

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

por

Belén MORENO MARTÍNEZ  
Carlos PERDOMO da ROSA

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2016

Tesis aprobada:

Director:

-----  
Ing. Agr. Graciela Romero

-----  
Ing. Agr. (MSc.) Marcelo Ferrando

-----  
Ing. Agr. Ramiro Suárez

Fecha: 29 de agosto de 2016

Autores:

-----  
Belén Moreno Martínez

-----  
Carlos A. Perdomo da Rosa

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores Graciela y Marcelo.

A mi madre Ana y mi abuela Angélica, a Walter, Oribe, Ramiro, Pocha y Miguel por el apoyo durante toda la carrera.

A mis amores Anyi y Juli, a mis padres Carlos e Hilda, a Vane, Caro y Guadalupe, a mis Abuelos y a Posadas; por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A nuestros amigos y compañeros que hicieron más ameno este trayecto.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
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> .....	3
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	4
2.1 <u>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA         ESPECIE EN ESTUDIO <i>Eucalyptus globulus spp. globulus</i> ....</u>	4
2.1.1 <u>Origen</u> .....	4
2.1.2 <u>Descripción de la especie</u> .....	5
2.1.3 <u>Uso e importancia industrial</u> .....	5
2.2 <u>ENFERMEDADES</u> .....	6
2.2.1 <u>Enfermedades de los <i>Eucalyptus</i>                 de mayor impacto económico</u> .....	8
2.2.2 <u>Mancha por <i>Mycosphaerella spp.</i></u> .....	9
2.2.2.1 Generalidades .....	9
2.2.2.2 Importancia mundial de la enfermedad .....	9
2.2.2.3 MLD en Uruguay .....	10
2.2.2.4 Agente causal.....	11
2.2.2.5 Ciclo biológico de la MLD .....	11
2.2.2.6 Manejo .....	13
2.3 <u>NUTRIENTES</u> .....	14
2.3.1 <u>Nutrición mineral en <i>Eucalyptus spp.</i></u> .....	16
2.3.2 <u>Fertilizantes y bioestimulantes</u> .....	17

2.3.2.1	Principales componentes de los bioestimulantes con efecto en planta .....	18
2.3.2.2	Ácidos húmicos y fúlvicos .....	19
2.3.2.3	Zeatina .....	20
2.3.2.4	Glicina betaína .....	20
2.3.2.5	Resultados de trabajos acerca de la efectividad de aplicaciones de fertilizantes y bioestimulantes en <i>Eucalyptus globulus</i> en Uruguay.....	21
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	22
3.1	UBICACIÓN.....	22
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL SITIO.....	22
3.3	DATOS DE LA PLANTACIÓN .....	23
3.4	DISEÑO DEL EXPERIMENTO Y TRATAMIENTOS.....	23
3.4.1	<u>Nitrofoska</u> .....	24
3.4.2	<u>Fertiactyl GZ</u> .....	25
3.5	EVALUACIONES REALIZADAS.....	25
3.5.1	<u>Medidas dasométricas</u> .....	25
3.5.2	<u>Muestreo y análisis de suelo</u> .....	26
3.5.3	<u>Muestreo y análisis foliar</u> .....	26
3.5.4	<u>Evaluación sanitaria</u> .....	26
3.5.5	<u>Identificación de la especie patógena</u> .....	27
3.5.6	<u>Temperatura y humedad</u> .....	27
3.5.7	<u>Análisis estadístico</u> .....	28
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	29
4.1	EVALUACIONES DASOMÉTRICAS .....	29
4.2	ANÁLISIS FOLIARES.....	31
4.3	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ENFERMEDAD .....	35
4.3.1	<u>Condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad</u> .....	36

4.3.2	<u>Identificación del patógeno</u> .....	37
5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	39
6.	<u>RESUMEN</u> .....	40
7.	<u>SUMMARY</u> .....	42
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	43
9.	<u>ANEXOS</u> .....	48

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Clasificación por tipo de agente patógeno que afecta a las plantas.....	7
2. Principales enfermedades que afectan a <i>Eucalyptus spp.</i> en Uruguay.....	8
3. Características bioquímicas de los nutrientes esenciales agrupados de acuerdo a sus funciones bioquímicas comunes dentro de la planta.....	15
4. Rangos de suficiencia de nutrientes en hojas jóvenes de <i>Eucalyptus globulus</i> .....	17
5. Composición elemental de las sustancias húmicas.....	19
6. Análisis químico del suelo del ensayo.....	23
7. Concentración de nutrientes en solución de Nitrofoska®.....	25
8. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la primera fecha de evaluación.....	30
9. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la segunda fecha de evaluación.....	30
10. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la tercera fecha de evaluación.....	31
11. Concentraciones foliares de macronutrientes en el primer muestreo (24-3-2015) y análisis estadístico.....	33
12. Concentraciones foliares de micronutrientes en el primer muestreo (24-3-2015) y análisis estadístico.....	33
13. Concentraciones foliares de macronutrientes en el segundo muestreo (30-5-2015) y análisis estadístico.....	34
14. Concentraciones foliares de micronutrientes en el segundo muestreo (30-5-2015) y análisis estadístico.....	34
15. Concentraciones foliares de macronutrientes en el tercer muestreo (5-9-2015) y análisis estadístico.....	35

16. Concentraciones foliares de micronutrientes en el tercer muestreo (5-9-2015) y análisis estadístico.....	35
17. Análisis estadístico para altura de síntoma en los dos períodos de evaluación.....	36

Figura No.

1. Mapa de ubicación del predio (línea roja indica ruta de acceso) .....	22
2. Diseño del experimento.....	24
3. Placas de petri con muestras de hojas para incubación en cámara húmeda.....	27
4. Promedio diario de temperatura y humedad relativa, los colores más intensos marcan condiciones ideales de estas variables para la infección por MLD .....	37
5. Número de días con ocurrencia de condiciones favorables al avance de la enfermedad.....	37
6. Pseudotecios sobre mancha foliar observados con lupa binocular.....	38

## 1. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales representarán, a mediano plazo, la fuente más importante de abastecimiento a la industria de la madera en el mundo, siendo de vital importancia la ampliación del conocimiento acerca de los factores que las afectan para lograr alcanzar objetivos de producción cada vez más exigentes (Baso, 2004).

En la década del 90 Uruguay era conocido mundialmente por ser un productor de carne, leche y granos. Hoy es conocido, además, por ser un país forestal, con casi un millón de hectáreas plantadas y una industria que tiene instalados a actores de primer nivel mundial tanto en la fabricación de celulosa como en variados productos (Tommasino, 2013).

En 2016 las exportaciones forestales superaron a las tradicionales, inclusive a la soja.

La forestación en Uruguay se desarrolló como resultado de la interacción de varios factores, entre ellos: uno, de naturaleza física, la existencia de condiciones edafoclimáticas de aptitud forestal; y otro, de naturaleza política, resultante de un marco legal específico capaz de incentivar la plantación e industrialización, y un marco legal general que benefició la inversión y brindó seguridad a los inversores de cualquier tipo, dentro y fuera del sector agropecuario. La Ley Forestal y la Ley de Zonas Francas, ambas de 1987, y la Ley de Promoción y Protección de Inversiones de 1998 estimularon y dinamizaron las inversiones en la cadena, tanto en la fase primaria, como en la secundaria (Tommasino, 2013).

El aumento de la actividad forestal en el país ha ocurrido en forma sostenida en los últimos 25 años, se ha multiplicado por 30 la superficie plantada. El área de suelos declarada de prioridad forestal alcanza los 4 millones de hectáreas, 24% del total del área agropecuaria del país (Uruguay XXI, 2014).

En 2013 la superficie plantada alcanzó 990.774 has. El género *Pinus* ocupa 258.000 has y el género *Eucalyptus* ocupa 726.000 has, donde *Eucalyptus globulus spp. globulus* ocupa 309.088 has (32% del área total forestada). En el departamento de Lavalleya (zona donde se realizó el ensayo) la especie se encuentra ocupando 94.443 has (MGAP. DIEA, 2015).

El *Eucalyptus globulus* por su excelente madera para la producción de pulpa y papel es una de las especies de *Eucalyptus* de mayor demanda en el mercado internacional. En Uruguay desde comienzos de la década de 1990 se

registraron importantes tasas de plantación anual con esta especie, en todas las zonas de prioridad forestal (MGAP. DGF, citado por Balmelli y Resquin, 2005). Sin embargo, la falta de condiciones favorables para su buen desarrollo, sumado a su susceptibilidad a enfermedades y plagas, han ido desplazando su plantación en los últimos años hacia la región sureste del país (zona a la cual se adapta mejor). De todas formas, es actualmente una de las especies forestales más plantadas (Echeverría, MGAP. DGF, citados por Balmelli y Resquin, 2005).

La productividad de los montes comerciales de *Eucalyptus* se ve afectada por un gran número de causas, tanto agentes bióticos como ambientales.

Debido a la alta susceptibilidad de *Eucalyptus globulus*, la mancha foliar causada por *Mycosphaerella* (MLD por sus siglas en inglés) es una de las enfermedades más importantes que afecta estas plantaciones en el país. Se han identificado más de 100 especies de *Mycosphaerella* que afectan el género *Eucalyptus* (Burgess et al., Crous, Crous et al., citados por Pérez et al., 2009).

MLD es causada por hongos de los Géneros *Mycosphaerella*, *Teratosphaeria* y sus anamorfos. El síntoma más importante y perjudicial que caracteriza a ésta enfermedad es la defoliación y, en ataques severos puede causar la muerte de los individuos afectados (Pérez et al., 2009). Se han reportado intensidades de defoliación de hasta un 76%, lo cual es de esperar que impacte de forma muy negativa en la productividad de los rodales afectados.

La susceptibilidad de *E. globulus* se ve incrementada en etapas tempranas de la plantación, ya que MLD tiene mayor impacto sobre hojas juveniles. Mediante el uso de fertilizantes y de bioestimulantes se podría acelerar el cambio de hoja juvenil a adulta y/o mejorar la resistencia de las plantas, y así reducir la incidencia de la enfermedad (Alonso et al., 2013).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de nutrientes y/o bioestimulantes en *Eucalyptus globulus* spp. *globulus*.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación foliar de nutrientes y/o bioestimulantes en el crecimiento de *Eucalyptus globulus* spp. de siete meses de edad a través de las variables altura y diámetro a la base.
- Evaluar el efecto de la aplicación foliar de nutrientes y/o bioestimulantes en la nutrición de *Eucalyptus globulus* spp. por medio de análisis foliares.
- Evaluar el efecto de la aplicación foliar de nutrientes y/o bioestimulantes en la sanidad de plantas atacadas por *Mycosphaerella* spp.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE EN ESTUDIO *Eucalyptus globulus* spp. *globulus*

El género *Eucalyptus* ocupa el primer lugar dentro de las frondosas, en particular la especie *E. globulus* es la más representativa en las áreas de clima templado y constituye uno de los primeros recursos forestales en algunos países como Uruguay, Chile, Australia, Portugal y España (Baso, 2004).

Las especies de *Eucalyptus* plantadas en Uruguay presentan diferencias en cuanto al área, regiones de plantación, nivel de aceptación en los mercados internacionales y potencial papelero. Existe plantada una superficie importante de especies tales como *E. grandis*, *E. maidenii* y *E. dunnii*, entre otras, sin embargo, la mayor parte del área plantada está ocupada con *Eucalyptus globulus* spp.

A pesar de que estas especies en general poseen maderas de buenas características para la producción de pulpa y papel, la excelente calidad de la madera de *Eucalyptus globulus* spp. para esta industria (alta densidad, bajo contenido de extractivos y alto rendimiento de celulosa), sumado al valor de su madera y su alta velocidad de crecimiento, determina que sea una de las especies de mayor demanda en el mercado internacional; estas características impulsaron fuertemente la plantación de *E. globulus* en Uruguay (Resquin et al. 2005, Balmelli 2014).

#### 2.1.1 Origen

Según FAO (1981), Brussa (1994), el área de distribución natural de *Eucalyptus globulus* spp. se encuentra en el sur de Australia, incluida la isla de Tasmania, Promontorio de Wilson y costa adyacente de Victoria; las islas en el estrecho de Bass entre Tasmania y el continente (37-43° S), en localidades costeras y continentales, con altitudes desde el nivel del mar hasta los 450 m. El clima de la zona es templado-frío uniforme, con un promedio de temperaturas máximas de 20-23°C y mínimas de 0-8°C con hasta 40 heladas por año. Las precipitaciones oscilan entre los 600 y 1400 mm por año mayoritariamente en invierno, el clima es por tanto sub-húmedo o húmedo.

El *Eucalyptus globulus* spp. crece sobre suelos limosos a arcillosos, pudiendo adaptarse a gran variedad de suelos que presenten buen drenaje, desde arenas costeras a pedregosas de serranías, donde presenta muy buen desarrollo (Brussa, 1994).

### 2.1.2 Descripción de la especie

Según Brussa (1994) *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* es un árbol de gran tamaño, con hojas péndulas y follaje de textura media a gruesa; corteza caduca en largas fajas, ritidoma crema, grisáceo y castaño. Las primeras hojas juveniles opuestas, sésiles, sobre tallos de sección cuadrangular, pruinosos; elípticas u oval-elípticas (7-15 x 4-10cm), ápice obtuso o abruptamente mucronado, base cordada, glaucas discoloras. Las intermedias alternas, pecioladas (3-4cm), lanceoladas (20-30 x 3-6cm), ápice agudo, acuminado, base redondeada, verdes concoloras. Adultas alternas, pecioladas (2-3 cm), falcadas (10-25 x 2-3,5 cm), ápice agudo acuminado, base amplia, cuneada, verdes concoloras, nervaduras secundarias oblicuas.

