

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE
BIOESTIMULANTES EN EL DESARROLLO INICIAL DE
PLANTACIONES DE *EUCALYPTUS GLOBULUS* SOBRE SUELOS
DE LAVALLEJA Y ROCHA**

por

Federico BARBOZA FRIONI

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2013

Tesis aprobada:

Director: -----

Ing. Agr. Graciela Romero

Ing. Agr. (MSc) Marcelo Ferrando

Ing. Agr. Mariano Fernández

Fecha: 25 de junio de 2013

Autor: -----

Federico Barboza Frioni

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores Graciela y Marcelo por orientarme siempre, no solo en la parte académica.

A mi madre y mi padre.

Anett que me acompaña siempre en todo y me aguanta.

Al Ing. Pedro Benítez por ayudarme a dominar los idiomas.

A todas las personas que me han acompañado siempre.

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>	3
1.1.1 <u>Objetivos generales</u>	3
1.1.2 <u>Objetivos específicos</u>	3
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE	
<i>Eucalyptus globulus ssp. globulus</i>	4
2.1.1 <u>Descripción de la especie</u>	4
2.1.2 <u>Orígenes y distribución</u>	5
2.2 PRODUCCIÓN Y USOS DE <i>Eucalyptus</i> <i>globulus ssp. globulus</i> EN URUGUAY.....	5
2.3 EFECTOS DEL SITIO, NUTRICIÓN Y APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE <i>Eucalyptus</i>	6
2.3.1 <u>Sitio</u>	6
2.3.2 <u>Nutrientes</u>	7
2.3.2.1 <u>Macronutrientes</u>	8
2.3.2.2 <u>Micronutrientes</u>	9
2.3.3 <u>Bioestimulantes</u>	11
2.4 DEFICIENCIAS NUTRICIONALES Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN.....	12
2.5 AGENTES CAUSANTES DE MLD: <i>Teratosphaeria sp.(=Mycosphaerella sp.)</i>	13
2.5.1 <u>Generalidades</u>	13
2.5.2 <u>Ciclo biológico de <i>Teratosphaeria</i></u>	14
2.5.3 <u>Distribución mundial de <i>Teratosphaeria</i></u>	15

2.5.4	<u>Teratosphaeria en Uruguay</u>	16
2.5.5	<u>Estrategias de manejo frente a la enfermedad</u>	17
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1	LOCALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	18
3.2	CARACTERISTICAS DE CADA SITIO.....	18
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
3.4	EVALUACIONES REALIZADAS.....	20
3.4.1	<u>Evaluación de suelos y plantas</u>	20
3.4.1.1	Análisis de suelo.....	21
3.4.1.2	Análisis foliares.....	21
3.4.2	<u>Medidas dasométricas</u>	22
3.4.3	<u>Evaluación sanitaria</u>	22
3.4.4	<u>Identificación de la especie patógena</u>	23
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	24
4.1	PRIMER MUESTREO (6meses).....	24
4.1.1	<u>Parámetros morfológicos</u>	24
4.1.2	<u>Contenido de macro y micronutrientes en hojas</u>	25
4.2	SEGUNDO MUESTREO (1año).....	28
4.2.1	<u>Tratamientos aplicados al suelo</u>	28
4.2.2	<u>Tratamientos foliares</u>	29
4.3	IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL.....	32
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	36
6.	<u>RESUMEN</u>	37
7.	<u>SUMMARY</u>	39
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	41

9. ANEXOS..... 48

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Clasificación de nutrientes.....	7
2. Rangos adecuados de concentración de nutrientes en hojas jóvenes de <i>Eucalyptus globulus</i>	12
3. Especies de <i>Mycosphaerella</i> y <i>Teratosphaeria</i> identificadas en algunos países.....	16
4. Especies de <i>Mycosphaerella</i> en Uruguay.....	16
5. Localización geográfica, especie plantada, momento de instalación para los 2 sitios experimentales.....	18
6. Unidad, Tipo de suelo y Material de origen para cada sitio experimental.....	18
7. Resultados de los análisis químicos de suelos.....	18
8. Composición química de Nitrofoska® Foliar SL y Fertileader®.....	20
9. Altura y Diámetro al piso, promedio para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico para el sitio Rocha.....	24
10. Altura y Diámetro al piso, promedio para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico para el sitio Lavalleja.....	25
11. Concentración foliar de macro y micronutrientes para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico en el sitio Rocha.....	26
12. Concentración foliar de macro y micronutrientes para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico para el sitio Lavalleja.....	27

13. Altura y Diámetro al piso, promedio al año de plantación para cada tratamiento aplicado al suelo y análisis estadístico para el sitio Rocha.....	28
14. Concentración foliar de macro y micronutrientes al año de plantación para cada tratamiento aplicado al suelo y análisis estadístico.....	29
15. Altura promedio y Diámetro al piso, promedio al año de plantación para los tratamientos foliares realizados a los seis meses del transplante y análisis estadístico para el sitio Rocha.....	30
16. Contenido foliar de macro y micronutrientes por tratamiento aplicado foliarmente a los seis meses de plantación.....	31

Figura No.

1. Calibre y Cinta métrica.....	22
2. Cultivos realizados en cámara húmeda.....	23
3. Hojas presentando lesiones causadas por <i>Teratosphaeria</i>	32
4. Pseudotecios sobre las lesiones foliares.....	32
5. Micelio formado en los medios de cultivo.....	33
6. Ascosporas recolectadas.....	33
7. Árboles sanos evaluados a los 6 meses de plantación, Lavalleja y Rocha.....	34
8. Árboles con presencia de la enfermedad evaluados al año de plantación, Rocha.....	35

1. INTRODUCCIÓN

El sector forestal en Uruguay ha presentado un gran desarrollo en los últimos treinta años, la mayor expansión ha sido impulsada a partir de la creación de la ley forestal N° 15939 del 28 de diciembre de 1987. Dicha ley ha promovido el aumento del área plantada así como la instalación de plantas industriales en el país (URUGUAY. MGAP. DGF, 2012).

En la actualidad la superficie forestada en el país es 1.545.053 ha de los cuales 849.960 ha corresponden a monte nativo, por lo que la superficie de montes implantados artificialmente es 695.093 ha. El género *Eucalyptus* ocupa 523.864 ha, de las cuales la especie *Eucalyptus globulus* Labillardière ssp. *globulus* ocupa 177.756 ha. *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* ocupa una superficie de 43.119 ha. Los departamentos de Rocha y Lavalleja (lugares donde fueron instalados los ensayos) presentan 27.773 ha y 31.559 ha de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* respectivamente (URUGUAY. MGAP. DGF, 2012).

La especie *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* introducida en Uruguay en 1853, se considera como una de las mejores especies para la producción de papel pero así mismo se utiliza también con otros fines, como por ejemplo estructurales, energéticos, etc. (FAO, 1981). Según Resquín y Balmelli (2005) la madera de *Eucalyptus globulus* tiene muy buenas propiedades para la producción de celulosa y papel, por lo que esto indica la superficie ocupada por dicha especie en Uruguay. *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* es la materia prima de mejor aprovechamiento o con mejor rendimiento y calidad de fibra corta (Doldán, 2007).

La producción de biomasa total, peso total de la planta, está directamente relacionada con el contenido de nutrientes. Dicho contenido de nutrientes en los tejidos vegetales se encuentra determinado por varios factores entre los que se encuentran: factores genéticos de la planta, disponibilidad de nutrientes en el suelo o medio de cultivo, el momento fenológico o edad de la planta y el órgano o tejido vegetal que se considere (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Por otra parte, Caldeira (1998) señala que la concentración de nutrientes determina la producción de biomasa, dicha concentración de nutrientes en las hojas se encuentra influenciada por diversos factores tales como: condiciones

del sitio, edad y posición de las hojas en la copa, época del año, componente de biomasa analizado y también por la procedencia del material.

La nutrición mineral puede aumentar o disminuir la resistencia a enfermedades y plagas de las plantas, por lo que una nutrición mineral equilibrada beneficia un crecimiento óptimo y al mismo tiempo permite una resistencia óptima de la misma, aunque puede haber algunas excepciones (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

El incremento del área forestada que se ha dado en el país en los últimos años ha propiciado la aparición de nuevos patógenos y plagas. Esta es una tendencia que se observa a nivel mundial en los países con plantaciones comerciales con especies exóticas, donde el número de plagas y enfermedades no registradas previamente constituyen una amenaza para el sector. A nivel nacional se ha observado la aparición de nuevas enfermedades y un aumento en la incidencia y severidad de las ya existentes, lo cual representa un riesgo para el sector forestal nacional debido a las pérdidas productivas en volumen y calidad de madera (Simeto et al., 2009).

Entre las enfermedades de mayor impacto negativo que ocurren en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* en nuestro país, se encuentran las manchas necróticas causadas por hongos pertenecientes a los géneros *Mycosphaerella spp.* y *Teratosphaeria spp.* Estos patógenos afectan gravemente a varias especies del género *Eucalyptus* a nivel mundial y existen más de 120 especies reportadas como patógenos (Simeto et al., 2009). Por otra parte, Smith (2006) señala que *Teratosphaeria nubilosa* es uno de los patógenos defoliadores más severos de *Eucalyptus* en todo el mundo.

Teratosphaeria nubilosa es una de las especies más agresivas dentro de las que provocan la enfermedad en las hojas; los síntomas producidos por dicha enfermedad son manchas necróticas en las hojas (más o menos circulares de color beige) y posteriormente defoliación prematura, pudiendo en caso de infecciones severas producir la muerte de brotes apicales, ramillas y ramas. En caso de infecciones muy severas, se ha observado muerte de brotes apicales, ramas e incluso árboles. Esto tiene como consecuencia una reducción en la capacidad fotosintética y un retraso en el desarrollo de los árboles, llegando a producir importantes pérdidas económicas (Simeto et al. 2009, Balmelli et al. 2011).

Generalmente, en plantaciones forestales de gran escala, una vez que el patógeno se ha establecido existen limitadas posibilidades de erradicación del mismo, por lo que las medidas de manejo apuntan a la reducción de su impacto (Simeto et al., 2009).

El aporte de nutrientes mediante fertilización disminuye la incidencia del ataque de *Teratosphaeria nubilosa* y además promueve la generación de mayor cantidad de rebrotes (Hirigoyen, 2011).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de fuentes nutricionales con bioestimulantes frente a las aplicaciones químicas tradicionales, en el crecimiento inicial de plantaciones de *Eucalyptus globulus* y el comportamiento sanitario frente a las infecciones foliares.

1.1.2 Objetivos específicos

1) Evaluar la respuesta diferencial en crecimiento (Diámetro al piso y Altura) y contenido foliar de nutrientes de los árboles por la aplicación de fertilizantes con bioestimulantes al suelo al momento de la plantación, en comparación a un fertilizante tradicional con similar contenido de nutrientes.

