

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE MANEJO DE BIOESTIMULANTE EN POS PLANTACIÓN DE  
*Eucalyptus globulus* spp. *globulus*

por

Gustavo Javier MOROY RODRÍGUEZ

Federico Luis SÁNCHEZ GIMÉNEZ

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2017

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Graciela Romero

-----  
Ing. Agr. Luis Gallo

-----  
Ing. Agr. Ramiro Suárez

Fecha: 09 de noviembre de 2017

Autores:

-----  
Gustavo Javier Moroy Rodríguez

-----  
Federico Luis Sánchez Giménez

## AGRADECIMIENTOS

A la profesora Ing. Agr. Graciela Romero, por apoyarnos desde un principio en este emprendimiento.

A mis padres Raquel y Roberto, a mis hermanas Patricia y Laura.

A mis padres Zully y Fernando, a mis hermanos Gonzalo y Gerardo

A mi novia y compañera Celeste

A nuestros familiares, compañeros y amigos que hicieron más fácil este difícil trayecto.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u> .....	2
1.1.1. <u>Objetivo general</u> .....	2
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u> .....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE</u> .....	3
2.1.1. <u>Descripción de la especie</u> .....	3
2.1.2. <u>Origen de la especie</u> .....	4
2.1.3. <u>Uso de la madera de <i>Eucalyptus globulus ssp.</i></u> .....	4
2.2. <u>FACTORES QUE AFECTAN AL CRECIMIENTO DE EUCALYPTUS</u> .....	5
2.2.1. <u>Sitio</u> .....	7
2.2.2. <u>Relaciones climáticas</u> .....	8
2.2.3. <u>Suelo</u> .....	9
2.2.4. <u>Efecto nutricional</u> .....	11
2.2.4.1. <u>Concepto de nutrientes esenciales</u> .....	11
2.2.4.2. <u>Macronutrientes</u> .....	11
2.2.4.3. <u>Micronutrientes</u> .....	13
2.3. <u>BIOESTIMULANTES</u> .....	14
2.3.1. <u>Bioestimulantes comerciales</u> .....	15
2.3.2. <u>Wuxal ascofol®</u> .....	15
2.3.3. <u>Biorend®</u> .....	15
2.3.4. <u>Penergetic P ®</u> .....	16
2.3.5. <u>Fertiactil ® GZ</u> .....	16
2.3.6. <u>Casos de uso de bioestimulantes en eucalyptus en Uruguay</u> .....	17
2.4. <u>AGENTE CAUSANTE <i>Mycosphaerella spp.</i> y <i>Teratosphaeria spp.</i></u> .....	17
2.4.1. <u>Manejo y prevención de la enfermedad</u> .....	18
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	20
3.1. <u>LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO</u> .....	20
3.2. <u>CARACTERÍSTICAS DEL SITIO</u> .....	22
3.3. <u>DATOS DE LA PLANTACIÓN</u> .....	24
3.4. <u>DISEÑO DEL EXPERIMENTO Y TRATAMIENTOS</u> .....	24
3.5. <u>EVALUACIONES REALIZADAS</u> .....	25

3.5.1 <u>Medidas dasométricas</u> .....	26
3.5.2 <u>Evaluaciones sanitarias</u> .....	26
3.5.3 <u>Análisis estadístico</u> .....	26
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	28
4.1 <u>EVALUACIONES DASOMÉTRICAS</u> .....	28
4.2 <u>EVALUACIONES SANITARIAS</u> .....	29
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	31
6. <u>RESUMEN</u> .....	32
7. <u>SUMMARY</u> .....	33
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	34
9. <u>ANEXOS</u> .....	38

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tipos de hojas en <i>Eucalyptus globulus ssp. globulus</i> .....	3
2. Variables climáticas para la zona de estudio.....	8
3. Variables meteorológicas 03/15 al 03/16 para la zona de estudio...	9
4. Superficie de prioridad forestal por zona CONEAT.....	10
5. Clasificación de nutrientes.....	11
6. Composición química del Wuxal ascofol®.....	15
7. Composición química del Penergetic P ®.....	16
8. Análisis químico del suelo del ensayo.....	24
9. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la primera fecha de medición.....	28
10. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la segunda fecha de medición.....	28
11. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la tercera fecha de medición.....	29
Figura No.	
1. Relación entre crecimiento y volumen.....	6
2. Suelos de prioridad forestal en Uruguay.....	10
3. Ubicación del ensayo.....	20
4. Ubicación del ensayo según seccional policial.....	21
5. Entrada al establecimiento.....	21

6. Suelos según grupo CONEAT.....	22
7. Unidades de suelo.....	23
8. Unidad geológica en zona del ensayo.....	23
9. Diseño del experimento.....	25
10. Árbol con ataque de <i>Mycosphaerella</i> (MLD).....	30
11. Árboles en tercera medición con follaje adulto.....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector forestal adquiere relevancia en Uruguay a partir del año 1987 con la promulgación de la ley No. 15.939 que menciona en el artículo 1: “*Declárense de interés nacional la defensa, el mejoramiento, la ampliación, la creación de los recursos forestales, el desarrollo de las industrias forestales y, en general, de la economía forestal.*”

En años posteriores se llevaron a cabo grandes inversiones relacionadas a la fase primaria e industrial forestal. Para citar ejemplos relevantes: las plantas de celulosa UPM (ex Botnia) y Montes del Plata. En el norte del país se destacan los aserraderos de Compañía Forestal Uruguaya Sociedad Anónima (COFUSA) y Weyerhaeuser.

La Sociedad de Productores Forestales (SPF) informa que al año 2017 la superficie forestada en Uruguay es de 2.130.000 ha. De las cuales 1.280.000 ha son plantadas y 850.000 ha son de bosque nativo. De lo forestado 177.756 ha pertenecen a *Eucalyptus globulus ssp.*. El departamento de Lavalleja presenta 31.559 ha de *Eucalyptus globulus ssp.* (MGAP. DGF, 2012). En este departamento es donde se lleva a cabo el trabajo de campo que refiere a esta tesis.

Las plantaciones de eucalyptus en Uruguay estuvieron durante la década de 1990 relativamente libres de problemas sanitarios, lo cual se explica por el hecho de ser especies exóticas y por lo tanto de crecer aisladas de sus enemigos naturales (Paine et al., citados por Balmelli et al., 2014a). Posteriormente con introducciones masivas de materiales genéticos, incluso semillas y plantas madres, comienzan a aparecer problemas sanitarios.

Dado el incremento constante de las áreas forestadas, en consecuencia se da una tendencia alcista de la presencia de diversos patógenos. Entre ellos se destaca para *Eucalyptus globulus ssp.* la *Mycosphaerella* y *Terastosphaeria nubilosa*, causando daños muy severos (incluso la muerte de plantas) a nivel foliar atacando hojas jóvenes en plantaciones menores al año y medio.

Como Alternativa de manejo se plantea en este trabajo el uso de bioestimulantes y su efecto en el crecimiento de las plantas en posplantación. Como antecedente de la acción de estos productos para el crecimiento de plantines de *Eucalyptus spp.* se citan los trabajos de Bóffano y Mosqueira (2012) que demuestran que quitosano tiene efecto positivo en vivero e Hirigoyen (2011) también concluye que el Wuxal ascofol tuvo efectos positivos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo general

Evaluar el crecimiento en pos plantación de *Eucalyptus globulus ssp. globulus* luego de diferentes manejos con bioestimulantes.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes en el crecimiento de *Eucalyptus globulus ssp. globulus* de siete meses de edad a través de las variables altura y diámetro a la base.

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes en la sanidad de plantas atacadas por *Mycosphaerella spp.*

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

El *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* fue introducido al Uruguay en el año 1853, difundiéndose su cultivo en forma masiva. Esta especie fue la que más se destacó en el siglo XIX, por su velocidad de crecimiento, resistencia a plagas y enfermedades, rusticidad y tal vez la cantidad de semillas obtenidas la llevaron a obtener una enorme popularidad en ese entonces, cultivándose como árbol de abrigo, sombra y ornamental tanto en áreas urbanas como rurales. La mala calidad de los primeros árboles y la elevada consanguinidad llevaron a cierto desprestigio de la especie, retomándose activamente en la actualidad el cultivo con lotes de semillas adecuadas para las condiciones del Río de la Plata (Brussa,1994).

#### 2.1.1 Descripción de la especie

Brussa (1994) describe a la especie *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* como árboles de gran tamaño, con hojas péndulas y follaje de textura media a gruesa. Corteza caduca en largas fajas. Presenta hojas simples, estas se diferencian de acuerdo a su estado, en hojas juveniles y adultas.

Cuadro No. 1. Tipos de hojas en *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*

Características	Hoja juvenil	Hoja adulta
Forma	Elíptica u ovale	Falcada
Ápice	Obtuso o abruptamente mucronado	Agudo acuminado
Base	Cordada, glauca y discolora	Amplia cuneada
Pecíolo	Ausencia	Presencia
Color	Verde claro – grisáceo	Verde con coloras
Filotaxia	Opuesta	Alterna
Tallo	Cuadrangular	Cilíndrico
Ilustración		

Fuente: adaptado de Brussa (1994).

Brussa (1994) determina que las características distintivas para la especie *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* versus *Eucalyptus globulus* spp. son:

las flores solitarias, glaucas, con cuatro costados o costillas, frutos grandes con anillos marcados y disco lobado.

### 2.1.2 Origen de la especie

La especie *Eucalyptus globulus ssp. globulus* es natural de la región sur de Australia, incluida la Isla de Tasmania (37° - 43°30'S) en localidades costeras y continentales (Brussa, 1994).

Se desarrolla en zonas con altitudes que varían desde el nivel del mar a 450 m. El clima es templado-frío uniforme, con un promedio de temperaturas máxima de 20–23 °C y mínimas de 0 a -8 °C con hasta 40 heladas al año. Con precipitaciones del orden de los 600 a 1400 mm anuales mayoritariamente invernales (Boland et al., citados por Brussa, 1994).

Esta especie crece en suelos limosos a arcillosos, además se adapta a gran variedad de suelos con buen drenaje, desde arenas costeras a suelos pedregosos de serranías, donde presenta muy buen desarrollo (Brussa, 1994). Siendo estas características similares a las presentes en zonas costeras y sur de Uruguay.

### 2.1.3 Uso de la madera de *Eucalyptus globulus ssp.*

El *Eucalyptus globulus ssp. globulus* presenta duramen pardo amarillento, con densidad seco al aire de 780 kg/m<sup>3</sup> (Celulosa Argentina, citado por Brussa, 1994) a 900 kg/m<sup>3</sup> (Boland et al., citados por Brussa, 1994).

En estudios realizados por el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) donde se emplearon técnicas basadas en normas TAPPI T254 y ASTM2395, se obtuvieron rangos de densidad aparente básica (Dab) entre 0,495 a 0,554 g/cm<sup>3</sup>, para muestras provenientes de plantaciones comerciales con edad entre 8 y 10 años de *E. globulus* origen Jeerelang. La especie *E. globulus* muestra un gran rendimiento pulpable bruto promedio cercano al 51,4 %, siendo esto superior a *E. grandis* y a *E. maidenii*. Además *E. globulus* origen Jeereland en mezcla con *E. grandis*, *E. maidenii* y/o *E. dunnii* presenta mejores rendimientos en la obtención de pulpa de celulosa que una mezcla sin dicha especie (LATU, 2008).

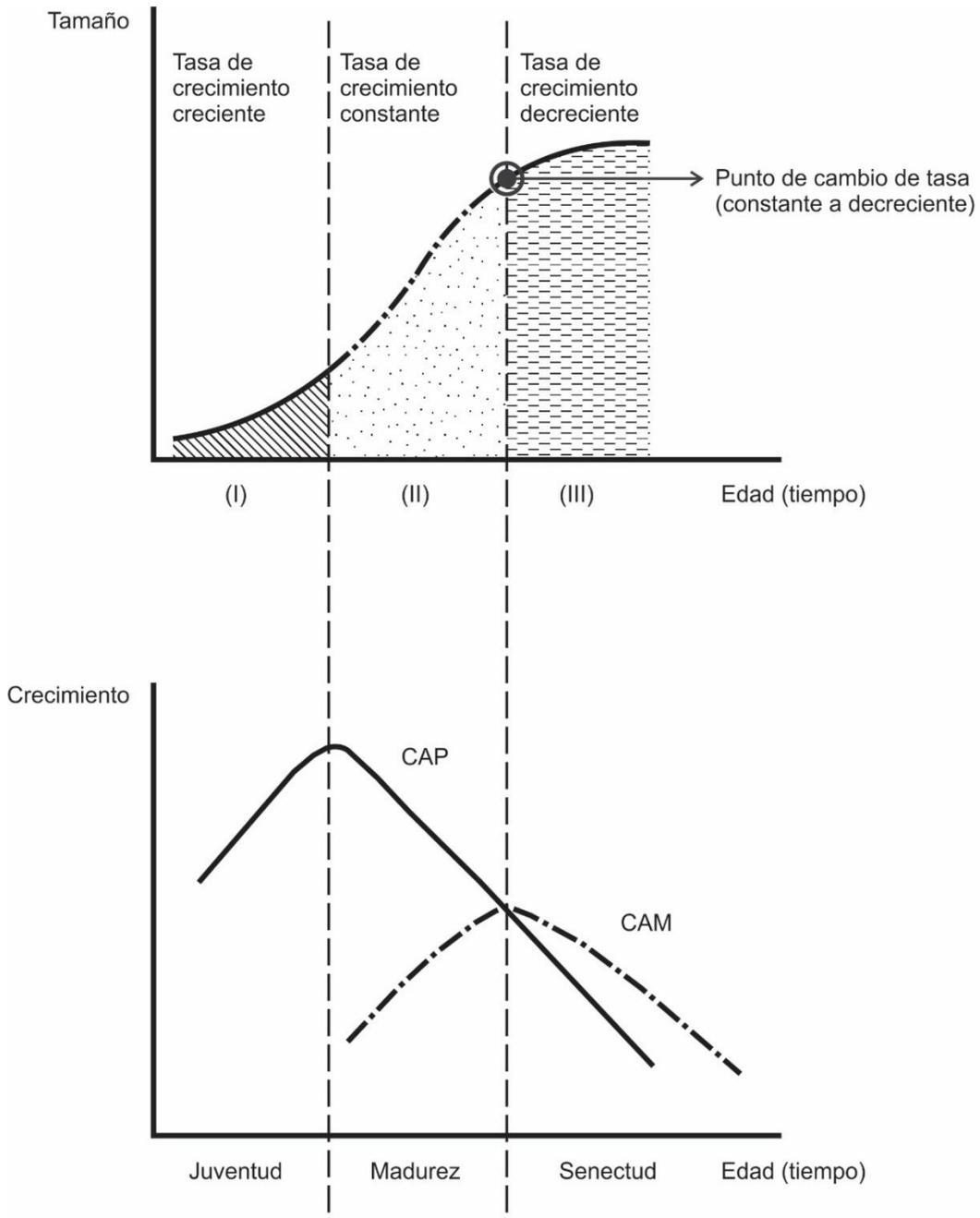
Balmelli et al. (2014b) concluyen que la madera de *Eucalyptus globulus* ssp. tiene un alto valor y gran demanda en el mercado internacional. En Uruguay esta especie es la más utilizada comercialmente, mientras que *Eucalyptus globulus* ssp *maidenii* se utiliza como especie alternativa por su mejor sanidad.