Las flores son solitarias sésiles o en muy corto pedúnculo (0,2 cm), en forma excepcional se pueden ver agrupadas de a 2 o 3 flores; los botones florales son obovoides, pruinosos, con cuatro costillas muy marcadas, opérculo umbonado, verrugoso, de menos largo que el hipantio, a veces igual; florece principalmente a fines del otoño y en invierno.

Los frutos son sésiles, obcónicos a subglobosos, con cuatro costillas notorias; disco plano o convexo, a nivel o algo excerto, definiendo lobos que cubren parcialmente las valvas (4-5) situadas más o menos a nivel.

### 2.1.3 Uso e importancia industrial

La industria forestal uruguaya amparada en el marco legal de 1987 se orientó principalmente hacia *Eucalyptus* (74 % del área forestada corresponde a este género), siendo la especie más utilizada el *Eucalyptus globulus* spp., la cual pasó de 90 hectáreas en 1975 a 249.544 hectáreas en el 2002 (MGAP, citado por Mantero et al., 2007) y 309.088 has en el 2013 (MGAP. DIEA, 2015).

El esquema de producción del sector forestal uruguayo apunta a la producción de madera sólida y la obtención de pulpa celulósica para la industria del papel, sin explotar el potencial productivo de los residuos, en especial de ramas, ramillas y hojas que quedan abandonadas en el suelo; estas últimas son

ricas en aceites esenciales (Clark y Cameron, citados por Mantero et al., 2007) que se pueden obtener fácilmente por un proceso de destilación por arrastre con vapor (FAO. Forestry Department, Bruneton, citados por Mantero et al., 2007).

## 2.2 ENFERMEDADES

Según Agrios (2008), hay decenas de miles de enfermedades que afectan a las plantas cultivadas. En promedio, cada tipo de cultivo puede ser afectado por un centenar o más de enfermedades.

Existen varios criterios para la clasificación de enfermedades de las plantas; en ocasiones, se clasifican según los síntomas que producen (pudriciones de la raíz, canchales, marchitamientos, manchas foliares, sarnas, tizones, antracnosis, royas, carbones, mosaicos, amarillamiento, manchas anulares), en cuanto al órgano de las plantas que afectan (enfermedades de la raíz, tallo, hojas o frutos), o en base a los tipos de plantas afectadas (enfermedades de los cultivos mayores, de las hortalizas, de los árboles frutales, del bosque, del césped, de las plantas ornamentales). Sin embargo, el criterio más útil en la clasificación de una enfermedad es el tipo de agente patógeno que la ocasiona. Esta clasificación tiene la ventaja de que indica la causa de la enfermedad, lo cual permite prever su probable desarrollo y diseminación, así como las posibles medidas de control (ver cuadro No. 1).

Cuadro No. 1. Clasificación por tipo de agente patógeno que afecta a las plantas

<b>Enfermedades infecciosas o bióticas de las plantas ocasionadas por</b>	<b>Enfermedades no infecciosas o abióticas de las plantas debido a</b>
1.Hongos	1.Temperaturas extremas
2.Procariontes (bacterias y micoplasmas)	2.Falta o exceso de humedad
3.Plantas superiores parásitas	3.Falta o exceso de luz
4.Virus y viroides	4.Falta de oxígeno
5.Nemátodos	5.Contaminación atmosférica
6.Protozoarios	6.Deficiencia de nutrientes
	7.Toxicidad mineral
	8.Acidez o alcalinidad de suelo (pH)
	9.Toxicidad de los plaguicidas
	10.Prácticas agrícolas inadecuadas

Fuente: Agrios (2008)

Las plantas se mantienen sanas o normales cuando llevan a cabo sus funciones fisiológicas hasta donde les permite su potencial genético. Esas funciones comprenden su división celular normal, su diferenciación y desarrollo, la absorción del agua y los minerales del suelo y su translocación por toda la planta, la fotosíntesis y la translocación de los productos fotosintéticos hasta los órganos de utilización o almacenamiento, el metabolismo de los compuestos sintetizados, la reproducción y, finalmente, el almacenamiento de las reservas alimenticias necesarias para la reproducción o la invernación (Agrios, 2008).

Las plantas presentarán enfermedad cuando una o varias de sus funciones sean alteradas por un agente biótico o abiótico. Los procesos específicos que caracterizan las enfermedades, varían considerablemente según el agente causal y a veces según la planta misma (Agrios, 2008).

No obstante, las plantas conviven con una gran variedad de microorganismos, de los cuales solo una minoría de las especies tiene capacidad de producirles daño, por lo tanto, son consideradas patógenas. A lo largo de todo el ciclo de producción de *Eucalyptus* pueden aparecer diferentes patógenos que tienen el potencial de producir enfermedades y reducir el rendimiento del cultivo (Navarrete, s.f.).

### 2.2.1 Enfermedades de los *Eucalyptus* de mayor impacto económico

Decenas de patógenos se encuentran atacando los *Eucalyptus* en nuestro país afectando diferentes puntos dentro de la planta, y en mayor o menor medida la productividad de las plantaciones. Existen patógenos que afectan directamente la calidad de la madera, así como otros que afectan el desarrollo y crecimiento de los árboles por medio de la disminución del área foliar o por la producción de sustancias fitotóxicas; dichos patógenos se pueden ver listados en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2. Principales enfermedades que afectan a *Eucalyptus spp.* en Uruguay

<b>Enfermedad</b>	<b>Síntoma</b>
<i>Cylindrocladium</i>	Mancha foliar y pudrición de tallo
<i>Quambalaria</i>	Mancha foliar y anillamiento de tallo
<i>Alternaria</i>	Mancha foliar
<i>Phaeoseptoria</i>	Mancha foliar
<i>Coniella</i>	Mancha foliar
<i>Mycosphaerella</i>	Mancha foliar
<i>Phytophthora</i>	Necrosis a nivel de los tejidos de conducción
<i>Botrytis cinérea</i>	Podredumbre en la base del tallo
<i>Inocutis jamaicensis</i>	Cancros en el fuste
<i>Botryosphaeria</i>	Cancros en el fuste y muerte descendente
<i>Teratosphaeria gauchensis</i>	Cancro en el fuste
<i>Puccinia psidii</i>	Pústulas amarillas intensas

Fuente: elaboración propia en base a Romero et al. (s.f.)

En Uruguay, la producción de *Eucalyptus* ha mostrado un aumento explosivo en los últimos 15 años, convirtiéndose en uno de los principales productos de exportación.

El aumento en la importancia relativa de enfermedades y plagas sobre la producción de eucalipto en los últimos años impulsó a la investigación nacional a generar información sobre las distintas problemáticas emergentes (Pérez et al., 2013).

A pesar de que en el Uruguay existen condiciones edafoclimáticas favorables para un excelente desarrollo y crecimiento de *Eucalyptus*, en los últimos años se ha dado un claro aumento de las problemáticas sanitarias, debido a plagas y patógenos que se han ido introduciendo, afectando el rendimiento

potencial de las plantaciones. Un ejemplo claro de esta problemática es la mancha foliar causada por *Mycosphaerella spp.* y *Teratosphaeria spp.*, siendo *Eucalyptus globulus spp. globulus* una de las especies más susceptibles (Alonso et al., 2013).

## 2.2.2 Mancha por *Mycosphaerella spp.*

### 2.2.2.1 Generalidades

La principal característica de esta enfermedad es la presencia de manchas en hojas juveniles que se observan desde ambos lados de las mismas (Crous, citado por Alonso et al., 2013).

En las hojas que permanecen unidas al árbol aparecen manchas necróticas que varían desde angulares, circulares o irregulares que frecuentemente coalescen para formar manchas que pueden ocupar toda la hoja y deformar la lámina. Las lesiones son típicamente claras al inicio del desarrollo de la infección y luego se vuelven más opacas, con los bordes elevados y de color rojizo o morado. En la mancha se desarrollan las fructificaciones del organismo causal (pseudotecios) que contienen ascos con ascosporas bicelulares (Navarrete, s.f.).

Dentro del complejo MLD, las especies más agresivas son *T. nubilosa* y *T. cryptica* debido al daño que generan, ya que son patógenos primarios capaces de colonizar tejido foliar sano fotosintéticamente activo (Carnegie, Carnegie y Ades, Hunter et al., Pinkard et al., citados por Alonso et al., 2013).

Según Alonso et al. (2013) la infección por estas especies tiene efecto sobre el crecimiento de *Eucalyptus spp.*, dado que produce una disminución en el consumo de CO<sub>2</sub>, afectando así la eficiencia de la carboxilación y por ende la cantidad de fotosintatos producidos. La defoliación y en ocasiones la muerte de los individuos infectados, es otro factor que impacta de forma muy negativa en la productividad de los rodales afectados.

### 2.2.2.2 Importancia mundial de la enfermedad

Una de las especies de MLD más virulenta a nivel mundial es *Teratosphaeria nubilosa*. Es un patógeno primario (ataca plantas sanas), que puede ser observado afectando tanto bosques nativos como plantaciones comerciales de *Eucalyptus* en la mayor parte de Australia, Sudáfrica, Kenia,

Tanzania, Zambia, Etiopía, Nueva Zelanda, España, Portugal, Brasil y Uruguay (Pérez et al. 2009, Balmelli 2014).

MLD se considera que es la enfermedad foliar más dañina de eucalipto en Australia (Park y Keane, Park, Park et al., Carnegie, citados por Silva et al., 2012) y se espera que sea gradualmente más importante a nivel mundial en un futuro (Crous et al., citados por Silva et al., 2012).

*Teratosphaeria nubilosa* aparentemente llegó a Europa alrededor de 2001, donde se asoció con *E. globulus* en cuatro regiones de España (Crous et al., citados por Pérez et al., 2009) y más recientemente en Portugal (Hunter et al., citados por Pérez et al., 2009). Dada su amplia distribución como un patógeno invasor exótico, es interesante que *T. nubilosa* no haya sido reportada hasta el año 2007 en América del sur (Pérez et al., 2009).

#### 2.2.2.3 MLD en Uruguay

Las plantaciones de eucaliptos en Uruguay estuvieron, durante la década de 1990, relativamente libres de problemas sanitarios, lo cual se explica por el echo de ser especies exóticas y por lo tanto de crecer aisladas de sus enemigos naturales (Wingfield et al., Paine et al., citados por Balmelli, 2014).

Las principales manchas foliares observadas en *Eucalyptus* están asociadas a las llamadas “manchas por *Mycosphaerella*”; sin embargo, es bien conocido que existe un amplio rango de especies capaces de causar dicha enfermedad más allá del género *Mycosphaerella*. Actualmente se conocen más de 100 especies de hongos pertenecientes a las familias *Mycosphaerellaceae* y *Teratosphaeriaceae* asociadas a manchas foliares del *Eucalyptus* (Pérez et al., 2009).

En los últimos 20 años en el sector forestal de Uruguay han coincidido dos factores que generalmente se asocian a incrementos en el riesgo de ocurrencia de epifitias: i) el incremento explosivo en el área plantada con *Eucalyptus* y ii) la gran concentración del área con básicamente dos especies *E. grandis* y *E. globulus* (las cuales en el 2013 componían el 78% del área). Estos factores derivan en el aumento de la cantidad de sustrato para los patógenos presentes. Paralelamente, la expansión en el área vino de la mano de la introducción de gran cantidad de germoplasma con el consiguiente riesgo de introducir microorganismos asociados al mismo. Así, se ha observado un incremento de los problemas sanitarios observados en las plantaciones, y ha

quedado en evidencia que se conoce muy poco acerca de estos patógenos en Uruguay (Pérez et al., 2009).

Durante el otoño de 2007, defoliación severa resultante de los síntomas que se asemejaban a los de MLD descriptas en otros países, fue observada en plantaciones jóvenes de *E. globulus* en Uruguay (Crous, Hunter et al., Park y Keane, citados por Pérez et al., 2009).

Estudios realizados por Pérez et al. (2009), confirmaron por primera vez la ocurrencia de *T. nubilosa* en Uruguay, lo cual fue a su vez, el primer reporte de este patógeno en el continente americano.

Estudios moleculares basados en la caracterización genética de la población presente en Uruguay encontraron que la totalidad de los aislamientos pertenecen a un único genotipo (población clonal) presente también en España y Portugal de acuerdo con Hunter et al., citados por Pérez et al. (2009).

En plantaciones de *E. globulus*, relevadas a los 6, 12 y 24 meses de edad, se registraron pérdidas promedio de área foliar de 12%, 46% y 76%, respectivamente (Balmelli et al., Simeto et al., Pérez et al., citados por Balmelli, 2014).

#### 2.2.2.4 Agente causal

La enfermedad de la hoja de *Mycosphaerella* (MLD) es causada por un grupo de más de 100 especies de hongos de los géneros *Mycosphaerella*, *Teratosphaeria* y sus anamorfos (Navarrete s.f., Alonso et al. 2013).

En Uruguay, varias especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria* se han divulgado, incluyendo *M. marksii*, *M. walkeri*, *M. vespa* y *T. suberosa* (Balmelli et al., citados por Pérez et al., 2009), pero ninguno se conoce como patógenos agresivos. Actualmente continúan los estudios de identificación de especies asociadas a manchas foliares y se tienen evidencias que indican que la diversidad de especies presentes es aún mayor y que resta por identificar otras especies (Pérez et al., 2009).

#### 2.2.2.5 Ciclo biológico de la MLD

Muchas especies de ascomicetos y hongos imperfectos ocasionan primariamente enfermedades del follaje de las plantas, pero algunas de ellas

afectan también las inflorescencias, tallos jóvenes, frutos e incluso raíces (Agrios, 2008).