2) Evaluar la respuesta en crecimiento (Diámetro al piso y Altura) y contenido foliar de nutrientes de los árboles frente a la aplicación (a los 6 meses de edad) de fertilizantes foliares con y sin bioestimulantes.

3) Evaluar la presencia o ausencia de *Mycosphaerella spp.* o *Teratosphaeria spp.* según el tratamiento aplicado.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE *Eucalyptus globulus ssp. globulus*

2.1.1 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 fajas largas, ritidoma crema, grisáceo y castaño. Las primeras hojas juveniles son opuestas, sésiles, sobre tallos de sección cuadrangular, pruinosos; elípticas u oval-elípticas (7 a 15 cm), ápice obtuso o abruptamente mucronado, base cordada, glaucas discoloras. Presenta hojas adultas alternas, pecioladas, falcadas, ápice agudo acuminado, base amplia, cuneada, verdes concoloras.

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; 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 exserto, definiendo lobos que cubren parcialmente las valvas (4-5) situadas más o menos a nivel.

El duramen es de color pardo amarillento, con una densidad seco al aire de 780 kg/m³ a 900 kg/m³, fuerte a moderadamente durable, apto para la construcción en general, carpintería de obra, pisos, laminado, durmientes, pulpa y combustible.

La especie posee algunas características importantes desde el punto de vista productivo como por ejemplo: facilidad para el establecimiento en distintos ambientes, un rápido crecimiento, cuando es cortado puede rebrotar en forma rápida y vigorosa, soporta el efecto de fuertes vientos, el sistema radicular es muy extenso por lo que permite un buen anclaje del árbol y exploración del suelo (FAO, 1981).

2.1.2 Orígenes y distribución

Según FAO (1981), Brussa (1994), el área de distribución natural de *Eucalyptus globulus* 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.

Eucalyptus globulus 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).

2.2 PRODUCCIÓN Y USOS DE *Eucalyptus globulus ssp. globulus* EN URUGUAY

Actualmente la superficie ocupada por *Eucalyptus globulus* es 177.756 ha (URUGUAY. MGAP. DGF, 2012). Es la especie con mayor superficie a nivel nacional, esto es debido a que su madera presenta muy buenas características para la producción de celulosa (Resquín y Balmelli, 2005).

Se introdujo en Uruguay en el año 1853 (Brussa, 1994). Dicha especie es plantada especialmente al sur de Río Negro sobre muchos suelos, excepto los de mal drenaje o superficiales. Los crecimientos son muy buenos en suelos profundos arenoso-arcillosos y buenos en suelos franco arcillosos y arcillosos bien drenados. En sitios favorables, es común un crecimiento de 25 m³/ha/año (FAO, 1981).

La susceptibilidad de *Eucalyptus globulus* a diversas enfermedades constituye la principal limitante productiva de esta especie en nuestro país, lo que ha restringido su plantación a las zonas de mejor aptitud (región sureste) (Balmelli et al., 2011, 2007).

2.3 EFECTOS DEL SITIO, NUTRICIÓN Y APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE *Eucalyptus*

2.3.1 Sitio

Los suelos de prioridad forestal en Uruguay se clasifican a nivel de Gran Grupo como Luvisoles, Acrisoles, Brunosoles y Argisoles; los mismos deben presentar, según el decreto 452/988, algunas características generales: permitir un buen crecimiento de los bosques, buena capacidad de enraizamiento, adecuado drenaje y baja fertilidad natural (Califra y Durán 2010, Zamalvide y Ferrando 2010).

Para la evaluación de la calidad de un sitio a forestar se debe considerar un conjunto de características del suelo, el sustrato rocoso, la topografía y el clima. En relación a lo anterior temperatura, nutrición, agua y estabilidad mecánica son parámetros importantes a considerar. En lo que hace al suelo y al sub-suelo propiamente dicho, los parámetros clave en la determinación de la calidad del sitio son los siguientes: textura, naturaleza de la saprolita, drenaje natural y nivel de carbono orgánico. Las propiedades anteriormente mencionadas son importantes dada su influencia en el desarrollo de los árboles (Califra y Durán, 2010).

Los árboles son cultivos que utilizan el ambiente donde se van a desarrollar, incluyendo el suelo, por largos periodos de tiempo (Califra y Durán, 2010). Según el objetivo productivo del monte, con destino a celulosa unos 10 años y con destino a aserrío unos 20 años, se dan distintas extracciones de nutrientes del suelo. Así mismo también ocurre reciclado de nutrientes debido a la descomposición de los restos de cosecha que devuelven cierta cantidad de los mismos al suelo (Hernández et al., 2010).

Los suelos de prioridad forestal en Uruguay son ácidos a muy ácidos, presentan además bajo contenido de bases de intercambio y bajo contenido de materia orgánica; generando con esto una baja disponibilidad de nutrientes y por tanto baja fertilidad natural (Hernández 2010, Zamalvide y Ferrando 2010). No obstante, cuando los comparamos con suelos de otros países de los cuales se suele tomar información tecnológica, las diferencias son notorias, siendo nuestros suelos mucho más ricos en nutrientes que muchos de otras regiones (Zamalvide y Ferrando, 2010).

2.3.2 Nutrientes

La aplicación de nutrientes por medio de fertilizantes al cultivo de árboles se realiza casi siempre en todas las plantaciones, dado que son necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de la planta. Además la nutrición juega un rol central frente a la resistencia a enfermedades y plagas (Tisdale y Nelson 1970, Agrios 2007, Azcón-Bieto y Talón 2008).

La fertilización se realiza generalmente al inicio de la plantación, debido a que, en general, el suelo no tiene la capacidad de proveer en forma continua todos los elementos nutritivos requeridos para un crecimiento adecuado. Incluso, según los requerimientos de la especie, la humedad del suelo, la disponibilidad de elementos nutritivos y los objetivos silviculturales, aún en los suelos más fértiles, es posible incrementar el crecimiento por medio de la fertilización (Gonçalvez y Barros, 1998).

Cuando los factores relacionados a clima, física del suelo, agua disponible, calidad de planta y competencia de malezas, se acercan a las condiciones óptimas para el crecimiento, la adición de elementos nutritivos se convierte en el medio más directo para potenciar y mantener la productividad desde el inicio de las plantaciones. La forma más común de elevar o restablecer la productividad de un sitio es a través de la fertilización (Peñaloza, 1997).

Los nutrientes se clasifican en 2 grandes grupos, los elementos mayores o macronutrientes y los elementos menores o micronutrientes (ver cuadro No. 1) (Tisdale y Nelson 1970, Agrios 2007, Rivera 2007).

Cuadro No. 1: Clasificación de nutrientes

CLASIFICACIÓN	ELEMENTO
Macronutrientes	N-P-K- S-Mg-Ca
Micronutrientes	Fe-Mn-Zn-Cu-B-Mo- Cl-Ni
Elementos Beneficos	Na-Si-Co-I

Fuente: Tisdale y Nelson (1970)

2.3.2.1 Macronutrientes

Nitrógeno: este elemento se encuentra en la mayoría de las sustancias celulares, por ejemplo en la clorofila, proteínas, paredes celulares. Es absorbido por la planta bajo la forma de ion nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) (Tisdale y Nelson 1970, Agrios 2007). La deficiencia de este nutriente se manifiesta en una clorosis, amarillamiento, que ocurre primero en las hojas maduras, pero los síntomas se extienden rápidamente hacia las hojas jóvenes, por tratarse de un nutriente muy móvil (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Fósforo: forma parte de ADN, ARN, de los fosfolípidos de la membrana celular, se encuentra directamente relacionado con la energía celular (ATP, ADP) (Agrios, 2007). Las plantas lo absorben principalmente bajo la forma de H_2PO_4^- , posteriormente reaccionan rápidamente para transformarse en compuestos orgánicos (Wild, 1989). Se trata de un elemento inmóvil en el suelo y el pH del suelo influye directamente sobre la dinámica de este elemento y su absorción por parte de la planta (Tisdale y Nelson, 1970). Es un nutriente móvil en el floema y se observan las deficiencias primero en las hojas viejas; el primer síntoma de deficiencia aparece como pequeñas manchas de color púrpura en la zona internerval de dichas hojas (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Potasio: participa como catalizador de muchas reacciones a nivel celular, actúa como regulador de apertura y cierre de estomas, influyendo directamente en la regulación osmótica de las células. Se absorbe bajo la forma de ion potasio (K^+) (Tisdale y Nelson, 1970). Al igual que el fósforo este elemento es muy poco móvil en el suelo, por lo que la asimilabilidad y la absorción dependen de su proximidad a las raíces de la planta (Wild, 1989). El primer síntoma de deficiencia son quemaduras en el área internerval y marginal de las hojas, por lo general en tonos de amarillo, manteniendo las nervaduras de color verde. Se genera una necrosis apical; provoca disminución del crecimiento y pérdida de turgencia en raíces y tallos. Provoca problemas de lignificación, aumentando la sensibilidad a heladas, sequías, vientos, plagas y enfermedades (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Azufre: constituye algunos aminoácidos (cisteína y metionina) por lo que es necesario para la síntesis proteica. Forma parte de algunas coenzimas a nivel celular (Agrios, 2007). Se absorbe casi exclusivamente bajo la forma de ion sulfato (SO_4^{2-}) (Tisdale y Nelson, 1970). Se trata de un nutriente pobremente móvil en el floema, lo que provoca que los síntomas de deficiencia

se manifiesten primero en las hojas jóvenes. El síntoma típico de deficiencia de este nutriente es la aparición de hojas jóvenes uniformemente amarillas o verde pálidas; debido a la disminución en el contenido de clorofila. Provoca muerte de las hojas apicales de los brotes (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Magnesio: forma parte de la clorofila y se encuentra constituyendo muchas enzimas (Agrios, 2007). Las plantas lo absorben bajo la forma de ion magnesio (Mg^{2+}) (Tisdale y Nelson, 1970). Con la deficiencia de este nutriente se genera una clorosis internerval, las hojas se enrollan y posteriormente ocurre defoliación. Cuando la deficiencia es severa ocurre una reducción del crecimiento de la planta (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Calcio: regula la permeabilidad de la membrana celular, actúa regulando la actividad de muchas enzimas (Agrios, 2007). Es raramente escaso en los suelos por lo que no es muy común deficiencias en este elemento. Es absorbido bajo la forma de ion calcio (Ca^{+2}) (Tisdale y Nelson, 1970). No es transportado por floema. El crecimiento de ápices radiculares y brotes, con hojas en expansión, son los lugares donde se manifiesta la deficiencia de este nutriente (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

