

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN *Eucalyptus grandis* AFECTADOS POR DIFERENTES NIVELES DE COMPETENCIA DE MALEZAS EN LA FILA DE PLANTACIÓN**

**por**

**Virginia MORA BRAÑAS  
Gonzalo PEREIRA FACAL**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2014**

Tesis aprobada por:

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

-----  
Ing. Agr. Oscar Bentancur

-----  
Ing. Agr. Grisel Fernández

-----  
Ing. Agr. Carmelo Centurión

Fecha: 9 de junio de 2014

Autor: -----  
Gonzalo Pereira Facal

-----  
Claudia Virginia Mora Brañas

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a:

Nuestra directora de tesis Juana Villalba  
Forestal Oriental  
Fabiana Pezzani  
Andrea Cardozo Maciel

Lic. Sully Toledo por sus correcciones, su paciencia y dedicación en las consultas.

A las empresas Montes del Plata y LKSur, por apoyarnos en la realización de este trabajo, brindándonos los días libres necesarios. Y a nuestros respectivos compañeros de trabajo por su colaboración en aspectos puntuales de este estudio.

A nuestros compañeros y amigos de Generación Forestal 2011, por la unidad, el apoyo, y por el granito de arena que algunos aportaron para este trabajo.

A nuestros Amigos por el simple hecho de estar ahí, en las buenas y también las malas.

Y sobre todo a nuestras respectivas familias que siempre nos apoyan incondicionalmente, siendo los pilares de nuestra vida.

## **DEDICATORIA**

A dos compañeros de generación forestal y dos amigos, que la lucharon tanto como nosotros para lograr el tan esperado título y no pudieron, el de arriba les presentó otros planes que quizás algún día entenderemos.

Siempre vivirán en nuestros corazones y nuestros recuerdos, cada uno dejó su huella grabada en el grupo y todas las experiencias vividas juntos serán imborrables.

Andrea Logiuratto y Manuel Sarríes, esto también es para ustedes,

Salud Colegas!

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VI
1 <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA COMPETENCIA .....	3
2.2 EFECTOS DE LA COMPETENCIA EN EUCALIPTO EN EL CORTO Y LARGO PLAZO .....	4
2.3 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL EUCALIPTO AFECTADOS POR LA COMPETENCIA .....	8
3 <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	13
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	13
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	14
3.3 DETERMINACIONES .....	16
3.4 DATOS METEOROLÓGICOS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL .....	17
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	20
4 <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	22
4.1 RESPUESTA DEL DIÁMETRO DE COPA A LA COMPETENCIA .....	24
4.2 RESPUESTA DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO A LA COMPETENCIA .....	27
4.3 RESPUESTA DE LA ALTURA A LA COMPETENCIA .....	31
5 <u>CONCLUSIONES</u> .....	35
6 <u>RESUMEN</u> .....	36
7 <u>SUMMARY</u> .....	37
8 <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	38
9 <u>ANEXOS</u> .....	42

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1 Planteo inicial de tratamientos .....	15
2 Densidades reales (tallos/m <sup>2</sup> ) logradas por fila para cada bloque.....	15
3 Actividades realizadas en el ensayo.....	16
4 Datos meteorológicos referentes al sitio del ensayo y al promedio histórico de la región. ....	17
5 Media, máximo, mínimo y desvío estándar para las variables analizadas para los 54 y 78 dpp. ....	22
6 Medias, parámetro C, límites de confianza y p- valor de C.....	25
7 Estimación de pérdida de D <sub>copa</sub> para diferentes rangos de densidades de malezas.....	27
8 Medias, parámetro C, límites de confianza y p- valor de C.....	28
9 Estimación de pérdida de D <sub>ac</sub> para diferentes rangos de densidades de malezas ...	31
10 Medias, parámetro C, límites de confianza y p- valor de C.....	32
11 Estimación de pérdida de Altura para diferentes rangos de densidades de malezas.....	33
12 Relación estimación de C y su error estándar .....	34
Figura No.	
1 Ubicación del experimento .....	13
2 Siembra de moha en los surcos de plantación.....	14
3 Medición de Diámetro de Copa; Fecha 25/01/2013 .....	18
4 Medición Diámetro a la Altura del Cuello; Fecha 05/11/2012.....	18
5 Medición de Altura para la última fecha: 27/05/2013 .....	19
6 Representación gráfica del modelo.....	21
7 Curva ajustada para diámetro de copa a los 78 dpp.....	24
8 Curvas ajustadas del diámetro copa en función de la densidad de tallos/m <sup>2</sup> de moha en las fechas A) 133 dpp; B) 254 dpp.....	26
9 Curvas ajustadas de diámetro de altura de cuello en función de la densidad de tallos/m <sup>2</sup> de moha en las fechas A) 133 dpp; B) 254 dpp.....	29
10 Volumen de pérdida en una disminución del D <sub>ac</sub> .....	30
11 Curva ajustada para altura a los 133 dpp en función de la densidad de tallos/m <sup>2</sup> de moha.....	31

12	Curvas ajustadas de altura total en función de la densidad de tallos/m <sup>2</sup> de moha en la fecha 254 dpp. ....	33
----	---	----

## 1 INTRODUCCIÓN

El sector forestal en Uruguay ha tenido un importante crecimiento en los últimos 25 años, a partir de la promulgación de la Ley No. 15.939, permitiendo la llegada de importantes empresas extranjeras al país, las cuales realizaron grandes inversiones, y conjuntamente con empresas locales lograron un aumento de la superficie forestada, multiplicándose aproximadamente por 30, llegando casi a las 1.500 miles de hectáreas. El principal género plantado es *Eucalyptus* spp., alcanzando el 68% del área forestada. Las exportaciones del sector entre los años 2009 y 2012 aumentaron a una tasa promedio anual del 15% representando el 12% del total exportado por Uruguay en 2012. La pasta de celulosa es el principal producto de exportación del sector, y se prevé que será el principal producto de exportación del Uruguay (Uruguay XXI, 2013).

Se ha observado un aumento muy significativo en la productividad de las plantaciones forestales en los últimos tiempos, esto debido a la mejora genética que se ha logrado y a las adecuadas prácticas silvícolas, entre las cuales se encuentra el control de malezas. La interferencia de malezas tiene un efecto negativo en el crecimiento de las plantaciones, a causa de la competencia que generan por los recursos luz, agua y nutrientes, ocasionando una disminución en los parámetros de crecimiento, como pueden ser la altura, el diámetro y como consecuencia el volumen, incluso pudiendo afectar la sobrevivencia de la plantación.

Actualmente el control de malezas es una actividad prácticamente de rutina en la producción forestal comercial, llevándose hasta el 40% de los costos de la implantación del monte.

El control de malezas en las plantaciones de eucaliptos contemplan las aplicaciones de herbicidas totales previo a la plantación y luego de esta, en los primeros meses de la misma solamente se realiza el control de las malezas en la fila de plantación y más tarde el control en la entre fila. Para el control de malezas en la fila se usan herbicidas selectivos tanto premergentes como postmergentes y solamente cuando el enmalezamiento es muy agresivo o no ha sido controlado se usa glifosato en aplicaciones dirigidas. Por otra parte, las malezas de la entre filas son controladas siempre con glifosato. En ambos casos el número de intervenciones es variable según el enmalezamiento y según cuando ocurra el cierre de copa del monte, que en nuestras condiciones eso puede suceder de los 12 a los 18 meses post-plantación.

La decisión de cuando realizar el control depende más de las posibilidades de usar herbicidas selectivos que de la competencia efectiva que estén realizando las

malezas y no existe conocimiento de cuáles son los parámetros más afectados por la competencia de malezas en nuestras condiciones.

En este contexto, se decidió realizar el siguiente trabajo, con el objetivo de conocer cuál es el efecto de diferentes niveles de competencia de malezas en la fila de plantación, sobre los parámetros de crecimiento de *Eucalyptus grandis*.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA COMPETENCIA

Según Radosevich et al. (1997), la interferencia es el término general utilizado para definir la interacción entre las especies o poblaciones, es decir, el efecto que genera la presencia de una planta sobre otra. Existen muchas formas de interferencia, pueden ser negativas, positivas y hasta neutrales. Dentro de la interferencia negativa, la competencia es la forma más estudiada de interferencia que se produce entre las malezas y los cultivos.

Paruelo y Batista (2006) definen competencia como la interacción biológica negativa que se produce entre dos o más individuos cuando un recurso necesario se encuentra en cantidad limitada en relación con las demandas de los organismos. La competencia es un proceso activo que tiene sus efectos más importantes en la capacidad de los individuos competidores de sobrevivir y reproducirse. Los tipos de influencias pueden variar entre (1) interferencia directa al acceso a un recurso (competencia de interferencia) y (2) reducción de la disponibilidad de un recurso (competencia de explotación).

A su vez Paruelo y Batista (2006) indican que la competencia genera una disminución en las tasas de crecimiento o desarrollo individual derivadas de la menor captura de recursos.

Una forma frecuente de estudiar los efectos de la competencia es comparar situaciones en las que se varía artificialmente la densidad. A medida que la densidad aumenta la abundancia relativa de los recursos disminuye y el grado de competencia aumenta (Paruelo y Batista, 2006).

Según los autores la competencia es capaz de ejercer una notable influencia sobre las diferencias existentes entre individuos de la misma población. Este fenómeno se conoce como el establecimiento de una jerarquía competitiva.

Los autores sostienen además, que pequeñas diferencias individuales al comienzo de la interacción competitiva pueden dar lugar a variaciones drásticamente mayores con el tiempo. Esta variación con el transcurso del tiempo de la competencia y la interferencia ejercida por una especie sobre otra es debido al ajuste de cada población a la presencia de las otras. Un rasgo muy frecuente de la competencia inter específica es la asimetría, las consecuencias no son iguales para ambas especie.

Como parte de una serie de estudios sobre la competencia intra específica en poblaciones vegetales, se postula como hipótesis que la competencia por luz es predominantemente asimétrica y la competencia por los recursos del suelo es predominantemente simétrica.

La competencia por un recurso afecta a menudo la capacidad de explotar otros recursos. En el caso de dos especies vegetales que compiten por luz, la reducción de la intercepción de luz por sombreado de la competidora afectará su tasa de crecimiento radical, y consecuentemente, su capacidad de usar recursos del suelo se verá afectada. Esto a su vez afectará el crecimiento de la parte aérea. Así, cuando las especies vegetales compiten, las repercusiones fluyen en ambos sentidos entre raíces y tallos. La competencia interespecífica puede dar lugar a la extinción local de uno de los competidores o a la coexistencia (Paruelo y Batista, 2006).

Según estos autores, las interacciones de competencia son en detrimento de ambos competidores; en la teoría de la competencia este detrimento se expresa generalmente como una disminución de la tasa de crecimiento de la población.