Los cuerpos de fructificación, que se encuentran en las lesiones necróticas de un ciclo anterior de la enfermedad actúan como inóculo para el siguiente ciclo. Las ascosporas son liberadas desde lesiones maduras y secas, en presencia de agua, y posteriormente son dispersadas por el viento. La germinación de las ascosporas, caídas sobre el envés de las hojas, se produce a los 5-7 días después y se ve favorecida por temperaturas entre 15 y 20°C y clima húmedo. La penetración en las hojas se produce a través de los estomas del envés de las hojas jóvenes. Después de tres semanas de producirse la infección ya pueden observarse los primeros síntomas de la enfermedad y en 10-12 semanas pueden aparecer cuerpos de fructificación con ascosporas viables (Mansilla et al., 2005).

*Teratosphaeria nubilosa* es un hemibiótrofo homotálico, pero ataca sólo hojas juveniles de especies de *Eucalyptus* pertenecientes al Subgénero *Symphyomyrtus* (Park y Keane, citados por Pérez et al., 2009).

En esta especie la única estructura capaz de llevar a cabo la infección es la ascospora (no presenta anamorfo); que se liberan cuando la humedad relativa es superior al 95%. Para que éstas produzcan nuevas infecciones se requieren períodos prolongados de alta humedad (mínimo 24 horas) y temperaturas de 15 a 20°C (Park, citado por Pérez et al., 2013).

Las ascosporas, al germinar sobre la superficie de una hoja, desarrollan tubos germinativos que se ramifican y penetran los estomas 24 horas luego de la inoculación. Los estomas constituyen la única vía de infección para *Teratosphaeria nubilosa*. La penetración es mayormente en la cara abaxial de la hoja debido a la mayor densidad estomática y el desarrollo de las hifas se da en el apoplasto del parénquima esponjoso, estando ausentes en el parénquima empalizada. No se observan haustorios a lo largo del proceso de infección y las hifas se acumulan en las cavidades subestomáticas (luego de ocurrida la necrosis) para formar los pseudotecios (2 a 3 meses después del inicio de la lesión). Las lesiones se desarrollan entre 4-8 semanas luego de la infección y son inicialmente manchas cloróticas con bordes purpura-rojizos que se vuelven de color amarillo pálido o marrones luego de la necrosis (Park y Keane, citados por Navarrete, s.f.).

#### 2.2.2.6 Manejo

La principal medida de manejo de esta enfermedad es el desarrollo y uso de germoplasma con resistencia genética, siendo este un proceso a largo plazo y costoso (Manion, citado por Alonso et al., 2013).

Por tal motivo en el país se han iniciado proyectos orientados a la selección y clonación de individuos que presenten resistencia en el follaje juvenil o precocidad en el cambio de follaje y, de esta manera, generar híbridos más resistentes a la enfermedad (Balmelli, 2014).

Los resultados obtenidos por Balmelli (2014) indican que el cambio precoz de follaje en *E. globulus* reduce el nivel de daño de *T. nubilosa*. A su vez, y probablemente debido a lo anterior, favorece el crecimiento y reduce la mortalidad de los árboles afectados. Parece lógico por lo tanto promover el cambio temprano de follaje como medida de manejo de la enfermedad. Hay al menos dos alternativas para ello: acelerar el crecimiento inicial mediante una silvicultura intensiva y utilizar genotipos seleccionados por precocidad en el cambio de follaje.

En el corto plazo, el uso de fertilizantes y de bioestimulantes podría acelerar el cambio de hoja juvenil a adulta y/o mejorar la resistencia de las plantas, y así reducir la incidencia de la enfermedad (Alonso et al., 2013).

También se propone dar especial atención a la elección del sitio, es decir evitar plantar en sitios de alto riesgo de infección (Carnegie, citado por Balmelli, 2014) y proteger los cultivos, ya sea reduciendo los niveles de inóculo o a través de la inducción de resistencia en las plantas (Pinkard et al., citados por Alonso et al., 2013).

Según Alonso et al. (2013), otra estrategia posible para reducir el ataque por hongos causantes de manchas sería la aplicación estratégica de fungicidas sistémicos en la plantación, logrando una disminución de la fuente de inóculo que podría favorecer la reinfección.

## 2.3 NUTRIENTES

A lo largo de la historia se han ido identificando elementos que resultan esenciales para el crecimiento de plantas superiores, por conveniencia, estos pueden clasificarse en macronutrientes, utilizados por las plantas en cantidades relativamente grandes, y en micronutrientes, requeridos en muy pequeñas cantidades; además las plantas dependen de tres elementos constitutivos cuyo aporte no está dado por la fracción mineral del suelo, sino que vienen del agua y de la atmósfera, C, H y O, cuya disponibilidad no es manejable. El cuadro No. 3 lista los nutrientes presentes en las plantas clasificados a través de su función bioquímica dentro de las mismas (Landis, 1989).

Cuadro No. 3. Características bioquímicas de los nutrientes, agrupados de acuerdo a sus funciones bioquímicas comunes dentro de la planta

<b>Elementos esenciales</b>	<b>Forma de utilización por las plantas</b>	<b>Funciones bioquímicas en las plantas</b>
<b>Grupo 1</b> Carbono (C) Hidrógeno (H) Oxígeno (O) Nitrógeno (N) Azufre (S)	En la forma de CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : los iones de la solución del medio de crecimiento, los gases de la atmósfera.	Constituyentes mayores del material orgánico. Elementos esenciales de grupos atómicos involucrados en procesos enzimáticos. Asimilación por reacciones de oxidación-reducción.
<b>Grupo 2</b> Fósforo (P) Boro (B)	En forma de fosfatos, ácido bórico o borato de la solución del medio de crecimiento.	Esterificación con grupos nativos de alcohol en plantas. Los ésteres fosfato están involucrados en reacciones de transferencia de energía.
<b>Grupo 3</b> Potasio (K) Magnesio (Mg) Calcio (Ca) Manganeso (Mn) Cloro (Cl)	En forma de iones de la solución del medio de crecimiento.	Funciones no específicas estableciendo potenciales osmóticos. Reacciones más específicas para que la conformación de proteína enzima sea llevada a un nivel óptimo (activación de enzima). Punteando socios de reacción. Balanceando aniones indifundibles y difundibles.
<b>Grupo 4</b> Hierro (Fe) Cobre (Cu) Zinc (Zn) Molibdeno (Mo)	En forma de iones o quelatos, de la solución del medio de crecimiento.	Presente predominantemente en una forma de quelato, incorporado a grupos fotosintéticos. Posibilita el transporte de electrones por cambio de valencia.

Fuente: Landis (1989)

La aplicación de nutrientes por medio de fertilizantes al cultivo de árboles se realiza casi siempre en todas las plantaciones al momento del trasplante, adicionado al suelo por debajo o al costado de la raíz. Principalmente se adicionan N, P y B que, en nuestro país, constituyen el grupo de nutrientes con mayor posibilidad de encontrarse en niveles deficitarios para la planta. Actualmente se está generalizando la aplicación de fertilizantes compuestos de liberación lenta (Basacote® u Osmocote®) que son aplicados en menores dosis por árbol con el beneficio de un suministro prolongado de todos los nutrientes; aunque su uso se encuentra en aumento, aún se cuenta con poca información acerca de los efectos de este tipo de fertilización.

La implicancia de la fertilización está ligada al rol central que juega una buena nutrición de la planta frente a la resistencia a enfermedades y plagas (Agrios 2008, Azcón-Bieto y Talón 2008, Barboza 2013).

### 2.3.1 Nutrición mineral en *Eucalyptus spp.*

Los suelos declarados de prioridad forestal en el país, están entre los de menor fertilidad natural, sin embargo, en comparación con suelos de otros países, de los cuales suele tomarse información tecnológica, las diferencias son notorias. Debido a la mayor fertilidad de nuestros suelos, es de esperar un menor número de nutrientes limitantes y cuando existen, se observa respuesta al agregado de los mismos hasta dosis menores (Ferrando y Zamalvide, 2010).

En la bibliografía no existe consenso en cuanto a la definición de niveles críticos de nutrientes en las hojas de *Eucalyptus*; frente a esto se puede manejar para nitrógeno un nivel crítico en el entorno del 1,2 a 1,8%, para P de 0,08% a 0,12%, y potasio de 0,6 a 0,8%, (ver cuadro No. 4, Boardman et al. 1997, Zamalvide y Ferrando 2010).

Cuadro No. 4. Rangos de suficiencia de nutrientes en hojas jóvenes de *Eucalyptus globulus*

Elemento		Intervalo de suficiencia
N		1,2-1,8
P		0,1-0,14
K	%	0,4-0,8
Ca		0,4-1,3
Mg		0,10-0,22
S		1,5-2,0
B		30-51
Cu		2,5-24
Fe	ppm	50-156
Mn		190-710
Zn		15-51

Fuente: Boardman et al. (1997), Zamalvide y Ferrando (2010)

Ferrando y Zamalvide (2010) concluyen en base a un muestreo realizado en plantaciones de un año y medio de edad, con fertilización previa con al menos N y P, que en prácticamente ninguno de los sitios estudiados se obtuvieron niveles foliares de nutrientes que pudieran marcar una clara limitante del crecimiento; sin embargo, marcan al boro como uno de los nutrientes con más posibilidades de aparecer como limitante nutricional en *Eucalyptus*.

### 2.3.2 Fertilizantes y bioestimulantes

Se puede complementar el aporte de nutrientes que realiza el suelo por sus mecanismos naturales mediante el agregado de nutriente deficitario al cultivo en cuestión a través de fertilizantes (Casanova y Barbazán, 2013).

Para una fertilización racional se debe tener en cuenta los niveles de nutrientes en el suelo y los requerimientos nutricionales de la especie en cuestión.

Ciertos fertilizantes solubles en agua pueden ser aplicados directamente a la parte aérea de las plantas. Los nutrientes deben penetrar la cutícula de la hoja o los estomas para después entrar a las células. Este método proporciona una más rápida utilización de nutriente y permite la corrección de deficiencias observadas en menos tiempo del que sería requerido mediante un tratamiento de suelo (Casanova y Barbazán, 2013).

En la fertilización foliar son varios los factores a tener en cuenta; entre ellos están el tipo de nutriente aplicado (macro o micronutriente), la cantidad adecuada (solución y número de aplicaciones) para así evitar daños por excesos, factores ambientales (temperatura, humedad, intensidad de la luz, velocidad del viento) los cuales afectan tanto la absorción como la translocación de nutrientes aplicados al follaje.

Los bioestimulantes son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que tienen propiedades nutritivas para las plantas o repelentes y atrayentes de insectos para la prevención y control de plagas y/o enfermedades (IPES y FAO, 2010).

Pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios siendo los más comunes:

De acuerdo a la forma de acción:

- Bioestimulante / bioenraizador.
- Biofertilizante.
- Biofunguicida.
- Bioinsecticida / biorepelente.

De acuerdo a la forma de preparación:

- Extracto.
- Infusión.
- Decocción.
- Purín.
- Macerado.
- Caldo.

#### 2.3.2.1 Principales componentes de los bioestimulantes con efecto en planta

Los bioestimulantes se preparan a base de vegetales que poseen sustancias que ayudan y promueven el desarrollo de las distintas partes de las plantas, fundamentalmente, en sus primeros estadios. Actúan aportando un suplemento de nutrientes; facilitando la absorción y el traslado de los mismos; y estimulando una mayor y rápida formación de raíces (IPES y FAO, 2010).

Pueden estar formulados de manera que aporten nutrientes minerales en solución, del mismo modo que los fertilizantes, en conjunto con el complejo

bioestimulante, que puede aportar sustancias húmicas, fitohormonas, reguladores osmóticos celulares, entre otros.

### 2.3.2.2 Ácidos húmicos y fúlvicos

El humus se define como la materia orgánica en un estado más o menos avanzado de estabilización, que no se encuentra de una forma definida, sino en una serie de productos intermedios de transformación, hasta que parte de sus componentes llegan a mineralizarse bajo la acción del agua y oxígeno, principalmente del suelo (Bellapart, Guerrero, Howard, Bollo, citados por Fernández, 2003).

El humus está compuesto por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas (Urzúa, Bollo, citados por Fernández, 2003).

- **Ácido húmico:** es soluble en una solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. Es de color café oscuro, de alto peso molecular, altamente polimerizado, íntimamente ligado a arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50-62% de carbono (Florenza y Martínez, Schnitzer, citados por Fernández, 2003).
- **Ácido fúlvico:** es la fracción húmica que permanece en la solución acuosa acidificada; soluble en ácidos y bases. Es de color pardo-amarillento, de menor peso molecular y posee cerca de 43-52% de carbono (Florenza y Martínez, Bollo, citados por Fernández, 2003).

En estado natural, los ácidos húmicos y fúlvicos están íntimamente ligados a arcillas (Guerrero, citado por Fernández, 2003). La composición elemental de las sustancias húmicas se presenta en el cuadro No. 5.

Cuadro No. 5. Composición elemental de las sustancias húmicas

	<b>C%</b>	<b>H%</b>	<b>O%</b>	<b>N%</b>
Ácido Fúlvico	44-49	3,5-5,0	44-49	2,0-4,0
Ácido Húmico	52-62	3,0-5,5	30-33	3,5-5,0

Fuente: Guerrero, citado por Fernández (2003)

En la literatura se reportan efectos de las sustancias húmicas sobre las plantas que indican aumentos en el desarrollo de raíces y tallos, promoción del desarrollo de la radícula, mediante tratamiento de semillas y sustratos; mejoras

en la absorción de micronutrientes como Fe, Cu y Zn; y aumentos en la absorción de nitrógeno y fósforo (Fernández, 2003).

