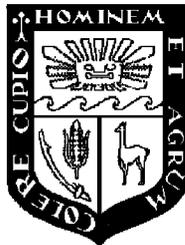


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Efecto de cuatro métodos de control de  
la "muerte regresiva" del Eucalipto  
(*Eucalyptus grandis*) en Oxapampa,  
Pasco.**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Andrea Suzette Castagnola Montoya**

Lima – Perú  
2012

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. ANDREA SUZETTE CASTAGNOLA MONTOYA, intitulado “EFECTO DE CUATRO MÉTODOS DE CONTROL DE LA "MUERTE REGRESIVA" DEL EUCALIPTO (*EUCALYPTUS GRANDIS*) EN OXAPAMPA, PASCO.”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 11 de Enero de 2012

.....  
Ing. Florencio Trujillo Cuellar  
Presidente

.....  
Ing. Martín Araujo  
Miembro

.....  
Dr. Percy Zevallos Pollito  
Miembro

.....  
Dr. María Isabel Manta Nolasco  
Patrocinador

.....

## RESUMEN

En la provincia de Oxapampa, se ha detectado la presencia de una enfermedad conocida comúnmente como “muerte regresiva” que ataca a árboles del género *Eucalyptus*. La enfermedad se distingue por la presencia de micelio blanquecino en la base del fuste, pudrición blanca y decoloración progresiva del ápice a la base de su copa entre otros síntomas. Para controlar la enfermedad, se probó cuatro métodos de control en árboles de *Eucalyptus grandis* de 5 años y con severidad de presencia de micelio superior o igual al grado 4 (más de 50% de afectación en los primeros 40 cm de altura del fuste). La plantación está ubicada en el centro poblado de Quillazú, distrito de Oxapampa, departamento de Pasco. Los métodos aplicados fueron: (A) Fungicida químico Alto, (B) *Trichoderma viride*, (C) Cal y (D) Fertilizante orgánico. Su efectividad fue medida a lo largo de seis meses a través de evaluaciones mensuales periódicas de las respuestas de los signos y síntomas en los árboles para cada tratamiento. Las variables medidas fueron: (a) la presencia de micelio, (b) la pudrición blanca, (c) la marchitez de copa, (d) el diámetro a la altura del pecho (DAP) y (e) la altura de micelio en el fuste. La variable “presencia de micelio” fue la más evidente para la evaluar del estado de la enfermedad y por lo tanto para determinar el efecto de los tratamientos. A los seis meses, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (B) *Trichoderma viride*, (C) cal y (D) fertilizante orgánico, el efecto control de micelio en estos tratamientos fue superior al efecto del tratamiento (A) químico Alto y del testigo (E) en árboles con presencia de micelio superior al 50% en los primeros 40 cm del fuste. Por cuestiones de practicidad en la aplicación, por ser un método más rústico y de menor inversión económica, se recomienda el uso de cal como tratamiento preventivo y para la mitigación de la enfermedad.

# ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA ENFERMEDAD EN EL AREA DE ESTUDIO.....	2
2.1.1 Manejo de plantaciones forestales en Oxapampa.....	2
2.1.2 Patógenos causantes de la “muerte regresiva”.....	3
2.1.3 Etiología de la enfermedad.....	4
2.1.4 Daños observados en plantaciones de Eucalipto en Oxapampa.....	5
2.2 MARCO TEORICO .....	6
2.2.1 Detección de plagas y enfermedades forestales.....	6
2.2.2 Generalidades de los hongos.....	6
2.2.3 Infecciones vasculares de las plantas.....	7
2.2.4 Propagación e infección del patógeno.....	8
2.2.5 Daños ocasionados por la “muerte regresiva”.....	9
2.2.6 Síntomas y signos en los individuos afectados por la enfermedad.....	10
2.2.7 Pudrición de la madera.....	12
2.2.8 Métodos de control.....	13
2.2.9 Descripción del <i>Eucalyptus grandis</i> .....	20
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 MATERIALES .....	23
3.1.1 Materiales en primer orden.....	23
3.1.2 Materiales en segundo orden.....	23
3.2 MÉTODOS.....	25
3.2.1 Área de estudio.....	25
3.2.2 Evaluación de la enfermedad.....	27
3.2.3 Selección de los individuos experimentales.....	30
3.2.4 Diseño estadístico.....	30
3.2.5 Aplicación de los tratamientos.....	31
3.2.6 Evaluaciones muestrales.....	36
3.2.7 Análisis estadístico del experimento.....	40
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>41</b>
4.1 INTENSIDAD Y SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD AL INICIO DEL EXPERIMENTO.....	41
4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS Y SIGNO DE ACUERDO AL EFECTO PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS A LOS 6 MESES.....	42
4.2.1 Presencia de micelio.....	42
4.2.2 Pudrición blanca.....	45
4.2.3 Marchitez de copa.....	47
4.2.4 Altura de micelio.....	49
4.2.5 Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).....	51
4.3 PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y EL TIEMPO SOBRE LOS SÍNTOMAS Y SIGNO A LOS 6 MESES.....	53