## 2.2 EFECTOS DE LA COMPETENCIA EN EUCALIPTO EN EL CORTO Y LARGO PLAZO

Las malezas determinan un efecto negativo sobre el crecimiento de las plantaciones de eucaliptos (Gordon y Rice, Wagner et al., Schweitzer et al., citados por Garau et al., 2009). Incluso influyen sobre la supervivencia de los árboles (Wagner et al., citados por Garau et al., 2009). Según Toledo et al. (2000), Aparicio et al. (2005) en casos extremos donde la invasión de malezas es intensa, puede aumentar la mortandad hasta porcentajes que no justifican el manejo para producir madera.

En Australia, Cromer, citado por INFOR (2006b), menciona que la competencia ocasionada por los pastos es la principal causa de la mortalidad de las plantaciones de eucaliptos. Los pastos son capaces de producir severos estreses hídricos a las plantaciones, captan además nutrientes y reducen la cantidad de luz que llega a las plantas.

La presencia de malezas en ecosistemas forestales, ha sido un problema importante en la instalación y mantenimiento de las plantaciones de eucaliptos, esto se ha comprobado mediante estudios que indican que las malezas coexistiendo con las plantaciones forestales pueden afectar negativamente el crecimiento y productividad de las mismas (Costa et al., 2004).

Además, Marchi, citado por De Souza et al. (2010) mencionó que en la mayoría de los casos, las poblaciones de malezas en altas densidades, generan una serie de factores que son negativos para el crecimiento y la productividad de los árboles y la puesta en funcionamiento del sistema de producción.

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

Según de Souza et al. (2010), las especies de malezas exhiben diferentes habilidades para interferir en el crecimiento y/o la productividad de las plantas cultivadas. Una de ellas se refiere al tamaño de las especies de malezas y se debe esperar una mayor capacidad de interferencia con el crecimiento del cultivo cuanto más grande es esta (Pitelli, citado por De Souza et al., 2010).

La forma más flagrante de injerencia directa de las malezas en las plantaciones forestales es la competencia. Entre los efectos de esta interferencia en el crecimiento de los árboles, se puede destacar la competencia por el agua, los nutrientes, el espacio y la luz, también la liberación de sustancias alelopáticas, pueden actuar como huéspedes intermediarios de patógenos y plagas que son comunes con la especie forestal, aumento de riesgo de incendios (Toledo et al., citados por De Souza et al., 2010) , y a su vez, la competencia sólo se establece cuando uno de estos recursos no es suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas que habitan en el mismo medio ambiente (Pitelli y Karam, citados por De Souza et al., 2010).

Las plantaciones forestales están expuestas a la competencia causada por parte de las malezas, generando una disminución cualitativa y cuantitativa de la producción y hasta pudiendo afectar la supervivencia en los 2 primeros años de instalada la plantación (Donald, Pitelli et al., Rodrigues et al., Pitelli y Marchi, Bezutte et al., Marchi, Toledo et al., citados por Toledo et al., 2003).

El efecto de la competencia por luz y espacio se distingue visiblemente, pero los otros dos, agua y nutrientes, 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).

A su vez Pitelli y Marchi, citados por Costa et al. (2004), mencionan que la competencia ejercida por parte de las malezas en plantaciones forestales es de mayor

importancia en las primeras etapas de crecimiento, o sea desde el trasplante hasta aproximadamente el año de edad.

Según Little y Schumann (1996), la competencia causada por las malezas al inicio de la plantación puede resultar en una pérdida del rendimiento final de madera, asociado a esto un aumento en el tiempo de rotación.

Además Larocca et al. (2004), observaron que 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.

Los efectos causados por la presencia de malezas se pudieron constatar tan temprano como a los 28 días luego de instalada la plantación (Marchi, citado por Costa et al., 2004).

En este sentido, Garau et al. (2009) mencionaron que los primeros efectos negativos de la competencia causada por las malezas en el crecimiento de los eucaliptos fueron evidentes a partir del segundo mes luego de la plantación.

A su vez en condiciones de baja disponibilidad de agua y nutrientes, las malezas pueden competir con las plantas de eucaliptos, generando deficiencias en las mismas, principalmente en la etapa de establecimiento. Una de las razones del alto poder competitivo de las malezas, es la gran adaptación de estas a las condiciones ambientales del sitio (Silva et al., citados por Toledo et al., 2003).

Pitelli, citado por Costa et al. (2004) menciona que los diferentes efectos adversos generados por parte de las malezas a las plantas de eucaliptus son directamente proporcional al periodo de tiempo en que estas coexisten.

En este sentido Adams et al., citados por Garau et al. (2009) observaron que el efecto y la duración de la interacción entre malezas y árboles de eucalipto, se ve influenciada por el momento de emergencia de las malezas en relación al momento de la plantación, y a las tasas de crecimiento y desarrollo de ambos.

Según Adams et al. (2003) el crecimiento de los árboles disminuye a medida que la duración de la presencia de malezas aumenta. Además, existe un retraso significativo en la recuperación del crecimiento después de la aplicación de tratamientos de eliminación de malezas.

Las relaciones de competencia entre árboles y malezas sufren cambios relacionados a la edad de los árboles (Sands y Nambiar, citados por Garau et al., 2009).

Garau et al. (2009) definen el periodo crítico de competencia como el intervalo de tiempo entre el momento en que las malezas comienzan a reducir el rendimiento de los árboles y el punto en que los árboles ya no aumentan su rendimiento.

A su vez la tolerancia de las especies parece ser un factor esencial para determinar la susceptibilidad a la competencia de malezas. Especies que no toleran, como árboles de eucaliptos, tienen un periodo crítico más corto en que las malezas afectan su crecimiento y desarrollo, comparado a otras especies que de cierta manera toleran la competencia (Garau et al., 2009).

Según Wagner et al., citados por Garau et al. (2009) el periodo crítico en coníferas del hemisferio norte es de 24 a 36 meses después de la plantación. Mientras que en eucaliptos encontraron mayores tasas de crecimiento, pero con menor tolerancia a la competencia por malezas en las etapas del establecimiento de las plantaciones (Flores, Garau et al., George y Brennan, citados por Garau et al., 2009).

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 de la familia de las gramíneas en la región de Mato Grosso do Sul en Brasil.

Por otra parte, Dinardo et al. (1998) encontraron que fueron necesarios 112 días de convivencia entre las plantas y las malezas, para que las variables altura media, área basal, índice de sobrevivencia, y volumen de madera producido por las plantas de eucaliptos, fueran reducidas significativamente por la interferencia.

Por otra parte, Adams et al., citados por Garau et al. (2009) encontraron en Australia, más precisamente en Tasmania, con un clima templado, seco y fresco, que el periodo crítico de competencia para *Eucalyptus globulus* fue de 18 meses luego de la plantación.

En caso de especies más tolerantes se determinó que el crecimiento en altura en *Eucalyptus regnans* con 20 meses no fue afectado por la presencia de malezas (Messina, citado por Garau et al., 2009).

### 2.3 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL EUCALIPTO AFECTADOS POR LA COMPETENCIA

El descenso del crecimiento de las plantaciones forestales en respuesta a la competencia ejercida por malezas, se suele explicar en términos de limitar el acceso de los árboles al agua (Sands y Nambiar, citados por Adams et al., 2003) o nutrientes (Ellis et al., Smethurst y Nambiar, O' rlander et al., citados por Adams et al., 2003). Esto conduce a un descenso de la actividad fisiológica de los árboles (Boomsma y Hunter, Richardson, Mohammed et al., citados por Adams et al., 2003) que lleva a una menor área foliar, menor intercepción de la luz y reducción de la actividad fotosintética de los cultivos.

Algunos autores mencionan que las malezas pueden potencialmente causar estrés hídrico que es el factor abiótico principal que afecta a la supervivencia y crecimiento de plantaciones forestales (Margolis y Brand, Grossnickle y Folk, Lamhamedi et al., citados por Garau et al., 2008). El agua es el factor de competencia de mayor riesgo en el establecimiento de las plantaciones según Grossnickle et al., Nambiar y Sands, Lamhamedi et al., citados por Garau et al. (2009).

Adicional a esto, algunos autores comentan que los árboles jóvenes son más susceptibles al estrés hídrico en los primeros meses después de la siembra (Nambiar y Sands, Lamhamedi et al., Rey Benayas et al., citados por Garau et al., 2008).

Se ha observado una disminución en el potencial hídrico foliar y la conductancia estomática en plántulas de varias especies de árboles, a medida que aumenta la densidad de malezas, y por ende la competencia (Shainsky y Radosevich, Petersen y Maxwell, Gordon y Rice, Perry et al., Watt et al., Benayas Rey et al., citados por Garau et al., 2008)

Además Rajcan et al. (2004) indicaron que las plantas tienen la capacidad de detectar y ajustar su morfología a los cambios de la calidad de la luz (relación rojo-rojo lejano), este es un mecanismo que utilizan para responder ante la presencia de malezas.

En un estudio realizado en un cultivo de maíz se observó que la presencia de malezas puede generar un cambio en la arquitectura de las hojas, esto se explica por el cambio en la calidad de la luz causado por las malezas vecinas al cultivo, que alteran la asignación del carbono y la orientación de las hojas del maíz (Rajcan y Swanton, citados por Rajcan et al., 2004).

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

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

Con respecto a la disponibilidad de nutrientes Marchi et al., citados por De Souza et al. (2010) comentaron que los árboles creciendo bajo presión de las malezas pueden tener desbalances en algunos nutrientes. Entre los elementos principales, el nitrógeno tiene una gran importancia junto con el fósforo, ya que su disponibilidad, sobre todo en los tres primeros años, por lo general limita la producción forestal (Raison et al., citados por De Souza et al., 2010).

Stone y Birk (2001) comentaron que la competencia de malezas en plantaciones de eucaliptos afecta la altura y el diámetro de los árboles, generando una disminución en estas dos variables, pero destacan que la más afectada por la competencia es el diámetro.

Según Garau et al. (2009) las malezas pueden amenazar seriamente el crecimiento de las plantaciones de eucaliptos a través de la competencia interespecífica, afectando el área foliar, diámetro del tallo, volumen individual y altura de los mismos.

Existe una respuesta diferencial del diámetro y de la altura de las plantas de eucaliptos ante la competencia de malezas (Roth y Newton, Ludovici y Morris, Schweitzer et al., Coll et al., citados por Garau et al., 2009), y se explica por una prioridad diferente en cuanto a la asignación relacionada con el crecimiento apical o cambial (Waring y Schlesinger, Kozłowski et al., citados por Garau et al., 2009).

En un estudio realizado en Brasil, se observó que las plantas de eucaliptos creciendo en presencia de malezas, presentaban una reducción del diámetro medio y de la altura total de un 68,2% y 65,7%, respectivamente, con respecto a las plantas que crecían libres de presencia de malezas (Toledo et al., 2003).