#### 2.3.2.3 Zeatina

Fue la primera citoquinina (fitohormona) natural aislada en 1963, en semillas inmaduras de maíz. La sustancia se identificó químicamente como 6-(4-hidroxi-3-metilbut-trans-2-enilamino) purina y recibió el nombre común de zeatina. En la actualidad hay descritas unas 35 especies químicas distintas de citoquininas en las plantas (Azcón Bieto y Talón, 2009).

Se considera que las citoquininas son sintetizadas, en su mayoría, en las zonas meristemáticas de las raíces, aunque esto no excluye la participación de los órganos aéreos, especialmente de los tejidos meristemáticos, en el proceso de biosíntesis de las mismas.

Entre los procesos en los que las citoquininas están implicadas cabe señalar la división celular, la proliferación de yemas axilares (ruptura de la dominancia apical), la neoformación de órganos in vitro, senescencia foliar, el desarrollo de los cloroplastos y la floración. En la mayor parte de estos procesos, las citoquininas actúan en concierto con otros estímulos, especialmente hormonales y ambientales (Azcón Bieto y Talón, 2009).

#### 2.3.2.4 Glicina betaína

Varios solutos compatibles permiten a las plantas tolerar el estrés abiótico, y la glicina betaína (GB) es uno de los más estudiados entre estos solutos. La investigación temprana sobre GB se centró en el mantenimiento del potencial osmótico celular en las células vegetales. Estudios de plantas transgénicas y posterior ingeniería genética de síntesis de enzimas de GB biosintéticas demostraron que la acumulación de GB aumenta la tolerancia de plantas a varios estreses abióticos en todas las etapas de su ciclo de vida. Estas plantas capaces de producir GB exhiben varias características ventajosas, tales como agrandamiento de frutas y flores o mayor número de semillas bajo condiciones de no estrés. Sin embargo, niveles de GB en las plantas transgénicas acumuladoras de GB continúa siendo relativamente baja, por lo general, en el rango de milimoles. Sin embargo, estos niveles bajos de GB confieren considerable tolerancia a varios estreses, sin necesariamente contribuir significativamente al potencial osmótico celular (Chen y Murata, 2010).

Por otra parte, niveles bajos de GB, aplicado de forma exógena pueden inducir la expresión de ciertos genes de respuesta al estrés, incluyendo aquellas enzimas que eliminan especies reactivas del oxígeno (Chen y Murata, 2010).

#### 2.3.2.5 Resultados de trabajos acerca de la efectividad de aplicaciones de fertilizantes y bioestimulantes en *Eucalyptus globulus* en Uruguay

Hirigoyen (2011) concluyó en su trabajo de tesis de grado que el aporte exógeno de nutrientes pudo ser utilizado por los árboles para una respuesta metabólica contra la infección de MLD, motivo por el cual los tratamientos con fertilización lograron disminuir la incidencia del ataque y promover la generación de mayor cantidad de brotes con respecto al testigo sin tratar.

Barboza (2013) ha concluido en su trabajo de tesis de grado que la aplicación de bioestimulantes no tiene efecto importante en el crecimiento inicial de plantaciones de *Eucalyptus globulus*, así como tampoco sobre el comportamiento sanitario frente a las infecciones foliares.

Cantera e Ihlenfeld (2014) detectaron tendencias a un mejor desempeño en las parcelas tratadas con bioestimulantes por lo que deducen que el agregado de sustancias húmicas y de bioestimulantes al suelo favoreció al incremento en altura y diámetro y habría favorecido a un mayor porcentaje de sobrevivencia frente a los demás tratamientos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN

El trabajo fue realizado en el departamento de Lavalleja en el paraje de Cerro Pelado, a 59 Km de Minas, en el establecimiento “La Cuchilla” (coordenadas S34 08 10.24 O55 02 00.36), propiedad de Forestal Atlántico Sur, con entrada por camino vecinal en el kilómetro 163 de la ruta 8 (ver figura No. 1).



Figura No. 1. Mapa de ubicación del predio (línea roja indica ruta de acceso)

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

El ensayo se realizó en el predio con número de padrón 6016 de 88 has de superficie, el cual se asienta sobre el grupo de suelos CONEAT 2.11a. Con sierras rocosas de paisaje ondulado fuerte y pendientes entre 5 y 20%; litosoles

pedregosos y muy superficiales; con afloramientos rocosos; pertenecientes a la unidad Sierra de Polanco de la carta de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000.

Cuadro No. 6. Análisis químico del suelo del ensayo

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

El ensayo fue instalado el día 24 de marzo de 2015 sobre una plantación de 7 meses de edad (plantación realizada el 1-9-2014) y finalizó 5 meses y medio después, el 5 de setiembre de 2015.

### 3.3 DATOS DE LA PLANTACIÓN

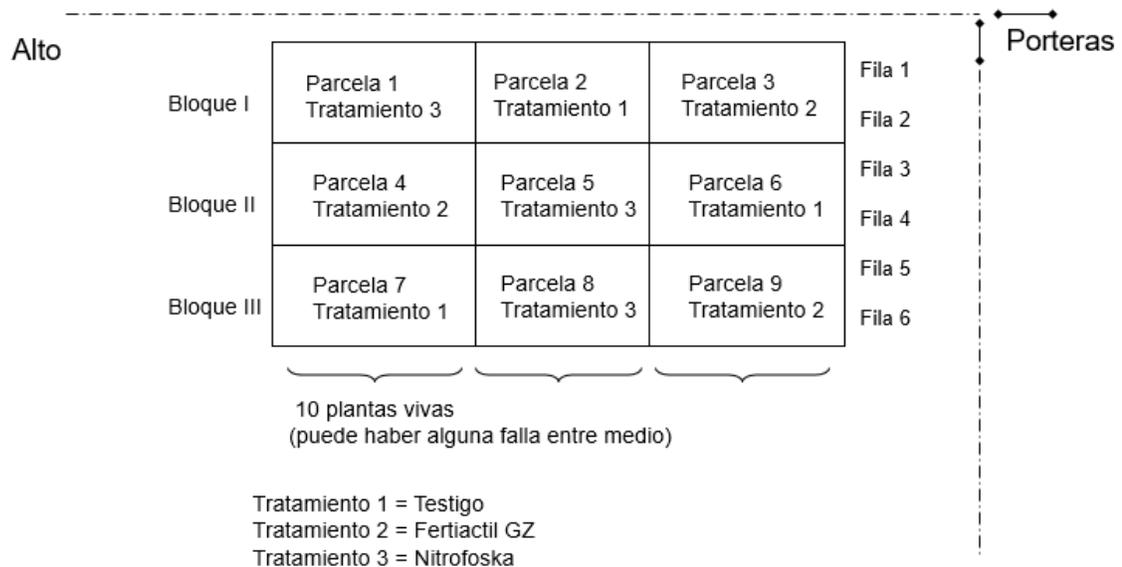
Se partió de reforestación, con limpieza manual de residuos. Se realizó subsolado a 50 cm, dos pasadas de excéntrica y una disquera afinadora. El marco de plantación fue de 5,2 m entre filas y una distancia entre plantas de 1,8 m obteniéndose una densidad inicial de 1075 arb/ha. Se utilizaron plantines provenientes de semilla de *E. globulus*. Se aplicó en la plantación 100g/planta de fertilizante 12-52-52-0. Para el control de malezas fue aplicado herbicida en área total y pre emergente pre plantación, 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 una fuente de variación como el suelo.

En un área homogénea del monte se delimitaron tres bloques. Cada bloque fue subdividido en 3 parcelas de dos filas con diez árboles vivos cada una (ver figura No. 2). Se dejó un árbol sin tratar como división entre parcelas de un mismo bloque. En dichas parcelas se distribuyeron aleatoriamente tres tratamientos (Fertiactyl GZ, Nitrofoska y testigo sin tratar). Los productos fueron

aplicados a cada árbol en forma foliar (con mochila), a razón de 150 ml de caldo por árbol, diluyendo al 2 % el producto comercial (200 ml cada 10 litros de agua). Se realizaron 2 aplicaciones a cada tratamiento, una al inicio del experimento y otra a los 67 días.



Bajo

Figura No. 2. Diseño del experimento

### 3.4.1 Nitrofoska

Nitrofoska Foliar PS es un fertilizante líquido, que contiene los macronutrientes N, P y K y elementos menores en forma equilibrada (ver cuadro No. 7), en una relación muy similar al contenido natural de las hojas en condiciones óptimas; por lo tanto, es muy compatible y produce un efecto estimulante mayor que otras fórmulas, incluso más concentradas. Los micronutrientes metálicos están quelatizados con EDTA. Todos los elementos que contiene Nitrofoska Foliar PS son altamente solubles, asegurando una óptima absorción de los nutrientes y seguridad para el cultivo. Peso específico, aprox. 1,37 Kg/L a 20°C.

Cuadro No. 7. Concentración de nutrientes en solución de Nitrofoska®

<b>Nutriente</b>	<b>Concentración</b>	
Nitrógeno (N)	250 g/Kg	(25%)
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	100 g/Kg	(10%)
Potasio (K <sub>2</sub> O)	175 g/Kg	(17,5%)
Magnesio (MgO)	15.7 g/Kg	(1,57%)
Hierro (Fe)	0.4 g/Kg	(0,04%)
Cinc (Zn)	0.4 g/Kg	(0,04%)
Manganeso (Mn)	0.3 g/Kg	(0,03%)
Boro (B)	0.15 g/Kg	(0,015%)
Cobre (Cu)	0.05 g/Kg	(0,005%)
Molibdeno (Mo)	0.005 g/Kg	(0,0005%)

### 3.4.2 Fertiactyl GZ

De acuerdo con lo expuesto por Timac AGRO Chile en su página de internet, Fertiactyl GZ es un bioestimulante a base de algas que contiene 156g/l de nitrógeno (16%), 60 g/l de potasio (6%), glicina betaína (aminoácido), zeatina (citoquinina) y ácidos húmicos y fúlvicos.

## 3.5 EVALUACIONES REALIZADAS

El experimento constó de tres tratamientos con tres repeticiones, siendo evaluados un total de 180 árboles en todo el ensayo. Las evaluaciones fueron repetidas en el tiempo, por lo que cada árbol fue medido en tres fechas distintas (24/3/15, 30/5/15 y 5/9/2015).

### 3.5.1 Medidas dasométricas

Las variables dasométricas evaluadas fueron diámetro a la base (expresada en mm) y altura total (expresada en metros), durante las tres fechas de evaluación. Los instrumentos utilizados fueron una pértiga telescópica (medición de altura) y un calibre (medición de diámetro a la base).

En los casos en los que la base del árbol difería notoriamente de una forma cilíndrica se hicieron dos mediciones de diámetro, una del diámetro mayor y otra del diámetro menor y se utilizó el promedio.

### 3.5.2 Muestreo y análisis de suelo

En el momento de la instalación del ensayo, se sacó una muestra representativa del suelo (0 a 20 cm de profundidad) con taladro de mecha. La muestra fue secada en estufa por 48 horas a 40°C y molida hasta un tamaño menor de 2 mm. Se determinó pH en agua (Van Lierop, 1990), materia orgánica (calculada a partir de la determinación de carbono orgánico por titulación con sulfato ferroso, luego de atacar una muestra con dicromato de potasio y ácido sulfúrico, sin calor exterior) (Walkley y Black, 1934); fósforo asimilable por el método Bray-1 (Bray y Kurtz, 1945); Ca, Mg, K y Na extraído con acetato de amonio 1M buffereado a pH 7 (Lindsay y Norvell, 1978) y luego determinados por absorción atómica Ca y Mg y por emisión K y Na (Isaac y Kerber, 1971).

### 3.5.3 Muestreo y análisis foliar

En las tres fechas de evaluación, se tomaron muestras foliares compuestas de cada parcela (tomando hojas de todos los árboles). Se seleccionó las últimas hojas completamente desarrolladas en el tiempo (la hoja más nueva totalmente desarrollada), en ramas de media altura, alrededor de todo el árbol (4 por árbol). Estas muestras fueron mantenidas a bajas temperaturas durante el transporte y almacenamiento para luego ser secadas y procesadas.

Las muestras fueron secadas a 60°C por 48 horas (hasta peso constante) y molidas hasta un tamaño menor a 1 mm. Se realizó una digestión de 0,5 g de muestra con ácido sulfúrico y catalizador, determinándose los contenidos totales de nitrógeno por el método Kjeldahl (Bremner y Mulvaney, 1982). En una dilución con ácido clorhídrico de las cenizas de un 1 gramo de muestra (obtenidas por calentamiento en mufla a 500°C), se determinaron los contenidos totales de fósforo (P) con el método colorimétrico de ácido ascórbico (Murphy y Riley, 1962), boro (B) por el método de la Azometina-H (Malavolta et al., 1997), magnesio (Mg), calcio (Ca), hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu) y manganeso (Mn) por absorción atómica y potasio (K) por espectrometría de emisión (Isaac y Kerber, 1971).

### 3.5.4 Evaluación sanitaria

En la segunda y la tercera fecha la evaluación dasométrica se evaluó la presencia de *Mycosphaerella* y se midió la altura máxima de los síntomas para cada árbol que los presentara. Además, se extrajeron hojas con manchas características para posterior análisis y reconocimiento del patógeno.

### 3.5.5 Identificación de la especie patógena

A partir de las muestras de hojas enfermas extraídas del ensayo se procedió a realizar un cultivo en placa de Petri sobre papel húmedo con sacarosa sobre el cual se colocaron trozos de hojas con sintomatología de la enfermedad (ver figura No. 4); las muestras fueron etiquetadas y cerradas en bolsas de nylon transparentes para luego ser llevadas a cámara húmeda donde fueron sometidas a 25°C y expuestas a condiciones lumínicas que simulaban el día y la noche.