2.3.2.2 Micronutrientes

Boro: la mayoría del B en la planta se encuentra en las paredes celulares, afecta la translocación de los carbohidratos y la utilización del calcio en la formación de la pared celular. Es absorbido como: $B_4O_7^{2-}$, $H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} o BO_3^{3-} (Tisdale y Nelson 1970, Agrios 2007). La deficiencia de este nutriente provoca inicialmente un cambio en la pigmentación en las hojas jóvenes y se acumulan pigmentos púrpuras alrededor de los márgenes, provocando finalmente una clorosis. Ocurre una detención del crecimiento y muerte de los brotes terminales; los entrenudos se acortan, ocurre bifurcación y posteriormente rebrotan las yemas laterales. Se da un doblado y enrollamiento de las hojas que se tornan quebradizas (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Zinc: forma parte de enzimas que intervienen en la síntesis de auxinas y en la oxidación de carbohidratos (Agrios, 2007). Es absorbido como ion Zn^{2+} (Tisdale y Nelson, 1970). Las deficiencias se manifiestan en una reducción del

tamaño de las hojas y se acortan los entrenudos quizás por su estrecha relación con la síntesis de auxinas (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Molibdeno: es un constituyente esencial de la enzima nitrato reductasa (Agrios, 2007). Es absorbido bajo la forma ion molibdeno, MoO_4^{2-} (Tisdale y Nelson, 1970). Los síntomas de deficiencia son clorosis internerval, similares a los síntomas de deficiencia provocados por nitrógeno pero en este caso en hojas jóvenes (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Manganeso: forma parte de muchas enzimas, interviniendo en varios procesos metabólicos esenciales a nivel celular como fotosíntesis y respiración (Agrios, 2007). Se absorbe bajo la forma de ion manganeso, Mn^{2+} (Tisdale y Nelson, 1970). Los síntomas de deficiencia de este nutriente se manifiestan presentando clorosis en los bordes de las hojas de la planta, delimitada por las nervaduras de las mismas. Ocurre una brotación lateral curvada hacia abajo, ápices secos y necrosis foliar. Así mismo genera una pobre lignificación de la madera (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Cobre: constituyente de varias enzimas a nivel celular (Agrios, 2007). Es absorbido bajo la forma de ion cúprico, Cu^{2+} (Tisdale y Nelson, 1970). La deficiencia de cobre afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas desde jóvenes. Los síntomas aparecen primero en los brotes apicales (zonas meristemáticas) y se expanden a hojas, las que se observan fundamentalmente recurvadas en los márgenes y con ápices secos. Ocurre un aumento de los rebrotes laterales, también se puede desarrollar madera pobremente lignificada (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Hierro: actúa como catalizador en la síntesis de clorofila, además es constituyente de varias enzimas celulares (Agrios, 2007). Las plantas lo absorben bajo la forma ion ferroso, Fe^{2+} o bajo la forma de sales orgánicas. La deficiencia de este elemento provoca una intensa clorosis internerval sin que se altere el tamaño del limbo. La misma se manifiesta en el tercio apical en expansión de la planta y es progresivo hacia las hojas más viejas (Tisdale y Nelson 1970, Romero 2004).

Cloro: la función de este elemento a nivel celular no está aún clara (Barbazán, 1998). Es absorbido bajo la forma de ion cloro, Cl^- ; presenta una alta solubilidad (Bonilla, 2000).

2.3.3 Bioestimulantes

El término el bioestimulante se refiere a sustancias que a pesar de no ser un nutriente o un regulador de crecimiento, generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos (Saborío, 2002).

En forma genérica, los bioestimulantes son compuestos en base a extractos de algas marinas (como por ejemplo *Ascophyllum nodosum*), microorganismos, hongos, ácidos húmicos; presentan como constituyentes fitohormonas o promotores del crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno), elementos traza, micronutrientes, aminoácidos y vitaminas, entre otras cosas (Saborío 2002, Panda et al. 2012). La aplicación de bioestimulantes como fertilizantes benefician el desempeño de las plantas, mejorando los rendimientos y la resistencia de las mismas frente al stress biótico y abiótico (Panda et al., 2012). Por otra parte Subramani et al. (2010), señalan que la aplicación de bioestimulantes mejora el crecimiento y aumenta el número de hojas.

El efecto de los bioestimulantes va a depender de su composición, dado que estos compuestos presentan una gran diversidad. Si se excluye el efecto de componentes de acción conocida como los reguladores de crecimiento (auxinas, citoquininas, etileno, etc.) el modo de acción de los bioestimulantes puede explicarse de diferentes maneras: ahorro energético, suplemento de aminoácidos de alto consumo, formación de sustancias biológicamente activas, producción de antioxidantes, efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos, incremento de polifenoles, regulación fisiológica bajo condiciones de estrés hídrico (Saborío, 2002).

2.4 DEFICIENCIAS NUTRICIONALES Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN

Los *Eucalyptus* en sus zonas de origen difícilmente presenten deficiencias en algún nutriente; sin embargo en plantaciones artificiales y viveros es relativamente común observar deficiencias, tanto de macro como de micronutrientes. Poder aportar los nutrientes limitantes a tiempo, mediante fertilización, es algo beneficiosos para generar un buen desarrollo y maximizar el rendimiento de las plantas (Romero, 2004).

Las deficiencias de nutrientes en *Eucalyptus* son comunes en viveros y durante el establecimiento inicial en las plantaciones (Romero, 2004).

En el cuadro No. 2 se presentan los rangos adecuados de concentraciones de nutrientes foliares para la especie *Eucalyptus globulus* en estado juvenil (Boardman et al. 1997, Zamalvide y Ferrando 2010).

Cuadro No. 2: 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		ppm
B	30 - 51	
Cu	2,5 – 24,0	
Fe	50 - 156	
Mn	190 - 710	
Zn	15 - 51	

2.5 AGENTES CAUSANTES DE MLD: *Teratosphaeria sp.*(*Mycosphaerella sp.*)

2.5.1 Generalidades

Con el incremento del área forestada en el país han surgido problemas fitosanitarios importantes. Un ejemplo es la ocurrencia de la mancha foliar causada por *Teratosphaeria sp.* siendo *Eucalyptus globulus* una de las especies más susceptibles al ataque de dicha enfermedad. En el año 2007 *T. nubilosa* causó epidemias que llevaron a una severa defoliación de *Eucalyptus globulus*, y a partir de ese momento esta enfermedad constituye el principal problema sanitario de dicha especie (Simeto et al. 2009, Alonso et al. 2012).

En Uruguay *T. nubilosa* ha sido registrada recientemente, aunque, no es la primera especie de este grupo de patógenos en haber ingresado al país, ya que en años anteriores se había reportado la presencia de otras especies asociadas a manchas foliares aunque no tan agresivas como ésta (Simeto et al., 2009).

La enfermedad constituye un problema importante al provocar la disminución de la masa fotosintética (necrosis del tejido foliar y posteriormente defoliación) en el periodo juvenil del árbol, cuando el crecimiento es más activo. También puede provocar la muerte prematura de la rama sin que ocurra normalmente el proceso de abscisión, facilitando de esta forma el acceso de organismos tales como hongos degradadores de la madera al interior del tronco. Provoca también disminución en el crecimiento del árbol, debido a la defoliación que genera, y con esto reducción en la producción de madera (URUGUAY. MGAP Y FAO 2006, Silva et al. 2012, Balmelli et al. 2012).

Según Balmelli et al. (2011) defoliaciones menores al 50% no afectan el crecimiento posterior del árbol, mientras que defoliaciones mayores al 60% comprometen de forma muy importante la sobrevivencia del mismo. Por otra parte Balmelli et al. (2007) señalan que altos niveles de daño foliar y defoliación pueden provocar hasta un 40% de reducción en el crecimiento en diámetro al tercer año. A su vez, el porcentaje de mortalidad hasta el tercer año de edad de los árboles que presentaron altos niveles de daño foliar y defoliación puede llegar al 90%.

Carnegie et al. (1994) encontraron que infecciones superiores al 10% determinan que el crecimiento en altura se reduzca un 17% en *Eucalyptus globulus ssp. globulus*.

Smith (2006) señala que, según sea la severidad y frecuencia del ataque de la enfermedad, los árboles afectados pueden recuperarse y volver a tasas de crecimiento normales, pero habiendo sufrido un retraso en el tiempo de desarrollo. Puede ocurrir, así mismo, que los árboles no vuelvan alcanzar jamás la tasa de crecimiento que presenta un árbol sano.

El proceso de infección se favorece por la ocurrencia de determinadas condiciones ambientales, ejemplo de esto son las altas temperaturas y la presencia de agua libre sobre la superficie foliar (URUGUAY. MGAP Y FAO, 2006). Así mismo, una deficiencia nutricional importante hace a la planta más susceptible al ataque de patógenos; la tolerancia frente al ataque de estos se ve disminuida en caso de deficiencias nutricionales (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

La enfermedad presenta como síntoma más notorio manchas circulares a irregulares en las hojas, generalmente de color marrón claro. Las manchas pueden llegar a fusionarse entre sí para generar con esto mayor tamaño de las mismas (Mansilla et al. 2005, Agrios 2007). Sobre las lesiones que genera el patógeno, se forman los cuerpos fructíferos del mismo, se trata de pseudotecios que contienen en su interior las ascas con sus correspondientes ascosporas (Romero 1995, Carnegie et al. 1998).

2.5.2 Ciclo biológico de *Teratosphaeria*

El género *Teratosphaeria* pertenece a la División Eumycota dado que forma micelio; produce grupos de 8 ascosporas sexuales en el interior del asca, por lo que se incluye en la Subdivisión Ascomycotina (Agrios, 2007). Dentro de la clase Dothideomycete pertenece al orden Capnodiales, ya que presenta cavidades en la capa basal conteniendo ascas; dentro de los Capnodiales está dentro de la familia Teratosphaeriaceae (Crous et al. 2007, Simeto et al. 2009).

Teratosphaeria presenta pseudotecios superficiales, globulosos, uniloculares, papilados, que generalmente se encuentran situados en un estroma de células marrones pseudoparenquimales. Frecuentemente presenta pseudoparafisis, subcilíndricos y ramificados. Las ascas de este patógeno son fasciculadas, con 8 esporas, bitunicadas, frecuentemente con endotúnica de varias capas. Las ascosporas son de forma elipsoides a obovoides, presentando un solo septo, hialinas, algunas de color marrón pálido, con frecuencia cubiertas por una vaina mucoide (Crous et al., 2007).

El ciclo biológico de la enfermedad se desarrolla de la siguiente forma; 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).

Por otra parte Agrios (2007), Hunter et al. (2008), señalan que la germinación de las ascosporas ocurre cuando existen condiciones de alta humedad relativa, agua libre y temperaturas medias de entre 20-25°C. La temperatura óptima para la germinación de la especie *Teratosphaeria nubilosa* se sitúa en 25°C.

Según Pérez et al. (2009), el ataque de *Teratosphaeria* ocurrido en Uruguay, en 2007, estuvo asociado a un otoño y primavera lluviosos, estas condiciones permitieron un rápido y eficaz desarrollo de la enfermedad.