## 2.2 FACTORES QUE AFECTAN AL CRECIMIENTO DE EUCALYPTUS

El crecimiento de los árboles, es el resultado de la modificación de variables como: diámetro, altura, área basal y volumen, las cuales, biológicamente, cambian debido a la actividad de los meristemos primarios, que se encargan del crecimiento longitudinal, como la altura y los meristemos secundarios, que dan lugar al crecimiento en diámetro (Lozano, citado por Olivera y Rodríguez, 2014).

La curva de producción física del árbol muestra tres tasas de crecimiento a lo largo del tiempo, I tasa de crecimiento creciente, II tasa de crecimiento constante y III tasa de crecimiento decreciente. Esto se correlaciona con el crecimiento anual periódico (CAP) y el crecimiento anual medio (CAM, Sorrentino, 2008).

Figura No. 1. Relación entre crecimiento y volumen



Fuente: adaptado de Sorrentino (2008).

El punto donde las curvas CAP y CAM se interceptan es el momento de máxima producción física en el mínimo tiempo (criterio óptimo de rotación física desde el punto de vista técnico). Esta producción es referida a la cantidad de

madera obtenida a través de los incrementos de diámetro y altura del fuste a lo largo del tiempo (Sorrentino, 2008).

La productividad en *Eucalyptus globulus ssp globulus* depende del crecimiento y del estado sanitario de la plantación durante el primer año (Simeto, citado por Hirigoyen, 2011). La pérdida de área foliar provocada por plagas y enfermedades afecta el crecimiento de los árboles y en determinadas circunstancias provoca mortalidad, lo cual disminuye la productividad de la plantación (Balmelli et al., 2014a).

Estudios realizados por Balmelli et al., citados por Hirigoyen (2011) determinan que los árboles que presentan pobre crecimiento inicial o que son severamente afectados por enfermedades foliares, tienen una reducción importante en el crecimiento posterior, y un aumento marcado en la mortalidad, estrechamente relacionada con la disminución del área foliar.

Balmelli et al. (2014a) concluyeron que aquellos árboles que sufrieron una defoliación inferior al 40% no vieron afectada su tasa de crecimiento en ningún periodo. Sin embargo, el diámetro al año 7 de los árboles que sufrieron una defoliación del 80 % vieron afectado su DAP un 20 % inferior a los árboles sanos.

En *Eucalyptus globulus spp.* se registraron relaciones directas entre porcentaje de follaje adulto y crecimiento en diámetro a los 26 meses. Los árboles que tenían al menos un 10% de follaje adulto, tuvieron un crecimiento en DAP significativamente mayor a los que no cambiaron el follaje (Balmelli et al., 2014a). Esto afectaría el volumen final de madera, por existir una correlación directa entre las variables DAP, altura y volumen (Sorrentino, 2008).

### 2.2.1 Sitio

El sitio es el agregado de todas las condiciones ambientales que afectan la supervivencia y el crecimiento de una comunidad de plantas (Sorrentino, citado por Cueto, 2005). Esto es la suma de los factores topográficos, bióticos, climáticos y edáficos que interactúan con las condiciones genéticas de los individuos, influyendo en su desarrollo y provocando una determinada respuesta de crecimiento (Sorrentino, 2008).

Según Jacobs (1981) los factores ambientales limitantes para la producción de *Eucalyptus spp.* se distinguen por lo general, como: climáticos (ejemplo: temperatura, aridez, humedad), edáficos (ejemplo: profundidad del suelo, fertilidad, textura y estructura, presencia de carbonatos o cloruros

asimilables) y bióticos (ejemplo: plagas, enfermedades y competencia de vegetación).

La aplicación del conocimiento de las distintas relaciones de crecimiento en un sitio dado, consiste simplemente en promover el desarrollo de ciertas especies en sitios donde su establecimiento es realmente conveniente (Cueto, 2005).

### 2.2.2 Relaciones climáticas

En el Departamento de Meteorología de Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (UdelaR) caracteriza al clima de Uruguay como templado, presentando pequeñas variaciones espaciales de temperatura, precipitación y otros parámetros climáticos. La temperatura media anual para el país está en el entorno de los 17°C. Las precipitaciones totales medias anuales tienen su valor mínimo hacia el sur sobre las costas del Río de la Plata con 1000 mm, y su valor máximo hacia el noreste, en la frontera con Brasil con 1500 mm, en todo el país se da una gran variabilidad interanual. El viento presenta velocidades medias del orden de los 15 km/h.

Cuadro No. 2. Variables climáticas para la zona de estudio

Mes	Precipitación media mm	Temp. máx. promedio °C	Temp. mínima °C	Temp. med. promedio °C
Enero	109,7	29,5	6.2	23,1
Febrero	123,1	28,5	6.2	22,6
Marzo	122,6	27,0	4.8	20,6
Abril	134,0	26,5	0.3	17,3
Mayo	150,5	19,6	-2.4	13,5
Junio	137,0	16,8	-5.5	10,8
Julio	128,3	16,2	-5.2	10,2
Agosto	109,2	18,1	-3.6	12,8
Setiembre	120,0	19,3	-4.2	13,6
Octubre	99,5	22,3	-1.2	16,3
Noviembre	139,0	25,3	0.2	19,0
Diciembre	208,2	27,9	4,0	21,5
Total	1581,1	N/A	N/A	N/A

Fuente: adaptado de INIA. GRAS (2017).

Golfari, citado por Hirigoyen (2011) establece que para *Eucalyptus globulus ssp globulus* requiere de veranos frescos. Cuando se planta en regiones con una temperatura media en enero superior a 22° C, tiene un crecimiento anormal y su ciclo de vida se acorta.

El *E. globulus ssp. globulus* crece en zonas con precipitaciones muy dispares, entre 350 mm y 1500mm anuales. Las mejores zonas de crecimiento se encuentran con precipitaciones cercanas a los 800 mm anuales. Tolerancia mínimas absolutas de - 4,5 °C y máximas absolutas de 40,5 ° C por periodos cortos de tiempo y soporta de 0 a 20 heladas ligeras (Cueto, 2005).

En el periodo que se llevó a cabo el ensayo se obtuvieron para la zona los siguientes registros meteorológicos:

Cuadro No. 3. Variables meteorológicas 03/15 al 03/16 para la zona de estudio.

Mes	Precipitación media mm	Temp. máx. promedio °C	Temp. mínima °C	Temp. med. promedio °C
Enero	159.2	27.3	18.6	23.16
Febrero	206.8	26.6	19.4	23.06
Marzo	147.3	26	15.9	20.56
Abril	393.7	25.5	8.4	18.02
Mayo	133.4	21.2	8.1	13.43
Junio	55	23	4	10.46
Julio	155.5	21.9	5	11.23
Agosto	408.4	24.4	7	14.1
Setiembre	229.9	19.5	6	13.31
Octubre	222.7	21.7	10.9	15.98
Noviembre	128.1	23.8	9.8	18.69
Diciembre	270.1	27.6	15.9	21.88

Fuente: adaptado de INIA. GRAS (2017).

### 2.2.3 Suelo

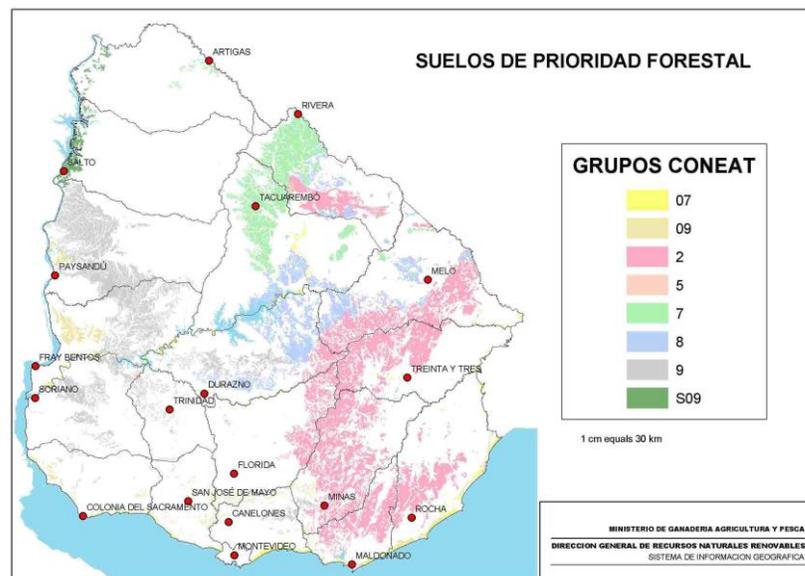
Para la delimitación de suelos de prioridad forestal en Uruguay se utilizó el mapa de los grupos de suelos CONEAT, el primer listado surge del decreto No. 452/988. Estas definiciones se modificaron en sucesivos decretos reglamentarios de los años 2006 y 2010 (MGAP. OPYPA, 2016).

Cuadro No. 4. Superficie de prioridad forestal por zona CONEAT

CONEAT	Superficie ha	%
S09	45.625	1
5	56.198	1
4	95.852	2
7	122.766	3
9	185.526	4
7	494.314	12
8	505.211	12
9	660.507	15
2	2.122.961	49
Total	4.288.961	100

Fuente: MGAP. OPYPA (2016).

Figura No. 2. Suelos de prioridad forestal en Uruguay



Fuente: MGAP. DGRNR (2006).

Los efectos de enfermedades foliares se ven incrementados en sitios donde existe estrés abiótico concluye Smith, citado por Hirigoyen (2011). El *E. globulus ssp globulus* requiere de suelos con pH mayor a 5, arenoso arcilloso, subsuelo podzólico con arcilla profunda y bien drenado (Cueto, 2005).

#### 2.2.4 Efecto nutricional

Las raíces de las plantas absorben elementos del ambiente de manera indiscriminada, por lo que la simple presencia de un nutriente en el organismo no necesariamente lo convierte en esencial para su desarrollo (Tisdale y Nelson, 1970).

##### 2.2.4.1. Concepto de nutrientes esenciales

Tisdale y Nelson (1970) definen a un nutriente como elemento esencial por las siguientes características:

1. Una deficiencia de dicho elemento haría imposible completar el ciclo vegetativo de la planta, o bien su ciclo reproductivo
2. Los síntomas por falta del nutriente en cuestión pueden ser suplidos solamente con la adición del mismo elemento
3. El elemento está directamente relacionado con la nutrición y metabolismo del organismo.

Las deficiencias de nutrientes en *Eucalyptus ssp.* son comunes en vivero y durante el establecimiento inicial de la plantación (Romero, 2015)

De este modo, y haciendo énfasis sobre los nutrientes esenciales, podemos encontrar dos grupos definidos en relación a su concentración en planta: Macronutrientes y micronutrientes (Tisdale y Nelson, 1970).

Cuadro No. 5. Clasificación de nutrientes

Clasificación	Elementos
Macronutrientes	N, P, K, S, Mg, Ca
Micronutrientes	B, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Ni
Elementos Benéficos	Na-Si-Co-I

Fuente: Tisdale y Nelson (1970).

##### 2.2.4.2. Macronutrientes

Nitrógeno: este elemento se encuentra en la mayoría de las sustancias celulares, como por ejemplo en la clorofila, proteínas, paredes celulares, etc. Es absorbido por la planta bajo la forma de ion nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (Tisdale y Nelson, 1970). La deficiencia de este nutriente se manifiesta en

crecimiento deficiente y tiene coloración verde claro o clorosis, amarillamiento, que ocurre primero en las hojas maduras, pero los síntomas se extienden rápidamente hacia las hojas jóvenes, por tratarse de un nutriente muy móvil. En tanto los tallos son cortos y delgados (Agrios, 2017).

Fósforo: forma parte de ADN, ARN y de los fosfolípidos de la membrana celular, se encuentra directamente relacionado con la energía celular (ATP, ADP) (Agrios, 2017). Las plantas lo absorben principalmente bajo la forma de  $H^2PO^4^-$ . Se trata de un elemento inmóvil en el suelo y el pH del suelo influye directamente sobre la dinámica de este elemento y su absorción por parte de la planta (Tisdale y Nelson, 1970). El fósforo es un nutriente móvil en el floema y se observan las deficiencias primero en las hojas viejas; las plantas muestran crecimiento deficiente y sus hojas son de color verde azulado con matices púrpuras. Los brotes son cortos y delgados, rectos y espigados (Agrios, 2017).

Potasio: participa como catalizador de muchas reacciones a nivel celular, actúa como regulador de apertura y cierre de estomas, influyendo directamente en la regulación osmótica de las células. Se absorbe bajo la forma de ion potasio (Tisdale y Nelson, 1970). La deficiencia causa brotes delgados, los cuales en casos severos muestran muerte descendente. Las hojas más viejas muestran clorosis con empardecimiento en sus puntas, chamuscado de sus bordes y muchas manchas color café (Agrios, 2017). Romero (2015) caracteriza los síntomas de deficiencia de potasio en *Eucalyptus spp.* como necrosis o quemaduras en las hojas viejas, siendo el tamaño de las hojas similares entre sí.