Luego de un período prudencial de incubación de las muestras (dos semanas), se procedió a abrir las placas de Petri y a observar la presencia del signo de la enfermedad (conidios) bajo lupa binocular de 40x. Dichos conidios fueron extraídos con la ayuda de una aguja esterilizada y esparcidos sobre un portaobjetos con una gota de agua, buscando observar bajo el microscopio óptico estructuras reproductivas del patógeno, para así lograr una identificación más precisa.



Figura No. 3. Placas de petri con muestras de hojas para incubación en cámara húmeda

### 3.5.6 Temperatura y humedad

Durante todo el ensayo estuvo operativo en el mismo lugar, un dispositivo registrador de temperatura y humedad relativa cada una hora, a fin de obtener una mayor cantidad de datos que pudieran ser valiosos para el análisis de los resultados.

### 3.5.7 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se realizó un análisis de la varianza particionando el modelo propuesto (diseño en bloques completos al azar) en sus distintas fuentes de variación, utilizando el software estadístico InfoStat versión 2016e. Se realizó la comparación de medias mediante test de Tukey y contrastes ortogonales.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EVALUACIONES DASOMÉTRICAS

La altura y diámetro a la base no mostraron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las tres fechas evaluadas (ver cuadros No. 8, 9 y 10). No se observan efectos relativos de alguno de los tratamientos sobre el resto cuando se analizan las medias por test de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) o por contrastes ortogonales (testigo vs. tratamientos, Fertiactyl GZ vs. Nitrofoska).

De los análisis estadísticos realizados para la primera fecha de evaluación resulta de importancia que el análisis de la varianza no haya revelado diferencias significativas entre tratamientos, ya que de esta forma podemos confirmar que el ensayo fue establecido sobre un material experimental homogéneo, muy importante para poder detectar el efecto de los tratamientos aplicados.

A pesar de no haberse observado efecto estadísticamente significativo entre tratamientos, la altura media del testigo fue siempre mayor (aunque no en forma significativa) que el resto de los tratamientos y se mantuvo así en los tres momentos de evaluación, sin tendencias a aumentar o disminuir con respecto a los demás tratamientos.

Fueron verificados los supuestos del modelo (diseño en bloques completos al azar) y no se detectaron anomalías que estuvieran afectando los resultados de los análisis presentados.

Independientemente de los tratamientos, entre la primera y la tercera evaluación los árboles aumentaron en promedio 1m en altura y 20 mm en diámetro a la base (ver cuadros No. 8 y 10).

Cuadro No. 8. Promedio de altura y diámetro de la base, y análisis estadístico para la primera fecha de evaluación

Tratamiento	Altura (m)	Diámetro de la base (mm)
Testigo	1,96 a	31 a
Nitrofoska	1,79 a	28 a
Fertiactyl GZ	1,77 a	27 a
CV%	10,38	13,15
p-valor	0,47	0,42

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

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

Tratamiento	Altura (m)	Diámetro de la base (mm)
Testigo	2,45 a	41 a
Fertiactyl GZ	2,24 a	36 a
Nitrofoska	2,23 a	37 a
CV%	11,71	12,85
p-valor	0,57	0,55

**Contrastes**

Testigo vs. Tratamientos	ns	ns
Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ	ns	ns

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

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

Tratamiento	Altura (m)	Diámetro de la base (mm)
Testigo	3,01 a	51 a
Fertiactyl GZ	2,78 a	46 a
Nitrofoska	2,83 a	45 a
CV%	12,25	11,57
p-valor	0,72	0,51
<b>Contrastes</b>		
Testigo vs. Tratamientos	ns	ns
Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ	ns	ns

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

#### 4.2 ANÁLISIS FOLIARES

Similar a lo observado por Ferrando y Zamalvide (2010), a excepción de Fe, B y Zn, las concentraciones foliares iniciales del resto de los nutrientes se encontraba dentro de los rangos de suficiencia para un óptimo desarrollo de los árboles.

Las concentraciones foliares de Fe para el primer muestreo se encontraron por debajo de los niveles de suficiencia reportados en la bibliografía consultada (50-156 ppm) (Boardman et al. 1997, Zamalvide y Ferrando 2010), no observándose diferencias significativas entre parcelas. En el segundo y tercer muestreo las concentraciones foliares alcanzaron dichos niveles de suficiencia, no mostrando diferencias significativas entre tratamientos (ver cuadros No. 14 y 16), por lo que el aumento no estaría asociado a las aplicaciones realizadas.

Las concentraciones foliares de B mostraron valores considerados de insuficiencia en todos los tratamientos y para las tres evaluaciones realizadas (rango de suficiencia para B 30-51 ppm) (Boardman et al. 1997, Zamalvide y Ferrando 2010). En el caso de B era de esperarse, ya que éste presenta muy bajas disponibilidades en la mayoría de los suelos de nuestro país. El análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las evaluaciones.

Para el caso del Zn, las concentraciones también estuvieron por debajo de los rangos de suficiencia reportados (15-51 ppm) (Boardman et al. 1997,

Zamalvide y Ferrando 2010), observándose diferencias significativas entre parcelas en la primera evaluación ( $p$ -valor= 0,03), cuando aún no se había aplicado ningún tratamiento. Estas diferencias desaparecen en los muestreos posteriores, presumiblemente por efecto de los tratamientos, aunque pudo no ser detectada debido a un aumento en el coeficiente de variación (ver cuadros No. 12, 14 y 16).

Las concentraciones foliares de Mn no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos para ninguna de las fechas de evaluación, sin embargo, este resultado pudo ser influido por la existencia de un alto coeficiente de variación. En la segunda evaluación, tanto el testigo como Nitrofoska presentaron niveles foliares inferiores al óptimo reportado por Boardman et al. (1997), Zamalvide y Ferrando (2010), mientras que en la tercera evaluación únicamente las parcelas tratadas con Nitrofoska se mantuvieron con concentraciones bajas. Para el tratamiento con Fertiactyl GZ, los niveles de este nutriente siempre estuvieron dentro del rango de suficiencia reportado por estos autores (190-710 ppm). Si bien este producto no aporta de forma directa este nutriente, podría estar estimulando la absorción del mismo mediante un mejor desarrollo radicular, logrando mantener los niveles de suficiencia en planta (ver cuadros No. 12, 14 y 16).

En la segunda y tercera fecha de evaluación, los árboles tratados con Nitrofoska presentaron, para todos los nutrientes exceptuando N, valores promedio de concentraciones foliares menores que para el resto de los tratamientos, aunque solo en Ca y Mg para la segunda evaluación estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p$ -valor de 0,01 y 0,04 respectivamente). Para estos nutrientes, el contraste Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ, mostró valores de concentración en planta significativamente mayores en aquellas que recibieron Fertiactyl GZ, tanto en el segundo como en el tercer muestreo (ver cuadros No. 13 y No. 15). Los niveles en planta de estos nutrientes, respecto al tema sanitario son de importancia dado que están relacionados con la resistencia de tejidos y la fotosíntesis.

Estos resultados pueden estar indicando una posible ventaja comparativa de Fertiactyl GZ, ya que, aunque solo aporta N y K, los análisis foliares de los árboles tratados muestran mayores concentraciones (aunque no siempre estadísticamente significativas) frente a aquellos no tratados o tratados con Nitrofoska (que sí agrega todos los nutrientes), siendo posible estar frente a un efecto de los compuestos bioestimulantes que favorezcan la absorción de los mismos.

Para el resto de los nutrientes analizados no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las fechas de evaluación, esto

permite deducir la ausencia de efecto diferencial entre los tratamientos evaluados, aunque pudo deberse a los altos coeficientes de variación presentados por estas variables (ver cuadros No. 11 al No. 16)

Cuadro No. 11. Concentraciones foliares de macronutrientes en el primer muestreo (24-3-2015) y análisis estadístico

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	----- % -----				
Testigo	1,79 a	0,16 a	0,76 a	0,61 a	0,15 a
Fertiactyl GZ	1,74 a	0,16 a	0,74 a	0,56 a	0,14 a
Nitrofoska	1,85 a	0,16 a	0,76 a	0,56 a	0,14 a
CV%	4,04	8,16	10,06	6,37	5,41
p-valor	0,32	0,98	0,93	0,30	0,84

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

Cuadro No. 12. Concentraciones foliares de micronutrientes en el primer muestreo (24-3-2015) y análisis estadístico

Tratamiento	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- ppm -----				
Testigo	42 a	6 a	222 a	12 ab	15 a
Fertiactyl GZ	38 a	7 a	234 a	11 a	15 a
Nitrofoska	41 a	6 a	257 a	13 b	16 a
CV%	16,57	26,91	21,40	4,95	16,20
p-valor	0,77	0,87	0,71	0,03	0,71

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

Cuadro No. 13. Concentraciones foliares de macronutrientes en el segundo muestreo (30-5-2015) y análisis estadístico

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	----- % -----				
Testigo	1,90 a	0,13 a	0,74 a	0,92 a	0,17 ab
Fertiactyl GZ	1,97 a	0,13 a	0,82 a	0,92 a	0,19 a
Nitrofoska	1,97 a	0,10 a	0,53 a	0,60 b	0,12 b
CV%	7,35	18,7	23,5	9,9	13,8
p-valor	0,81	0,42	0,19	0,01	0,04
<b>Contrastes</b>					
Testigo vs. Tratamientos	ns	ns	ns	ns	ns
Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ	ns	ns	ns	<0,01	0,02

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

Cuadro No. 14. Concentraciones foliares de micronutrientes en el segundo muestreo (30-5-2015) y análisis estadístico

Tratamiento	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- ppm -----				
Testigo	65 a	5 a	175 a	14 a	13 a
Fertiactyl GZ	70 a	6 a	209 a	16 a	16 a
Nitrofoska	53 a	4 a	161 a	12 a	11 a
CV%	12,63	17,25	15,55	13,67	17,32
p-valor	0,16	0,18	0,22	0,18	0,16
<b>Contrastes</b>					
Testigo vs. Tratamientos	ns	ns	ns	ns	ns
Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ	ns	ns	ns	ns	ns

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

Cuadro No. 15. Concentraciones foliares de macronutrientes en el tercer muestreo (5-9-2015) y análisis estadístico

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	----- % -----				
Testigo	1,68 a	0,12 a	0,71 a	0,74 a	0,13 a
Fertiactyl GZ	1,91 a	0,14 a	0,88 a	0,79 a	0,14 a
Nitrofoska	2,08 a	0,12 a	0,71 a	0,67 a	0,12 a
CV%	15,61	13,43	10,81	7,1	12,61
p-valor	0,34	0,40	0,11	0,10	0,41
<b>Contrastes</b>					
Testigo vs. Tratamientos	ns	ns	ns	ns	ns
Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ	ns	ns	ns	0,04	ns

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

Cuadro No. 16. Concentraciones foliares de micronutrientes en el tercer muestreo (5-9-2015) y análisis estadístico

Tratamiento	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- ppm -----				
Testigo	88 a	6 a	193 a	12 a	17 a
Fertiactyl GZ	79 a	6 a	199 a	11 a	17 a
Nitrofoska	73 a	5 a	180 a	11 a	17 a
CV%	11,86	15,21	20,21	7,00	17,84
p-valor	0,27	0,40	0,84	0,64	0,99
<b>Contrastes</b>					
Testigo vs. Tratamientos	ns	ns	ns	ns	ns
Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ	ns	ns	ns	ns	ns

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

#### 4.3 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ENFERMEDAD

Se detectó un incremento en la altura de la manifestación de sintomatología de *Mycosphaerella spp.* sobre los árboles, entre las dos fechas de evaluación, lo cual indicaría una evolución de la enfermedad, asociado a la ocurrencia de factores predisponentes para su desarrollo (temperaturas entre 15 y 20°C y HR% alta).

No obstante, no se pudieron detectar diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las fechas de evaluación (ver cuadro No. 17). Estos resultados sugieren que no existe efecto de los tratamientos en el control del avance de la enfermedad.

Cuadro No. 17. Análisis estadístico para altura de síntoma en los dos períodos de evaluación

Tratamiento	Altura de Síntoma (m)	
	30-05-2015	5-09-2015
Testigo	1,77 a	2,07 a
Fertiactyl GZ	1,70 a	1,93 a
Nitrofoska	1,67 a	1,96 a
CV%	5,95	4,59
p-valor	0,54	0,28
<b>Contrastes</b>		
Testigo vs. Tratamientos	ns	ns
Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ	ns	ns

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

#### 4.3.1 Condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad

El avance en altura de la sintomatología de la enfermedad correspondió con la ocurrencia de días con características de temperatura y humedad predisponentes para el desarrollo de la misma (temperaturas mayores a 15°C y HR% alta). Estas condiciones se presentaron en forma alternada, durante diversos períodos de tiempo a lo largo del experimento, lo que explica la presencia de la enfermedad desde el comienzo de la evaluación.

Como se puede observar en las figuras No. 4 y 5, durante los tres meses (junio a agosto) entre los cuales se dieron la primera y la segunda evaluación de la altura de síntomas, ocurrieron 18 días en los cuales se podría ver favorecida la reinfección, lo cual indica que en el 20% de los días transcurridos entre las evaluaciones, las condiciones ambientales fueron favorables al desarrollo de la enfermedad.