2.5.3 Distribución mundial de *Teratosphaeria*

Según Carnegie et al., Crous et al., Crous et al., Glam et al., citados por Hirigoyen (2011), distintas especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria* se han identificado en algunas zonas del mundo (ver cuadro No. 3).

Cuadro No. 3: Especies de *Mycosphaerella* y *Teratosphaeria* identificadas en algunos países

País	Especie
España	<i>M. suberosa</i> , <i>M. communis</i> , <i>M. lateralis</i> , <i>M. pluritubularis</i> , <i>M. readeriellophora</i> , <i>M. walkeri</i> , <i>T. molleriana</i> , <i>T. nubilosa</i> , <i>T. parva</i>
Portugal	<i>T. nubilosa</i>
Brasil	<i>M. scytalidii</i> , <i>M. parkii</i>
Australia	<i>T. cryptica</i> , <i>T. nubilosa</i> , <i>T. parva</i> , <i>M. gradia</i> , <i>M. vespa</i>
Victoria	<i>T. cryptica</i> , <i>T. nubilosa</i> , <i>T. parva</i> , <i>M. marksii</i>
Tasmania	<i>T. cryptica</i> , <i>M. gradia</i>

Fuente: modificado de Hirigoyen (2011)

2.5.4 *Teratosphaeria* en Uruguay

Según Crous et al. (2006), en Uruguay se han registrado distintas especies de la enfermedad causa por *Mycosphaerella*, algunas de estas son: *M. marksii*, *M. pseudosuberosa* y *M. walkeri*.

Por otra parte, Pérez et al. (2009a, 2009b) señalan distintas especies de la enfermedad que se han registrado en el país, destacando la especie de *Eucalyptus* atacada y en los departamentos donde se registró la misma. En el cuadro No. 4 se presenta la información.

Cuadro No. 4: Especies de *Mycosphaerella* en Uruguay

Especie	Hospedero	Lugar
<i>M. marksii</i>	<i>E. dunnii</i> , <i>E. globulus</i> , <i>E. grandis</i>	Durazno, Florida, Lavalleja y Río Negro
<i>M. heimii</i> y <i>M. lateralis</i>	<i>E. dunnii</i>	Río Negro
<i>M. scytalidii</i>	<i>E. dunnii</i> y <i>E. grandis</i>	Río Negro
<i>M. scytalidii</i>	<i>E. globulus</i>	Durazno
<i>M. aurantia</i>	<i>E. grandis</i>	Río Negro

Fuente: adaptado de Pérez et al. (2009a, 2009b)

2.5.5 Estrategias de manejo frente a la enfermedad

En general, en plantaciones forestales de gran escala, una vez que un patógeno se ha establecido existen limitadas posibilidades de erradicación del mismo, por lo que las medidas de manejo apuntan a la reducción de su impacto. En este sentido, existe consenso en que la estrategia de manejo más viable frente al ataque de patógenos es el uso de genotipos resistentes (Simeto et al., 2009).

En el caso de las manchas causadas por *Mycosphaerella* spp. y *Teratosphaeria* spp., el análisis de efectos de sitio, del estado nutricional y del material genético sobre el nivel de daño de la enfermedad, así como la determinación de su distribución geográfica y evolución estacional y anual, podrían conducir a alternativas efectivas de manejo que permitan reducir el daño. La elección del sitio de plantación no es una medida de manejo recomendable en contra de la enfermedad, ya que la misma se ha detectado en varios sitios donde se planta *Eucalyptus*. El uso de clones podría resultar en un menor nivel de daño foliar ya que las plantas clonadas comienzan a cambiar su follaje más precozmente que las plantas de semilla; el follaje adulto es menos susceptible a la enfermedad. La elección del material genético (fuente de semilla o clon) es otra herramienta que podría utilizarse para reducir el riesgo de daño por manchas necróticas (Simeto et al., 2009).

Romero (2004) señala, que es recomendable controlar el crecimiento de la plantación detectando defoliaciones para identificar certeramente el patógeno y planificar el manejo más adecuado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

Se instalaron dos ensayos en predios localizados en los departamentos de Rocha y Lavalleja. En el cuadro No. 5 se presenta la información resumida para ambos sitios.

Cuadro No. 5: Localización geográfica, especie plantada, momento de instalación para los 2 sitios experimentales

Sitio	Latitud	Longitud	Especie	Fecha de instalación
Lavalleja	S 34° 08.602	W 54° 54.059	<i>E. globulus</i> <i>ssp. globulus</i>	nov-11
Rocha	S 34° 08.747	W 54° 13.703	<i>E. globulus</i> <i>ssp. maidenii</i>	nov-11

3.2. CARACTERÍSTICAS DE CADA SITIO

En los cuadros No. 6 y 7, se presenta la clasificación, tipo de suelo, material de origen, y datos de análisis químico de cada sitio.

Cuadro No. 6: Unidad, Tipo de suelo y Material de origen para cada sitio experimental

Sitio	Unidad de suelo	Clasificación de suelos	Material de origen
Lavalleja	Sierra de Polanco	Litosol Subéutrico Melánico ArFr.	Basamento Cristalino
Rocha	Sierra de Polanco	Litosol Distríco Melánico ArFr.	Basamento Cristalino

Cuadro No. 7: Resultados de los análisis químicos de suelos

	MO	pH		P bray	Ca	Mg	K	Na	S. Bases de
	%	agua	KCl	mg.kg ⁻¹	----- cmol _c .kg ⁻¹ -----				
Lavalleja	4,0	5,04	4,47	3	4,77	1,76	0,33	0,33	7,19
Rocha	6,6	5,26	4,66	4	8,01	3,45	0,74	0,39	12,58

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue de parcelas divididas distribuidas en bloques. Los tratamientos de la parcela principal fueron Superfosfato de calcio y Top-phos®, aplicados al pozo, a ambos lados de la planta al momento de plantación, la dosis utilizada en ambos casos fue de 70 gr de P_2O_5 por planta. Además se aplicó a todo el ensayo (en ambos sitios) 3 gr de Boro por planta (Ulexita).

El Superfosfato de calcio es un fertilizante fosfatado soluble, con: 22% de P_2O_5 , 20% de Calcio y 12% de Azufre. Top-phos® es un fertilizante sólido granulado, con 2% de Nitrógeno, 24% de P_2O_5 , 12% de Calcio y 8% de Azufre. Sus fabricantes reportan además que presenta algunas propiedades como por ejemplo: reducir la retención de fósforo por parte del suelo, mejorar la actividad microbiana del suelo y acelerar la descomposición de la materia orgánica.

Los tratamientos de las subparcelas consistieron en un testigo y dos tratamientos foliares (Nitrofoska® Foliar SL y Fertileader®) aplicados a los seis meses de plantación para ambos sitios experimentales; la dosis utilizada en ambos casos fue 150 ml por planta de disolución al 1%. Nitrofoska® Foliar SL es un fertilizante líquido en base a nitrógeno, fósforo y potasio, más micronutrientes. Fertileader® es un fertilizante líquido en base a bioestimulantes y que presenta las siguientes características en su etiqueta: contiene nutrientes minerales, extractos de algas marinas, fuentes de aminoácidos y anti estresantes. La composición química de ambos productos se presenta en el cuadro No. 8.

Cuadro No. 8: Composición química de Nitrofoska® Foliar SL y Fertileader®

Elemento	Concentración expresada en %	
	Nitrofoska® Foliar SL	Fertileader®
Nitrógeno	10	9
Fósforo	4	5
Potasio	7	4
Magnesio	0,2	
Hierro	0,015	0,02
Cinc	0,0005	0,05
Manganeso	0,0015	0,1
Boro	0,002	0,05
Cobre	0,0025	0,02
Molibdeno	0,0003	0,01

Cada subparcela incluía un total de 20 árboles en Lavalleja y 12 en Rocha, distribuidos en dos filas, con un árbol sin fertilizar como borde compartido para separar subparcelas en la misma fila, y una fila sin fertilizar como borde compartido hacia los costados. Se evaluó la totalidad de árboles existentes en cada subparcela. El marco de plantación fue de 4.0 m x 1.8 m.

Excepto por la fertilización, el resto de las prácticas agrícolas fueron las usadas por las empresas en sus predios.

3.4 EVALUACIONES REALIZADAS

3.4.1 Evaluación de suelos y plantas

En el predio ubicado en el departamento de Rocha se realizaron dos momentos de toma de datos, el primero en el mes de junio del año 2012 y el segundo en el mes de diciembre del mismo año (correspondiente a los seis meses y al año de plantación respectivamente). En ambos momentos se tomaron medidas dasométricas, como lo son Diámetro al piso y Altura, y se recolectaron muestras foliares de los distintos tratamientos con el objetivo de realizar posteriores análisis químicos y patológicos. En el predio ubicado en el departamento de Lavalleja solo fue posible realizar la toma de datos y muestras foliares a los seis meses de instado el ensayo. La medición y muestreo

correspondientes al año de plantación no fue posible realizarla debido a que en ese momento los árboles se encontraban senescentes por efectos de heladas meteorológicas. Posteriormente se constató la caída de las hojas muertas, quedando solo los troncos y ramas secas.

Los análisis de suelo y foliares para determinar macro y micronutrientes fueron realizados en el Laboratorio de Fertilidad de suelos de la Facultad de Agronomía.

3.4.1.1 Análisis de suelo

Las muestras de suelo (tomadas de 0-20cm de profundidad) fueron sacadas previo a la instalación de los ensayos, secadas a estufa por 48 horas a 40°C y molidas hasta un tamaño menor a 2 mm. En cada muestra se midió pH en agua y en KCl 1M por potenciometría (relación suelo/agua o suelo/ KCl= 1/2,5). La materia orgánica fue calculada a partir de la determinación de carbono orgánico por titulación con sulfato ferroso, luego de atacar una muestra con dicromato de K y ácido sulfúrico, sin calor exterior. El P asimilable fue analizado por el método Bray-1. La extracción de Ca, Mg, K y Na se realizó con acetato de amonio 1 M buffereado a pH 7 y luego se determinaron por absorción atómica (Ca y Mg) y emisión (K y Na).

3.4.1.2 Análisis foliares

Para los muestreos foliares se tomaron cuatro hojas por árbol en cada subparcela, seleccionando la última hoja totalmente desarrollada del último crecimiento, de la mitad de la copa y de los cuatro puntos cardinales. Las muestras fueron secadas a 60°C por 48 horas y molidas hasta un tamaño menor a 1 mm. En una digestión de 0.5 g de muestra con ácido sulfúrico y catalizador, fueron determinados los contenidos totales de nitrógeno (N), por el método de Kjeldahl. En una dilución con ácido clorhídrico de las cenizas de 1 g de muestra (obtenidas por calentamiento en mufla a 500°C), se determinaron los contenidos totales de fósforo (P) con el método colorimétrico del Ácido Ascórbico, boro (B) por el método colorimétrico de la Azometina-H, magnesio

(Mg), calcio (Ca), hierro (Fe), cinc (Zn), cobre (Cu) y manganeso (Mn) por Absorción Atómica y potasio (K) total por espectrometría de emisión.