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

Costa et al. (2004) estudiaron los efectos de la competencia colocando la maleza *Commelina benghalensis* como competidora, se identificó una reducción del área foliar de las plantas de eucaliptos de un 45% a los 60 días, aumentando hasta el 78% a los 80 días de la convivencia, en comparación con el tratamiento sin competencia. Cuando el parámetro de evaluación en las plantas de eucaliptos fue la cantidad de biomasa seca en ramas, tallos y hojas, se determinó una reducción del 39, 28 y 19%, respectivamente.

Evaluaciones realizadas en Chile, indicaron 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).

Resultados similares fueron encontrados por Toledo et al. (2000), en un estudio de evaluación de la interferencia de malezas, sobre el crecimiento de las plantas de eucalipto, quien encontró que la característica altura de la planta fue la que tuvo menor efecto de la interferencia, en tanto el área foliar y la materia seca acumulada en hojas y en ramillas secundarias fueron las más sensibles.

En un experimento realizado por Garau et al. (2009) en Argentina, en el cual se evaluó el efecto de la competencia de malezas en plantaciones de *Eucalyptus globulus maidenii* con 4 niveles de cobertura (0%, 25%, 50% y 100%) de malezas, se observó que ya con 25% de cobertura se produjo una reducción en el área foliar al final del primer mes después de plantado.

En el mismo estudio, Garau et al. (2009) observaron una reducción de un 95% en el área foliar aun con 25% de cobertura, el tratamiento testigo (0%) presentó hasta un 50% más de diámetro a la altura del cuello. En el segundo mes después de plantado, cuando las malezas habían alcanzado una altura similar o mayor que los eucaliptos, se observó una reducción importante en el diámetro de los árboles. A los 3 meses los

resultados fueron similares y la media de crecimiento de los eucaliptos fue significativamente mayor en el tratamiento testigo con cobertura de 0% de malezas.

Sobre el mismo estudio, cabe destacar que durante el segundo mes de establecido, los árboles con mayor cobertura de malezas (100%) mostraron una mayor altura que el resto, pero al tercer mes desapareció esta diferencia y todos mostraron una altura similar, independientemente del nivel de cobertura (Garau et al., 2009).

Durante el primer año, las parcelas con el tratamiento testigo (0%) mostraron un diámetro superior que el resto, mientras que en los tratamientos 50% y 100% el crecimiento fue significativamente menor que en 25%. El volumen fue mayor en 0%, y a su vez el tratamiento 100% malezas fue menor en cuanto a volumen que los tratamientos 25% y 50% cobertura de malezas.

En este estudio también se evaluó el efecto de la biomasa de malezas sobre el volumen de los eucaliptos, donde se vio una mejora sustancial en el volumen de los mismos, cuando la biomasa de malezas no superaba los 500 kg/ha.

Little y Schumann (1996), indicaron que con 1500 a 2000 kg ha<sup>-1</sup> de biomasa seca aérea de malezas, existe competencia con los árboles, generando una disminución de su rendimiento.

Por otra parte, Schaller et al. (2003) encontraron que la competencia entre raíces de malezas y eucaliptos, afectó el desarrollo de estos últimos. En la asociación de *Eucalyptus deglupta* con *Panicum máximum* (maleza), el número total de raíces laterales de *E. deglupta* se redujo hasta en un 40% en comparación con el control sin presencia de maleza. El efecto de las raíces de las malezas afectó las raíces de los eucaliptos por restringir la exploración del suelo por parte de las mismas en sentido horizontal. La presencia de las malezas en plantaciones forestales redujo el desarrollo lateral de las raíces de los árboles, generando problemas en el crecimiento de los mismos.

El buen desarrollo de raíces laterales es esencial para el crecimiento de los árboles (Nambiar, citado por Adams et al., 2003). El crecimiento vigoroso de las malezas se asocia con el desarrollo radicular denso de las mismas, especialmente en los primeros 20 cm del suelo, y esto lleva a una restricción de la extensión lateral de raíces del árbol. Así, la maleza tiene una ventaja competitiva para los nutrientes (Aldrich y Kremer, citados por Adams et al., 2003).

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.

Otra consecuencia de esa competencia es la división de raíces grandes en raíces de menor diámetro, reducción de la extensión lateral de raíces finas de los eucaliptos y también el cambio en la dirección del crecimiento hacia los lugares donde hay menor cantidad de raíces de malezas. Comentan los autores que la reducción del número de raíces de los árboles afectó el crecimiento de los mismos, en especial se evaluó una reducción del diámetro. La disminución del número total de raíces del árbol y de su extensión lateral es más drástica en situaciones de sequía y/o en suelos menos fértiles (Schaller et al., 2003).

En este sentido, Goncalves, citado por Toledo et al. (2003), respecto a la importancia del desarrollo radicular comenta que en los tres primeros meses de crecimiento, las plantas de eucaliptos asignan la mayor parte de los nutrientes foto asimilados a la generación de raíces, para asegurar el suministro de agua y nutrientes. Una vez asegurados estos suministros, la actividad fotosintética se intensifica, generando una expansión de área foliar y elongación de las plantas. Luego sigue una fase de activo crecimiento y acumulación de nutrientes con altas tasas de absorción, y es en este periodo que las plantas de eucaliptos son más sensibles a la competencia por parte de las malezas.

Otros aspectos indirectos que causa la interferencia de malezas, es el aumento de la susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades (Nambiar, citado por Adams et al., 2003).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El experimento se instaló en un predio propiedad de Forestal Oriental S.A., Establecimiento “San Luis”, situado al Este de la ciudad de Paysandú, por camino vecinal sobre la ruta 90 km 44.8; próximo a la estación de Piedras Coloradas, departamento de Paysandú.

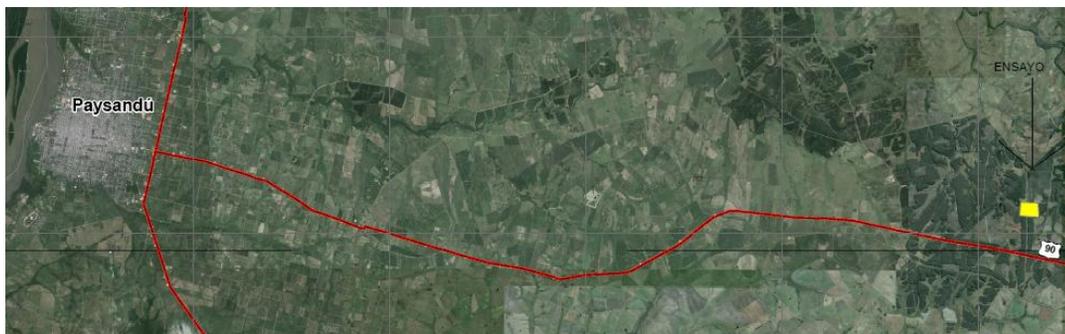


Figura 1. Ubicación del experimento

El ensayo se ubicó sobre suelos del grupo CONEAT 9.3 (ver descripción en Anexo No. 1) con un índice de productividad promedio de 88 (URUGUAY. MGAP. RENARE, s.f.). El material geológico corresponde a areniscas con cemento arcilloso. Los suelos predominantes corresponden a Planosoles Dístricos Ócricos, a veces Melánicos y Argisoles Dístricos Ócricos Abrúpticos, a veces Típicos. El relieve en general es suavemente ondulado con predominio de 1 a 3% de pendientes. Estos suelos forman parte de la Asociación de Suelos Algorta (Ford y Gancio, citados por Califra et al., 2007).

La historia de la chacra en donde se realizó el experimento correspondía a rotación forestal. Luego de la cosecha y previo a la instalación del mismo se realizó la aplicación de glifosato en área total con una dosis de 1800 g.e.a./ha; utilizándose para esto una pulverizadora acoplada a un tractor.

Para la plantación propiamente dicha se utilizaron plantines de *Eucalyptus grandis*, plantados el 12 de setiembre del 2012. El marco de plantación correspondió a una distancia entre plantas de 2.75 metros y entre filas de 3 m.

### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El diseño experimental, inicialmente planteado fue de Bloques Completos al Azar (BCA), con 3 repeticiones. Los tratamientos consistían en niveles de competencia plantados a través de la siembra en el surco de plantación de diferentes densidades de moha, usada como especie competidora (Figura 2).



Figura 2. Siembra de moha en los surcos de plantación

La elección de la especie competidora, moha (*Setaria itálica*) fue debido a que es una especie gramínea anual, estival, C4 de ciclo muy corto. Comúnmente es utilizada como verdeo de verano, sembrándose a fines de primavera (fines de noviembre - principios de diciembre), y de cosecharse la moha, el ciclo de germinación se cumple entre 90 y 110 días. Entre sus grandes virtudes se destaca la plasticidad en cuanto a exigencias en tipos de suelos, su resistencia a altas temperaturas y relativamente bajos requerimientos de agua. Estos atributos asegurarían la efectiva competencia a los árboles durante el periodo experimental.

Las densidades inicialmente planteadas se presentan en el Cuadro 1, cada tratamiento correspondía a 2 filas de 10 árboles cada una. Además se planteó un tratamiento testigo libre de malezas, el cual se mantuvo limpio, manualmente, durante todo el período experimental.

Cuadro 1. Planteo inicial de tratamientos

Tratamiento	Nivel de competencia (No. plantas indicadoras/m <sup>2</sup> en la fila)
1	0
2	20
3	40
4	60
5	80

Debido a fallas en implantación en algunas parcelas y densidades excesivas en otras y sin lograr los tratamientos en los diferentes bloques, por tanto, no lográndose las densidades proyectadas se decidió establecer nuevos parámetros de competencia y analizar el efecto de las densidades reales sobre el crecimiento de los árboles a través de análisis de regresión no lineal y considerando cada parcela en forma independiente con su densidad de especie competidora.

Las densidades reales logradas de la especie competidora se presentan en el Cuadro 2. Estas fueron estimadas a partir de conteos en cuadros de 30 x 30cm, tomándose un total de tres muestras por cada fila, contabilizándose el total de tallos de la especie competidora, ya que es una especie muy macolladora y este era el parámetro más real de la competencia efectiva que realizaba la especie.

Cuadro 2. Densidades reales (tallos/m<sup>2</sup>) logradas por fila para cada bloque

No. tallos/m <sup>2</sup>		
bloque I	bloque II	bloque III
0	0	0
0	0	0
41	0	0
48	0	0
156	67	252
274	122	263
426	244	285
437	322	315
478	337	352
541	430	367

### 3.3 DETERMINACIONES

Al momento de instalación del experimento se evaluaron altura, diámetro a la altura del cuello y diámetro de copa de cada árbol de todos los tratamientos.