Azufre: se absorbe casi exclusivamente bajo la forma de ion sulfato ( $SO^2-_4$ , Tisdale y Nelson, 1970). Forma parte de algunos aminoácidos y coenzimas. Los síntomas de deficiencia son hojas jóvenes de color verde pálido o amarillo claro y no presentan manchas. Los síntomas se asemejan a los producidos por deficiencia de nitrógeno. La deficiencia en *Eucalyptus spp.* provoca hojas con crecimiento de color verde pálido en el área internerval (Agrios, 2017).

Magnesio: las plantas lo absorben bajo la forma de ion magnesio ( $Mg^{2+}$ ) (Tisdale y Nelson, 1970). Forma parte de la clorofila y es un componente de muchas enzimas. Los síntomas de deficiencia son que las hojas toman una apariencia moteada o clorótica y más tarde rojiza. Las puntas y bordes de las hojas pueden doblarse hacia arriba y adquirir la forma de una copa (Agrios, 2017).

#### 2.2.4.3. Micronutrientes

Boro: la mayoría del B en la planta se encuentra en las paredes celulares, afecta la translocación de los carbohidratos y la utilización del calcio en la formación de la pared celular, aunque aún se desconocen sus funciones. Es absorbido como:  $B_4O_7^{2-}$ ,  $H_2BO_3^-$ ,  $HBO_3^{2-}$  o  $BO_3^{3-}$  (Tisdale y Nelson, 1970).

La deficiencia en boro es menos prevalente en suelos que tienen un alto contenido de materia orgánica, se hace más intensa en suelos extremadamente secos. Por lo general, estas se acentúan, ante una excesiva filtración particularmente en suelos arenosos. Sus síntomas se observan en las bases de las hojas jóvenes y yemas terminales. Adquieren tonalidades verdes claro y se deforman (Tisdale y Nelson, 1970). En *Eucalyptus spp.* una deficiencia de boro provoca inicialmente un cambio de pigmentación en hojas jóvenes y se acumulan pigmentos púrpuras alrededor de los márgenes, los ápices frecuentemente se marchitan y caen quedando cortados, además los brotes terminales pueden morir y perder la dominancia apical, así como reducir la lignificación de la madera y provocar el vuelco de los mismos (Romero, 2004).

Hierro: se absorbe bajo la forma ion ferroso,  $Fe^{2+}$  o bajo la forma de sales orgánicas. Actúa como catalizador en la síntesis de clorofila, además es constituyente de varias enzimas celulares. La deficiencia de este elemento provoca una intensa clorosis internerval sin que se altere el tamaño del limbo. La misma se manifiesta en el tercio apical en expansión de la planta y es progresivo hacia las hojas más viejas. En ocasiones se forman manchas de color café (Tisdale y Nelson, 1970).

Manganeso: se absorbe bajo la forma de ion manganeso  $Mn^{2+}$ , puede ser absorbido en cualquier forma, directamente a través de las hojas. Forma parte de muchas enzimas, interviniendo en varios procesos metabólicos esenciales a nivel celular como fotosíntesis y respiración. La deficiencia se manifiesta por clorosis en los bordes de las hojas jóvenes, delimitada por las nervaduras de las mismas. Ocurre una brotación lateral curvada hacia abajo, ápices secos y necrosis foliar, puede aparecer manchas necróticas foliares distribuidas sobre la superficie. Así mismo genera una pobre lignificación de la madera (Tisdale y Nelson, 1970).

Zinc: es absorbido por las raíces como ion  $Zn^{2+}$  y puede ser también absorbido bajo forma de un complejo molecular de agentes queláticos, también es capaz de ingresar a la planta a través de las hojas, en pulverizaciones que contengan sales solubles de zinc o complejos de zinc. Forma de las enzimas que participan en la síntesis de las auxinas, estas son hormonas del crecimiento

que facilitan la expansión celular; y en la oxidación de carbohidratos. Se observan deficiencia en suelos calizos y con alto contenidos de fosforo. Los síntomas de deficiencia son escasas y pequeñas hojas, muestran clorosis internerval con pigmentación purpúrea (Tisdale y Nelson, 1970). En *Eucalyptus spp.* la deficiencia se manifiesta con una reducción en el tamaño de hojas, con forma enruladas y acortamiento de los entrenudos (Romero, 2015).

Molibdeno: es absorbido por las raíces de las plantas en forma de ion  $MoO_4^{2-}$ . Es un constituyente esencial de la enzima nitrato reductasa. Los síntomas de deficiencia son clorosis internerval, similares a los síntomas de deficiencia provocados por nitrógeno, pero en este caso en hojas jóvenes (Tisdale y Nelson, 1970).

### 2.3. BIOESTIMULANTES

Saborío, citado por Barboza (2014) define a un bioestimulante como una sustancia que, a pesar de no ser un nutriente o un regulador de crecimiento, genera un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos.

Según Castillo (2015) “*los bioestimulantes agrícolas se encuentran entre los productos más antiguos que se vienen utilizando en la agricultura.*” Además, comenta que sobre los bioestimulantes se conoce el efecto en el cultivo; y a su vez se desconoce el modo de acción en las plantas, como también sus mecanismos bioquímicos y fisiológicos involucrados. A su vez distingue a los bioestimulantes de los fertilizantes y de los fitosanitarios. Dado que los bioestimulantes actúan a través de diferentes mecanismos en comparación a los fertilizantes, independientemente de la presencia de nutrientes en los productos comerciales. Los bioestimulantes difieren de los productos fitosanitarios, ya que actúan únicamente sobre el vigor de la planta y no contienen acciones directas contra las plagas y/o enfermedades. Por ende, concluye que los bioestimulantes son complementarios a la nutrición y protección de los cultivos.

En forma genérica, los bioestimulantes son compuestos en base a extractos de algas marinas (ejemplo, *Ascophyllum nodosum*), microorganismos, hongos, ácidos húmicos; pueden presentar como constituyentes fitohormonas o promotores del crecimiento (auxinas, gibrelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno), elementos traza, micronutrientes, aminoácidos y vitaminas, entre otras cosas (Panda et al., citados por Barboza, 2014). Castillo (2015) menciona como acción benéfica del bioestimulante la protección del suelo dado que fomenta el

desarrollo de microorganismos benéficos, por ende “*un suelo saludable retiene agua de una manera más eficaz y resiste mejor la erosión*”.

### 2.3.1. Bioestimulantes comerciales

A continuación se describen los 4 bioestimulantes comerciales utilizados en este ensayo.

### 2.3.2. Wuxal ascofol®

La empresa Maisor<sup>1</sup> describe al wuxal ascofol® como un bioestimulante natural, compuesto por una suspensión de algas marinas (*Ascophylum nodosum*) altamente concentradas. Tiene efecto en crecimiento en plantines así como un efecto anti estrés en todo el periodo del cultivo. Es un bioestimulante de origen alemán (con número de registro MGAP No. 228/057) que mejora la resistencia de las plantas ante hongos patógenos. Es recomendado en plantaciones forestales, una aplicación en primavera u otoño de 1 a 2 litros de producto por hectárea, teniendo un efecto de estimulación del crecimiento y promotor de resistencia sistemática adquirida (SAR). Tiene una densidad de 1,27 gramo/cm<sup>3</sup> y un PH 6.

Cuadro No. 6. Composición química del Wuxal ascofol®

Macroelementos	p/p%	g/lt	Microelementos	p/p%	mg/lt
Nitrógeno (N)	2,5	31,8	Cobre (Cu)	0,0003	0,004
Amoniacal	2,4		Iodo (I)	0,003	0,038
Orgánico	0,1		Hierro (Fe)	0,005	0,064
Potasio (K <sub>2</sub> O)	1,25	19,1	Manganeso (Mn)	0,8	10,16
Calcio (Ca)	0,14	1,78	Zinc (Zn)	0,5	6,35
Azufre (S)	0,8	10,2	Boro (B)	3	38,1

### 2.3.3. Biorend®

La empresa Biotex<sup>2</sup> describe al Biorend®, como un bioestimulante que posee como ingrediente activo el quitosano (derivado de la quitina). La quitina se obtiene de caparazones de centollas (*Lithodes santolla*) de la XII región de Chile, a partir de esa quitina se obtiene el quitosano, por molido físico de los caparazones de la centolla. El Biorend activa el metabolismo secundario de la

<sup>1</sup> Maisor, S. A. s.f. Wuxal ascofol (sin publicar)

<sup>2</sup> Biotex, S. A. s.f. Biorend (sin publicar)

planta, sus mecanismos de defensa (SAR) aumentando: la producción de proteínas antiestrés y la producción endógena de hormonas de crecimiento. El principal efecto es el de elicitor y bioestimulante, fungistático, nematostático. Se aplica en forma foliar, de forma complementaria y preventiva. Como protección de las enfermedades aéreas, se recomienda diluirlo en agua según el objetivo entre 0,5% a 1% del caldo. Presenta un aspecto transparente, con leve opalescencia, una densidad de 1,25 g/cm<sup>3</sup>, un PH entre 4,5 y 6,5 y tiene como compuesto la poli-D-glucosamina al 2,5 %p/v.

#### 2.3.4. Penergetic P®

Es un bioestimulante cuyo objetivo es promover un desarrollo vigoroso de los cultivos. Produce un incremento en el rendimiento, una mayor eficiencia en el uso de fertilizantes, mejor sanidad y desempeño del cultivo ante el estrés climático. El fabricante es suizo y menciona como principal efecto en la planta el incremento de la producción de clorofila, causando por ende una mayor actividad fotosintética (Penergetic P, 2014).

Se compone de los elementos que se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 7. Composición química del Penergetic P ®

SiO <sub>2</sub>	56,0%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4%
K <sub>2</sub> O	2%
Na <sub>2</sub> O	0,4%
CaO	4%
MgO	4%
Humedad	13,6%

Fuente: Penergetic (2014).

#### 2.3.5. Fertiactil® GZ

El Fertiactil® GZ es un bioestimulante de uso radicular y foliar. Contribuye a superar estado de estrés pos trasplante, hídricos, etc. Favorece el desarrollo radicular mejorando la absorción de nutrientes. A su vez estimula el desarrollo vegetativo y actividad microbiológica del suelo, también favorece la división celular de frutos, raíces y brotes. Se compone de nitrógeno (156 g/lit), potasio (60 g/lit) y una concentración desconocida de glicina betaína, zeatina, ácidos húmicos y fúlvicos. La zeatina es una citoquinina de origen marino, siendo su principal efecto acelerar la división celular de frutos, raíces y brotes; a su vez mejora la absorción y transporte de elementos nutritivos, reduciendo los efectos negativos del estrés. Mientras que la glicina betaína es considerada el aminoácido más potente contra el estrés, aumenta la tasa de fotosíntesis, ya

que mantiene la actividad de los cloroplastos aún bajo condiciones de estrés. Se recomienda aplicar vía foliar entre 300 y 500 cc/ha (Grupo Roullier, s.f.).

#### 2.3.6. Casos de uso de bioestimulantes en eucalyptus en Uruguay

Olivera y Rodríguez (2014) concluyen que la acción del hongo *Trichoderma spp.* con quitosano son complementarias de una forma sinérgica obteniendo una Alt.as y doble eficacia. *Trichoderma harzianum* se ve favorecida por la aplicación de quitosano, ya que el quitosano ayuda al hongo a establecerse y por ende favorece su multiplicación. Esto permite el control de hongos patógenos y estimula el sistema radicular e inmunológico en la planta.

La aplicación de *Trichoderma harzianum* más quitosano beneficia a plantas en vivero. No presentando síntomas de enfermedades. Además, también concluyen que dicha aplicación tiene efecto en el crecimiento. Donde se aprecia que, dependiendo de la combinación con el genotipo y el tratamiento, híbridos de *Eucalyptus grandis* presentan una respuesta positiva y significativa (incrementos en altura y diámetro) con respecto al testigo sin aplicación (Olivera y Rodríguez, 2014).

Bóffano y Mosqueira (2012) demostraron que la aplicación previa a plantación de trichosoil y biorend en plantines causo diferencias significativas en supervivencia de planta para un híbrido *E. grandis* x *E.urophylla* (GU 8) con respecto al testigo sin aplicación del mismo híbrido.

La aplicación del bioestimulante Wuxal ascofol no generó incrementos en diámetro y altura con respecto al testigo sin aplicación. Por lo contrario, el tratamiento testigo mostro mejor comportamiento en DAP y Altura(diferencias estadísticamente significativas). En contra partida las aplicaciones de bioestimulante mostraron menor índice de daño de copa (CDI), lo que se explica con una mayor cantidad de hojas sanas dentro de la defoliación severa que presentaron los tres tratamientos. Esto se explica en una redistribución de los nutrientes, promoviendo una mayor generación de rebrotes (Hirigoyen, 2010).

#### 2.4. AGENTE CAUSANTE *Mycosphaerella spp.* y *Teratosphaeria spp.*

Una planta presenta una enfermedad cuando una o varias de sus funciones son alteradas por organismos patógenos o por determinadas condiciones del ambiente (Agrios, 2017). Dentro de este grupo de enfermedades, se encuentran las foliares y dentro de este grupo se encuentra el complejo MLD (*Mycosphaerella* leaf disease) en español mancha foliar, es una de las enfermedades más importantes que afecta plantaciones de *Eucalyptus globulus spp.* en el país (Pérez et al., 2009).

La mancha foliar MLD es causada por hongos de los géneros *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria*. Se han identificado más de 100 especies de *Mycosphaerella* que afectan el género *Eucalyptus* (Pérez et al., citados por Moreno y Perdomo, 2016), las condiciones favorables para la enfermedad son temperaturas entre 15 y 20 °C y clima húmedo (Moreno y Perdomo, 2016). Algunas especies dentro de estos géneros de hongo atacan hojas juveniles de *E. globulus*, *E. nitens*, y *E. dunnii* y hojas adultas de *E. grandis*, *E. saligna* y *E. globulus* (Simeto et al., citados por Hirigoyen, 2011).

La enfermedad constituye un problema importante al provocar la disminución de la tasa fotosintética en el periodo juvenil del árbol, cuando el crecimiento es más activo. También puede provocar la muerte prematura de la rama sin que ocurra normalmente el proceso de abscisión, facilitando de esta forma el acceso de organismos tales como hongos degradadores de la madera al interior del tronco. Provoca también disminución en el crecimiento del árbol, debido a la defoliación que genera, y con esto reducción en la producción de madera (Balmelli et al., citados por Barboza, 2013). La defoliación provocada por esta enfermedad en *Eucalyptus globulus ssp. globulus* y *Eucalyptus globulus ssp. maidenii*, es causada principalmente por *Teratosphaeria nubilosa* y constituye la principal limitante productiva en Uruguay (Balmelli et al., 2014a).