3.4.2 Medidas dasométricas

Las variables dasométricas evaluadas fueron Diámetro al piso (expresado en cm) y Altura total (expresada en m). Para la toma de datos se utilizó una pértiga graduada en cm y una cinta métrica también graduada en cm para la recolección de datos de altura total; para los datos de diámetro al piso se utilizó un calibre graduado en mm (ver figura No. 1).

Figura No. 1: Calibre y Cinta métrica



En el caso de diámetro al piso se realizaron dos medidas perpendiculares entre sí, una en el eje mayor del tronco y otra en el eje menor, posteriormente se promediaron ambas. En el caso de altura total se midió la distancia entre la base del árbol en contacto con el suelo y el ápice.

3.4.3 Evaluación sanitaria

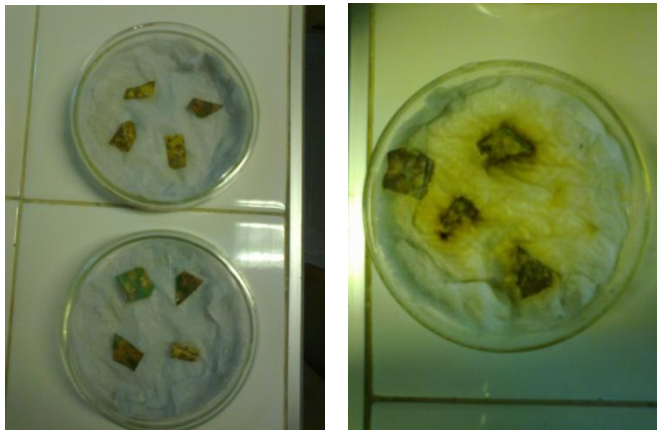
Para ambos sitios experimentales fueron evaluadas las condiciones sanitarias de los árboles mediante la presencia de sintomatología y posterior recolección de muestras foliares con tejido enfermo.

3.4.4 Identificación de la especie patógena

Para la confirmación de que los síntomas presentes en las hojas de los árboles enfermos son provocados por la enfermedad causada por *Teratosphaeria* y/o *Mycosphaerella*, se recolectaron muestras foliares con síntomas de tejido infectado. Solo fue posible la toma de muestras en el ensayo de Rocha por las razones anteriormente expuestas.

Se realizó como método de cultivo cámara húmeda para permitir el desarrollo del patógeno presente en tejidos enfermos. A las hojas se le recortaron las zonas con lesiones y se pusieron en remojo en agua más hipoclorito de sodio durante dos minutos, posteriormente se enjuagaron con agua durante otros dos minutos; se dejaron secar y se sembraron. Los cultivos se incubaron a temperatura controlada y en oscuridad durante tres semanas aproximadamente.

Figura No. 2: Cultivos realizados en cámara húmeda



3.5 ANALISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante Análisis de Varianza, realizándose contrastes ortogonales entre distintos tratamientos. Se utilizó el programa Infostat, versión 2008.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRIMER MUESTREO (6 Meses)

4.1.1 Parámetros morfológicos

En el cuadro No. 9 se presenta la información de Altura promedio (m) y Diámetro promedio (cm) para el ensayo ubicado en Rocha por tratamiento aplicado al suelo al momento de la plantación.

Cuadro No. 9: Altura y Diámetro al piso, promedio para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico para el sitio Rocha

TRATAMIENTO	PROM. ALTURA (m)	PROM. DIÁMETRO (cm)
Top-phos®	2,1	2,6
Superfosfato de calcio	2,2	2,7
ANALISIS ESTADISTICO		
CV%	3,4	6,8
P > F	ns	ns

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

El estudio de ANAVA no reveló diferencias significativas entre los tratamiento evaluados.

En el cuadro No. 10 se presenta la información de Altura promedio (m) y Diámetro promedio (cm) para el ensayo ubicado en Lavelleja por tratamiento aplicado al suelo al momento de la plantación.

Cuadro No. 10: Altura y Diámetro al piso, promedio para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico para el sitio Lavalleja

TRATAMIENTO	PROM. ALTURA (m)	PROM. DIÁMETRO (cm)
Top-phos®	2,0	3,5
Superfosfato de calcio	2,2	3,9
ANALISIS ESTADISTICO		
CV%	4,1	1,0
P > F	ns	0,004

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

Las plantas fertilizadas al transplante con Superfosfato de calcio mostraron, a los seis meses, mayor diámetro promedio ($P = 0.004$). Si bien el promedio de altura también fue mayor, las diferencias no fueron significativas estadísticamente. Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Subramani et al. (2010), Panda et al. (2012), quienes habían reportado beneficios en el desempeño de las plantas y mejoras en el crecimiento, asociados a la aplicación de bioestimulantes.

4.1.2 Concentración de macro y micronutrientes en hojas

En el cuadro No. 11 se presenta la información de concentración de macro y micronutrientes en hoja, para los tratamientos de fertilización inicial, en el ensayo ubicado en Rocha.

Cuadro No. 11: Concentración foliar de macro y micronutrientes para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico en el sitio Rocha

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- % -----					----- ppm -----				
Top-phos®	2,39	0,22	0,94	0,61	0,24	45	5	195	22	63
Superfosfato de calcio	2,36	0,21	0,98	0,63	0,23	53	5	199	23	77
ANALISIS ESTADISTICO										
CV%	2,7	3,3	5,2	1,3	3,5	1,7	23,0	4,7	3,1	26,9
P > F	ns	ns	ns	ns	ns	0,01	ns	ns	ns	ns

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

El estudio de AVANA reveló diferencias significativas únicamente en la concentración foliar de hierro, siendo el tratamiento Superfosfato de calcio el que presentó mayor valor de este parámetro. La concentración de hierro foliar se encuentra muy próximo al nivel crítico para la especie en cuestión, sin embargo el mismo se encuentra dentro de los rangos considerados normales (Boardman et al. 1997, Zamalvide y Ferrando 2010). Comparando las concentraciones de nutrientes foliares con los niveles críticos presentados para la especie, es posible observar que ninguno de los restantes nutrientes se encuentra por debajo del nivel crítico.

Las concentraciones foliares de N, P y B fueron superiores al rango adecuado reportado para esta especie en estado juvenil (Boardman et al. 1997, Zamalvide y Ferrando 2010); esto podría explicarse por la fertilización realizada y la mineralización de materia orgánica ocurrida posteriormente a las labores de plantación (Zamalvide y Ferrando, 2010). En el caso de K, que también presenta un contenido foliar superior al rango, podría deberse a los contenidos medios a altos de K intercambiable de estos suelos (ver cuadro No. 7).

En el cuadro No. 12 se presenta la información de concentración de macro y micronutrientes en hoja para los tratamientos de fertilización inicial, en el ensayo ubicado en Lavalleja.

Cuadro No. 12: Concentración foliar de macro y micronutrientes para cada tratamiento a los seis meses de plantación y análisis estadístico para el sitio Lavalleja

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- % -----					----- ppm -----				
Top-phos®	2,19	0,17	0,70	0,65	0,23	49	4	239	21	114
Superfosfato de calcio	2,08	0,14	0,78	0,66	0,23	51	6	314	20	137
ANALISIS ESTADISTICO										
CV%	4,9	4,7	11,1	9,0	8,1	12,8	20,9	17,2	5,3	2,6
P > F	ns	0,04	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,01

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

Se observa que el contenido de fósforo foliar fue significativamente superior en el tratamiento con Top-phos® que en el fertilizado con Superfosfato de calcio ($P=0.04$). Este resultado podría deberse a la reducción en la retención de fósforo por el suelo reportada para este producto por su fabricante, mejorando su disponibilidad para las plantas. Los suelos de Sierra de Polanco están clasificados dentro de los suelos de alta fijación de fósforo del país (Escudero y Morón 1978, Hernández y Zamalvide 1998), asociado fundamentalmente a los altos contenidos de óxidos de hierro, presencia de minerales tipo 1:1 en la fracción arcilla, pH ácido y en ocasiones presencia de aluminio intercambiable (Hernández, 1999). Esto se ve reflejado en los bajos valores de fósforo disponible en el suelo al momento de la instalación (ver cuadro No. 7).

Si bien las concentraciones foliares de fósforo son mayores en el tratamiento con Top-phos®, estos valores no se ven reflejados en mejoras en el crecimiento (ver cuadro 11).

Para el resto de los nutrientes analizados, si bien se observaron algunas diferencias en las concentraciones promedio, las mismas no fueron significativas estadísticamente.

4.2 SEGUNDO MUESTREO (1 año)

4.2.1 Tratamientos aplicados al suelo

En el cuadro No. 13 se presenta la información de Altura promedio (m) y Diámetro al piso promedio (cm) para el ensayo ubicado en Rocha por tratamiento aplicado al suelo al momento de la plantación.

Cuadro No. 13: Altura y Diámetro al piso, promedio al año de plantación para cada tratamiento aplicado al suelo y análisis estadístico para el sitio Rocha

TRATAMIENTO	PROM. ALTURA (m)	PROM. DIAMETRO (cm)
Top-phos®	2,6	3,7
Superfosfato de calcio	3,2	3,8
ANALISIS ESTADISTICO		
CV%	29,4	19,8
P > F	ns	ns

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

Si bien se observan valores mayores para el tratamiento de Superfosfato de calcio, el estudio de ANAVA no reveló diferencias significativas entre los tratamientos, posiblemente debido a la alta variabilidad observada dentro del experimento.

En el cuadro No. 14 se presenta la información de concentraciones foliares de macro y micronutrientes para los tratamientos de fertilización inicial, en el ensayo ubicado en Rocha.

Cuadro No. 14: Concentración foliar de macro y micronutrientes al año de plantación para cada tratamiento aplicado al suelo y análisis estadístico

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- % -----						----- ppm -----			
Top-phos®	1,84	0,16	0,79	0,63	0,22	62	8	194	19	19
Superfosfato de calcio	1,86	0,16	0,76	0,65	0,22	58	7	172	18	20
ANALISIS ESTADISTICO										
CV%	5,8	6,8	5,0	8,9	8,3	7,5	27,3	19,0	20,4	22,2
P > F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

El estudio de ANAVA no reveló diferencias significativas entre los tratamiento evaluados para ninguno de los nutrientes analizados. Comparando las concentraciones de nutrientes foliares en ambos muestreos es posible observar que ocurre una disminución en los contenidos foliares entre ambos momentos (ver cuadros No. 11 y 14).

4.2.2 Tratamientos foliares

En el cuadro No. 15 se presenta la información de Altura promedio (m) y Diámetro promedio (cm) para el ensayo ubicado en Rocha para los tratamientos foliares.