Para dichos parámetros la metodología de medición fue la siguiente:

- Altura: fue medida desde el suelo hasta los últimos brotes del ápice, en la última medición se necesitó de una pértiga telescópica, dada la altura de los árboles.
- Diámetro a la altura del cuello: el instrumento utilizado para su estimación fue un calibre electrónico.
- Diámetro de copa: su valor se obtuvo colocando el metro en forma paralela a la fila, a la altura donde se presentaba el mayor desarrollo de la copa.

En el Cuadro 3 detallan las distintas actividades realizadas en las visitas a campo y sus respectivas fechas, detallándose los días post-plantación (en adelante dpp).

Cuadro 3. Actividades realizadas en el ensayo

Días post-plantación (dpp)	Fecha	Actividad	Parámetros que se Midieron
1	13/09/2012	Medición de todos los árboles de los tratamientos	Altura y diámetro de cuello
54	05/11/2012	Medición de todos los árboles de los tratamientos	Altura, diámetro de cuello y diámetro de copa (ver Figura 3)
		Número de tallos de malezas/m <sup>2</sup> .	No. de tallos de maleza/m <sup>2</sup>
78	29/11/2012	Medición de todos los árboles de los tratamientos	Altura, diámetro de cuello y diámetro de copa
133	25/01/2013	Medición de todos los árboles de los tratamientos	Altura, diámetro de cuello (ver Figura 3) y diámetro de copa

254	27/05/2013	Medición de todos los árboles de los tratamientos	Altura (ver Figura 5), diámetro de cuello y diámetro de copa
		Niveles de enmalezamiento	escala de 1 a 3 (grado creciente de competencia)

### 3.4 DATOS METEOROLÓGICOS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

En el siguiente cuadro se muestran los datos meteorológicos tomados del Establecimiento “Santa Matilde” a 20 km del predio del ensayo en estudio.

Los parámetros estimados son promedio mensual de temperatura mínima, promedio mensual de temperatura máxima y precipitación mensual, para el período desde plantación (mes de setiembre del 2012) al mes de la medición final (mayo del 2013). Estos datos se presentan en el

Cuadro 4 conjuntamente con los datos históricos para la región (datos de URUGUAY. MDN. DNM, s.f.), estos últimos se presentan para su mejor apreciación en el Anexo No. 2.

Cuadro 4. Datos meteorológicos referentes al sitio del ensayo y al promedio histórico de la región.

Mes	Temp. Min. Promedio FOSA (°C)	Temp. Max. Promedio FOSA (°C)	Precipitación registrada FOSA (mm)	Precipitaciones promedio mensual (Estadísticas climáticas DNM) (mm)
May/13	7,9	21,1	198,0	77
Abr/13	10,2	26,2	65,0	103
Mar/13	11,6	25,9	138,0	147
Feb/13	14,6	29,7	130,0	131
Ene/13	16,4	32,4	73,0	100
Dic/12	13,6	32,2	262,0	115
Nov/12	12,0	27,6	20,0	118
Oct/12	9,0	21,5	372,0	122
Sep/12	7,3	20,6	98,0	91

Fuente: Romero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Romero, D. 2013. Com. personal



Figura 3. Medición de Diámetro de Copa; Fecha 25/01/2013



Figura 4. Medición Diámetro a la Altura del Cuello; Fecha 05/11/2012



Figura 5. Medición de Altura para la última fecha: 27/05/2013

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables diámetro a la altura del cuello, diámetro de copa a los 133 dpp y 254 se ajustaron a un modelo exponencial negativo, considerando el efecto bloque, igual ajuste presentó la altura en la evaluación de los 254 dpp. Este modelo presenta las características de ser una función siempre positiva y decreciente con incrementos decrecientes, lo que se demuestra en el gráfico siguiente.

Modelo exponencial negativo con el agregado de un intercepto:

$$Y_{ij} = \alpha + \delta_i + \beta e^{-C \times D_j} + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$ = Variable aleatoria observable

$\alpha$ = valor de la asíntota al que tiende asintóticamente la variable Y

$\delta_i$ = efecto de cada bloque

$\beta$ = la ordenada en el origen menos la asíntota

C= es la tasa de disminución de Y

$D_j$ = Densidad de maleza (No. de tallos por m<sup>2</sup>)

$\varepsilon_{ij}$ = error experimental

Al analizar los datos a partir de la representación gráfica (Figura 6) se destaca que cuanto mayor la curvatura del mismo, más sensible es la evolución de la variable aleatoria en función de la densidad de competencia establecida. De manera inversa, cuanto más se asemeje a una recta, menos efecto tiene la competencia en la evolución de la variable aleatoria.

Se considera que el parámetro analizado es significativo cuando su intervalo de confianza no contiene al 0.

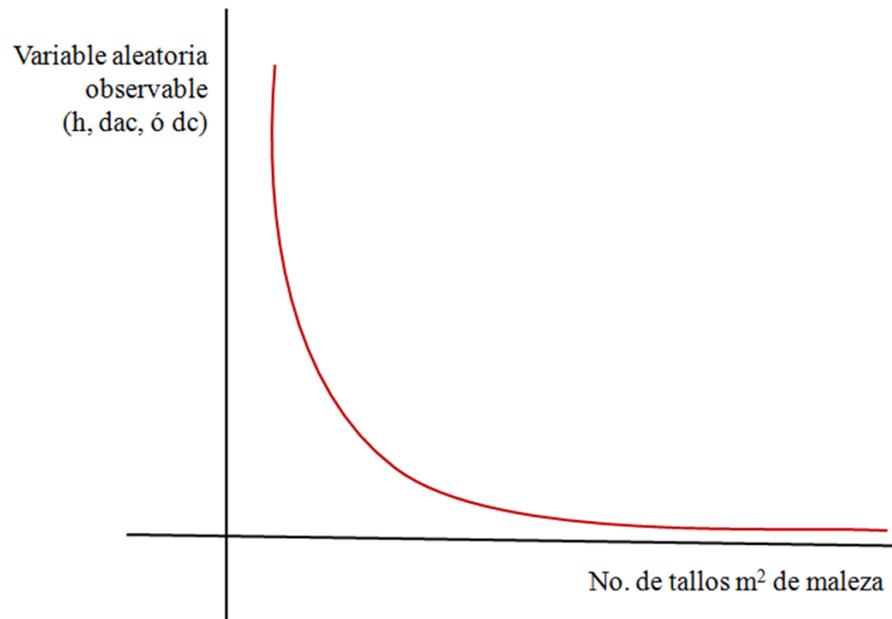


Figura 6. Representación gráfica del modelo

Las variables diámetro de copa a los 78 dpp y altura a los 133 dpp fueron analizadas ajustando un modelo de regresión lineal simple que incluyó el efecto bloque siendo el modelo:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \delta_i + \beta_1 \times D_j + \varepsilon_{ij}$$

#### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del efecto de la competencia se presentan para cada parámetro y se comparan las respuestas en las distintas fechas de evaluación.

El dato general y más relevante es que las diferentes densidades de la especie competidora no afectaron la sobrevivencia de los árboles. Esto puede explicarse principalmente por el régimen de precipitaciones en el periodo experimental que en acumulado fue de 1356 mm, 35% (352 mm) superior al promedio histórico para la región en igual periodo.

Concordantemente, algunos autores mencionan que el factor abiótico que afecta principalmente a la supervivencia y crecimiento de las plantaciones forestales es la disponibilidad hídrica y uno de los efectos principales de las malezas es que pueden causar estrés hídrico (Margolis y Brand, Grossnickle y Folk, Lamhamedi et al., citados por Garau et al., 2008). Otros autores mencionan que las malezas son principales competidores por el recurso hídrico y son los árboles jóvenes los más susceptibles al estrés hídrico en los primeros meses después de la plantación (Nambiar y Sands, Lamhamedi et al., Rey Benayas et al., citados por Garau et al. 2008, Garau et al. 2009).

En la primera fecha de evaluación 54 dpp, para todos los parámetros evaluados, no fue posible el ajuste de ningún modelo. A los 78 dpp, en diámetro de copa se ajustó un modelo de regresión lineal simple, mientras que los resultados de diámetro a la altura del Cuello (Dac) y Altura no ajustaron a ningún modelo, por ello se presentan solamente las estadísticas descriptivas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Media, máximo, mínimo y desvío estándar para las variables analizadas para los 54 y 78 dpp.

dpp	Variable	Media	Valor máximo	Valor mínimo	Desvío estándar	Coficiente variación
54	Diámetro de copa (cm)	23.10	31.78	16.35	4.49	19
	Diámetro a la altura del cuello (mm)	4.28	5.35	3.13	0.55	13
	Altura (cm)	26.81	32.20	19.81	3.70	14
78	Diámetro a la altura del cuello (mm)	7.64	11.14	4.65	1.91	25
	Altura (cm)	50.20	69.65	32.00	10.51	21

La inexistencia de respuesta a la competencia de malezas hasta esa fecha, se puede explicar por el tiempo de convivencia de la especie competidora con el eucalipto, este período puede que no haya sido el suficiente para que la especie exprese su máximo potencial como competidora. Estas respuestas son concordantes con los resultados obtenidos por Toledo et al. (2003), Garau et al. (2009) que indicaron que los primeros efectos negativos más evidentes de competencia por parte de las malezas en el crecimiento de los eucaliptos se registraron a partir del segundo mes de convivencia.

En este sentido también Dinardo et al. (1998) encontraron que fueron necesarios 112 días de convivencia para detectar reducciones en el crecimiento de los árboles.

Por otra parte, considerando las precipitaciones acumuladas desde implantado el ensayo hasta el momento, se registró un valor acumulado de 490 mm, esto es un 48 % superior al promedio histórico. Este indicador nos permite inferir que en esta instancia el agua no fue limitante para el crecimiento de los eucaliptos, varios autores mencionan que el *Eucalyptus grandis* tiene un requerimiento mínimo de precipitación anual de 1020 mm, es decir que en este período ya se había alcanzado la mitad del requerimiento hídrico, siendo este capaz de cubrir las necesidades de los árboles tanto como de las malezas (García et al., Valdez-Lazalde et al., citados por Bustillos-Herrera et al., 2007).

En la actualidad, el control de malezas en Uruguay no incluye el uso de umbrales, sino que se basa en un buen control previo a la plantación con glifosato, e inmediato a la plantación con el uso de herbicidas preemergentes. Esta práctica pretende una plantación libre de malezas desde las etapas iniciales de establecimiento del monte.

El uso de los umbrales en la práctica silvícola presenta como desventaja que el control de malezas debería basarse en el uso de glifosato post-plantación, o en la aplicación de postemergentes selectivos, que en la realidad no son efectivos con malezas de gran desarrollo y reducen aún más su efectividad en las condiciones climáticas del verano.

Con respecto a la aplicación de glifosato, es una práctica de alto riesgo por la probabilidad de ocurrencia de deriva, el daño puede provocar reducciones de sobrevivencia y de crecimiento (Tuffi Santos et al., 2008). En la operativa además significa que debe realizarse la aplicación en forma manual y con el uso de pantallas.