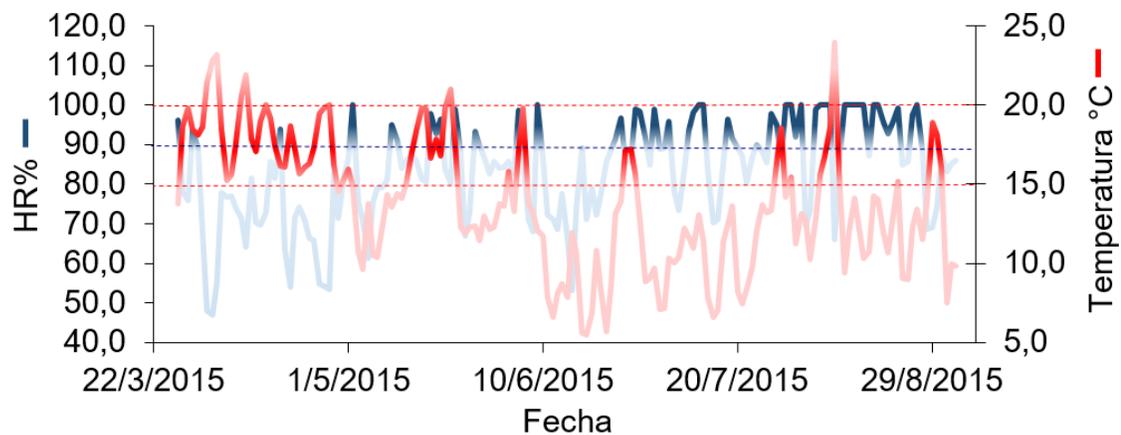


Figura No. 4. Promedio diario de temperatura y humedad relativa, los colores más intensos marcan condiciones ideales de estas variables para la infección por MLD

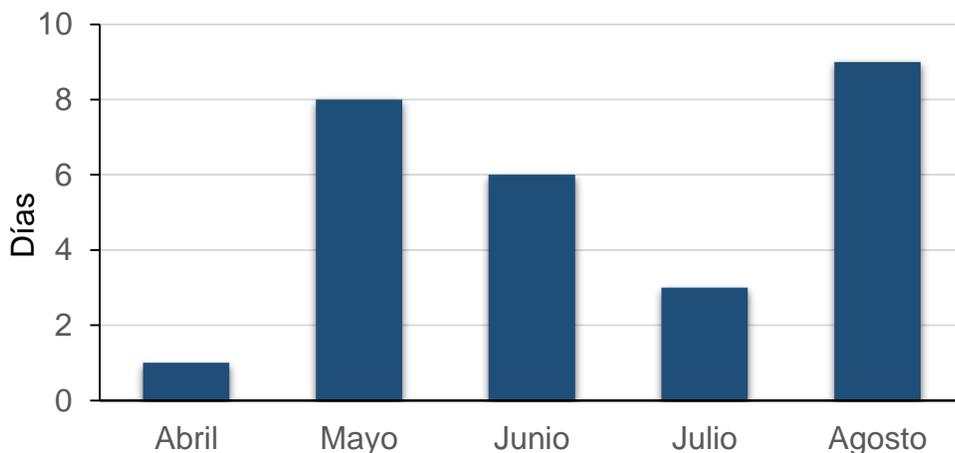


Figura No. 5. Número de días con ocurrencia de condiciones favorables al avance de la enfermedad

#### 4.3.2 Identificación del patógeno

A campo fueron identificadas manchas foliares necróticas de forma circular a irregular de 3 a 7 mm aproximadamente, correspondientes a la sintomatología de infección por *Mycosphaerella spp.*

A partir del cultivo efectuado de las muestras extraídas a campo, se pudo observar la presencia del signo de la enfermedad notándose un gran número de pseudotecios globosos de color oscuro sobre las manchas foliares (como se puede observar en la figura No. 6), que permitieron una identificación más precisa.

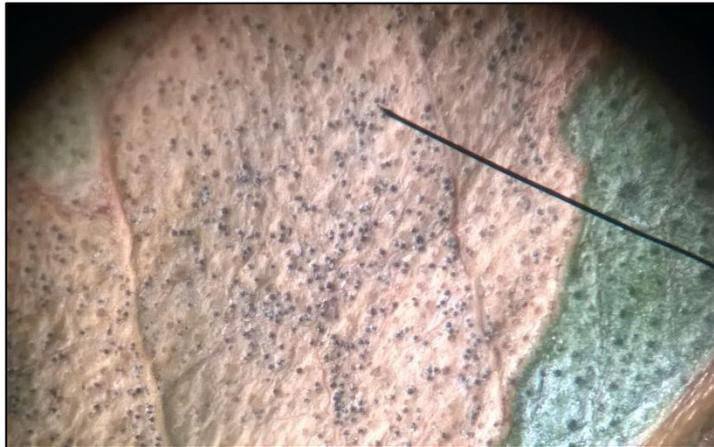


Figura No. 6. Pseudotecios sobre mancha foliar observados con lupa binocular

## 5. CONCLUSIONES

La aplicación foliar tanto de fertilizante como de bioestimulante no resultó en mejoras significativas en el crecimiento en altura y diámetro a la base durante el período evaluado de la plantación de *Eucalyptus globulus spp.*, así como tampoco se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos para el avance de la enfermedad sobre los árboles.

Los análisis foliares realizados mostraron que la mayoría de los nutrientes se encontraban en niveles de suficiencia para el crecimiento de los árboles, por lo que no serían esperables mejoras por su aporte mediante fertilización. En algunos muestreos se observaron concentraciones foliares de Fe, Mn, B y Zn por debajo de los niveles de suficiencia reportados.

La aplicación de fertilizantes foliares y/o bioestimulantes, no redundó en concentraciones foliares diferentes a los testigos (los cuales ya estaban dentro de los niveles de suficiencia reportados por la bibliografía), lo cual pudo influir en la ausencia de diferencias estadísticamente significativas para las variables dasométricas altura y diámetro a la base ya que el estado nutricional de las plantas no condicionó el crecimiento de las mismas.

Durante el período de realización del ensayo ocurrieron suficientes días con condiciones favorables para el desarrollo de *Mycosphaerella spp.*, lo que se vio reflejado en el aumento progresivo de la altura a la que se observaba la sintomatología de la enfermedad sobre los árboles. No obstante, no se constataron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual permite presumir la nulidad del efecto de los productos en el control del avance de la enfermedad.

A pesar de los resultados obtenidos en este trabajo, se desprenden indicios que llevan a pensar en la necesidad de continuar con el estudio de esta temática, para generar una masa crítica de conocimiento que permita determinar concluyentemente los efectos de la aplicación de productos bioestimulantes.

## 6. RESUMEN

La actividad forestal en el país ha crecido en forma sostenida en los últimos 25 años, durante los cuales se ha multiplicado por 30 la superficie plantada. Este incremento del área forestada trajo aparejado un aumento en la concentración de inóculo de diversas enfermedades, lo que aumentó la importancia relativa de estas sobre la producción de *Eucalyptus spp.* en los últimos años e impulsó a la investigación nacional a generar información sobre las distintas problemáticas emergentes. En nuestro país, las principales manchas foliares observadas en *Eucalyptus* están asociadas a las llamadas “manchas por *Mycosphaerella*” (MLD por sus siglas en inglés). Dicho síntoma se manifiesta en hojas juveniles que permanecen unidas al árbol y pueden observarse desde ambos lados de la lámina, varían desde angulares, circulares o irregulares y frecuentemente coalescen para formar manchas necróticas que pueden ocupar toda la hoja y deformar la lámina. MLD provoca disminución del área fotosintética y posterior defoliación y en los casos más severos, la muerte del árbol. Las condiciones ambientales que favorecen la infección son humedad relativa superior al 95% y temperaturas entre 15 y 20 °C por un mínimo de 24 horas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulante (Fertiactyl GZ) en el crecimiento, la nutrición y sanidad de *Eucalyptus globulus spp. globulus*. El ensayo se realizó en el departamento de Lavalleja en el paraje de Cerro Pelado, a 59 Km de Minas, en el establecimiento “La Cuchilla”, propiedad de Forestal Atlántico Sur; durante el período de marzo a setiembre de 2015. En un diseño en bloques completos al azar compuesto de tres bloques con tres tratamientos (testigo sin tratar, Nitrofoska y Fertiactyl GZ, cada uno compuesto de 20 árboles); se aplicó 150 ml de caldo por árbol, diluyendo al 2 % el producto comercial (200ml cada 10 litros de agua). Se realizaron evaluaciones de crecimiento, evolución de los contenidos foliares de nutrientes y de avance de la enfermedad. Para el análisis estadístico de las variables evaluadas se realizaron análisis de varianza, test de Tukey y contraste ortogonal (Testigo sin tratar vs. Nitrofoska y Fertiactyl GZ y, Nitrofoska vs. Fertiactyl GZ) por medio del software estadístico InfoStat versión 2016e. La aplicación foliar tanto de fertilizante (Nitrofoska) como de bioestimulante (Fertiactyl GZ) no resultó en mejoras significativas en el crecimiento en altura y diámetro a la base, en el período evaluado de la plantación de *Eucalyptus globulus spp.* No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para los niveles foliares de nutrientes y todos se encontraron entre los niveles de suficiencia reportados para la especie en estudio. Durante el período de realización del ensayo ocurrieron suficientes días con condiciones favorables para el desarrollo de *Mycosphaerella spp.*, lo que se vio reflejado en el aumento progresivo de la altura de los síntomas de la enfermedad sobre los árboles. El análisis estadístico realizado al parámetro altura de síntoma no detectó

diferencias significativas entre tratamientos, lo cual permite presumir la nulidad del efecto de los productos en el control del avance de la enfermedad.

Palabras clave: *Eucalyptus globulus* spp. *globulus*; *Mycosphaerella*; MLD; Defoliación; Bioestimulante.

## 7. SUMMARY

Forestry in the country has grown steadily in the past 25 years, during which the planted area has increased by 30. This increase in the forest area brought about an increase in the concentration of inoculum of different diseases, which increased the relative importance of these on the production of *Eucalyptus spp.* in recent years and prompted national research to generate information about the various emerging issues. In our country, the main leaf spots observed in *Eucalyptus* are associated with so-called "*Mycosphaerella leaf disease*" (MLD) The symptom of disease manifests such as spots in young leaves that remain attached to the tree and may be seen from both sides of the plate, varying from angular, circular or irregular and often coalesce to form necrotic spots that can occupy the entire sheet and deforming the blade. MLD causes decrease of photosynthetic area and subsequent defoliation and in more severe cases, the death of the tree. Environmental conditions favoring infection are relative humidity above 95% and temperatures between 15 and 20 °C for a minimum of 24 hours. The objective of this research was to evaluate the effect of foliar application of biostimulant (Fertiactyl GZ) in growth, nutrition and health of *Eucalyptus globulus spp. globulus*. The trial was conducted in the Department of Lavalleja in the location of Cerro Pelado, at 59 Km of Minas, in the establishment "La Cuchilla", owned by Forestal Atlántico Sur; during the period from March to September 2015. In a design in complete randomized blocks consisting of three sections with three treatments (control untreated, Nitrofoska and Fertiactyl GZ, each consisting of 20 trees); 150 ml of broth it applied per tree, diluting 2% the commercial product (200 ml per 10 l of water). Growth, evolution of the foliar contents of nutrients and disease progression were evaluated. The foliar application of fertilizer (Nitrofoska) and biostimulant (Fertiactyl GZ) did not result in significant improvements in the growth in height and diameter at the base in the initial stage of the plantation of *Eucalyptus globulus spp.* There were no significant differences for foliar nutrient levels and all were found between levels of sufficiency established for the species in the study. During the test period occurred sufficient days with favorable conditions for the development of *Mycosphaerella spp.*, this situation was reflected in the gradual increase in the height of the symptoms of the disease on the trees. The statistical analysis performed to the parameter height of symptom not detected significant differences between treatments, which allow to presume the invalidity of the effect of the products in the control of the progress of the disease.

Key words: *Eucalyptus globulus spp. globulus*; *Mycosphaerella*; MLD; Defoliation; Biostimulant.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. 2008. Fitopatología. 2a. ed. México, Limusa. 838 p.
2. Alonso, R.; Soria, S.; Lupo, S.; Bettucci, L.; Pérez, C. 2013. Alternativas de manejo de enfermedades foliares en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus*. Montevideo, INIA. pp. 39-44 (Serie Técnica no. 209).
3. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2a. ed. Madrid, Mc Graw-Hill. 651 p.
4. Balmelli, G.; Resquin, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en zonas litoral y norte. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 149).
5. \_\_\_\_\_. 2014. Impacto de *Mycosphaerella* en Uruguay y variabilidad genética para resistencia a la enfermedad en *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus maidenii*. Tesis Dr. Valladolid, España. Universidad de Valladolid. 137 p.
6. Barboza, F. 2013. Efecto de la fertilización y aplicación de bioestimulantes en el desarrollo inicial de plantaciones de *Eucalyptus globulus* sobre suelos de Lavalleja y Rocha. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 48 p.
7. Baso, C. 2004. Potencialidad del *Eucalyptus globulus* como madera sólida. (en línea). AITIM. Boletín de Información Técnica. no. 228: 66-72. Consultado 7 jun. 2016. Disponible en [http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_4834\\_19222.pdf](http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_4834_19222.pdf)
8. Boardman, R.; Cromer, R. N.; Lambert, M. J.; Webb, M. J. 1997. Forest plantations. In: Reuter, D. J.; Robinson, J. B. eds. Plant analysis, an interpretation manual. 2nd. ed. Collingwood, CSIRO. pp. 505-561.
9. Bray, R. H.; Kurtz, L. T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science. 59:39-45.
10. Bremner, J. M.; Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen-total. In: Page, A. L.; Baker, D. E.; Ellis, R.; Keeney, D. R.; Miller, R. H.; Rhoades, J. D. eds. Methods of soil analyses. 2<sup>nd</sup>. ed. Madison, WI, ASA/SSSA. pt.2, pp. 595-624 (Agronomy Monograph no.9).