Cuadro No. 15: Altura promedio y Diámetro al piso, promedio al año de plantación para los tratamientos foliares realizados a los seis meses del transplante y análisis estadístico para el sitio Rocha

TRATAMIENTO	PROM. ALTURA (m)	PROM. DIAMETRO (cm)
Testigo	2,6	3,9
Fertileader®	3,9	3,7
Nitrofoska® Foliar SL	2,6	3,8
ANALISIS ESTADISTICO		
CV%	45,0	9,6
Contrastes		<i>P > F</i>
Test vs Resto	ns	ns
Fertileader® vs Nitrofoska® Foliar SL	ns	ns

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

Se aprecia un mayor promedio de altura a favor del tratamiento realizado con Fertileader®, sin embargo la diferencia no es significativa estadísticamente, posiblemente debido al alto coeficiente de variación observado (45%).

En el cuadro No. 16 se presenta la información de contenidos foliares de macro y micronutrientes para los tratamientos de aplicación foliar, en el ensayo ubicado en Rocha.

Cuadro No. 16: Contenido foliar de macro y micronutrientes por tratamiento aplicado foliarmente a los seis meses de plantación

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- % -----					----- ppm -----				
Testigo	1,85	0,16	0,76	0,66	0,21	56	7	174	16	21
Fertileader®	1,87	0,16	0,76	0,64	0,23	60	7	169	20	23
Nitrofoska® Foliar SL	1,77	0,13	0,74	0,66	0,21	69	7	163	19	21
ANALISIS ESTADISTICO										
CV%	7,5	16,2	11,9	10,0	6,5	6,6	20,4	10,5	21,1	23,2
Contrastes	P > F									
Test vs Resto	ns	ns	ns	ns	ns	0,04	ns	ns	ns	ns
Fertileader® vs Nitrofoska® Foliar SL	ns	ns	ns	ns	ns	0,05	ns	ns	ns	ns

CV: Coeficiente de Variación

ns: no difiere significativamente a $P > 0,05$

La concentración foliar de hierro fue el único parámetro que presentó diferencias significativas entre tratamientos (ver cuadro No. 16). El tratamiento Nitrofoska® Foliar SL presentó las mayores concentraciones de este nutriente, seguido por Fertileader®, siendo el testigo el tratamiento con contenidos menores. Ambos productos presentan similares concentraciones de hierro, por lo que las diferencias encontradas no estarían explicadas debido a las cantidades aplicadas de este elemento. El nivel de hierro foliar de los tres tratamientos se encuentra muy próximo al nivel crítico de este nutriente para la especie en cuestión, sin embargo el mismo se encuentra dentro de los rangos considerados normales.

Los resultados concuerdan con lo observado por Zamalvide y Ferrando (2010), quienes en un relevamiento foliar de diferentes sitios productivos del país, encontraron que los únicos nutrientes que aparecían como limitantes eran el B y el Fe para las especies *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis*. En este caso las plantaciones fueron fertilizadas al transplante con B, por lo cual este nutriente tampoco aparece como limitante.

Es posible observar que los contenidos foliares de B disminuyeron considerablemente en el período comprendido entre ambos muestreos (ver cuadros No. 11 y 16), esto concuerda con lo reportado por Ferrando (2010)

quien observo disminuciones en los contenidos foliares de B entre los seis meses y el año de plantación en ocho sitios diferentes.

4.3 IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL

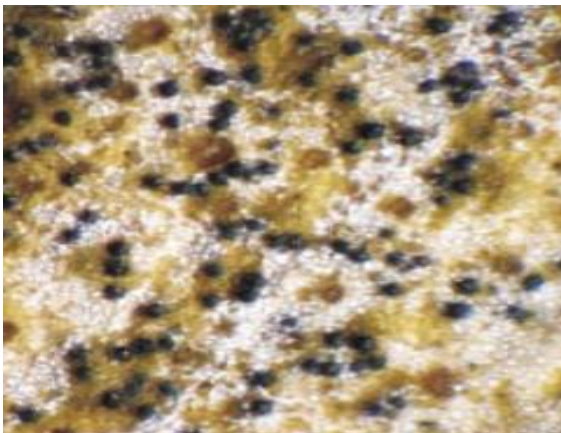
Las lesiones foliares observadas presentaban un tamaño variable que oscilaba entre los 4 a 9 mm de diámetro, presentaban forma circular a irregular, de color marrón claro con los bordes más oscuros y algo elevados. Las mismas se podían visualizar en ambas caras de las hojas. En la figura No. 3 se pueden observar las lesiones.

Figura No. 3: Hojas presentando lesiones causadas por *Teratosphaeria*



Se identificaron pseudotecios globosos de tamaño variable sobre las manchas foliares como se puede observar en la figura No. 4.

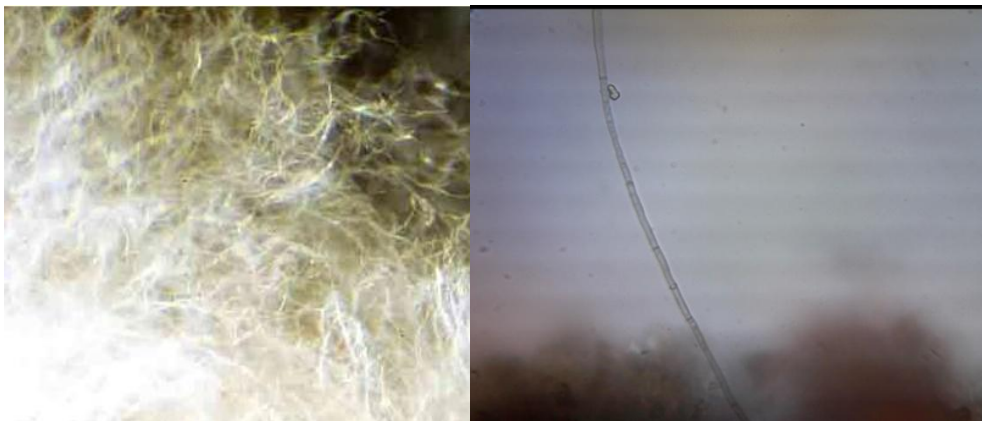
Figura No. 4: Pseudotecios sobre las lesiones foliares



Según Hunter et al., citados por Hirigoyen (2011), los grupos de pseudotecios se distinguen macroscópicamente por su forma globosa y su color negro debido a la presencia de melanina. A medida que la infección aumenta, los pseudotecios emergen del tejido necrosado.

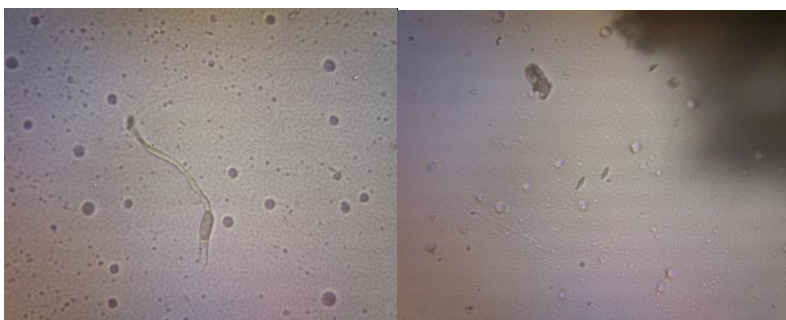
Los cultivos realizados presentaron micelio de color blanco a grisáceo con algunos tonos verdes, siendo más oscuro hacia los extremos, como se puede observar en la figura No. 5.

Figura No. 5: Micelio formado en los medios de cultivo



Luego del proceso de incubación de los cultivos fue posible la recolección de ascosporas, en la figura No. 6 se pueden observar las mismas.

Figura No. 6: Ascosporas recolectadas



Las ascosporas observadas fueron hialinas, de paredes regulares y de tamaño variable que oscila entre las 10 a 12 μ de largo y 3 a 5 μ de ancho.

Hunter et al. (2008), Pérez et al. (2009a, 2009b), Simeto et al. (2009), realizan descripciones de las manchas foliares, de la colonia formada y de las ascosporas provocadas por *Teratosphaeria nubilosa* que coincide con lo observado.

En las mediciones realizadas en junio de 2012, correspondientes a los seis meses de plantación, no se constató la presencia de síntomas de la enfermedad en ninguno de los dos sitios experimentales (Lavalleja y Rocha). En cambio al año de plantación, momento de la segunda medición, se constató la presencia de síntomas correspondientes a la enfermedad en la plantación localizada en Rocha. Todos los árboles evaluados presentaban manchas foliares características de la enfermedad.

Figura No. 7: Árboles sanos evaluados a los 6 meses de plantación, Lavalleja y Rocha



Figura No: 8: Árboles con presencia de la enfermedad evaluados al año de plantación, Rocha



5. CONCLUSIONES

La fertilización y aplicación de fuentes nutricionales con bioestimulantes, no redundó en mejoras importantes en el crecimiento inicial de plantaciones de *Eucalyptus globulus*, así como tampoco sobre el comportamiento sanitario frente a las infecciones foliares.

En el sitio Lavalleja los resultados fueron un tanto contradictorios, ya que si bien se observaron diferencias significativas en diámetro al piso a favor del tratamiento con Superfosfato de calcio (a los seis meses de plantación), las concentraciones foliares de fósforo eran significativamente mayores en el tratamiento con Top-phos®. Estas mayores concentraciones podrían estar asociadas a características del producto, el cual, según su fabricante, reduce la retención de fósforo por el suelo, mejorando su disponibilidad para las plantas.

En el sitio Rocha, al año del transplante, se observó un promedio de altura mucho mayor en las plantas fertilizadas con Fertileader®, no siendo las diferencias significativas estadísticamente, posiblemente debido al alto coeficiente de variación observado (45%).

Las concentraciones de macro y micronutrientes en hojas se encontraron dentro de los rangos normales para la especie y en algunos casos por encima del nivel superior, por lo que los mismos no fueron limitantes para el crecimiento de los árboles. Se constataron mayores concentraciones de hierro en las parcelas fertilizadas con Nitrofoska® Foliar SL, no observándose diferencias entre tratamientos para el resto de los nutrientes.

Fue posible identificar y confirmar la presencia de la enfermedad causada por *Teratosphaeria nubilosa* mediante el análisis patológico de las muestras foliares recolectadas. La presencia de la enfermedad ocurrió en todos los árboles del ensayo ubicado en Rocha al segundo muestreo; independientemente del tratamiento de fertilización.