El síntoma más importante es la mancha foliar, estas son de formas circulares a irregulares en las hojas, generalmente de color marrón claro (Agris, 2017). Las manchas pueden llegar a fusionarse entre sí y generar con esto mayor tamaño; ésta enfermedad puede causar la defoliación total o parcial y en ataques severos puede causar la muerte de los árboles afectados (Pérez et al., citados por Moreno y Perdomo, 2016). Sobre las lesiones que genera el patógeno, en el envés de la hoja se forman los cuerpos fructíferos del mismo, se trata de pseudotecios que contienen en su interior las ascas con sus correspondientes ascosporas (Carnegie et al., citados por Barboza, 2013).

El proceso de infección se favorece por la ocurrencia de determinadas condiciones ambientales, ejemplo de esto son las altas temperaturas y la presencia de agua libre sobre la superficie foliar (Hirigoyen, 2011). Así mismo, una deficiencia nutricional importante hace a la planta más susceptible al ataque de patógenos; la tolerancia frente al ataque de estos se ve disminuida en caso de deficiencias nutricionales (Azcón-Bieto y Talón, 2008) y estrés hídrico (Hirigoyen, 2011).

#### 2.4.1. Manejo y prevención de la enfermedad

Una de las formas de prevenir la enfermedad, es utilizar genotipos con resistencia a la defoliación de follaje juvenil y/o cambio precoz de hoja juvenil a hoja adulta. Balmelli et al. (2014b) concluyeron que las procedencias australianas Isla Flinders y norte de Yarram presentaron mayor resistencia en el

follaje juvenil a MLD; mientras con respecto a la precocidad en el cambio de follaje obtuvieron mejor comportamiento las procedencias Kennett River y Otways SF & Yuulong.

Si bien en *E. globulus* y *E. maidenii*, la diferencia en la susceptibilidad del follaje juvenil podría estar explicada por diversas características de las hojas, como espesor de la cutícula, tamaño y densidad de estomas, tipo y densidad del parénquima o concentración de metabolitos secundarios, no existen estudios de anatomía foliar en *E. maidenii* que permitan determinarlo (Eyles et al., citados por Balmelli et al., 2014a). Independientemente de las causas que lo expliquen, la mayor resistencia a MLD en *E. maidenii* podría deberse a una mayor adaptación a la enfermedad de acuerdo a Smith et al., citados por Balmelli et al. (2014a), la mayor resistencia a MLD que presenta *E. nitens* respecto a *E. globulus* está determinada por la presencia de parénquima empalizada en ambas caras de la hoja (y solamente en la cara inferior en *E. globulus*) y a la eficiente formación de peridermis necrofiláctica luego de la infección, lo cual restringe la propagación intracelular del patógeno.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo fue realizado en un predio propiedad de Forestal Atlántico Sur en el establecimiento “La Cuchilla” (ver figura No. 5), ubicado en la sexta seccional policial del departamento de Lavalleja (ver figura No. 4) en el paraje de Cerro Pelado. Para acceder al predio, en el kilómetro 163 de la ruta 8 se toma por camino vecinal al norte (coordenadas S34 08 10.24 O55 02 00.36). Se ubica a 59 Km de Minas (ver figura No. 3).

Figura No. 3. Ubicación del ensayo

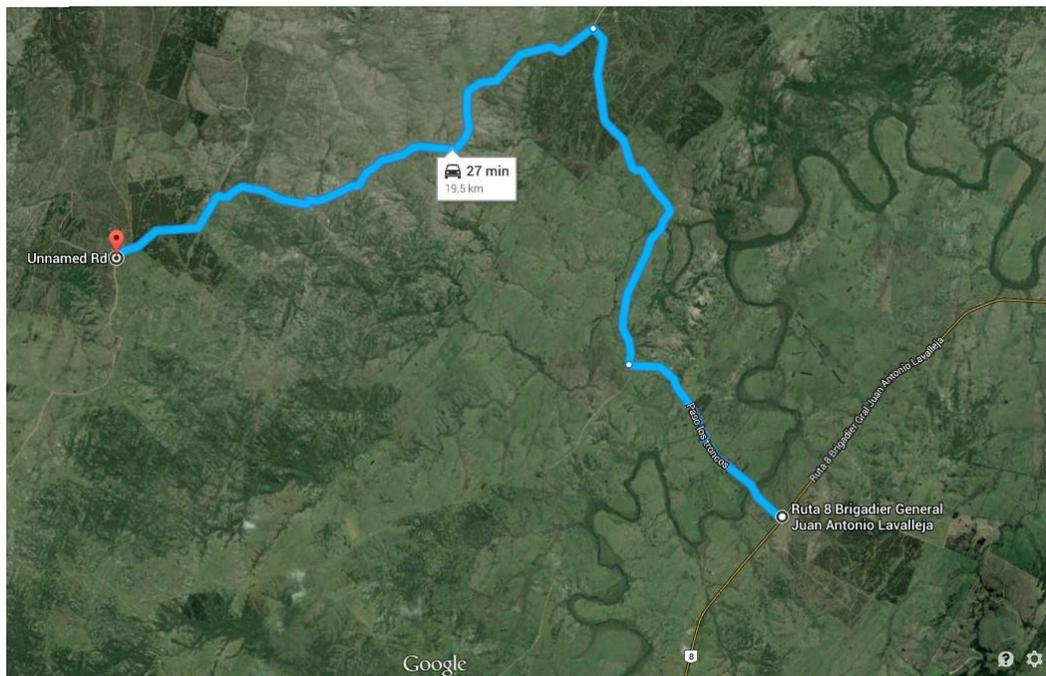


Figura No. 4. Ubicación del ensayo según seccional policial

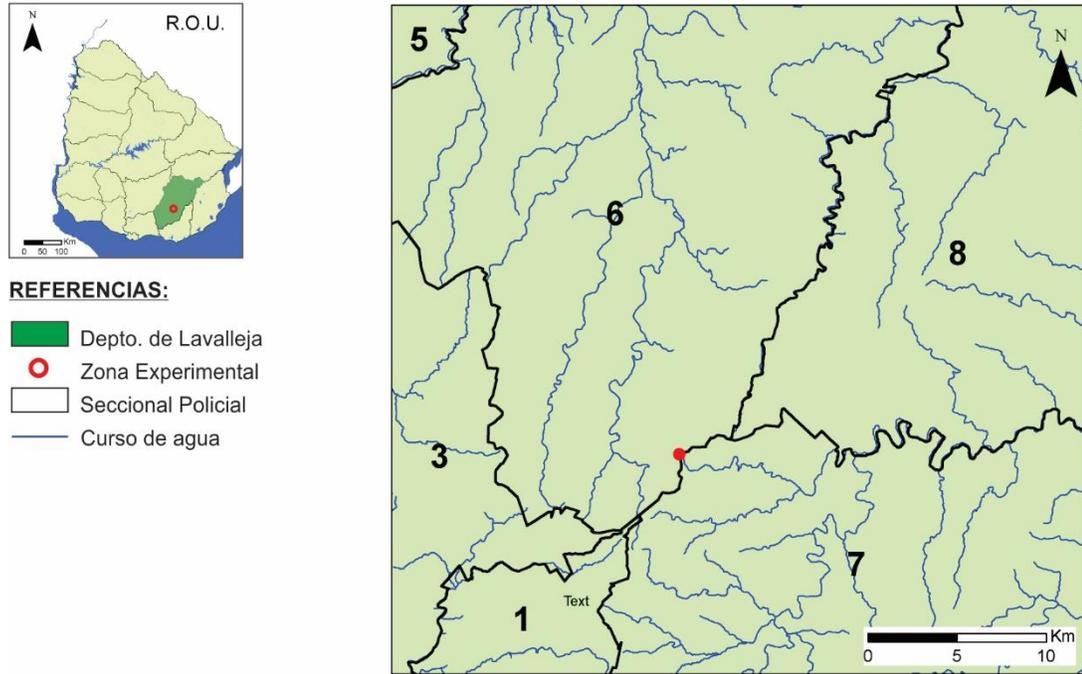


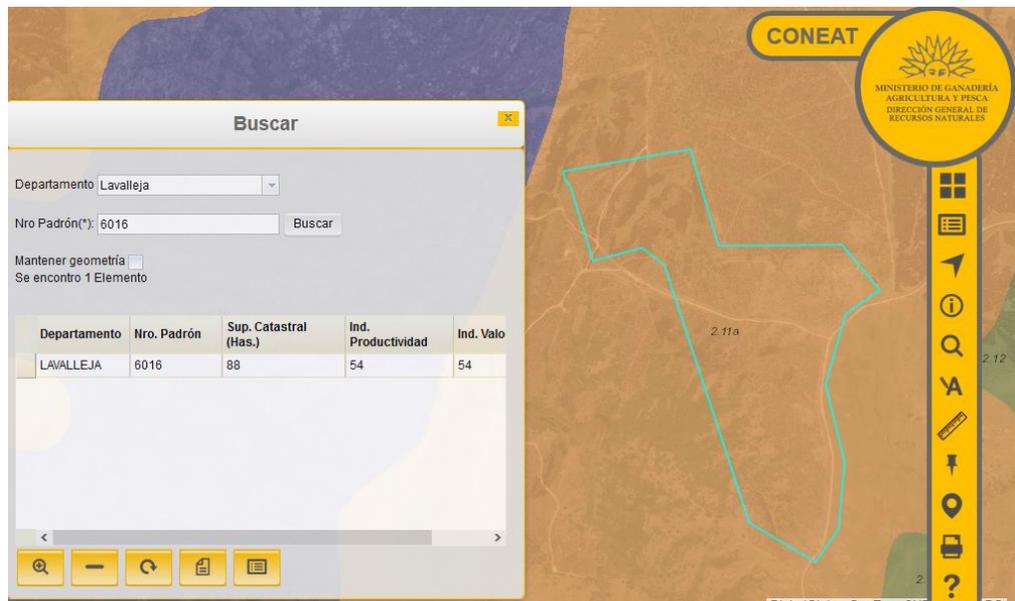
Figura No. 5. Entrada al establecimiento



### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

El ensayo se realizó en el predio con número de padrón 6016 de 88 has de superficie con un grupo de suelos CONEAT 2.11a (ver figura No. 6).

Figura No. 6. Suelos según grupo CONEAT



El grupo de suelos CONEAT 2.11a se caracteriza por sierras rocosas con paisaje ondulado fuerte y pendientes entre 5 y 20%. Los materiales geológicos están constituidos básicamente por rocas ígneas, metamórficas y algunas efusivas ácidas, la rocosidad puede alcanzar niveles de hasta el 10%.

Figura No. 7. Unidades de suelo

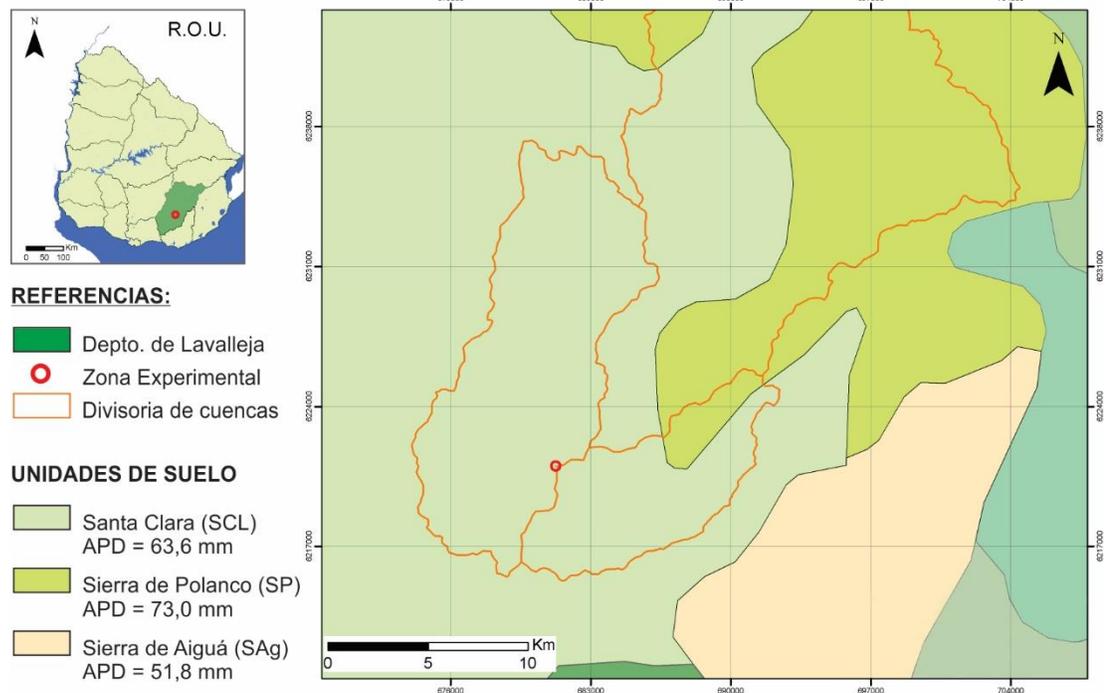
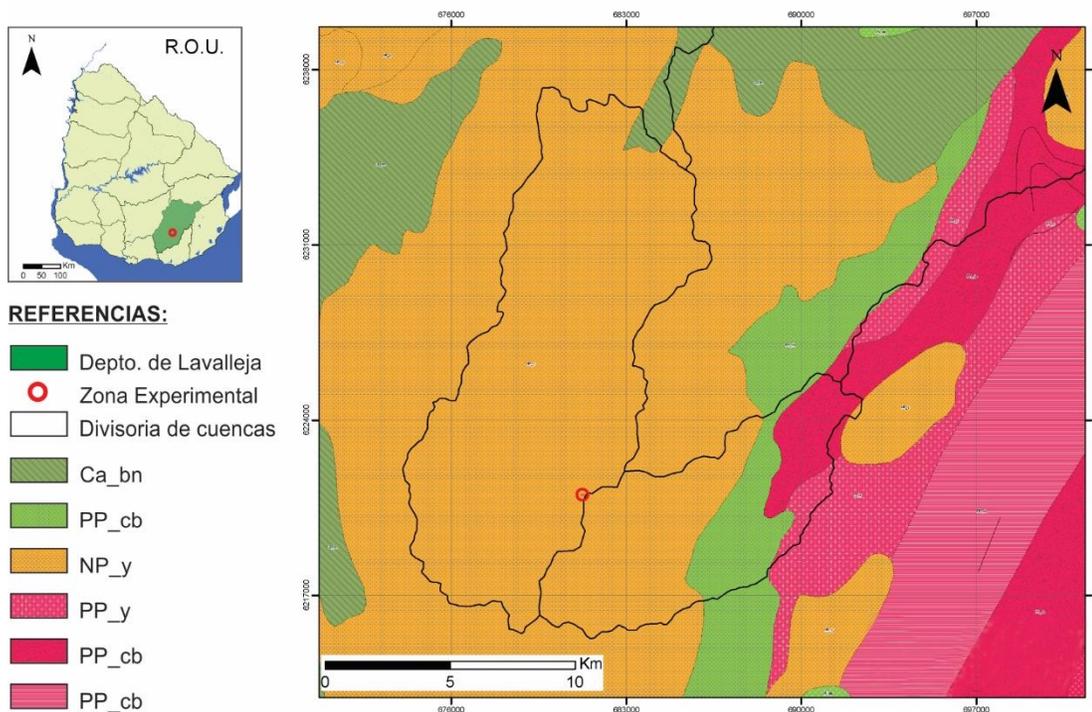


Figura No. 8. Unidad geológica en zona del ensayo.