11. Brussa, C. 1994. Eucalyptus; especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Hemisferio Sur. 314 p.
12. Cantera, B.; Ihlenfeld, S. 2014. Efecto de la fertilización y aplicación de bioestimulantes en el desarrollo inicial de plantaciones de *Eucalyptus globulus* sobre suelos de Lavalleja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
13. Casanova, O.; Barbazán, M. 2013. Fertilizantes. Montevideo, Facultad de Agronomía. 76 p.
14. Chen, T.; Murata, N. 2010. Glycinebetaine protects plants against abiotic stress; mechanisms and biotechnological applications. (en línea). Plant, Cell and Environment. 34 (1): 1-20. Consultado 8 jun. 2016. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3040.2010.02232.x/full>
15. FAO.1981. El Eucalyptus en la repoblación forestal. (en línea). Roma. pp. 1-50. Consultado 7 jun. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/AC459S/AC459S00.htm>
16. Fernández, M. 2003. Evaluación agronómica de sustancias húmicas derivadas de humus de lombriz. Tesis Ing. Agr. Santiago de Chile, Chile. Universidad Católica. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 52 p.
17. Ferrando, M.; Zamalvide, J. 2010. Algunas consideraciones generales en relación al tema “fertilización de eucaliptos”. In: Jornadas de Actualización Técnica; 10 Años de Investigación en Producción Forestal (1as., 2010. Montevideo, Uruguay). Algunas consideraciones generales en relación al tema “fertilización de eucaliptos”. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 38-42.
18. Hirigoyen, A. 2011. Evaluación del daño causado por la mancha foliar (*Teratosphaeria nubilosa*) en *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*, bajo dos tratamientos de fertilización. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 61 p.
19. IPES; FAO (Instituto de Investigación y Estudios Sociales, BR; Food and Agriculture Organization, IT). 2010. Biopreparados para el manejo

sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Lima. 94 p.

20. Isaac, R. A.; Kerber, J. D. 1971. Atomic Absorption and flame photometry; techniques and uses in soil, plant and water analysis. In: Walsh, L. M.; Douglas, L. A. eds. Instrumental methods for analysis of soil and plant tissues. 6th. ed. Madison, WI, SSSA. pp. 17-37.
21. Landis, T. 1989. Mineral nutrients and fertilization. In: Landis, T. D.; Tinus, R. W.; McDonald, S. E.; Barnett, J. P. eds. The container tree nursery manual. Washington, D. C., USDA. Department of Agriculture. Forest Service. v.4, pp. 1-67 (Handbook. no. 674).
22. Lindsay, W. L.; Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal. 42 (3):421-428.
23. Malavolta, E.; Vitti, G. C.; De Oliveira, S. A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. 2ª. ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319 p.
24. Mansilla, P.; Agúin, O.; Pintos, C.; Otero, L. 2005. *Mycosphaerella nubilosa* (Cooke) Hansford. (en línea). Diputación Pontevedra. Estación Fitopatológica "Do Areeiro". Fichas Técnicas no. 37. 4 p. Consultado 8 jun. 2016. Disponible en [http://www.efadip.org/es/Publicaciones/ftecnicas/Ficha37\\_1.htm?orden=tipo](http://www.efadip.org/es/Publicaciones/ftecnicas/Ficha37_1.htm?orden=tipo)
25. Mantero, C.; García, C.; Rodríguez, P.; Escudero, R.; Priore, E.; Menéndez, P. 2007. Potencialidad para producción de aceites esenciales en especies de *Eucalyptus* cultivadas en Uruguay. Agrociencia (Montevideo). 9 (2): 17-23.
26. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2015. Anuario estadístico agropecuario 2015. Montevideo. 215 p.
27. Murphy, J.; Riley, J. P. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta. 27:31-36.

28. Navarrete, F. s.f. Aislamiento e identificación de especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria* asociadas a la enfermedad de la mancha de la hoja en *Eucalyptus* spp. Tesis Licenciatura en Ciencias Biológicas. Montevideo, Uruguay. Facultad de Ciencias. 51 p.
29. Pérez, C.; Fros, D.; Altier, N.; Pérez, G.; Wingfield, M.; Blanchette, R. 2009. Identificación de especies fúngicas asociadas a manchas foliares y canchales en *Eucalyptus*. In: Jornada Técnica Protección Forestal (2009, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 19-24 (Actividades de Difusión no. 567).
30. \_\_\_\_\_; Martínez, G.; Simeto, S.; Torres-Dini, D.; Palladino, C.; Langone, F.; Bentancur, O.; Balmelli, G. 2013. Prospección sanitaria en plantaciones jóvenes de Eucalipto primavera 2008-otoño 2012. In: Jornada Técnica de Protección Forestal (5ª., 2013, Tacuarembó). Avances de investigación en plagas y enfermedades forestales. Montevideo, INIA. pp. 23-28 (Serie Técnica no. 209).
31. Pérez, G.; Hunter, G.; Slippers B.; Pérez, C.; Wingfield, B.; Wingfield, M. 2009. *Teratosphaeria* (*Mycosphaerella*) *nubilosa*, the causal agent of *Mycosphaerella* leaf disease (MLD), recently introduced into Uruguay. European Journal of Plant Pathology. 125: 109-118.
32. Resquin, F.; De Mello, J.; Fariña, I.; Mieres, J.; Assandri, L. 2005. Caracterización de la celulosa de especies del género *Eucalyptus* plantadas en Uruguay. Montevideo, INIA. 82 p. (Serie Técnica no. 152).
33. Romero, G.; Olivera, V.; Rodríguez, D. s.f. Enfermedades forestales en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 67 p.
34. Silva, M.; Machado, H.; Neves, L.; Araujo, C.; Phillips, A. 2012. *Mycosphaerella* and *Teratosphaeria* species associated with *Mycosphaerella* Leaf Disease on *Eucalyptus globulus* in Portugal. (en línea). Forest Systems. 21 (2): 300-305. Consultado 8 jun. 2016. Disponible en <http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/view/2211/1689>
35. Tommasino, H. 2013. Cadena Forestal madera; desempeño reciente y desafíos. (en línea). Anuario OPYPA 2013: s.p. Consultado 7 jun. 2016. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/opypapublicaciones/ANUARIOS/Anuario2013/material/pdf/11.pdf>

36. URUGUAY XXI (Instituto de Promoción de Inversiones y Exportaciones de Bienes y Servicios, UY). 2014. Sector forestal. Montevideo. 26 p.
37. Van Lierop, W. 1990. Soil pH and lime requirement determinations. In: Westernam, R. L. ed. Soil testing and plant analysis. 2<sup>nd</sup>. ed. Madison, WI, SSSA. pp. 73-126.
38. Walkley, A.; Black, T. A.; Armstrong, I. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37 (1): 29-38.

## 9. ANEXOS

Primera evaluación dasométrica (24-03-2015)

Bloque I. Parcela 1. Tratamiento: Nitrofoska

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	216	39	<b>11</b>	265	40
<b>2</b>	215	42	<b>12</b>	192	35
<b>3</b>	238	41	<b>13</b>	188	34
<b>4</b>	197	28	<b>14</b>	188	30
<b>5</b>	199	31	<b>15</b>	243	40
<b>6</b>	157	36	<b>16</b>	164	24
<b>7</b>	181	27	<b>17</b>	174	30
<b>8</b>	171	26	<b>18</b>	170	27
<b>9</b>	150	26	<b>19</b>	199	31
<b>10</b>	150	24	<b>20</b>	211	41

Bloque I. Parcela 2. Tratamiento: Testigo

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	147	28	<b>11</b>	240	45
<b>2</b>	130	19	<b>12</b>	150	22
<b>3</b>	113	26	<b>13</b>	245	44
<b>4</b>	179	27	<b>14</b>	184	26
<b>5</b>	125	15	<b>15</b>	256	47
<b>6</b>	80	18	<b>16</b>	175	24
<b>7</b>	165	38	<b>17</b>	206	29
<b>8</b>	179	20	<b>18</b>	160	30
<b>9</b>	247	40	<b>19</b>	150	20
<b>10</b>	148	25	<b>20</b>	243	36

Bloque I. Parcela 3. Tratamiento: Fertiactyl GZ

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	134	17	<b>11</b>	192	31
<b>2</b>	240	39	<b>12</b>	162	25
<b>3</b>	144	20	<b>13</b>	254	43
<b>4</b>	140	22	<b>14</b>	232	35
<b>5</b>	163	25	<b>15</b>	243	40
<b>6</b>	132	18	<b>16</b>	204	34
<b>7</b>	160	26	<b>17</b>	230	40
<b>8</b>	200	27	<b>18</b>	171	31
<b>9</b>	190	27	<b>19</b>	157	25
<b>10</b>	162	36	<b>20</b>	148	24

Bloque II. Parcela 4. Tratamiento: Fertiactyl GZ

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	183	28	<b>11</b>	105	13
<b>2</b>	99	13	<b>12</b>	226	43
<b>3</b>	164	23	<b>13</b>	193	30
<b>4</b>	211	30	<b>14</b>	130	20
<b>5</b>	90	11	<b>15</b>	217	34
<b>6</b>	213	32	<b>16</b>	152	19
<b>7</b>	121	15	<b>17</b>	202	29
<b>8</b>	220	42	<b>18</b>	180	30
<b>9</b>	154	29	<b>19</b>	165	17
<b>10</b>	104	13	<b>20</b>	142	21

Bloque II. Parcela 5. Tratamiento: Nitrofoska

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	73	6	<b>11</b>	147	22
<b>2</b>	180	26	<b>12</b>	141	22
<b>3</b>	235	34	<b>13</b>	171	25
<b>4</b>	55	9	<b>14</b>	120	16
<b>5</b>	138	17	<b>15</b>	120	14
<b>6</b>	242	43	<b>16</b>	255	37
<b>7</b>	151	31	<b>17</b>	194	28
<b>8</b>	222	33	<b>18</b>	182	25
<b>9</b>	193	40	<b>19</b>	189	28
<b>10</b>	165	25	<b>20</b>	255	36

Bloque II. Parcela 6. Tratamiento: Testigo

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	159	32	<b>11</b>	220	29
<b>2</b>	202	33	<b>12</b>	247	43
<b>3</b>	222	47	<b>13</b>	235	35
<b>4</b>	249	45	<b>14</b>	211	27
<b>5</b>	251	38	<b>15</b>	294	55
<b>6</b>	138	20	<b>16</b>	250	37
<b>7</b>	229	34	<b>17</b>	195	28
<b>8</b>	220	43	<b>18</b>	280	45
<b>9</b>	223	34	<b>19</b>	182	28
<b>10</b>	203	27	<b>20</b>	142	23

Bloque III. Parcela 7. Tratamiento: Testigo

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	234	34	<b>11</b>	230	32
<b>2</b>	143	21	<b>12</b>	163	28
<b>3</b>	200	31	<b>13</b>	245	38
<b>4</b>	222	41	<b>14</b>	205	30
<b>5</b>	200	39	<b>15</b>	170	25
<b>6</b>	162	27	<b>16</b>	188	27
<b>7</b>	187	26	<b>17</b>	170	35
<b>8</b>	187	26	<b>18</b>	248	44
<b>9</b>	197	31	<b>19</b>	168	21
<b>10</b>	209	27	<b>20</b>	180	24

Bloque III. Parcela 8. Tratamiento: Nitrofoska

<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Árbol</b>	<b>Altura</b>	<b>Diámetro</b>
<b>1</b>	167	23	<b>11</b>	73	7
<b>2</b>	212	34	<b>12</b>	71	8
<b>3</b>	123	16	<b>13</b>	258	40
<b>4</b>	208	31	<b>14</b>	172	22
<b>5</b>	210	29	<b>15</b>	145	20
<b>6</b>	122	21	<b>16</b>	191	31
<b>7</b>	78	12	<b>17</b>	238	43
<b>8</b>	221	34	<b>18</b>	190	26
<b>9</b>	212	26	<b>19</b>	179	34
<b>10</b>	221	32	<b>20</b>	141	12

Bloque III. Parcela 9. Tratamiento: Fertiactyl GZ

Árbol	Altura	Diámetro	Árbol	Altura	Diámetro
<b>1</b>	241	33	<b>11</b>	192	57
<b>2</b>	222	36	<b>12</b>	107	11
<b>3</b>	274	42	<b>13</b>	42	4
<b>4</b>	154	20	<b>14</b>	215	30
<b>5</b>	178	22	<b>15</b>	114	15
<b>6</b>	188	39	<b>16</b>	254	40
<b>7</b>	77	9	<b>17</b>	175	23
<b>8</b>	239	36	<b>18</b>	173	24
<b>9</b>	166	24	<b>19</b>	212	27
<b>10</b>	243	37	<b>20</b>	234	32

Segunda evaluación dasométrica y primera evaluación de altura de síntoma (30-5-2015)

Bloque I. Parcela 1. Tratamiento: Nitrofoska

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	260	52	215	<b>11</b>	310	50	200
<b>2</b>	261	50	120	<b>12</b>	250	48	162
<b>3</b>	279	55	120	<b>13</b>	222	38	182
<b>4</b>	221	48	188	<b>14</b>	227	39	187
<b>5</b>	248	45	194	<b>15</b>	291	52	188
<b>6</b>	191	50	150	<b>16</b>	203	32	176
<b>7</b>	235	39	183	<b>17</b>	234	43	171
<b>8</b>	212	38	170	<b>18</b>	242	40	178
<b>9</b>	213	34	157	<b>19</b>	252	42	203
<b>10</b>	214	40	156	<b>20</b>	264	43	166

Bloque I. Parcela 2. Tratamiento: Testigo

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	198	30	105	<b>11</b>	310	55	237
<b>2</b>	175	29	145	<b>12</b>	195	30	160
<b>3</b>	177	25	120	<b>13</b>	297	60	246
<b>4</b>	241	37	177	<b>14</b>	230	36	187
<b>5</b>	162	31	127	<b>15</b>	301	56	227
<b>6</b>	92	19	80	<b>16</b>	205	30	178
<b>7</b>	200	32	175	<b>17</b>	255	43	213
<b>8</b>	243	32	181	<b>18</b>	213	40	172
<b>9</b>	292	60	250	<b>19</b>	202	31	150
<b>10</b>	212	32	155	<b>20</b>	295	54	113