Otro aspecto negativo es la reducción de las oportunidades de control, ya que habría que esperar a ese momento para aplicar, y la ocurrencia de precipitaciones, viento

y la disponibilidad de mano de obra serían factores que provocarían retrasos en el control, y el consecuente efecto en el crecimiento de los árboles.

#### 4.1 RESPUESTA DEL DIÁMETRO DE COPA A LA COMPETENCIA

En este parámetro para la fecha 78 dpp la respuesta por el efecto de la competencia permitió el ajuste de un modelo de regresión lineal simple ( $P < 0.0001$ ). La ecuación del diámetro de copa (Dcopa) para los números de tallos (D) de la especie competidora fue:

$$Y = 54.72 - 0.0542 \times D$$

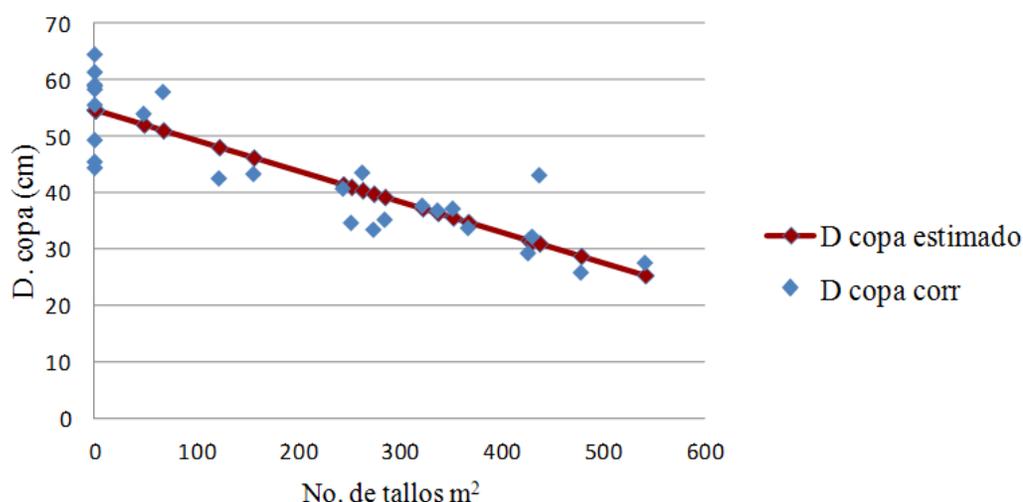


Figura 7. Curva ajustada para diámetro de copa a los 78 dpp

Esta estimación permite afirmar que en este período cada 10 plantas en competencia con el árbol generan una pérdida de 0.5 cm en el diámetro de copa.

Para las fechas de 133 y 254 dpp la respuesta por el efecto de la competencia permitió el ajuste del modelo exponencial negativo, se analizó la tasa de decrecimiento de la variable en función de la densidad y se presentan los valores de dicha tasa, la significancia y los intervalos de confianza (Cuadro 6). Las curvas que muestran el comportamiento de la variable en las distintas fechas según los datos obtenidos del modelo, se presentan en la Figura 8.

Cuadro 6. Medias, parámetro C, límites de confianza y p- valor de C.

dpp	Media	p-valor	C	Límites de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
133	84.8	0.005	- 0.0075	-0.01260	-0.00243
254	138.6	0.037	- 0.0104	-0.02020	-0.00066

Los p- valor, correspondientes a las tasas de decrecimiento fueron significativos y en las tasas de decrecimiento de ambos períodos no se encontraron diferencias ya que los intervalos de confianza del parámetro C se superponen.

Al analizar las tasas de decrecimiento de la variable (parámetro C del modelo) para cada fecha de evaluación, aunque sin diferencias significativas, se observa que a medida que aumenta el periodo de convivencia de la competencia, mayor es el efecto de decrecimiento del diámetro de copa de los árboles por la presencia de malezas. Esto concuerda con lo mencionado por Adams et al. (2003) que indicaron que el crecimiento de los árboles disminuye a medida que aumenta la convivencia.

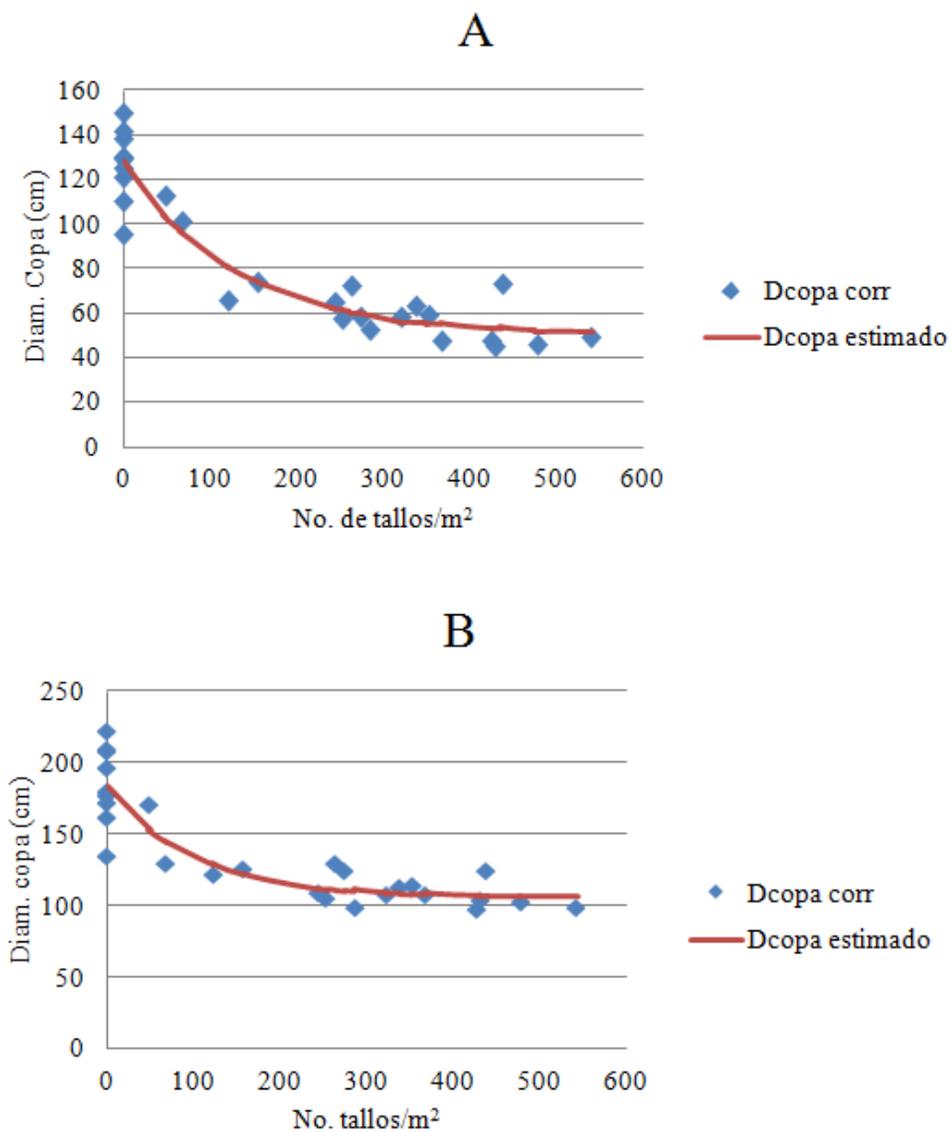


Figura 8. Curvas ajustadas del diámetro copa en función de la densidad de tallos/m<sup>2</sup> de moha en las fechas A) 133 dpp; B) 254 dpp

Estos resultados eran esperados ya que se ha alcanzado un período de convivencia importante entre malezas y eucalipto como para que permita la expresión de estos efectos negativos bien evidentes. Sumado a esto, cabe destacar que hubo un aumento en la temperatura máxima promedio (32,3 °C) con respecto al período anterior (23 °C), y al mantenerse la oferta hídrica de un período a otro, este aumento de temperatura forjó también un aumento de demanda hídrica (tanto de los árboles como de

la maleza competidora) al incrementar la ETP (evapotranspiración potencial) y la actividad metabólica en los procesos fisiológicos de los vegetales al exponerse a temperaturas más elevadas. Pudiendo en este caso, el agua afectar de cierta manera el crecimiento de los árboles al encontrarse menos disponible que en el período anterior. Según Garau et al. (2009), esta es una variable muy sensible a la competencia de malezas, estos autores obtuvieron una reducción del 95% en el área foliar (variable asociada al diámetro de copa) aun con 25% de cobertura de malezas.

Usando los parámetros del modelo se estimaron las pérdidas que generan diferentes densidades de malezas y se aproximaron para 5, 50, 100 y 200 plantas por m<sup>2</sup> (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estimación de pérdida de Dcopa para diferentes rangos de densidades de malezas

No. tallos / m <sup>2</sup>	Tasa de pérdida (cm)/10 tallos de Mz	
	133 dpp	254 dpp
5	5.5	7.7
50	4.0	4.7
100	2.8	3.0
200	1.3	1.0

Estas estimaciones nos permiten identificar las tasas de decrecimiento para distintos rangos de malezas en competencia, y ver el impacto que tienen las bajas densidades comparadas con las más altas. En ambas fechas se observa una tendencia muy similar, en las mayores densidades cada unidad de maleza genera menores pérdidas.

#### 4.2 RESPUESTA DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO A LA COMPETENCIA

Para las fechas 133 y 254 dpp la respuesta en diámetro a la altura de cuello para las diferentes densidades de especie competidora permitió el ajuste del modelo exponencial negativo, presentándose el análisis del decrecimiento del Dac en función de la densidad de malezas en el Cuadro 8 y en la Figura 9.

Cuadro 8. Medias, parámetro C, límites de confianza y p- valor de C

Dpp	Media	p-valor	C	Límites de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
133	16.24	0.039	-0.0056	-0.01080	-0.00027
254	34.2	0.039	-0.0086	-0.01670	-0.00048

En ambas fechas las tasas de decrecimiento fueron significativas para las densidades de malezas evaluadas, y al igual que el diámetro de copa, no fueron diferentes.

Por tanto, el mayor tiempo de convivencia de la especie competidora con el árbol solo determinó una tendencia a la mayor disminución del crecimiento.