El ensayo se encuentra sobre unidad de suelos Santa Clara, su índice de productividad 54 (ver figura No. 7). Y sobre terreno Nico Pérez (ver figura No. 8).

Se comenzó el día 24 de marzo de 2015 sobre una plantación de 7 meses de edad (plantación realizada el 1-9-2014) y finalizó el 15 de febrero del 2016.

Cuadro No. 8. Análisis químico del suelo del ensayo

pH	MO	P	Ca	Mg	K	Na
(en agua)	%	ppm	meq/100g			
4,57	2.7	8	2,7	0,75	0,35	0,05

Fuente: Moreno y Perdomo (2016).

### 3.3 DATOS DE LA PLANTACIÓN

Se llevó a cabo una re plantación con limpieza manual de residuos. El laboreo primario fue un subsolado a 50 cm, con dos pasadas de excéntrica y el laboreo secundario con una disquera afinadora. El marco de plantación fue de 5,2 m entre filas y una distancia entre plantas de 1,8 m obteniéndose una densidad inicial de 1075 árboles/ha. Se utilizaron plantines provenientes de semilla de *E. globulus*, a su vez se aplicaron 100g/planta de fertilizante 12-52-52-0, nombre comercial fosfato mono-amónico. El control de malezas se realizó mediante aplicado herbicida (nombre comercial Roundup plus ®) en el total del área y pre emergente (nombre comercial ForDor®) previo a la plantación. A posteriori se aplicó un segundo pre emergente 50 días pos plantación y glifosato en entrefila.

### 3.4 DISEÑO DEL EXPERIMENTO Y TRATAMIENTOS

El experimento se hizo de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar (DBCA), con el objetivo de minimizar el error experimental proveniente de fuentes de variación del ambiente.

En un área homogénea del monte se delimitaron tres bloques. Cada bloque fue subdividido en 10 parcelas, cada parcela cuenta con una fila de diez árboles vivos cada una. En este caso la unidad experimental es la parcela, este trabajo se realizó el 24 de marzo de 2015.

En dichas parcelas se distribuyeron aleatoriamente cinco tratamientos (testigo sin tratar, Fertiactil® GZ, Wuxal ascofol®, Biorend®, Penergetic P ®).

Figura No. 9. Diseño del experimento

Bloque 1	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
	Tratamiento 5	Tratamiento 4	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1
	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8	Parcela 9	Parcela 10
	Tratamiento 5	Tratamiento 4	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1
Bloque 2	Parcela 11	Parcela 12	Parcela 13	Parcela 14	Parcela 15
	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 5	Tratamiento 4
	Parcela 16	Parcela 17	Parcela 18	Parcela 19	Parcela 20
	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 5	Tratamiento 4
Bloque 3	Parcela 21	Parcela 22	Parcela 23	Parcela 24	Parcela 25
	Tratamiento 4	Tratamiento 2	Tratamiento 5	Tratamiento 1	Tratamiento 3
	Parcela 26	Parcela 27	Parcela 28	Parcela 29	Parcela 30
	Tratamiento 4	Tratamiento 2	Tratamiento 5	Tratamiento 1	Tratamiento 3
Tratamiento 1	Testigo	Parcela = Fila 10 árboles vivos			
Tratamiento 2	GZ	Los tratamientos se realizaron en forma foliar, a razón de 150ml de caldo por planta, preparado diluyendo al 2% el producto comercial (200ml cada 10 l de agua),			
Tratamiento 3	Wuxal				
Tratamiento 4	Biorend				
Tratamiento 5	Penergetic P				

Los productos fueron aplicados en forma foliar, la dosis empleada fue de 150 ml de caldo por árbol, para aplicar los productos se utilizó una mochila. Los productos comerciales se diluyeron al 2%; por cada 10 litro de agua se agregó 200 ml de producto comercial.

A cada tratamiento se le realizaron 2 aplicaciones excepto al testigo, dichas aplicaciones se realizaron el 30/5/15 y 5/10/2015.

### 3.5 EVALUACIONES REALIZADAS

El experimento constó de cinco tratamientos con seis repeticiones por tratamiento, distribuido en tres bloques (2 repeticiones por bloque). Fueron evaluados un total de 300 árboles en todo el ensayo. Las evaluaciones fueron repetidas en el tiempo, por lo que cada árbol fue medido en tres fechas 30/5/15; 5/10/2015 y 15/02/2016.

### 3.5.1 Medidas dasométricas

Las variables dasométricas que se evaluaron fueron diámetro a la base en centímetros y altura total en metros. Se obtuvieron tres mediciones. Los instrumentos utilizados fueron una pértiga telescópica para medir altura y un calibre para medir diámetro a la base. En los casos en los que la base del árbol difería de una forma cilíndrica se realizaron dos mediciones de diámetro, una del diámetro mayor y otra del diámetro menor y se utilizó el promedio.

### 3.5.2 Evaluaciones sanitarias

Se evaluó la presencia de la enfermedad MLD. Se determinó la presencia o ausencia de la enfermedad mediante la visualización de síntomas. Además, se evalúa supervivencia o mortandad de individuos como indicador sanitario.

### 3.5.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se realizó un análisis de la varianza, para un diseño en bloques completos al azar, con sus distintas fuentes de variación. Para ello se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2016. Para las variables cuantitativas se realizó la comparación de medias mediante test de Tukey, contraste entre los tratamientos, se calculó coeficiente de variación y media de las variables en estudio. Para la variable cualitativa de mortandad de plantas se realizó un análisis chi cuadrado ( $\alpha=0,05$ ).

Respecto a las variables cuantitativas de altura y diámetro se plantearon las siguientes hipótesis:

$$H_0 = t_i$$

Todos los tratamientos producen el mismo efecto en la altura de las plantas.

$$H_a \neq t_i$$

Al menos uno de los tratamientos causa efecto en la altura de las plantas.

$$H_0 = t_i$$

Todos los tratamientos producen el mismo efecto en el diámetro al cuello de las plantas.

$$H_a \neq t_i$$

Al menos uno de los tratamientos causa efecto en el diámetro al cuello de la planta.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$\mu$ : media general

$\tau_i$ : efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$ : efecto del j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  error experimental en la unidad j del tratamiento i

Respecto a la variable cualitativa de mortandad de plantas se plantearon las siguientes hipótesis:

$$H_o = t_i$$

Todos los tratamientos producen igual efecto sobre la mortandad de plantas.

$$H_a \neq t_i$$

Al menos uno de los tratamientos causa efecto diferencial en la mortandad de plantas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EVALUACIONES DASOMÉTRICAS

Cuadro No. 9. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la primera fecha de medición

Tratamientos	Diámetro a la base	altura
Testigo	3.71 A	2.50 A
Fertiactil® GZ	3.59 A	2.38 AB
Wuxal ascofol®	3.54 A	2.60 A
Biorend®	3.28 A	2.16 B
Penergetic P ®	3.50 A	2.13 B
CV %	12.63	10.51
Media general	3.52	2.35
p-valor	0.57	0.01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

De los análisis estadísticos realizados para la primera fecha de evaluación, el análisis de la varianza reveló diferencias significativas entre tratamientos para la variable altura, por lo que el ensayo fue establecido sobre un material experimental heterogéneo. Estas diferencias se atribuyen a variación genéticas, posiblemente a diferentes semillas u orígenes. Para la variable diámetro no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro No. 10. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la segunda fecha de medición

Tratamientos	Diámetro a la base	altura
Testigo	4.92 A	3.47 A
Fertiactil® GZ	4.64 A	3.29 A
Wuxal ascofol®	4.59 A	3.44 A
Biorend®	4.35 A	3.11 A
Penergetic P ®	4.71 A	3.22 A
CV %	10.17	8.64
Media general	4.64	3.3
p-valor	0.35	0.17

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

De los análisis estadísticos realizados para la segunda fecha de evaluación, no se observan diferencias significativas entre tratamientos para

ambas variables en estudio. Se observó un efecto en el incremento de la altura para los tratamientos 4 y 5 (Biorend® y Penergetic P®), dado que se parten de diferentes alturas en la primera medición, con una segunda medición sin diferencias significativas.

Cuadro No. 11. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la tercera fecha de medición

Tratamientos	Diámetro a la base	Altura
Testigo	6.67 A	5.40 A
Fertiactil® GZ	6.21 A	4.87 A
Wuxal ascofol®	6.18 A	5.21 A
Biorend®	5.90 A	4.99 A
Penergetic P ®	6.03 A	4.89 A
Contraste testigo vs bioestimulantes	DNS	DNS
CV %	8.52	9.84
Media general	6.19	5.07
p-valor	0.15	0.33

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). DNS diferencia no significativa.

La altura y diámetro a la base no mostraron diferencias significativas entre tratamientos para la segunda y tercera fechas evaluadas. No se observan efectos relativos de alguno de los tratamientos sobre el resto cuando se analizan las medias por test de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

En el contraste entre tratamiento se comparó el tratamiento testigo con los cuatro bioestimulantes. Dicho contraste no muestra diferencias significativas.

#### 4.2 EVALUACIONES SANITARIAS

Para evaluar el estado sanitario se determinó presencia o ausencia de la enfermedad, mediante observaciones visuales. Durante el periodo que se estableció el ensayo se dieron condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad en los primeros meses (temperaturas entre 15 y 20°C y clima húmedo) luego en los meses invernales de 2015 se dio un déficit hídrico y bajas temperaturas, lo que acompañado del cambio de follaje provocó una disminución de la severidad de la enfermedad.

En la primera medición se observó una infección en la totalidad de los árboles, una incidencia del 100% en el ensayo, esto se mantuvo sin variación en la segunda evaluación (ver figura No. 10).

Figura No. 10. Árbol con ataque de *Mycosphaerella* (MLD)



En la tercera medición la incidencia de la enfermedad seguía siendo del 100 %, lo que se notó fue una reducción de la severidad, explicado por el cambio de hoja juvenil a adulta, para todos los tratamientos, sin diferencias apreciables entre ellos.

Figura No. 11. Árboles en tercera medición con follaje adulto



En la evaluación de supervivencia o mortandad de plantas, se realizó la prueba de chi cuadrado, el mismo no demostró diferencias significativas. Por lo cual no se diferencia el efecto de los tratamientos en la mortandad de plantas no rechazando la hipótesis nula con un  $\alpha=0,05$ .

## 5. CONCLUSIONES

El uso de bioestimulantes aplicados de forma foliar no resultó en mejoras significativas en crecimiento; expresado mediante las variables diámetro y altura para el total del período evaluado.

Aunque para este ensayo, que se realizó sobre una población heterogénea para la variable altura, se obtuvo en la segunda medición (con la primera aplicación de bioestimulante), una población homogénea sin diferencias significativas para dicha variable. Siendo los tratamientos 4 y 5 (Biorend® y Penergetic P®) los que obtuvieron el mayor incremento en la altura igualando la población. Pequeñas diferencias de altura en esta etapa de crecimiento con una tasa de crecimiento creciente son de gran impacto en el volumen final.

Si bien se observó presencia de la enfermedad complejo MLD en todos los individuos, el material genético utilizado fue el adecuado para sobrellevar el ataque de la enfermedad bajo las condiciones ambientales de ese año. Esto se observa dado el cambio foliar de hoja juvenil a hoja adulto, dicho cambio esta predeterminado en gran medida por factores genéticos, mientras que el desarrollo de la enfermedad está muy influenciado por condiciones ambientales favorables, en el invierno-primavera 2015 fue de baja humedad y bajas temperaturas; no favoreciendo el desarrollo de la enfermedad.

La pérdida de área foliar provocada por plagas y enfermedades afecta el crecimiento de los árboles y en determinadas circunstancias provoca mortalidad. En el ensayo no se observaron diferencias en la mortandad de plantas para los diferentes tratamientos.

Contemplando la gran calidad y rendimiento pulpable de *E. globulus* y su gran susceptibilidad a enfermedades foliares como el complejo MLD, es necesario implementar un programa de mejoramiento genético en el cual se pueda conservar la calidad pulpable y mejorar la resistencia a enfermedades, que por ende permitan un mejor crecimiento del *E. globulus* con un mejor comportamiento sanitario. Las cualidades deseables serían genotipos con rápido cambio foliar o cruzamientos con especies resistentes o tolerantes como *E. nitens* o *E. maidenii*.

Para futuros ensayos de bioestimulantes se recomienda usar un periodo de tiempo mayor e incluso hacer una evaluación de crecimiento del área radicular, evaluar en otras fechas (años sucesivos o antes de cosechar) diámetro y altura, dado que podría ayudar a cuantificar de formas más precisas los posibles efectos y su relación costo/beneficio.