Bloque I. Parcela 3. Tratamiento: Fertiactyl GZ

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	190	27	145	<b>11</b>	255	42	186
<b>2</b>	304	55	230	<b>12</b>	230	43	155
<b>3</b>	183	25	133	<b>13</b>	325	56	190
<b>4</b>	225	32	153	<b>14</b>	295	46	219
<b>5</b>	252	40	175	<b>15</b>	301	52	245
<b>6</b>	200	29	148	<b>16</b>	262	45	198
<b>7</b>	222	36	167	<b>17</b>	289	46	145
<b>8</b>	263	47	188	<b>18</b>	240	43	176
<b>9</b>	246	40	194	<b>19</b>	199	37	162
<b>10</b>	235	49	167	<b>20</b>	173	29	150

Bloque II. Parcela 4. Tratamiento: Fertiactyl GZ

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	234	41	184	<b>11</b>	122	14	100
<b>2</b>	122	18	190	<b>12</b>	268	53	172
<b>3</b>	204	36	155	<b>13</b>	220	36	163
<b>4</b>	255	40	209	<b>14</b>	155	20	130
<b>5</b>	105	15	92	<b>15</b>	270	43	230
<b>6</b>	260	44	215	<b>16</b>	180	29	155
<b>7</b>	157	32	130	<b>17</b>	252	44	204
<b>8</b>	270	51	140	<b>18</b>	192	33	171
<b>9</b>	196	30	164	<b>19</b>	201	39	165
<b>10</b>	143	21	110	<b>20</b>	197	27	150

Bloque II. Parcela 5. Tratamiento: Nitrofoska

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	87	9	75	<b>11</b>	192	29	158
<b>2</b>	250	37	189	<b>12</b>	194	32	148
<b>3</b>	297	53	240	<b>13</b>	196	29	178
<b>4</b>	86	12	60	<b>14</b>	150	20	125
<b>5</b>	190	31	150	<b>15</b>	151	18	127
<b>6</b>	190	50	182	<b>16</b>	313	54	238
<b>7</b>	212	35	166	<b>17</b>	256	37	192
<b>8</b>	272	48	220	<b>18</b>	243	37	196
<b>9</b>	243	53	175	<b>19</b>	261	47	198
<b>10</b>	222	37	120	<b>20</b>	309	58	230

Bloque II. Parcela 6. Tratamiento: Testigo

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	203	39	170	<b>11</b>	282	49	202
<b>2</b>	268	47	202	<b>12</b>	308	57	165
<b>3</b>	292	60	204	<b>13</b>	314	55	245
<b>4</b>	315	58	150	<b>14</b>	272	42	223
<b>5</b>	306	51	202	<b>15</b>	339	60	220
<b>6</b>	200	26	140	<b>16</b>	306	45	232
<b>7</b>	298	47	225	<b>17</b>	252	34	200
<b>8</b>	295	53	209	<b>18</b>	336	53	110
<b>9</b>	269	47	150	<b>19</b>	255	41	187
<b>10</b>	270	40	206	<b>20</b>	179	25	145

Bloque III. Parcela 7. Tratamiento: Testigo

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	275	42	185	<b>11</b>	261	44	165
<b>2</b>	141	21	90	<b>12</b>	199	41	102
<b>3</b>	243	42	204	<b>13</b>	298	52	130
<b>4</b>	244	42	191	<b>14</b>	262	46	192
<b>5</b>	242	34	168	<b>15</b>	185	31	138
<b>6</b>	181	33	181	<b>16</b>	230	35	195
<b>7</b>	239	40	180	<b>17</b>	200	31	175
<b>8</b>	225	33	159	<b>18</b>	280	45	195
<b>9</b>	255	44	194	<b>19</b>	187	25	168
<b>10</b>	256	38	212	<b>20</b>	230	36	190

Bloque III. Parcela 8. Tratamiento: Nitrofoska

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	208	31	173	<b>11</b>	82	10	73
<b>2</b>	248	37	217	<b>12</b>	74	11	63
<b>3</b>	166	27	130	<b>13</b>	310	47	70
<b>4</b>	230	42	185	<b>14</b>	222	30	179
<b>5</b>	265	20	162	<b>15</b>	194	28	150
<b>6</b>	155	26	127	<b>16</b>	241	38	193
<b>7</b>	91	11	80	<b>17</b>	314	58	245
<b>8</b>	259	40	155	<b>18</b>	235	39	198
<b>9</b>	267	40	223	<b>19</b>	210	32	185
<b>10</b>	290	47	223	<b>20</b>	160	23	143

Bloque III. Parcela 9. Tratamiento: Fertiactyl GZ

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	278	43	155	<b>11</b>	206	34	185
<b>2</b>	277	52	162	<b>12</b>	115	13	106
<b>3</b>	318	55	275	<b>13</b>	45	4	45
<b>4</b>	216	31	163	<b>14</b>	273	38	230
<b>5</b>	250	36	186	<b>15</b>	135	17	116
<b>6</b>	229	36	175	<b>16</b>	312	49	261
<b>7</b>	99	12	80	<b>17</b>	211	29	170
<b>8</b>	287	53	210	<b>18</b>	225	30	182
<b>9</b>	214	36	176	<b>19</b>	262	35	160
<b>10</b>	310	49	235	<b>20</b>	265	38	195

Tercera evaluación dasométrica y segunda evaluación de altura de síntoma (05-09-2015)

Bloque I. Parcela 1. Tratamiento: Nitrofoska

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	330	59	230	<b>11</b>	373	62	145
<b>2</b>	330	62	150	<b>12</b>	306	51	160
<b>3</b>	360	64	160	<b>13</b>	289	49	187
<b>4</b>	282	51	227	<b>14</b>	295	51	185
<b>5</b>	315	57	195	<b>15</b>	352	63	170
<b>6</b>	265	50	150	<b>16</b>	272	42	165
<b>7</b>	304	49	175	<b>17</b>	313	53	175
<b>8</b>	272	43	180	<b>18</b>	293	50	250
<b>9</b>	258	40	226	<b>19</b>	321	55	214
<b>10</b>	269	46	223	<b>20</b>	330	54	176

Bloque I. Parcela 2. Tratamiento: Testigo

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	259	35	145	<b>11</b>	381	65	209
<b>2</b>	239	39	200	<b>12</b>	205	38	184
<b>3</b>	218	30	179	<b>13</b>	361	66	207
<b>4</b>	305	46	225	<b>14</b>	297	47	205
<b>5</b>	192	29	177	<b>15</b>	362	67	215
<b>6</b>	117	20	97	<b>16</b>	251	40	207
<b>7</b>	259	49	203	<b>17</b>	316	53	232
<b>8</b>	310	43	209	<b>18</b>	270	48	163
<b>9</b>	329	63	272	<b>19</b>	260	39	173
<b>10</b>	254	38	225	<b>20</b>	365	64	110

Bloque I. Parcela 3. Tratamiento: Fertiactyl GZ

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
1	243	34	201	11	312	52	212
2	365	63	230	12	308	48	163
3	257	36	160	13	403	70	165
4	269	40	234	14	370	57	252
5	313	48	215	15	377	64	224
6	252	38	225	16	330	56	190
7	291	46	200	17	346	54	117
8	344	53	222	18	292	53	215
9	317	44	204	19	257	45	159
10	318	53	205	20	213	37	192

Bloque II. Parcela 4. Tratamiento: Fertiactyl GZ

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
1	295	52	207	11	137	20	137
2	158	23	145	12	309	63	140
3	267	43	155	13	272	44	230
4	317	53	198	14	202	33	181
5	137	19	120	15	309	54	294
6	321	54	220	16	233	35	204
7	199	29	168	17	310	54	250
8	324	60	130	18	245	41	181
9	232	48	183	19	270	48	171
10	188	30	165	20	270	40	216

Bloque II. Parcela 5. Tratamiento: Nitrofoska

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	93	13	85	<b>11</b>	236	39	199
<b>2</b>	298	46	213	<b>12</b>	256	43	219
<b>3</b>	360	62	209	<b>13</b>	233	36	195
<b>4</b>	117	17	100	<b>14</b>	190	27	149
<b>5</b>	265	37	135	<b>15</b>	197	27	165
<b>6</b>	355	60	195	<b>16</b>	381	63	254
<b>7</b>	279	46	200	<b>17</b>	300	48	255
<b>8</b>	339	57	209	<b>18</b>	286	44	239
<b>9</b>	292	63	172	<b>19</b>	322	52	237
<b>10</b>	262	43	236	<b>20</b>	380	59	252

Bloque II. Parcela 6. Tratamiento: Testigo

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
<b>1</b>	272	45	170	<b>11</b>	352	54	202
<b>2</b>	343	60	165	<b>12</b>	382	62	180
<b>3</b>	358	68	245	<b>13</b>	349	60	252
<b>4</b>	389	66	135	<b>14</b>	324	46	298
<b>5</b>	379	63	272	<b>15</b>	431	74	213
<b>6</b>	242	34	225	<b>16</b>	374	62	220
<b>7</b>	358	54	257	<b>17</b>	313	52	255
<b>8</b>	374	61	226	<b>18</b>	400	69	110
<b>9</b>	319	56	135	<b>19</b>	312	54	193
<b>10</b>	327	50	239	<b>20</b>	240	39	195

Bloque III. Parcela 7. Tratamiento: Testigo

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
1	335	54	263	11	317	57	255
2	208	33	100	12	254	43	105
3	283	49	283	13	335	66	335
4	284	60	189	14	325	53	195
5	297	49	190	15	215	41	215
6	197	43	197	16	286	43	232
7	304	54	175	17	308	52	308
8	283	44	192	18	339	56	196
9	313	53	270	19	224	32	186
10	310	51	220	20	264	48	264

Bloque III. Parcela 8. Tratamiento: Nitrofoska

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
1	265	40	180	11	94	16	83
2	295	50	253	12	90	15	75
3	212	39	184	13	370	52	347
4	289	62	195	14	268	42	235
5	333	52	160	15	226	36	173
6	182	33	158	16	303	47	218
7	113	20	100	17	391	61	246
8	297	52	245	18	278	41	209
9	323	50	237	19	252	47	219
10	350	60	227	20	201	32	182

Bloque III. Parcela 9. Tratamiento: Fertiactyl GZ

Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma	Árbol	Altura	Diámetro	Síntoma
1	338	54	150	11	247	35	230
2	346	61	135	12	120	13	
3	377	67	302	13			
4	262	44	205	14	314	45	294
5	304	45	277	15	161	25	150
6	288	49	172	16	375	29	261
7	132	18	115	17	283	39	165
8	370	63	204	18	275	41	252
9	272	50	235	19	324	43	140
10	380	63	250	20	322	44	155

Análisis foliar primera toma de muestras (24-03-2016)

Bloq.	Trat.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
		%						ppm			
1	N	1,87	0,16	0,73	0,58	0,15	49	5	198	12	14
1	T	1,68	0,17	0,69	0,58	0,15	46	5	171	11	17
1	F. GZ	1,62	0,16	0,81	0,6	0,15	33	6	207	10	17
2	F. GZ	1,79	0,17	0,7	0,57	0,15	45	5	233	11	14
2	N	1,85	0,17	0,78	0,55	0,14	38	8	344	14	16
2	T	1,85	0,14	0,72	0,6	0,14	37	6	212	12	14
3	T	1,85	0,17	0,88	0,64	0,15	42	8	283	12	14
3	N	1,82	0,16	0,78	0,54	0,14	37	6	229	12	19
3	F. GZ	1,82	0,16	0,72	0,52	0,13	36	10	262	11	13

N, Nitrofoska; F. GZ, Fertiactyl GZ; T, Testigo

Análisis foliar segunda toma de muestras (30-05-2016)

Bloq.	Trat.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
		%						ppm			
1	N	1,91	0,07	0,37	0,56	0,11	50	3	127	10	10
1	T	1,79	0,13	0,67	0,9	0,18	67	5	150	14	14
1	F. GZ	2,14	0,13	0,99	0,92	0,2	68	6	173	16	15
2	F. GZ	1,79	0,13	0,67	0,97	0,2	78	6	240	17	14
2	N	2,02	0,10	0,42	0,52	0,1	50	4	153	12	10
2	T	1,94	0,12	0,72	0,94	0,16	61	5	146	16	15
3	T	1,97	0,13	0,83	0,91	0,18	66	5	228	13	11
3	N	1,97	0,14	0,79	0,72	0,15	60	6	203	15	13
3	F. GZ	1,97	0,12	0,8	0,87	0,17	60	6	214	15	18

N, Nitrofoska; F. GZ, Fertiactyl GZ; T, Testigo

Análisis foliar primera toma de muestras (05-09-2016)

Bloq.	Trat.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
		%						ppm			
1	N	1,76	0,13	0,83	0,68	0,13	84	6	209	13	17
1	T	1,36	0,13	0,75	0,75	0,15	106	6	186	12	16
1	F. GZ	1,85	0,13	0,86	0,8	0,15	95	6	204	12	20
2	F. GZ	1,91	0,16	0,89	0,78	0,15	74	7	237	12	14
2	N	2,69	0,13	0,73	0,74	0,14	61	6	191	12	15
2	T	1,85	0,11	0,66	0,72	0,11	64	6	171	12	20
3	T	1,82	0,13	0,73	0,76	0,13	95	7	223	12	16
3	N	1,79	0,10	0,58	0,59	0,1	75	4	140	10	20
3	F. GZ	1,97	0,13	0,9	0,8	0,13	69	6	155	10	17

N, Nitrofoska; F. GZ, Fertiactyl GZ; T, Testigo