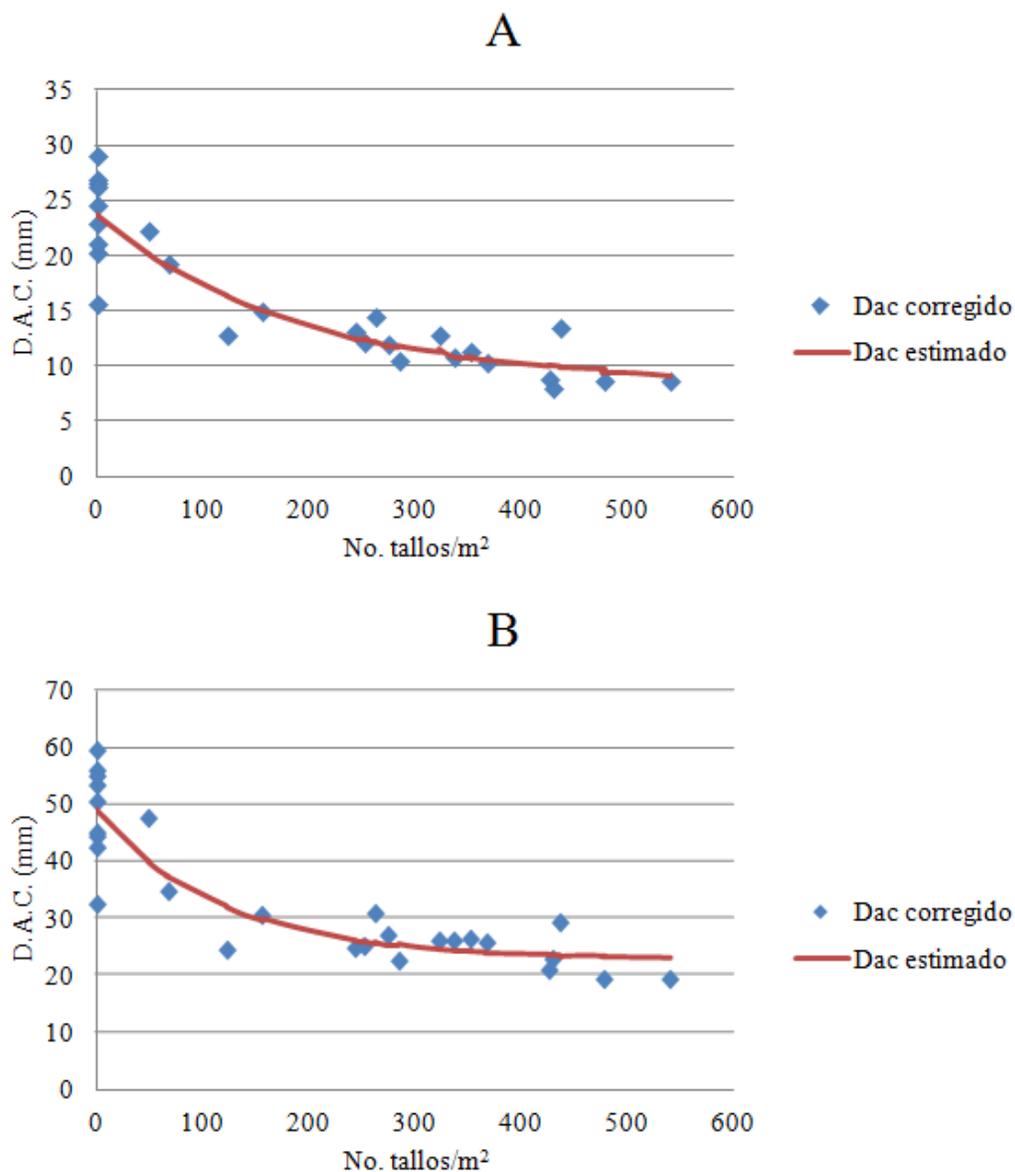


Figura 9. Curvas ajustadas de diámetro de altura de cuello en función de la densidad de tallos/m<sup>2</sup> de moha en las fechas A) 133 dpp; B) 254 dpp.

Como se puede observar en el gráfico a medida que aumenta la densidad de malezas, el valor de la variable disminuye.

El Dac está muy influenciado por el manejo silvícola como por ejemplo el laboreo, la fertilización y el control de malezas, a diferencia de otros parámetros como la

altura, quién es afectada en gran parte por el sitio, donde a turno final, la plantación presentará valores en altura muy similares.

Por esta razón el Dac es una variable de gran influencia en el volumen a turno final. Es decir, una plantación al final del turno, podrá presentar árboles con alturas similares, pero con diámetros muy diversos que afectan de manera importantísima el volumen de madera.

Esto traería como consecuencia, una reducción en el volumen total y comercial, ya que la industria exige un diámetro mínimo para su procesamiento (5 cm para celulosa), y al existir dentro de la plantación, árboles con alturas similares, estos 5cm van a presentarse a diferentes alturas (Figura 10), por lo tanto además de disminuir el volumen total, el aprovechamiento de ese volumen a nivel comercial será menor, aumentando los desperdicios a nivel de campo, y generando una gran pérdida económica.

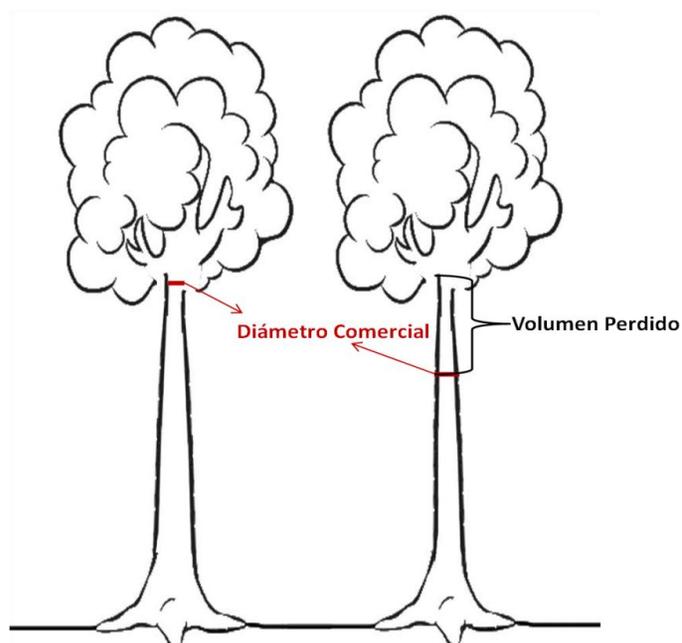


Figura 10. Volumen de pérdida en una disminución del Dac

Al igual que para diámetro de copa se estimaron las pérdidas que generan diferentes densidades de malezas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Estimación de pérdida de Dac para diferentes rangos de densidades de malezas

No. tallos / m <sup>2</sup>	Tasa de pérdida (cm)/10 tallos de Mz	
	133 dpp	254 dpp
5	0.8	2.1
50	0.6	1.4
100	0.5	0.9
200	0.3	0.4

Para esta variable también se puede observar que para ambas fechas, con mayores densidades la tasa de pérdida por unidad de maleza es menor.

#### 4.3 RESPUESTA DE LA ALTURA A LA COMPETENCIA

Los resultados de altura a los 133 dpp para las densidades de especie competidora (D) fueron ajustados a un modelo de regresión lineal simple, siendo la ecuación:

$$Y = 161.044 - 0.1421 \times D$$

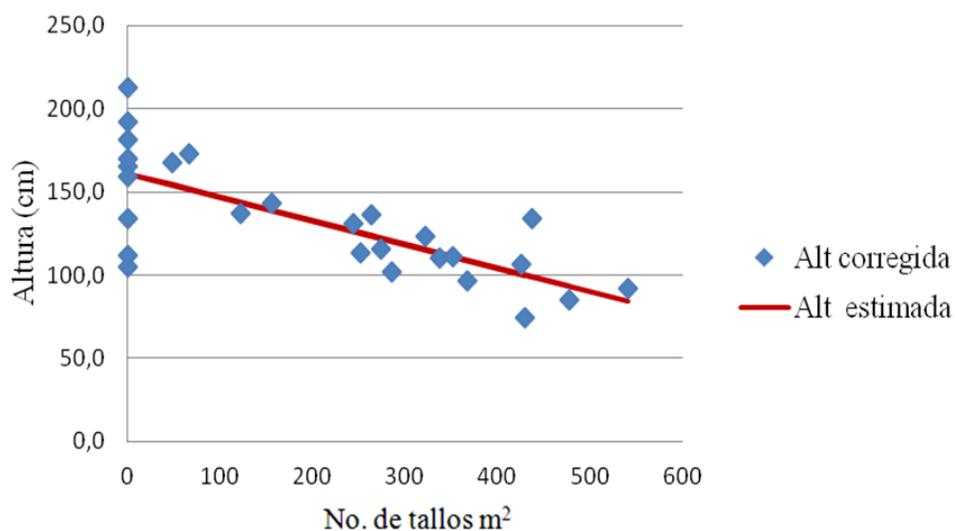


Figura 11. Curva ajustada para altura a los 133 dpp en función de la densidad de tallos/m<sup>2</sup> de moha.

Para la evaluación de los 254 dpp los resultados ajustaron al modelo exponencial negativo (Cuadro 10 y Figura 12)

Cuadro 10. Medias, parámetro C, límites de confianza y p- valor de C

dpp	Media	p-valor	C	Límites de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
254	243.6	0.098	-0.0053	- 0.01160	0.00107

Analizando el comportamiento de esta variable, podemos señalar que fue diferente al de la variable diámetro a la altura del cuello y diámetro de copa, la tasa de decrecimiento fue significativa al 10%, el aumento de la densidad de malezas provocó un decrecimiento de la altura, pero de menor sensibilidad. Esto concuerda con lo mencionado por varios autores, que afirman que si bien la variable altura disminuye a medida que aumenta la densidad de maleza, ésta no se ve tan afectada como el diámetro a la altura del cuello y el diámetro de copa que son más sensibles. La causa de este comportamiento podría explicarse por la teoría que indica que la altura está dada por el sitio, es decir, este es un parámetro que a diferencia de los demás, no se ve significativamente afectado por el manejo silvícola. Actualmente se está intentando verificar esto, pero muchos investigadores ya lo dan por confirmado, y ellos expresan que una misma genética en un mismo sitio, expuestos a manejos silvícolas distintos, tarde o temprano llegan todos a un valor muy similar de altura.

Además otros autores afirman que en situaciones donde la presencia de malezas es intensa, las plantas de eucalipto tienden a perder rápidamente ramas y hojas de la porción basal; presentando una menor cantidad total de las mismas concentradas en el ápice de la planta. Lo anterior es provocado por una competencia por luz, que promueve una elongación pronunciada de la planta; y la disminución de área foliar no genera suficiente déficit hídrico para que la planta presente un flujo de masa sustancial que facilite la absorción de los nutrientes (Toledo et al., 2003). O sea, que la competencia por el recurso luz, generado por la presencia de malezas, produce una cierta elongación de la planta, que puede explicar la respuesta diferencial de esta variable. Esto puede tener como efecto adverso la mayor probabilidad de vuelco ante la ocurrencia de vientos fuertes, ya que árboles altos con diámetros finos es esperable que presenten problemas de anclaje. Esta situación, en caso de presentarse frecuentemente en la plantación, implicaría grandes pérdidas de volumen, y por ende económicas.