## 6. RESUMEN

La especie *Eucalyptus globulus* se introdujo en el Uruguay en 1853, recién desde comienzos de la década de 1990 se registraron importantes plantaciones con fines comerciales en todo el país. La mala adaptación a la mayoría de los sitios (excepto al sureste del país), e introducciones masivas de distintos materiales genéticos influyeron en la aparición de problemas sanitarios para esta especie. Siendo las enfermedades de manchas foliares las que han ocasionado mayores daños, destacamos las manchas por *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria* (MLD por sus siglas en inglés) que causan daños muy severos (incluso la muerte del árbol) a nivel foliar atacando principalmente hojas jóvenes. Por ende, esta enfermedad ocasiona severas disminuciones de la productividad de las plantaciones. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto en el crecimiento de *Eucalyptus globulus ssp. globulus*, para variables diámetros y altura; y supervivencia mediante la aplicación de distintos bioestimulantes (Wuxal ascofol, Biorend, Penergetic P, Fertiactil GZ) en una plantación con fin comercial en el departamento de Lavalleja (coordenadas S34 08 10.24 O55 02 00.36). En un diseño en bloque completos al azar, donde se limitaron tres bloques, siendo cada bloque subdividido en 10 parcelas contando cada una con 10 árboles vivos; distribuyéndose aleatoriamente cinco tratamientos (testigo sin tratar, Fertiactil GZ, Wuxal ascofol, Biorend, Penergetic P). Los tratamientos se realizaron en forma foliar, a razón de 150 ml. de caldo por planta, siendo preparado diluyendo al 2% el producto comercial (200 ml. cada 10 l. de agua), a cada tratamiento se le realizaron dos aplicaciones desfasadas en el tiempo (cada cinco meses). Para el análisis estadístico de las variables se realizaron análisis de varianza, test de tukey, chi cuadrado y contraste (testigo vs. bioestimulantes) usando el programa estadístico InfoStat 2017. El uso de bioestimulantes no tuvo efectos significativos sobre las variables diámetro y altura para *Eucalyptus globulus ssp. globulus*; y a su vez no se encontraron diferencias en supervivencia para las plantas en el período evaluado. Por lo que se recomienda en futuros ensayos de bioestimulantes usar un periodo de tiempo mayor e incluso hacer una evaluación de crecimiento del área radicular, evaluar en otras fechas (años sucesivos o antes de cosechar) diámetro y altura, dado que podría ayudar a cuantificar de formas más precisas los posibles efectos y su relación costo/beneficio.

Palabras clave: *Mycosphaerella*; *Teratosphaeria*; Bioestimulantes; *Eucalyptus globulus ssp. globulus*.

## 7. SUMMARY

The species *Eucalyptus globulus* was introduced in Uruguay in 1853, since the beginning of the 1990s there were important plantations for commercial purposes throughout the country. Poor adaptation to most sites (except in the southeast), and massive introductions of different genetic materials influenced the emergence of health problems for this species. Since leaf spot diseases have caused the greatest damage, one of the most important disease is *Mycosphaerella* and *Teratosphaeria* (MLD) spots that cause very severe damages (including tree death) at the leaf level, attacking mainly young leaves. As a result, this disease causes severe decreases in the productivity of plantations. The objective of this work was to evaluate the effect on the growth of *Eucalyptus globulus ssp. globulus*, for diameters and height variables; and survival by the application of different biostimulants (Wuxal ascofol, Biorend, PENERGETIC P, Fertiactil GZ) in a plantation with commercial purpose in the department of Lavalleja (coordinates S34 08 10.24 O55 02 00.36). In a random complete block design, three blocks were limited, each block being subdivided into 10 plots counting each with 10 live trees; five treatments were randomly distributed (untreated testis, GTI fertiactil, Wuxal ascofol, Biorend, PENERGETIC P). The treatments were applied by foliar spraying, at a rate of 150 ml. of broth per plant, being prepared by diluting the commercial product (200 ml. per 10 l. of water) to 2%, each treatment was performed two time-lagged applications (every five months). For the statistical analysis of the variables, analysis of variance, tukey, chi square and contrast tests (control vs. biostimulants) were performed using the statistical program InfoStat 2017. The use of biostimulants had no significant effects on the diameter and height variables for *Eucalyptus globulus ssp. globulus*; and no survival differences were found for the plants in the period evaluated. It is recommended that in future bioestimulant trials use a longer period of time and even make an evaluation of growth of the root area, evaluate (successive years or before harvesting) dasometric variables (diameter and height), since it could help to quantify more precise forms the possible effects and their cost / benefit relation.

Keywords: *Mycosphaerella*; *Teratosphaeria*; Biostimulants; *Eucalyptus globulus ssp. globulus*.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. N. 2017. Fitopatología. 2a. ed. México, Limusa. 838 p.
2. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2a. ed. Madrid, Mc Graw-Hill. 651 p.
3. Barboza, F. 2013. Efecto de la fertilización y aplicación de bioestimulantes en el desarrollo inicial en plantaciones de *Eucalyptus globulus* sobre suelos de Lavalleja y Rocha. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 48 p.
4. Balmelli, G. 2011. Impacto de *Mycosphaerella* en Uruguay y variabilidad genética para resistencia de la enfermedad en *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus maidenii*. Tesis de Doctorado. Valladolid, España. Universidad de Valladolid. 137 p.
5. \_\_\_\_\_; Simeto, S.; Torres, D.; Castillo, A. ; Altier, N.; Núñez, P.; Rodríguez, F.; González, W.; Pérez, G.; Diez, J. J. 2014a. Impacto productivo de *Teratosphaeria nubilosa* en *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* y *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*. In: Jornada Técnica de Protección Forestal (7<sup>a</sup>, 2014, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. p. 1-21.
6. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; Diez, J. J. 2014b. Susceptibility to *Teratosphaeria nubilosa* and precocity of vegetative phase change in *Eucalyptus globulus* and *E. maidenii* (Myrtaceae). Australian Journal of Botany 61: 583–591.
7. Bóffano, A.; Mosqueira, M. 2012. Evaluación de la respuesta de cinco diferentes híbridos de *Eucalyptus grandis*, con *Trichoderma harzianum* y quitosano en vivero y plantación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
8. Brussa, C. A. 1994. Eucalyptus; especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templados. Montevideo, Hemisferio Sur. 314 p.
9. Castillo J. 2015. Entrevista departamento I+D+i, Lida Plant Research. (en línea). Barcelona, Grupo Nova Ágora. s.p. Consultado ago. 2017.

Disponible en

<https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/131571-Entrevista-Jose-Ignacio-Castillo-director-del-Departamento-I-D-Lida-Plant-Research.html>

10. Cueto, G. 2005. Estudio de las relaciones sitio-especie para *Eucalyptus globulus* ssp. *Globulus* en paraje Arteaga, Departamento de Florida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 106 p.
11. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2016. InfoStat versión 2016. (en línea). Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba. FCA. Grupo InfoStat. s.p. Consultado set. 2017. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
12. Grupo Roullier. s.f. Fertiactyl GZ. (en línea). Santiago de Chile. s.p. Consultado ago. 2017. Disponible en <http://www.roullierlatino.com/upload/Fertiactyl%20GZ.pdf>
13. Hirigoyen, A. 2011. Evaluación causada por mancha foliar (*Teratosphaeria Nubilosa*) en *Eucalyptus Globulus* ssp. *globulus*, bajo dos tratamientos de fertilización. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 61 p.
14. INIA. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Agroclima y Sistemas de Información, UY). 2017. Banco de datos agroclimáticos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ago. 2017. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
15. Jacobs, R. 1981. El Eucalyptus en la repoblación forestal. (en línea). Roma, FAO. pp. 1 - 50. Consultado ago. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/AC459S/AC459S12.htm#ch9.1.3>
16. LATU. DPF (Laboratorio Tecnológico del Uruguay. Departamento de Proyecto Forestal, UY). 2008. Utilización de *Eucalyptus spp.* alternativas de plantaciones uruguayas para pulpa Kraft. Montevideo. pp. 30-34.
17. MGAP. DGF (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General Forestal, UY). 2012. Recurso forestal. (en línea).

Montevideo. 15 p. Consultado jul. 2017. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/areacartografia2012.pdf>

18. \_\_\_\_\_. DGRNR (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, UY). s.f. CONEAT. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ago. 2017. Disponible en <http://web.renare.gub.uy/js/visores/coneat/>
19. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2006. Actualización de la carta forestal de Uruguay. (en línea). Montevideo. 15 p. Consultado ago. 2017. Disponible en [http://web.renare.gub.uy/media/cobertura/informes/CARTA FORESTAL2004.pdf](http://web.renare.gub.uy/media/cobertura/informes/CARTA_FORESTAL2004.pdf)
20. \_\_\_\_\_. OPYPA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Políticas Agropecuarias, UY). Anuario OPYPA 2016. (en línea). Montevideo. 582 p. Consultado ago. 2017. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-opypa/2016>
21. Moreno, B.; Perdomo, C. 2016. Evaluación del efecto de la aplicación de bioestimulantes y fertilizantes en el crecimiento, nutrición y sanidad de *Eucalyptus globulus* spp. *globulus* en la zona de Cerro Pelado, Lavalleja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 48 p.
22. Olivera, V.; Rodríguez, D. 2014. Evaluación de crecimiento, sanidad y resistencia a heladas de tres híbridos de *Eucalyptus grandis* con aplicación de bioestimulantes, *Trichoderma harzianum* (Trichosoil®) y Quitosano (Biorend®) en plantación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 126 p.
23. PENERGETIC P. 2014. PENERGETIC solutions. (en línea). s.l. s.p. Consultado set. 2017. Disponible en <http://penergeticsolutions.com/products/penergetic-p/>
24. PL (Poder Legislativo, UY). 1987. Ley No. 15.939. Montevideo, Uruguay. 15 p.

25. Romero, G. 2004. Enfermedades forestales en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 48 p.
26. Smith, A. 2006. The development of strategies for the management and research of foliar pathogens on Eucalypt plantations; using *Mycosphaerella* as a case of study. (en línea). Tasmania, UTAS. s.p. Consultado set. 2017. Disponible en <http://eprints.utas.edu.au/378/>
27. Sorrentino, A. 2008. Manual teórico – práctico; técnicas e instrumentos de medición forestal. Montevideo, Facultad de Agronomía. 312 p.
28. Tisdale, S.; Nelson, W. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner y Somon. 700 p.
29. UdelaR. Fcien (Universidad de la República. Facultad de Ciencias, UY). 2017. El clima y sus variables. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ago. 2017. Disponible en <http://meteorologia.fcien.edu.uy/Curuguay.html>

## 9. ANEXOS

Primera evaluación dasométrica (30-05-2015). Bloque I.

Parcela 1/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3	1,63
2	5,2	2,65
3	4,6	2,6
4	4,4	2,5
5	2,7	1,26
6	3,2	2,3
7	3,7	2
8	3,7	2,4
9	4,2	2,6
10	4,5	2,4
Media	3,92	2,234
Total	39,2	22,34

Parcela 2/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,5	2,3
2	3,6	2,2
3	3,4	2,45
4	3	2,12
5	2,1	1,65
6	3,5	2,45
7	3,9	2,5
8	4	2,1
9	3,5	2,4
10	2,1	1
Media	3,26	2,117
Total	32,6	21,17

Parcela 3/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,9	2,55
2	2,7	1,9
3	2,2	1,6
4	4,3	2,6
5	3,6	2,45
6	3,4	2,2
7	4,4	2,8
8	3,7	2,75
9	4,5	3,1
10	2,9	2,2
Media	3,66	2,415
Total	36,6	24,15

Parcela 4/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,6	2,8
2	5,3	3
3	3,7	2,4
4	4,7	2,8
5	5,2	2,9
6	4,4	2,95
7	3,7	2,2
8	3,7	2,5
9	3,8	2,65
10	5,1	2,95
Media	4,42	2,715
Total	44,2	27,15

Parcela 5/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,3	2,7
2	3,7	2,5
3	4	2,6
4	3,5	2,25
5	5,1	2,85
6	4,4	2,65
7	3,4	2,6
8	5,6	3
9	5,2	3,25
10	4	2,85
Media	4,32	2,725
Total	43,2	27,25

Parcela 6/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,2	1,85
2	4,9	2,75
3	3,7	2,5
4	2,2	1,7
5	3	2,1
6	2,7	1,9
7	3	2
8	4,2	2,55
9	2,1	1,35
10	2,7	1,9
Media	3,17	2,06
Total	31,7	20,6

Parcela 7/trat.4		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,9	2,4
2	1,4	1,2
3	3,1	2,2
4	2,2	1,45
5	5,6	3,35
6	1,5	1,25
7	1,3	1,35
8	2,4	1,7
9	2,7	2,2
10	3,7	3,8
Media	2,78	2,09
Total	27,8	20,9

Parcela 8/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,9	2,7
2	4,3	3,1
3	3,8	2,7
4	3,1	2,05
5	3,2	2,1
6	2,8	2,15
7	4,1	2,5
8	4	2,6
9	2,9	2,4
10	3,6	2,35
Media	3,57	2,465
Total	35,7	24,65

Parcela 9/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,7	3
2	1,6	11,5
3	3,1	2,35
4	2,9	2,05
5	4	2,6
6	2,5	1,2
7	3,7	2,9
8	2,8	2,05
9	4	3
10	4,1	2,6
Media	3,34	3,325
Total	33,4	33,25

Parcela 10/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3	2,15
2	4,2	2,65
3	4,5	2,9
4	2,1	1,8
5	3,1	2
6	5,1	3,1
7	4,3	2,85
8	2,8	1,7
9	4	2,6
10	5,9	3,2
Media	3,9	2,495
Total	39	24,95

Bloque II.