6. RESUMEN

Los objetivos del trabajo fueron: 1) Evaluar el efecto de la aplicación de fuentes nutricionales con bioestimulantes frente a aplicaciones de fuentes químicas tradicionales (al suelo al trasplante y foliar a los seis meses) en relación a la respuesta diferencial en crecimiento (Diámetro al piso y Altura) y contenido foliar de nutrientes de los árboles. 2) Evaluar la presencia o ausencia de *Mycosphaerella spp.* o *Teratosphaeria spp.* según el tratamiento aplicado. Se instalaron 2 ensayos en predios localizados en los departamentos de Rocha y Lavalleja. El diseño experimental fue de parcelas divididas distribuidas en bloques. Los tratamientos de la parcela principal fueron Superfosfato de calcio y Top-phos®, la dosis utilizada en ambos casos fue de 70 gr por planta de P₂O₅. Además se aplicó a todo el ensayo (en ambos sitios) 3 gr de Boro por planta (Ulexita). Los tratamientos de las subparcelas consistieron en un testigo y dos tratamientos foliares (Nitrofoska® Foliar SL y Fertileader®) aplicados a los seis meses de plantación para ambos sitios experimentales; la dosis utilizada en ambos casos fue 150 ml por planta en disolución al 1%. Se realizaron medidas de altura y diámetro al piso y análisis foliares para macro y micronutrientes, a los seis y doce meses del trasplante. También se realizaron cultivos para identificar el patógeno con las muestras recolectadas (Cámara húmeda). La fertilización y aplicación de fuentes nutricionales con bioestimulantes, no redundó en mejoras importantes en el crecimiento inicial de plantaciones de *Eucalyptus globulus*, ni en el comportamiento sanitario frente a las infecciones foliares. En el sitio Lavalleja se observaron diferencias significativas en diámetro al piso a favor del tratamiento con Superfosfato de calcio a los seis meses de plantación; las concentraciones foliares de fósforo fueron significativamente mayores en el tratamiento con Top-phos®, las mismas podrían estar asociadas a características del producto, el cual, según su fabricante, reduce la retención de fósforo por el suelo, mejorando su disponibilidad para las plantas. En el sitio Rocha, al año del trasplante, se observó un promedio de altura mucho mayor en las plantas fertilizadas con Fertileader®, no siendo las diferencias significativas estadísticamente, posiblemente debido al alto coeficiente de variación observado (45%). Las concentraciones de macro y micronutrientes en hojas se encontraron dentro de los rangos normales para la especie y en algunos casos por encima del nivel superior, por lo que los mismos no fueron limitantes para el crecimiento de los árboles. Se constataron mayores concentraciones de hierro en las parcelas fertilizadas con Nitrofoska® Foliar SL,

no observándose diferencias entre tratamientos para el resto de los nutrientes. Fue posible identificar y confirmar la presencia de la enfermedad causada por *Teratosphaeria nubilosa* mediante el análisis patológico de las muestras foliares recolectadas. La presencia de la enfermedad ocurrió en todos los árboles del ensayo ubicado en Rocha al segundo muestreo; independientemente del tratamiento de fertilización.

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

7. SUMMARY

The objectives were to: 1) evaluate the effect of the application of nutritional sources bioestimulantes against traditional chemical source applications (the soil and foliar transplant at six months) in relation to the differential response to growth (diameter at floor and height) and leaf nutrient content of trees. 2) To assess the presence or absence of *Mycosphaerella spp.* or *Teratosphaeria spp.* according to the treatment applied. Two trials were installed in land located in the departments of Rocha and Lavalleja. The experimental design was split plot located in blocks. The main plot treatments were calcium superphosphate and Top-phos ®, the dose used in both cases was 70 gr per plant of P₂O₅. Also applied to the entire test (at both sites) 3 gr of boron per plant (Ulexita). Subplot treatments consisted of a witness and two foliar treatments (Nitrofoska ® Foliar SL and Fertileader ®) applied at six months of planting for both experimental sites, the dose used in both cases was 150 ml per plant in 1% solution. Measurements were performed at floor height and diameter and leaf analysis for macro and micronutrients, six and twelve months of transplantation. Crops were also conducted to identify the pathogen with the collected samples (moist chamber). Fertilization and application of bio-stimulants nutritional sources, did not result in significant improvements in the initial growth of *Eucalyptus globulus*, or health behavior against foliar infections. On the site Lavalleja significant differences in diameter on the floor in favor of treatment with calcium superphosphate at six months of plantation foliar phosphorus concentrations were significantly higher in the treatment with Top-phos ®, they could be associated with product characteristics, which, according to its manufacturer, reduce phosphate retention by the soil, improving its availability to the plants. Site Rocha, one year after transplantation, there was a much greater average height in the plants fertilized with Fertileader ®, the differences were not statistically significant, possibly because of the high coefficient of variation observed (45%). Concentrations of macro and micronutrients in leaves were within the normal range for the species and in some cases above the upper level, so that they were not limiting for tree growth. Higher concentrations were observed in iron-fertilized plots Nitrofoska ® Foliar SL, no differences between treatments for the rest of the nutrients. Were able to identify and confirm the presence of the disease caused by *Teratosphaeria nubilosa* by pathological analysis of leaf samples collected. The presence of the disease occurred in all test trees located on the second sampling Rocha, regardless of fertilization treatment.

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

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G. 2007. Fitopatología. 2a. ed. México, Limusa. 856 p.
2. ALONSO, R.; SORIA, S.; LUPO, S.; BETTUCCI, L.; PÉREZ, C. 2012. Alternativas químicas para el manejo de manchas foliares en *Eucalyptus globulus*. In: Jornada Técnica, Protección Forestal (2012, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. p. 13 (Actividades de Difusión no. 703).
3. AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2a. ed. Madrid, Mc Graw-Hill. 651 p.
4. BALMELLI, G.; ALTIER, N.; MARRONI, V. 2007. Daños provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus*.I. Efecto fenotípico sobre el comportamiento productivo posterior. Boletín del CIDEU. no. 3: 67-75.
5. _____.; SIMETO, S.; ALTIER, N.; MARRONI, V.; DIEZ, J. 2011. Efecto de la defoliación provocada por *Mycosphaerella* spp. en el crecimiento y en la sobrevivencia de *Eucalyptus globulus*. In: Día de Campo Forestal en zona Sureste (2011, Rocha). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 5-11 (Actividades de Difusión no. 644).
6. _____.; _____.; TORRES-DINI, D.; CASTILLO, A.; PÉREZ, G.; MAC GREGOR, J.; PEVERELLI, A.; ALTIER, A.; DIEZ, J. 2012. Mejoramiento genético en *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus maidenii* por resistencia a *Teratosphaeria nubilosa*. In: Jornada Técnica, Protección Forestal (2012, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. p. 14 (Actividades de Difusión no. 703).

7. BARBAZÁN, M. 1998. Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. Montevideo, Facultad de Agronomía. 27 p.
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. BRUSSA, C. 1994. Eucalyptus; especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Hemisferio Sur. 314 p.
10. CALDEIRA, M.V.W. 1998. Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De wild). Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Santa Maria, Brazil. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. 96 p.
11. CALIFRA, A.; DURÁN, A. 2010. Suelos de aptitud forestal; criterios para selección, área de distribución, características morfológicas, físicas y químicas. In: Jornadas de Actualización Técnica; 10 Años de Investigación en la Producción Forestal (2010, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 1-5.
12. CARNEGIE, A.; ADES, P.; KEANE, P.; SMITH, I. 1994. Variation in susceptibility *Eucalyptus globulus* provenances to *Mycosphaerella* leaf disease. Canadian Journal of Forest Research. 24: 1751-1757.
13. CROUS, P.; WINGFIELD, M.; MANSILLA, J.; ALFENAS, A.; GROENEWALD, J. 2006. Phylogenetic reassessment of *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs occurring on *Eucalyptus*. II. Studies in Mycology. 55: 99-131.

14. _____.; BRAUN, U.; GROENEWALD, J. 2007. *Mycosphaerella* is polyphyletic. *Studies in Mycology*. 58: 1-32.
15. DOLDÁN, J. 2007. Evaluación de parámetros de calidad de *E. globulus* y *E. maidenii* de plantaciones uruguayas para pulpa de celulosa. Montevideo, LATU. Departamento de Proyectos Forestales. 6 p. (Nota técnica no. 8).
16. ESCUDERO, J. y MORÓN, A. 1978. Caracterización de la capacidad de fijación de fósforo de distintos suelos del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
17. FAO.1981. El Eucalyptus en la repoblación forestal. (en línea). Roma. pp. 1-50. Consultado mar. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/AC459S/AC459S00.HTM>
18. FERRANDO, M.; ZAMALVIDE, J. 2010. Fertilización boratada de Eucalyptus. In: Jornadas de Actualización Técnica; 10 Años de Investigación en la Producción Forestal (2010, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 55-59.
19. GARATE, A.; BONILLA, I. 2000. Nutrición mineral y producción vegetal. In: Azcón-Bieto, J. Talón, M. eds. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, España, Mc Graw-Hill. pp. 113-129.
20. GONÇALVES, J. L. M.; BARROS, N. F. 1998. Mejoramiento de capacidad productiva del sitio. In: SILVOTECNA. Conferencia IUFRO (10a., 1998, Vienna). Mejoramiento productivo de los sitios. Concepción, Chile, s.e. pp. 52-58.
21. HERNÁNDEZ, J.; ZAMALVIDE, J. P. 1998. Procesos de retención de fósforo por los suelos evaluados a través de parámetros de suelo y planta. *Agrociencia*. 1 (2): 48-63.
22. _____. 1999. Fósforo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 89 p.

23. _____.; DEL PINO, A.; ARRATE, G. 2010a. Cuantificación de la extracción y reciclaje de nutrientes en Eucalipto. *In*: Jornadas de Actualización Técnica; 10 Años de Investigación en la Producción Forestal (2010, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 20-24.
24. _____. 2010.b Evolución de parámetros químicos del suelo bajo forestación; acidez, bases, materia orgánica. *In*: Jornadas de Actualización Técnica; 10 Años de Investigación en la Producción Forestal (2010, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 16-19.
25. 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.
26. HUNTER, G.; CROUS, P.; CARNEGIE, A.; WINGFIELD, M. 2008. *Teratosphaeria nubilosa*, a serious leaf disease pathogen of *Eucalyptus spp.* in native and introduced areas. *Molecular Plant Pathology*. 40: 1-14.
27. MANSILLA, P.; AGUÍN, O.; PINTOS, C.; OTERO, L. 2005. Ficha 37/05 (*Mycosphaerella nubilosa*). (en línea). Pontevedra, Servicio Agrario. Estación Fitopatológica do Areeiro. 20 p. Consultado abr. 2013. Disponible en <http://www.efadip.org/comun/publicaciones/FTecnicas/Download/37ok%20mycosphaerella.pdf>
28. PANDA, D.; PRAMANIK, K.; NAYAK, B.R. 2012. Use of sea weed extracts as plant growth regulators for sustainable agriculture. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 3(3): 404-411.