La dependencia directa que presenta la altura a turno final con el sitio, es un aspecto positivo a la hora de obtener un determinado volumen. Debido a que el mismo tiene dos componentes principales que son el diámetro y la altura, y al ser este último

independiente del manejo silvícola, nos garantiza de ante mano conocer gran parte del volumen a obtener.

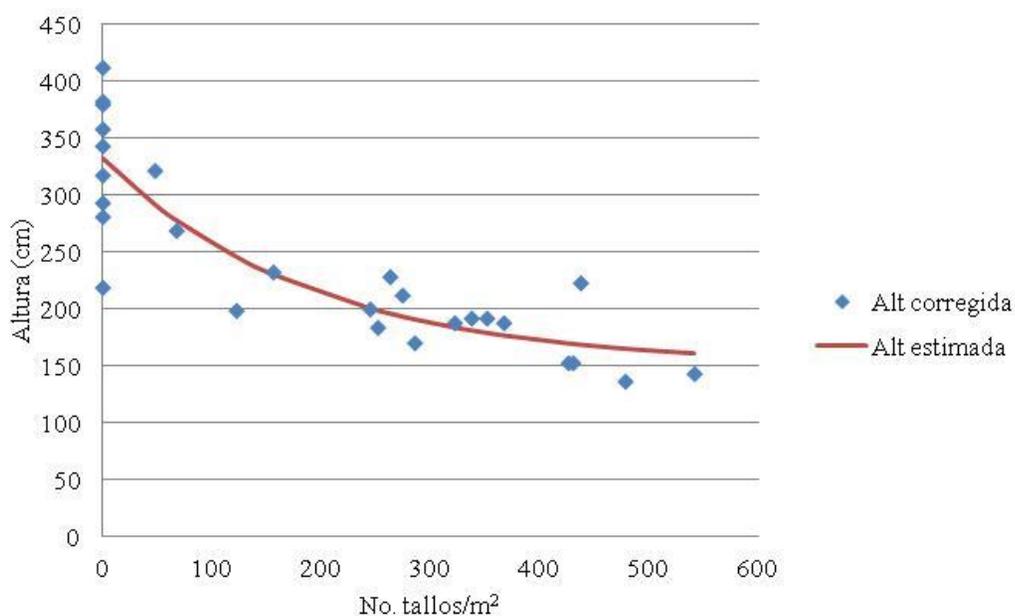


Figura 12. Curvas ajustadas de altura total en función de la densidad de tallos/m<sup>2</sup> de moha en la fecha 254 dpp.

En el Cuadro 11 se presenta la estimación de las pérdidas generadas por las distintas densidades de malezas. Observándose un comportamiento similar al encontrado en las otras dos variables analizadas. Es decir, que las mayores densidades mostraron una tasa de pérdida menor por aumento de unidad de maleza.

Cuadro 11. Estimación de pérdida de Altura para diferentes rangos de densidades de malezas

No. tallos / m <sup>2</sup>	Tasa de pérdida/10 tallos de Mz (cm)
	254 dpp
5	9.3
50	7.4
100	5.5
200	3.2

Cabe destacar que este análisis fue sobre un ensayo que se realizó a 8 meses desde plantación, como es de saber, el cierre de copas de un monte se da entre los 18 y 24 meses. Es en este momento, en el cual las malezas dejarían de provocar efectos sobre el crecimiento de los árboles, debido al sombreado producido por los mismos, impidiendo el desarrollo de estas. Por lo tanto, es de esperar que desde este período al cierre de copas, las malezas sigan interfiriendo con el normal desarrollo de la plantación, período que no fue analizado en este trabajo.

También es esperable que ciertos árboles se vean más afectados por la competencia inicial con las malezas que otros, y luego con el desarrollo del monte (luego de los 2 años), estos se vean suprimidos por otros árboles vecinos, que compiten con ellos por los recursos (luz, agua y nutrientes). Estas pérdidas suman a la reducción del volumen final.

Se pueden enumerar como efectos indirectos que estos árboles suprimidos, podrían estar más susceptibles al ataque de plagas y problemas sanitarios, siendo una amenaza como fuente de inóculo para los árboles sanos y de buen comportamiento.

Más allá que la silvicultura, y como parte de esta el control de malezas, se realiza para la obtención de un mayor volumen final, además se busca lograr una determinada homogeneidad del monte. Viéndose esta afectada si la presencia de árboles suprimidos es significativa.

La homogeneidad de la que se habla, facilita no solo las tareas en el monte (cosecha, carga, transporte, manejo silvícola, etc.) sino que garantiza un volumen constante por superficie.

Para las variables y en aquellas evaluaciones que ajustaron al modelo exponencial negativo se compararon las tasas de crecimiento, para lo cual fue necesario realizar la relación entre la estimación de ese parámetro C y su error estándar.

Las relaciones indican que a los 133 y 254 dpp la variable más sensible fue el diámetro de copa comparada al Dac.

Cuadro 12. Relación estimación de C y su error estándar

dpp	Altura	Dcopa	Dac
133	--	3.061	2.185
254	1.725	2.213	2.194

## 5 CONCLUSIONES

La comparación de las tasas de decrecimiento de los diferentes parámetros estudiados y para los distintos rangos de densidades de malezas, permiten concluir, para nuestro experimento y en nuestras condiciones, que el parámetro de mayor sensibilidad fue el diámetro de copa, seguido del diámetro a la altura del cuello y el de menor magnitud fue la altura.

La competencia de hasta 541 tallos/m<sup>2</sup> de la especie competidora moha (*Setaria itálica*), no afectó la supervivencia de *Eucalyptus grandis* en el período de duración del ensayo (8 meses), periodo donde el acumulado de precipitaciones fue 35% superior al histórico.

Hasta los 78 dpp no hubo efecto de la competencia excepto para diámetro de copa, quien presentó un ajuste de tipo lineal, indicando una pérdida de 0.5 cm cada 10 plantas en competencia. A los 133 y a los 254 dpp la respuesta, de los parámetros evaluados, a la competencia fue de tipo exponencial negativo, excepto la altura a los 133 dpp quien presentó un ajuste de tipo lineal.

## 6 RESUMEN

El sector forestal en Uruguay ha tenido un importante crecimiento en los últimos 25 años, principalmente debido a la llegada de empresas extranjeras, que en conjunto con las nacionales, lograron multiplicar la superficie forestada aproximadamente por 30, llegando casi a 1.500.000 hectáreas. Además de este aumento en la superficie se ha visto un aumento en la productividad de las plantaciones, generado por varios factores, siendo uno de ellos el control de malezas. Esta actividad actualmente tiene un costo muy elevado llegando a representar casi el 40% de los costos de la implantación del monte. En este contexto, se decidió realizar el siguiente trabajo, con el objetivo de conocer el efecto de diferentes niveles de competencia de malezas en la fila de plantación, sobre los parámetros de crecimiento de *Eucalyptus grandis*. A tales efectos, se instaló un ensayo en el establecimiento San Luis, perteneciente a la empresa Forestal Oriental S.A. en el departamento de Paysandú. El diseño experimental inicialmente planteado fue de BCA con 3 repeticiones, los tratamientos consistían en la siembra de diferentes densidades de moha (*Setaria italica*) en el surco de plantación, siendo esta utilizada como especie competidora. Debido a fallas en la implantación de la moha en algunos tratamientos, y densidades excesivas en otros, se analizó el efecto de las densidades reales a través de análisis de regresión. A los 54, 78, 133 y 254 días pos plantación, se analizó diámetro de copa, diámetro a la altura de cuello y altura. Hasta los 78 dpp no hubo efecto de la competencia excepto para diámetro de copa, quien presentó un ajuste de tipo lineal. A los 133 y a los 254 dpp los parámetros evaluados presentaron mayoritariamente un comportamiento exponencial negativo, excepto la altura a los 133 dpp quien presentó un ajuste de tipo lineal. La comparación de tasas de decrecimiento para los distintos rangos de densidades de malezas, indica que el parámetro de mayor sensibilidad fue el diámetro de copa, seguido del diámetro de cuello y en menos magnitud la altura. Estos resultados estuvieron condicionados por un valor de precipitaciones 35% superior al histórico para el período considerado.

Palabras clave: Niveles de competencia; Malezas; *Eucalyptus grandis*; Fila de plantación; Diámetro de copa; Diámetro a la altura del cuello; Altura.

## 7 SUMMARY

Forestry in Uruguay has grown significantly in the past 25 years, mainly due to the influx of foreign companies, which together with national companies, helped to increase approximately by 30 times the original forested area, reaching almost 1,500,000 hectares. In addition to this increase in area, there has been an increase in the productivity of the plantations. This increase has been generated by several factors, one of them is weed control. This activity has currently a very high cost, reaching almost 40 % of the forest implantation costs. In this context, we decided to perform the following study, in order to know effect of different levels of weed competition in the plantation row the plantation, on growth parameters of *Eucalyptus grandis*. With this goal, we installed an experiment in the property “San Luis” that belongs to the company Forestal Oriental SA in the department of Paysandú. Initially the experimental design was Randomized Complete Blocks (RCB) with 3 replications. Treatments consisted of different sowing densities of moha (*Setaria italica*) in the planting furrow as a competitor species. Due to failures in the implantation of moha in some treatments, and excessive densities in others, it was necessary to analyze the effect of the real densities by nonlinear regression. After 54, 78, 133 and 254 days after planting, canopy diameter and diameter at neck height were analyzed. It was observed that up to 78 dpp there was no effect of competition except for canopy diameter, who presented a linear adjustment. At 133 and 254 dpp the parameters evaluated, mostly showed negative exponential adjustment, except the height at 133 dpp which presented a linear adjustment. These results were conditioned by a value of rainfall 35 % over the historical period mean.