Parcela 1/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,6	2,8
2	3,8	2,65
3	3,4	2,3
4	1,9	1,35
5	4,8	2,95
6	2,1	1,65
7	3,4	2,6
8	2,4	2,05
9	3,2	2,6
10	2,9	2
Media	3,15	2,295
Total	31,5	22,95

Parcela 2/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,1	2,35
2	2,9	2,2
3	3,9	2,65
4	0,9	1
5	3,6	2,6
6	4	2,8
7	3,2	2,5
8	4,1	2,8
9	2,3	1,85
10	2,4	2,05
Media	3,04	2,28
Total	30,4	22,8

Parcela 3/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,1	2,55
2	1,5	1,25
3	2,3	1,95
4	2,7	2,2
5	3,4	2,55
6	2,2	1,9
7	3,9	2,5
8	4,4	2,9
9	3,5	2,4
10	1,3	1,25
Media	2,93	2,145
Total	29,3	21,45

Parcela 4/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	2,9	2,5
2	5	3,25
3	4,5	3,1
4	8	0,7
5	1,1	0,95
6	3,1	2,6
7	2,4	2,05
8	2,9	1,9
9	2	1,6
10	3	2,1
Media	3,49	2,075
Total	34,9	20,75

Parcela 5/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	1,9	1,5
2	3,1	2
3	4,6	2,8
4	3,4	2,4
5	4,1	2,5
6	4,3	2,7
7	2,9	2
8	4,2	2,45
9	1,4	1,25
10	3,8	2,15
Media	3,37	2,175
Total	33,7	21,75

Parcela 6/trat.2		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,4	2,3
2	3,4	2,35
3	4,1	2,8
4	3,7	2,65
5	1,9	1,8
6	2,1	1,8
7	4,2	3
8	2,5	2,1
9	3,5	3,55
10	5,7	4,2
Media	3,45	2,655
Total	34,5	26,55

Parcela 7/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,9	2,6
2	3,2	2,4
3	3,3	2,4
4	3,8	2,85
5	3,5	2,7
6	3	2,1
7	4	2,55
8	2,6	2
9	3,8	2,8
10	3,6	2,5
Media	3,47	2,49
Total	34,7	24,9

Parcela 8/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,5	3,2
2	4,2	3
3	4,5	2,95
4	3,5	2,65
5	4,1	2,9
6	2,9	2,4
7	3,8	2,8
8	2,6	2,2
9	3,5	2,2
10	4,3	2,95
Media	3,79	2,725
Total	37,9	27,25

Parcela 9/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	8	0,8
2	1,9	1,15
3	2,7	1,95
4	3	2,4
5	2,6	2,1
6	1,9	1,65
7	3,6	2,4
8	3,4	2,5
9	2	1,7
10	1,1	1,05
Media	3,02	1,77
Total	30,2	17,7

Parcela 10/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,1	2,25
2	3,5	2,2
3	2,8	1,9
4	2,2	1,75
5	10	0,85
6	5,1	2,2
7	3,2	2,15
8	4	2,6
9	3,6	2,2
10	3,4	2,1
Media	4,09	2,02
Total	40,9	20,2

Bloque II.

Parcela 1/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	2,1	2
2	3,9	2,7
3	2,9	2,3
4	1,5	1,35
5	4,1	2,6
6	3,7	2,7
7	3,2	2,5
8	3,3	2,55
9	1,5	1,3
10	1,5	1,1
Media	2,77	2,11
Total	27,7	21,1

Parcela 2/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3	2,05
2	3,1	2,2
3	3,3	2,1
4	2,5	1,7
5	5,1	2,7
6	4,5	2,8
7	7	0,85
8	4,4	2,95
9	4,8	2,9
10	5,3	2,95
Media	4,3	2,32
Total	43	23,2

Parcela 3/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	2,2	1,55
2	4,9	2,6
3	3,8	2,1
4	3,6	2,7
5	4,2	2,7
6	4	2,75
7	4,9	2,85
8	3,3	2,3
9	4,3	2,9
10	2,6	2,1
Media	3,78	2,455
Total	37,8	24,55

Parcela 4/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6	2,95
2	3,8	2,8
3	2,4	1,8
4	4,3	2,8
5	2,8	2,3
6	4,6	2,8
7	4,2	3
8	1,9	1,5
9	3,1	2,15
10	2,6	2
Media	3,57	2,41
Total	35,7	24,1

Parcela 5/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	2,9	2,15
2	1,5	1,35
3	2,9	1,9
4	3,1	2,7
5	3,6	2,75
6	3,9	2,7
7	3,2	2,4
8	2,2	1,8
9	2,7	2,2
10	5,1	2,75
Media	3,11	2,27
Total	31,1	22,7

Parcela 6/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,5	2,8
2	4	2,7
3	3,9	2,8
4	4,2	2,75
5	3,7	2,7
6	3,6	2,65
7	3,1	2,5
8	1,8	1,35
9	3,5	2,6
10	1,9	1,7
Media	3,42	2,455
Total	34,2	24,55

Parcela 7/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,2	2,2
2	1,8	1,55
3	4,6	2,75
4	3,2	2,4
5	5,1	2,8
6	2,2	1,7
7	3,7	2
8	1,7	1,3
9	5,3	2,7
10	3,2	2
Media	3,4	2,14
Total	34	21,4

Parcela 8/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,9	2,2
2	4,6	2,4
3	4,4	2,75
4	4,2	2,7
5	4,4	2,9
6	1,7	0,7
7	2,8	1,4
8	4,5	2,8
9	1,5	1,2
10	4,1	2,7
Media	3,61	2,175
Total	36,1	21,75

Parcela 9/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	2,5	2
2	3,1	1,9
3	4,1	2,5
4	4	2,4
5	4,7	2,9
6	4,9	3,1
7	3,9	2,7
8	3,6	2,6
9	2,7	2
10	4	2,75

Media                    3,75                    2,485  
Total                    37,5                    24,85

Parcela 10/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,5	2,85
2	2,9	2,1
3	4	2,8
4	3,6	2,65
5	3	2,25
6	1,4	1,35
7	5	2,95
8	4	2,6
9	5,1	2,55
10	5	3

Media                    3,85                    2,51  
Total                    38,5                    25,1

Resumen primera medición.

Trat.	Diám. med.	Diám. total	Alt. med.	Alt. total
Trat.1	4,32	43,2	2,725	27,25
Trat.1	3,9	39	2,495	24,95
Trat.1	2,93	29,3	2,145	21,45
Trat.1	3,79	37,9	2,725	27,25
Trat.1	3,57	35,7	2,41	24,1
Trat.1	3,75	37,5	2,485	24,85
Trat.2	3,66	36,6	2,415	24,15
Trat.2	3,57	35,7	2,465	24,65
Trat.2	3,15	31,5	2,295	22,95
Trat.2	3,45	34,5	2,655	26,55
Trat.2	4,3	43	2,32	23,2
Trat.2	3,4	34	2,14	21,4
Trat.3	4,42	44,2	2,715	27,15
Trat.3	3,34	33,4	3,325	33,25
Trat.3	3,04	30,4	2,28	22,8
Trat.3	3,47	34,7	2,49	24,9
Trat.3	3,11	31,1	2,27	22,7

Trat.3	3,85	38,5	2,51	25,1
Trat.4	3,26	32,6	2,117	21,17
Trat.4	2,78	27,8	2,09	20,9
Trat.4	3,37	33,7	2,175	21,75
Trat.4	4,09	40,9	2,02	20,2
Trat.4	2,77	27,7	2,11	21,1
Trat.4	3,42	34,2	2,455	24,55
Trat.5	3,92	39,2	2,234	22,34
Trat.5	3,17	31,7	2,06	20,6
Trat.5	3,49	34,9	2,075	20,75
Trat.5	3,02	30,2	1,77	17,7
Trat.5	3,78	37,8	2,455	24,55
Trat.5	3,61	36,1	2,175	21,75

Segunda evaluación dasométrica (05-10-2015).

Bloque I.

Parcela 1/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,3	2,5
2	6,4	3,98
3	5,9	3,9
4	5,5	3,85
5	3,9	1,92
6	4,1	3,55
7	5	3,42
8	5,4	3,83
9	5,9	3,72
10	5,9	3,81

Media 5,23 3,448  
Total 52,3 34,48

Parcela 2/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,8	3,6
2	5,3	3,63
3	4,8	3,52
4	5	2,75
5	3,4	2,52
6	5	3,72
7	5,3	3,8
8	4,5	3,5
9	4,8	3,62
10	3	2,45

Media 4,59 3,311  
Total 45,9 33,11

Parcela 3/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,4	4,3
2	3,8	2,47
3	m	M
4	5,6	3,95
5	4,4	3,41
6	5,4	3,05
7	5,1	4,22
8	5,1	3,9
9	5,5	4,6
10	3,6	3,25
Media	4,988889	3,683333
Total	44,9	33,15

Parcela 4/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6	4
2	6,8	4,15
3	4,4	3,5
4	6,3	4,18
5	6,2	4,3
6	6,5	4,45
7	4,5	3,65
8	4,7	3,8
9	4,1	3,7
10	7,1	4,55
Media	5,66	4,028
Total	56,6	40,28

Parcela 5/trat.1		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,8	4,3
2	4,9	3,7
3	5,1	3,9
4	4	3,05
5	6,5	4,5
6	5,9	4,05
7	4,4	3,6
8	6,7	4,2
9	6,3	4,42
10	4,8	3,8
Media	5,44	3,952
Total	54,4	39,52

Parcela 6/trat.5		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,5	2,75
2	6,4	3,7
3	5,8	3,75
4	3,3	2,45
5	4	3
6	3,9	2,9
7	4	3,2
8	6,3	4
9	3,4	1,9
10	4,3	2,4
Media	4,49	3,005
Total	44,9	30,05

Parcela 7/trat.4		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,4	3,8
2	1,8	1,3
3	4,1	3
4	2,4	1,85
5	8	4,6
6	m	M
7	3,1	2
8	3,3	2,1
9	4	3,1
10	5,4	3,75
Media	4,166667	2,833333
Total	37,5	25,5

Parcela 8/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,8	3,9
2	5,3	4,05
3	4,9	3,8
4	4,2	3
5	4,5	2,8
6	4	3,1
7	5,8	3,5
8	4,7	3,4
9	4,5	3,65
10	5	3,5
Media	4,77	3,47
Total	47,7	34,7

Parcela 9/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,4	4
2	4,3	2,8
3	m	M
4	3,2	2,85
5	4,6	3,55
6	2,5	1,7
7	5	3,9
8	3,3	3
9	4,9	3,7
10	5,6	3
Media	4,422222	3,166667
Total	39,8	28,5

Parcela 10/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,7	3
2	5,8	3,8
3	6,1	4
4	4,4	2,2
5	5,3	3,2
6	6,6	3,8
7	5,8	4,05
8	4,2	3
9	5,3	3,6
10	8,4	4,1
Media	5,56	3,475
Total	55,6	34,75

Bloque II.

Parcela 1/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,2	3,8
2	4,9	3,7
3	4,8	3,3
4	2,4	2,05
5	6	3,9
6	3,5	1,9
7	4,6	3,6
8	3,3	2,6
9	m	M
10	3,3	2,7
Media	4,222222	3,061111
Total	38	27,55

Parcela 2/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,5	3,4
2	3,9	3,35
3	4,8	3,65
4	M	m
5	4,6	3,4
6	5	3,7
7	4,2	3,3
8	5,4	3,8
9	3	2,5
10	3,1	2,6
Media	4,277778	3,3
Total	38,5	29,7

Parcela 3/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,1	3,5
2	1,3	1,3
3	4,2	3,3
4	4,7	3,6
5	3,9	2,7
6	4,7	3,5
7	5,9	3,9
8	4,5	3,4
9	m	M
10	2,1	1,6
Media	4,044444	2,977778
Total	36,4	26,8

Parcela 4/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,3	3,2
2	5,7	3,8
3	5,9	3,8
4	M	m
5	M	m
6	4,9	3,7
7	3,6	2,5
8	4,7	2,8
9	3,4	2,1
10	4,4	3,3
Media	4,6125	3,15
Total	36,9	25,2

Parcela 5/trat.4		
No. árvol	DAP (cm)	Altura(m)
1	2,6	2
2	3,8	2,8
3	6,3	3,8
4	4,4	3,7
5	5,4	3,6
6	5,3	3,4
7	3,5	2,4
8	5,2	3,5
9	1,8	1,3
10	4,6	3,4
Media	4,29	2,99
Total	42,9	29,9

Parcela 6/trat.2		
No. árvol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,9	3,5
2	4,5	3,5
3	5,1	3,7
4	5,1	3,8
5	3	2
6	2,6	2,05
7	5,6	3,8
8	4	3
9	4,2	3,84
10	4,1	4,1
Media	4,31	3,329
Total	43,1	33,29

Parcela 7/trat.3		
No. árvol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,6	3,7
2	4,6	3,5
3	4	3,3
4	5,2	3,8
5	4	3,4
6	3,5	3
7	m	M
8	3,1	3
9	4,5	3,7
10	4,1	3,6
Media	4,177778	3,444444
Total	37,6	31

Parcela 8/trat.1		
No. árvol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,8	4
2	5,4	3,8
3	5,3	3,7
4	4,8	3,5
5	5,1	3,7
6	4	3,5
7	5	3,7
8	3,2	3
9	M	m
10	5,5	3,9
Media	4,9	3,644444
Total	44,1	32,8

Parcela 9/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	Muerto	
2	3,1	1,8
3	3,5	2,3
4	4,5	3,5
5	3,5	2,8
6	2,6	2
7	4,8	3,5
8	5,2	3,6
9	m	M
10	m	M

Media 3,885714 2,785714  
Total 27,2 19,5

Parcela 10/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,8	3,4
2	4,4	3,2
3	3,9	3,1
4	3,6	2,4
5	1	1
6	6,6	3,3
7	4,6	3
8	5,2	3,5
9	5,1	3
10	4,4	3,4

Media 4,36 2,93  
Total 43,6 29,3

### Bloque III.

Parcela 1/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,1	3,8
2	6,9	3,85
3	5,1	3,9
4	5,4	3,95
5	5,1	3,8
6	5	3,88
7	4,6	3,5
8	2,4	1,8
9	4,8	3,5
10	3,8	2,7

Media 4,82 3,468  
Total 48,2 34,68

Parcela 2/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,6	3,1
2	2,4	2,6
3	5,5	3,8
4	4,8	3,4
5	6	3,7
6	2,6	2,3
7	6,9	2,4
8	2,9	2
9	6,7	3,6
10	4,3	3

Media 4,67 2,99  
Total 46,7 29,9

Parcela 3/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,3	3,7
2	6	3,8
3	6,3	3,85
4	5,5	3,8
5	5,1	3,7
6	3,5	2,4
7	5,4	3,8
8	2	1,9
9	m	M
10	5,3	3,8

Media 4,933333 3,416667  
 Total 44,4 30,75

Parcela 5/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6	3,8
2	3,5	3
3	5,5	4,1
4	4,8	3,8
5	4,1	2,9
6	1,6	1,9
7	6,1	4,1
8	5	4
9	6	3,2
10	6,4	4,1

Media 4,9 3,49  
 Total 49 34,9

Parcela 4/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,1	2,6
2	4,6	2,55
3	5,5	3,7
4	6,4	3,6
5	6	3,65
6	6,1	4,05
7	4,9	3,7
8	4,6	3,7
9	3,4	3,2
10	5,1	3,6

Media 4,97 3,435  
 Total 49,7 34,35

Parcela 6/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3	3
2	2,8	1,9
3	4	3,4
4	3,6	3,2
5	4,8	3,8
6	5,2	3,7
7	4,5	3,75
8	4,5	3,5
9	2,4	1,8
10	M	M

Media      3,866667    3,116667  
Total            34,8            28,05

Parcela 9/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7,4	4
2	5,4	3,9
3	3	2,7
4	5,5	3,7
5	3,1	2,9
6	5,8	4
7	5,1	3,8
8	2,4	2,08
9	m	M
10	3,7	3,1

Media            4,6    3,353333  
Total            41,4    30,18

Parcela 10/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,1	2,8
2	1,8	1,9
3	3,2	2,8
4	4,5	3,7
5	4,7	3,8
6	5	3,7
7	4,8	3,6
8	2,7	2,8
9	4,6	3,2
10	6,5	4

Media            4,09    3,23  
Total            40,9    32,3

Resumen segunda medición.