29. PEÑALOZA W., R. 1997. Establecimiento de plantaciones. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Silvicultura. Cátedra de Silvicultura Aplicada. 136 p.
30. PÉREZ, G.; FROS, D.; ALTIER, N.; PEREZ, G.; WINGFIELD, M.; BLANCHETTE, R. 2009a. Identificación de especies fúngicas asociadas a manchas foliares y canchros en *Eucalyptus*. In: Jornada Técnica, Protección Forestal (2009, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 19-24 (Actividades de Difusión no. 567).
31. _____.; WINGFIELD, M.; ALTIER, N.; BLANCHETTE, R. 2009b. Mycosphaerellaceae and Teratosphaeriaceae associated with Eucalyptus leaf diseases and stem cankers in Uruguay. Forest Pathology. 39: 349-360.
32. _____.; HUNTER, G.; SLIPPERS, B.; PÉREZ, C.; WINGFIELD, B.; WINGFIELD, M.J. 2009c. *Teratosphaeria* (*Mycosphaerella*) *nubilosa*, the causal agent of Mycosphaerella leaf disease (MLD), recently introduced into Uruguay. European Journal of Plant Pathology. 125: 109-118.
33. RESQUÍN, F.; BALMELLI, G. 2005. Eucalyptus globulus; importancia de elección de la fuente de semilla. Revista INIA. no. 3: 26-29.
34. RIVERA, G. 2007. Conceptos introductorios a la fitopatología. San José de Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 346 p.
35. ROMERO, G. 1995. Enfermedades en *Eucalyptus* en Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 7 p.
36. _____. 2004. Enfermedades forestales en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 47 p.

37. SABORÍO, F. 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. In: Meléndez, G.; Molina, E. eds. Fertilización foliar; principios y aplicaciones. San José, Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. pp. 107-124.
38. SILVA, M.C.; MACHADO, H.N.; NEVES, L.; ARAUJO, C.; PHILLIPS, A.J.L. 2012. *Mycosphaerella* and *Teratosphaeria* species associated with *Mycosphaerella* leaf disease on *Eucalyptus globulus* in Portugal. (en línea). Madrid, INIA. 6 p. Consultado abr. 2013. Disponible en <http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/view/2211/1689>
39. SIMETO, S.; BALMELLI, G.; MARTÍNEZ, G.; TORRES, D. 2009. La enfermedad causada por *Mycosphaerella spp.* y *Teratosphaeria spp.*; una amenaza de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* en Uruguay. Revista INIA. no. 20: 48-50.
40. SMITH, A. 2006. The development of strategies for the management and research of foliar pathogens on Eucalypt plantations; using *Mycosphaerella* as a case of study. (en línea). Tasmania, UTAS. s.p. Consultado mar. 2013. Disponible en <http://eprints.utas.edu.au/378/>
41. SUBRAMANI, A.; ANBURANI, A.; GAYATHIRI, M. 2011. Response of growth parameters of radish (*Raphanus sativus* L.) to various organic nutrients and biostimulants. Asian Journal of Horticulture. 6(1): 32-34.
42. TISDALE, S.; NELSON, W. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner y Soman. 700 p.
43. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA; FAO 2006. Plagas y enfermedades de eucaliptos y pinos. Montevideo, FAO. pp. 112-164.

44. _____. _____. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2012. Recurso forestal. (en línea). Montevideo. 15 p. Consultado mar. 2013. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,20,441,O,S,0,MNU;E;134;2;MNU;,>
45. WILD, A. 1989. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Madrid, Mundi-Presa. 1025 p.
46. ZAMALVIDE, J., FERRANDO, M. 2010. Algunas consideraciones generales en relación al tema "Fertilización de Eucalyptus". In: Jornadas de Actualización Técnica; 10 Años de Investigación en la Producción Forestal (2010, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 38-47.

9. ANEXOS

ANEXO I: Datos dasométricos

Primera medición (6 meses) Rocha

Parcela	Bloque	Trat al suelo	Prom Altura	Prom Diámetro
			m	cm
1	1	1	1,92	2,9
2	1	1	1,81	2,2
3	1	1	2,22	2,48
4	1	2	2,14	2,90
5	1	2	2,07	2,15
6	1	2	1,09	1,16
7	1	2	2,08	2,40
8	2	1	2,43	3,49
9	2	1	2,04	2,38
10	2	1	1,84	1,85
11	2	2	1,89	2,59
12	2	2	2,30	2,99
13	2	2	2,39	2,91
14	2	2	2,08	2,30
15	3	1	2,30	3,14
16	3	1	2,64	3,33
17	3	1	2,21	2,70
18	3	2	2,40	3,29
19	3	2	2,20	2,67
20	3	2	2,25	2,86
21	3	2	2,56	3,25

Primera medición (6 meses) Lavalleja

Parcela	Bloque	Trat al suelo	Prom Altura	Prom Diámetro
			m	cm
1	1	1	2,12	3,63
2	1	1	2,50	3,95
3	1	1	2,38	4,05
4	1	2	1,77	2,93
5	1	2	1,95	3,52
6	1	2	2,00	3,60
7	1	2	2,04	3,80
8	2	1	2,10	3,75
9	2	1	2,24	4,21
10	2	1	2,30	4,21
11	2	2	1,78	3,20
12	2	2	1,79	3,23
13	2	2	2,21	3,89
14	2	2	2,27	3,82
15	3	1	2,02	3,75
16	3	1	2,15	4,17
17	3	1	2,07	3,75
18	3	2	2,07	3,65
19	3	2	2,03	3,66
20	3	2	1,95	3,40
21	3	2	1,60	3,00

Segunda medición (1 año) Rocha

Parcela	Bloque	Trat foliar	Prom Altura	Prom Diámetro
			m	cm
1	1	2	3	4,1
2	1	1	1	3,0
3	1	2	2	3,43
4	1	1	1	3,74
5	1	2	2	3,59
6	1	2	3	2,13
7	1	3	4	3,57
8	2	1	1	4,71
9	2	2	3	3,18
10	2	2	2	2,56
11	2	1	1	3,53
12	2	3	4	4,13
13	2	2	2	3,78
14	2	2	3	4,06
15	3	2	3	4,28
16	3	1	1	4,89
17	3	2	2	3,43
18	3	2	3	4,12
19	3	3	4	3,54
20	3	2	2	3,68
21	3	1	1	4,36

ANEXO II: Contenido de nutrientes foliares

Primera medición (6 meses) Rocha

	Bloque	Tratamiento	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Prom Altura	Prom Diámetro		
			%		ppm										m	cm
Rocha BI SC	1	2	2,34	0,22	0,64	0,23	0,91	53	5	189	23	57	1,98	2,54		
Rocha BI TOP PHOS	1	1	2,48	0,23	0,61	0,25	0,94	46	7	193	22	70	1,84	2,15		
Rocha BII SC	2	2	2,39	0,21	0,64	0,23	1,01	49	6	198	22	72	2,10	2,58		
Rocha BII TOP PHOS	2	1	2,37	0,21	0,63	0,23	0,9	42	5	201	22	59	2,17	2,70		
Rocha BIII SC	3	2	2,34	0,2	0,62	0,23	1,02	56	5	211	24	101	2,38	3,06		
Rocha BIII TOP PHOS	3	1	2,34	0,22	0,59	0,23	0,98	47	4	192	22	61	2,35	3,02		

Primera medición (6 meses) Lavalleja

	Bloque	Tratamiento	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Prom Altura	Prom Diámetro		
			%		ppm										m	cm
Lavalleja BI SC	1	2	2,17	0,12	0,68	0,23	0,78	56	6	279	21	140	2,33	3,88		
Lavalleja BI TOP PHOS	1	1	2,20	0,15	0,7	0,25	0,72	63	4	280	21	112	1,94	3,46		
Lavalleja BII SC	2	2	2,06	0,15	0,62	0,22	0,69	55	6	379	20	130	2,21	4,06		
Lavalleja BII TOP PHOS	2	1	2,34	0,19	0,68	0,23	0,72	44	6	255	22	109	2,01	3,54		
Lavalleja BIII SC	3	2	2,00	0,14	0,67	0,24	0,87	43	6	285	20	142	2,08	3,89		
Lavalleja BIII TOP PHOS	3	1	2,03	0,16	0,57	0,21	0,67	39	3	181	19	122	1,91	3,43		

Segunda medición (1 año) Rocha

	Bloque	Trat al suelo	Trat foliar	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Prom Altura	Prom Diámetro
				%		ppm								m	cm
Rocha	1	1	2	1,77	0,21	0,67	0,21	0,75	63	8	158	19	22	2,38	4,1
Rocha	1	1	1	1,77	0,16	0,63	0,23	0,70	62	10	223	19	20	2,18	3,0
Rocha	1	1	2	1,77	0,16	0,61	0,22	0,71	66	6	174	17	21	2,63	3,43
Rocha	1	2	1	1,77	0,14	0,67	0,2	0,71	55	7	172	10	24	2,46	3,74
Rocha	1	2	2	2,06	0,17	0,72	0,24	0,81	53	9	194	22	21	6,5	3,59
Rocha	1	2	2	1,77	0,15	0,63	0,26	0,68	65	7	205	18	16	1,41	2,13
Rocha	1	2	3	1,77	0,16	0,64	0,22	0,79	69	6	192	19	14	2,46	3,57
Rocha	2	1	1	1,92	0,15	0,69	0,22	0,83	62	7	186	18	24	2,93	4,71
Rocha	2	1	2	1,97	0,17	0,76	0,23	0,77	68	10	230	19	14	2,35	3,18
Rocha	2	1	2	1,77	0,16	0,65	0,23	0,76	65	7	218	17	17	2,15	2,56
Rocha	2	2	1	2,00	0,17	0,73	0,23	0,75	60	9	175	21	14	2,24	3,53
Rocha	2	2	3	1,77	0,09	0,7	0,21	0,82	68	8	150	18	24	2,74	4,13
Rocha	2	2	2	1,77	0,16	0,58	0,22	0,73	65	7	140	19	19	2,73	3,78
Rocha	2	2	2	1,77	0,16	0,66	0,21	0,77	62	8	190	19	19	2,41	4,06
Rocha	3	1	2	1,83	0,17	0,63	0,22	0,79	54	6	129	19	13	2,69	4,28
Rocha	3	1	1	2,06	0,18	0,62	0,21	0,87	61	8	175	22	9	3,15	4,89
Rocha	3	1	2	1,77	0,18	0,57	0,2	0,86	58	7	187	19	15	2,56	3,43
Rocha	3	2	2	1,92	0,15	0,71	0,21	0,65	60	8	130	21	14	2,72	4,12
Rocha	3	2	3	1,77	0,13	0,63	0,19	0,61	71	7	148	19	27	2,55	3,54
Rocha	3	2	2	1,77	0,16	0,63	0,22	0,75	62	6	174	20	30	2,58	3,68
Rocha	3	2	1	1,77	0,16	0,58	0,2	0,82	53	5	176	18	27	2,95	4,36