404.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. 1979. Índice de productividad de grupos CONEAT 167p.
- Dirección de Estadísticas Agropecuarias. 2008. Anuario estadístico 2008. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 diciembre de 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea/anuario>. p. 126- 127.
- Vera, L. y Larocca, F. 2004. Evaluación económica de la producción de madera de eucalipto en el noreste de Entre Ríos: manejo tradicional vs. con raleos. INTA EEA Concordia, abril 2004. Disponible en: www.inta.gov.ar/CONCORDIA/.../costos_anecon_prod_madera.pdf. Consultado el: diciembre 2008.
- Villalba, J. y Terzagui, A. 2002a. Efecto de la competencia de malezas en *Pinus taeda* para condiciones de Uruguay. En: Libro de Resúmenes de XXIII Congreso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas. Gramado. RS. Brasil. p. 572.
- Villalba, J. y Terzaghi, A. 2002b. Evaluación del momento de aplicación del herbicida en *Eucalyptus grandis* en diferentes tipos de laboreos. En: Libro de Resúmenes de XXIII Congreso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas. Gramado. RS. Brasil. p. 573.