Keywords: Levels of competition; Weeds; *Eucalyptus grandis*; Row planting; Canopy diameter; Neck height diameter; Height.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS, P. R.; BEADLE, C. L.; MENDHAM, N. J.; SMETHURST, P. J. 2003. The impact of timing and duration of grass control on growth of a young *Eucalyptus globulus* Labill. *New Forests*. no. 26: 147-165.
2. APARICIO, J. L.; LAROCCA, F.; DALLA TEA, F. 2005. Silvicultura de establecimiento de *Eucalyptus grandis*. (en línea). *IDIA XXI, Revista de Información y Desarrollo Agropecuario*.8: 64-67. Consultado abr. 2013. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/forest/manejo08.pdf>.
3. BUSTILLOS-HERRERA, A.; VALDEZ-LAZALDE, J. R.; ALDRETE, A.; GONZÁLEZ-GUILLEN, M. J. 2007. Aptitud de terrenos para plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden); definición mediante el proceso de análisis jerarquizado y SIG. (en línea). *Agrociencia*. 41 (7): 787-796. Consultado oct. 2013. Disponible en <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2007/oct-nov/art-8.pdf>.
4. CALIFRA, A.; RUIZ, A.; ALLIAUME, F.; DURÁN, A. 2007. Contribución al estudio de los suelos “Algorta”. *Agrociencia* (Montevideo). 11 (1): 34-46.
5. COSTA, A. G. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D. 2004. Periodos de interferencia de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W, Hill ex Maiden). *Revista Árvore*. 28 (4): 471-478.
6. DALLA TEA, F.; DÍAZ, D.; JAIME, S. A.; LAROCCA, F.; LAROCCA, L. H.; MARCO, M. A.; REMBADO, G.; SPRIEGEL, M. 2002. Evaluación del efecto de distintas prácticas de control de malezas en la implantación de forestaciones del nordeste de Entre Ríos y sureste de Corrientes. Proyecto Forestal de Desarrollo. Informe final. Concordia, SAGPyA-BIRF. 62 p.
7. DE SOUZA, M. C.; DA COSTA, P. L.; PEREIRA, T. 2010. Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. *Scientia Forestalis*. 38 (85): 63-71.
8. DINARDO, W.; TOLEDO, R.; ALVES, P.; GALLI, A. 1998. Interferência da palhada de capim-braquiária, sobre o crescimento inicial de eucalipto. *Planta Daninha*. 16 (1): 13-23.

9. GARAU, A. M.; LEMCOFF, J. H.; GHERSA, C. M.; BEADLE, C. L. 2008. Water stress tolerance in *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *maidenii* (F. Muell.) saplings induced by water restrictions imposed by weeds. *Forest Ecology and Management*. no. 255: 2811-2819.
10. \_\_\_\_\_.; GHERSA, C. M.; LEMCOFF, J. H.; BARAÑAO, J. J. 2009. Weed in *Eucalyptus globulus* subsp. *Maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. *New Forests*. no. 37: 251-264.
11. 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 abr. 2013. Disponible en. <http://es.scribd.com/doc/88491809/Herbicidas-forestales>.
12. \_\_\_\_\_. 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 abr. 2013. Disponible en. <http://es.scribd.com/doc/183754601/Efecto-Herbicidas-en-Suelos-Forestales>.
13. INSTITUTO DE PROMOCIÓN DE INVERSIONES Y EXPORTACIONES DE BIENES Y SERVICIOS. 2013. Uruguay XXI, Sector Forestal. Montevideo. 3 p.
14. LAROCCA, F.; DALLA TEA, F.; APARICIO, J. L. 2004. Técnicas de implantación y manejo de *Eucalyptus grandis* para pequeños y medianos forestadores en Entre Ríos y Corrientes. (en línea). *In*: Jornada Forestal de Entre Ríos (19<sup>a</sup>., 2004, Concordia, Argentina). Trabajos presentados. Concordia, Argentina, s.e. pp. 1-16. Consultado feb. 2013. Disponible en [http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/\\_archivos/\\_biblioteca/228%20Larocc.pdf](http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/_archivos/_biblioteca/228%20Larocc.pdf).
15. LITTLE, K. M.; SCHUMANN, A. W. 1996. A new systematic trial design for the optimization of interspecific weed control. *In*: Australian Weeds Conference (11<sup>th</sup>., 1996, Melbourne, Australia). Proceedings. s.n.t. pp. 440-443.
16. PARUELO, J. M.; BATISTA, W. 2006. El flujo de energía en los ecosistemas. *In*: Van Esso, M. ed. Fundamentos de ecología. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. pp. 97 - 115.

17. RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. 1997. Weed ecology; implications for management. 2<sup>nd</sup>. s.l., John Wiley and Sons. 589 p.
18. RAJCAN, I.; CHANDLER, K. J.; SWANTON, C. J. 2004. Red-far-red-ratio of reflected light; a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. (en línea). Weed Science. 52 (5): 774-778. Consultado feb. 2013. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/full/10.1614/WS-03-158R>.
19. SCHALLER, M.; SCHROTH, G.; BEER, J.; JIMENEZ, F. 2003. Root interaction between young *Eucalyptus deglupta* trees and competitive grass species in contour strip. Forest Ecology and Management. no. 179: 429-440.
20. STONE, C.; BRIK, E. 2001. Benefits of weed control and fertiliser application to young *Eucalyptus dunnii* stressed from waterlogging and insect damage. Australian Forestry. 64 (3): 151-158.
21. TOLEDO, R. E. B.; VICTÓRIA, F. R.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; LOPES, M. A. F. 2000. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. Planta Daninha. 18 (3): 395-404.
22. \_\_\_\_\_; VICTORIA, R.; BEZUTTE, A. J.; PITELLI, R. A.; AGUIAR, P. L.; VALLE, C.; ALVARENGA, S. F. 2003. Periodos de controle de *Brachiaria* sp. e seus reflexos na produtividade de *Eucalyptus grandis*. Scientia Forestalis. no. 63: 221-232.
23. TUFFI SANTOS, L. D.; SANTANNA-SANTOS B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; TIBURCIO, R. A. S. FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. F. S. 2008. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. Planta Daninha. 26 (1): 9-16.
24. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. s.f. Estadísticas climatológicas, 1961-1990; departamento de Paysandú. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado feb. 2013. Disponible en <http://meteorologia.gub.uy/index.php/estcli>
25. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. s.f. Descripción de los grupos de suelos CO.N.E.A.T. (en línea). Montevideo. pp. 35-36. Consultado ene. 2013. Disponible en

<http://www.cebra.com.uy/renare/media/Descripci%C3%B3n-de-Grupos-de-Suelos-CONEAT-1.pdf>

## 9 ANEXOS

### Anexo No. 1. Descripción del Grupo de Suelo CONEAT 9.3

Las áreas de mayor extensión se localizan en el Dpto. de Paysandú, siendo de destacar la gran región que se desarrolla al este de Porvenir, observable por ruta 90 y extendida hacia el sur (comprendiendo, en los alrededores de Piedras Coloradas, las plantaciones forestales de la Caja Notarial), Algorta y la región localizada en los alrededores de Quebracho (Colonia Ros de Oger) y Palmar del Quebracho. En el Dpto. de Río Negro se expresa significativamente en los alrededores de Greco, y en el Dpto. de Soriano, en extensiones dispersas que comienzan al suroeste de la ruta 2, a la altura de Risso-Egaña hasta las proximidades de la ciudad de Mercedes. En el Dpto. de Durazno es reconocida en pequeñas áreas en los alrededores del poblado Álvarez. El material geológico corresponde a areniscas con cemento arcilloso, frecuentemente de tonos rosados, a veces rojizos o blancos grisáceos. El relieve en general es suavemente ondulado con predominio de 1 a 3% de pendientes. Es una combinación de laderas extendidas de 1-2% de pendiente, predominando sobre laderas de disección de mayor convexidad y pendiente (3 a 5%), que corresponden a las litologías más gruesas del sedimento.

Los suelos predominantes corresponden a Planosoles Dístricos Ócricos, a veces Melánicos y Argisoles Dístricos Ócricos Abrúpticos, a veces Típicos (Planosoles arenosos, Praderas Planosólicas y Praderas Pardas máximas arenosas). El color de los horizontes superiores es pardo grisáceo oscuro, la textura es arenoso franca y son de fertilidad baja e imperfectamente drenados. En las laderas de mayor convexidad y pendiente, los Planosoles Dístricos Ócrico presentan mayor espesor de horizonte A, de color pardo grisáceo, textura arenosa y fertilidad muy baja. Como asociados, en laderas medias y bajas de pendiente máxima de 1%, existen Brunosoles Subéutricos, a veces Dístricos Típicos y Lúvicos (Praderas Pardas medias y máximas).

Son de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto. El uso predominante es pastoril y la vegetación es de praderas estival en general con baja densidad de malezas, aunque casi siempre con la presencia de *Paspalum quadrifarium* en los bajos y concavidades húmedas y *Andropogon* y *Schizachyrium* en las laderas. Existen áreas bajo cultivo, fundamentalmente de verano, dependiendo la densidad de los mismos de la localización geográfica de la unidad. Este grupo corresponde a la unidad Algorta e integra la unidad

Cuchilla del Corralito (Dpto. de Soriano) en la carta a escala 1:1.000.000. (D.S.F.).  
Índice de Productividad 88.

Fuente: URUGUAY. MGAP. RENARE (s.f.)

Anexo No. 2. Datos meteorológicos históricos para el departamento de Paysandú

Estación Meteorológica: Paysandú														
Ubicación: -32.348 -32.348														
	PER	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TMED	61-90	24,8	23,7	21,6	18	14,8	11,7	11,8	12,9	14,6	17,5	20,4	23,1	17,9
TX	61-91	41,5	40,5	37,5	33,2	33	29,2	30,6	32,8	32,4	36,2	37,5	42,4	42,4
TN	61-92	8	7,8	5	1,2	-4,5	-4	-4	-3	-3,4	1,8	2,2	7	-4,5
TXM	61-90	31,5	30	27,6	23,9	20,4	16,8	16,9	18,5	20,5	23,5	26,4	29,7	23,8
TNM	61-90	18,3	17,6	15,7	12,5	9,6	6,9	7,1	7,5	8,8	11,6	14,1	16,8	12,2
HR	61-90	65	69	72	75	77	80	79	75	73	72	69	66	73
P	61-90	1010,7	1012,1	1013,7	1015,8	1016,9	1018,2	1018,7	1018,3	1017,6	1015,1	1012,8	1011	1015,1
HS	81-90	287,8	222,6	233,5	198,6	183,8	149	167,2	183,6	203,1	244	258,6	289,8	2621,6
PV	61-90	20,4	20,1	18,6	15,6	13,1	11	10,9	11,1	12,1	14,4	16,6	18,6	15,2
VEL	61-91	3,5	3,3	3	2,6	2,7	2,8	3,1	3,2	3,8	3,4	3,5	3,4	3,2
RR	61-90	100	131	147	103	77	70	71	73	91	122	118	115	1218
FRR	61-90	6	6	7	6	6	5	6	5	6	7	6	6	72

**Descripción de variables:**

TMED	Temperatura media, mensual o anual (°C)
TX	Temperatura Máxima absoluta del período, mensual o anual (°C)
TN	Temperatura Mínima absoluta del período, mensual o anual (°C)
TXM	Temperatura Máxima media, mensual o anual (°C)
TNM	Temperatura Mínima media, mensual o anual (°C)
HR	Humedad Relativa media, mensual o anual (%)
P	Presión atmosférica (al nivel medio del mar), media mensual o anual (hPa)
HS	Tiempo de insolación directa, acumulada por mes, media anual o mensual del período (hrs)
PV	Presión del vapor, media mensual o anual (hPa)
VEL	Velocidad (del viento horizontal), media mensual o anual (m/s)
RR	Precipitación acumulada por mes, media mensual o anual del período (mm)
FRR	Días con precipitación >= 1mm, media mensual o anual

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (s.f.)