Trat.	Diám.med.	Diám. total	Alt. med.	Alt. total
Trat.1	5,44	54,40	3,95	39,52
Trat.1	5,56	55,60	3,48	34,75
Trat.1	4,04	36,40	2,98	26,80
Trat.1	4,90	44,10	3,64	32,80
Trat.1	4,97	49,70	3,44	34,35
Trat.1	4,60	41,40	3,35	30,18
Trat.2	4,99	44,90	3,68	33,15
Trat.2	4,77	47,70	3,47	34,70
Trat.2	4,22	38,00	3,06	27,55
Trat.2	4,31	43,10	3,33	33,29
Trat.2	4,67	46,70	2,99	29,90
Trat.2	4,85	48,50	3,20	32,00
Trat.3	5,66	56,60	4,03	40,28
Trat.3	4,42	39,80	3,17	28,50
Trat.3	4,28	38,50	3,30	29,70
Trat.3	4,18	37,60	3,44	31,00
Trat.3	4,90	49,00	3,49	34,90
Trat.3	4,09	40,90	3,23	32,30
Trat.4	4,59	45,90	3,31	33,11
Trat.4	4,17	37,50	2,83	25,50
Trat.4	4,29	42,90	2,99	29,90
Trat.4	4,36	43,60	2,93	29,30
Trat.4	4,82	48,20	3,47	34,68
Trat.4	3,87	34,80	3,12	28,05
Trat.5	5,23	52,30	3,45	34,48
Trat.5	4,49	44,90	3,01	30,05
Trat.5	4,61	36,90	3,15	25,20
Trat.5	3,89	27,20	2,79	19,50
Trat.5	4,93	44,40	3,42	30,75
Trat.5	5,11	51,10	3,49	34,85

Tercera evaluación dasométrica (15-02-2015).

Bloque I

Parcela 1/trat.5		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5,2	4,34
2	8,8	6,8
3	7,6	8,45
4	8,4	9,52
5	4,91	3,1
6	7,11	4,8
7	6,9	4,62
8	7,6	5,15
9	7,51	5,32
10	7,4	5,82
Media	7,143	5,792
Total	71,43	57,92

Parcela 2/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,5	5,12
2	7,1	5,22
3	5,7	5,2
4	5,1	4,32
5	4,1	3,8
6	6,5	5,5
7	6,2	5,45
8	5,9	5
9	6	4,73
10	3,5	3,82
Media	5,66	4,816
Total	56,6	48,16

Parcela 3/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	9,1	5,82
2	4,5	4,64
3	m	M
4	6,8	5,74
5	5,4	4,72
6	5,7	4,8
7	7,2	5,32
8	6,4	5,85
9	8,4	6,7
10	4,1	4,02
Media	6,4	5,29
Total	57,6	47,61

Parcela 4/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7,9	5,82
2	8	6,62
3	5,5	5,22
4	7,3	6,23
5	8,1	6,43
6	8	6,35
7	6	5,45
8	5,9	5,72
9	5,6	5,77
10	8,9	6,87
Media	7,12	6,048
Total	71,2	60,48

Parcela 5/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7,8	6,64
2	7	5,97
3	6,5	6,05
4	5,4	5,35
5	8,4	7
6	8	6,42
7	5,8	5,22
8	8	6,26
9	7,8	6,35
10	6,1	5,9
Media	7,08	6,116
Total	70,8	61,16

Parcela 6/trat.5		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,6	3,75
2	7,4	5,19
3	6,8	4,87
4	4,62	3,77
5	5,3	4,1
6	4,8	4,82
7	4,92	5,01
8	7,3	6,29
9	M	M
10	6,4	3,9
Media	5,793333	4,633333
Total	52,14	41,7

Parcela 7/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7,2	5,63
2	m	M
3	5,3	5,34
4	3,4	2,2
5	8,5	7,3
6	m	M
7	4,2	3,4
8	3,9	3,62
9	4,8	4,6
10	6,5	5,6
Media	5,475	4,71125
Total	43,8	37,69

Parcela 8/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,3	6,22
2	6,9	6
3	6,7	6,31
4	5,8	4,95
5	5	4,24
6	5,2	5,32
7	7,8	5,42
8	5,8	4,25
9	5,4	5,82
10	5,8	5,92
Media	6,07	5,445
Total	60,7	54,45

Parcela 9/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	9,8	6,62
2	5,6	4,96
3	m	m
4	4,1	4,47
5	5,7	4,84
6	3,4	3,17
7	6,4	5,84
8	4	4,24
9	6,3	5,9
10	6,5	5,37
Media	5,755556	5,045556
Total	51,8	45,41

Parcela 10/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	5	4,57
2	8,4	7,1
3	8,2	7,42
4	5	4,3
5	7	5,42
6	8,4	6,05
7	8,1	5,7
8	5,8	4,5
9	7,6	5,37
10	10,4	6,24
Media	7,39	5,667
Total	73,9	56,67

Bloque II.

Parcela 1/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,1	5,27
2	7,2	5,6
3	6,1	5,2
4	2,9	3,42
5	9,2	5,85
6	5,3	3,82
7	6,1	5,64
8	4	4,35
9	m	M
10	3,9	4,44
Media	5,644444	4,843333
Total	50,8	43,59

Parcela 2/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,3	4,9
2	5,4	4,87
3	6,9	5,35
4	m	m
5	6,6	4,82
6	7,4	5,63
7	5	4,8
8	7,9	5,82
9	4,7	4
10	4,5	4,2
Media	6,077778	4,932222
Total	54,7	44,39

Parcela 3/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,8	4,82
2	m	M
3	m	M
4	5,5	5,22
5	5,9	5,5
6	4,5	4,52
7	7,9	5,52
8	8,1	6,17
9	m	M
10	m	M

Media            6,45    5,291667  
Total            38,7    31,75

Parcela 4/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4,8	3,84
2	7,5	5,84
3	6,8	5,62
4	m	m
5	m	m
6	6,3	5,6
7	4,2	4,6
8	5,5	4,47
9	4,4	3,5
10	5,6	5

Media            5,6375    4,80875  
Total            45,1    38,47

Parcela 5/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	4	2,84
2	5,4	4,62
3	7,6	5,57
4	5,7	5,02
5	6,8	5,74
6	6,7	5,3
7	4,3	4,1
8	7,6	4,9
9	m	M
10	6	5,22

Media            6,011111    4,812222  
Total            54,1    43,31

Parcela 6/trat.2		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7	4,92
2	6,8	4,84
3	6,4	5,04
4	7,2	5,32
5	3,9	3,47
6	3,6	3,65
7	7,2	6,04
8	3,9	4,62
9	5,6	5,42
10	9,3	5,87

Media            6,09    4,919  
Total            59,99    49,189

Parcela 7/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,5	5,5
2	6,9	5,1
3	5,4	4,9
4	8,1	5,85
5	6,3	5,24
6	4,5	3,9
7	m	m
8	5,8	4,67
9	7,3	5,14
10	5,7	4,75

Media 6,277778 5,005556  
 Total 56,27778 44,55556

Parcela 8/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7,4	6,53
2	8,1	6,3
3	6,9	6,42
4	6,5	6,02
5	5,4	5,8
6	5,9	5,47
7	5,4	5,7
8	5	4,6
9	M	m
10	7,6	6,07

Media 6,466667 5,878889  
 Total 57,26667 52,25889

Parcela 9/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	m	m
2	m	m
3	4	4
4	6,3	4,8
5	4,8	4
6	2,6	3,05
7	6,5	4,87
8	7,2	5,16
9	m	m
10	m	m

Media 5,233333 4,313333  
 Total 36,63333 30,19333

Parcela 10/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,5	5
2	6	4,5
3	5,2	4,8
4	5,4	4,25
5	M	m
6	8,9	5,04
7	5,9	4,57
8	6,8	5,27
9	6	4,32
10	5,8	4,75

Media 6,277778 4,722222  
 Total 56,27778 42,22222

Bloque III.

Parcela 1/trat.4		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7,2	5,6
2	7,5	5,92
3	6,8	6,12
4	7	6
5	7,6	5,9
6	6,8	5,32
7	5,8	5,1
8	2,6	2,1
9	6,3	4,8
10	4,3	5,67
Media	6,19	5,253
Total	61,9	52,53

Parcela 2/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6	5,07
2	3,6	2,8
3	8	6,3
4	6	5,44
5	7,8	4,35
6	3,7	3,15
7	7,8	3,2
8	2,9	2,82
9	8	4,95
10	6,5	4,15
Media	6,03	4,223
Total	60,3	42,23

Parcela 3/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,2	4,7
2	7	5,25
3	6,5	5,64
4	6,3	5,4
5	6,9	5,5
6	4,1	3,64
7	7	5,1
8	2,2	2,42
9	m	m
10	7	5,55
Media	5,911111	4,8
Total	53,2	43,2

Parcela 4/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,8	3,65
2	6,1	4,1
3	6,5	4,77
4	9,4	4,64
5	6,8	5
6	7,4	5,55
7	6,8	5,6
8	5,8	5,2
9	4,3	4,12
10	7,4	4,64
Media	6,43	4,727
Total	64,3	47,27

Parcela 5/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	7,4	6,92
2	5,9	6
3	7,9	6,9
4	6,8	6,75
5	5,3	5,07
6	2,3	2,84
7	8,4	5,79
8	6,4	5,5
9	7,8	5,1
10	7,4	5,62
Media	6,56	5,649
Total	65,6	56,49

Parcela 6/trat.4		
No. Árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	M	M
2	3,3	2,62
3	6,4	6
4	6	6,52
5	7,1	6,8
6	6,8	6,45
7	7,4	6,72
8	5,4	5,8
9	4,1	4,25
10	M	M
Media	5,8125	5,645
Total	46,5	45,16

Parcela 7/trat.2		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	6,4	4,47
2	6,1	4,4
3	6,4	4,19
4	5,3	3,55
5	8,8	5,34
6	8,1	5,17
7	2,5	1,92
8	8,4	5,42
9	7,8	5,32
10	10,4	5,45
Media	7,02	4,523
Total	70,2	45,23

Parcela 8/trat.5		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,8	3
2	6,4	5,35
3	7,8	5,07
4	6,4	4,9
5	7,7	5,47
6	9	5,46
7	7,3	5,97
8	5,3	4,95
9	7	5,57
10	4,2	4,24
Media	6,49	4,998
Total	64,9	49,98

Parcela 9/trat.1		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	9,1	5,62
2	8,3	6
3	4,1	3,55
4	6,8	4,84
5	5,2	4
6	7,9	5,4
7	7,4	5,45
8	2,8	2,75
9	m	m
10	4,3	4,56

Media 6,211111 4,685556  
 Total 55,9 42,17

Parcela 10/trat.3		
No. árbol	DAP (cm)	Altura(m)
1	3,9	3,5
2	2,3	2,52
3	4	3,37
4	5,7	5
5	5,8	5,55
6	6,3	5,67
7	6,5	5,47
8	3,6	3,6
9	6,4	4,72
10	8,2	6,37

Media 5,27 4,577  
 Total 52,7 45,77

Resumen tercera medición.

Trat.	Diám. med.	Diám. total	Alt. med.	Alt. total
Trat.1	7,08	70,80	6,12	61,16
Trat.1	7,39	73,90	5,67	56,67
Trat.1	6,45	38,70	5,29	31,75
Trat.1	6,47	57,27	5,88	52,26
Trat.1	6,43	64,30	4,73	47,27
Trat.1	6,21	55,90	4,69	42,17
Trat.2	6,40	57,60	5,29	47,61
Trat.2	6,07	60,70	5,45	54,45
Trat.2	5,64	50,80	4,84	43,59
Trat.2	6,09	59,99	4,92	49,19
Trat.2	6,03	60,30	4,22	42,23
Trat.2	7,02	70,20	4,52	45,23
Trat.3	7,12	71,20	6,05	60,48
Trat.3	5,76	51,80	5,05	45,41
Trat.3	6,08	54,70	4,93	44,39
Trat.3	6,28	56,28	5,01	44,56
Trat.3	6,56	65,60	5,65	56,49
Trat.3	5,27	52,70	4,58	45,77

Trat.4	5,66	56,60	4,82	48,16
Trat.4	5,48	43,80	4,71	37,69
Trat.4	6,01	54,10	4,81	43,31
Trat.4	6,28	56,28	4,72	42,22
Trat.4	6,19	61,90	5,25	52,53
Trat.4	5,81	46,50	5,65	45,16
Trat.5	7,14	71,43	5,79	57,92
Trat.5	5,79	52,14	4,63	41,70
Trat.5	5,64	45,10	4,81	38,47
Trat.5	5,23	36,63	4,31	30,19
Trat.5	5,91	53,20	4,80	43,20
Trat.5	6,49	64,90	5,00	49,98

Sobrevivencia al final del ensayo.

Tratamientos	Vivo	Muerto
Trat. 1	55	5
Trat. 2	57	3
Trat. 3	57	3
Trat. 4	55	5
Trat. 5	52	8