4.3.1	<i>Análisis de Varianza Multivariado</i>	53
4.3.2	<i>Análisis de Correlación de los síntomas y signo</i>	56
4.3.3	<i>Análisis de Varianza</i>	58
4.4	ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS A LOS 6 MESES	60
4.4.1	<i>Ecuaciones de la recta según tratamiento</i>	60
4.4.2	<i>Análisis de Varianza de la efectividad de los tratamientos en el tiempo</i>	62
4.5	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PRESENCIA DE MICELIO A LOS 6 MESES	62
4.6	EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA SEVERIDAD DE LOS SINTOMAS Y SIGNO DE ACUERDO AL EFECTO PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS AL AÑO	64
4.6.1	<i>Presencia de micelio</i>	65
4.6.2	<i>Pudrición blanca</i>	66
4.6.3	<i>Marchitez de copa</i>	67
4.6.4	<i>Altura de Micelio</i>	68
4.6.5	<i>Diámetro a la Altura de Pecho</i>	69
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 1</b>		<b>77</b>
	ANÁLISIS DEL PATÓGENO (SENASA 2008)	77
<b>ANEXO 2</b>		<b>78</b>
	ANÁLISIS DEL PATÓGENO (SENASA 2009)	78
<b>ANEXO 3</b>		<b>79</b>
	ANÁLISIS MOLECULAR DEL PATÓGENO (UNIV. BERKELEY 2011)	79
<b>ANEXO 4</b>		<b>80</b>
	ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARCELA	80
<b>ANEXO 5</b>		<b>81</b>
	FORMATO DE EVALUACIÓN	81
	LEYENDA	81
<b>ANEXO 6</b>		<b>82</b>
	EVALUACIÓN 1 (ENERO 2010)	82
	EVALUACIÓN 2 (FEBRERO 2010)	83
	EVALUACIÓN 3 (MARZO 2010)	84
	EVALUACIÓN 4 (ABRIL 2010)	85
	EVALUACIÓN 5 (MAYO 2010)	86
	EVALUACIÓN 6 (JUNIO 2010)	87
	EVALUACIÓN 7 (JULIO 2010)	88
	EVALUACIÓN 8 (ENERO 2011)	89
<b>ANEXO 7</b>		<b>90</b>
	RESULTADOS PROMEDIO POR TRATAMIENTO Y MES	90
<b>ANEXO 8</b>		<b>92</b>
	ANOVA DE LOS VALORES PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS	92
<b>ANEXO 9</b>		<b>94</b>
	ANOVA DE PROMEDIO DE PENDIENTES	94
<b>ANEXO 10</b>		<b>95</b>
	PRUEBA DE FRIEDMAN	95

## Lista de cuadros

	Página
<b>CUADRO 1</b> ENFERMEDADES CONTROLADAS POR <i>T. VIRIDE</i> .....	17
<b>CUADRO 2</b> FERTILIZACIÓN RECOMENDADA PARA EL GÉNERO EUCALIPTO. ....	18
<b>CUADRO 3</b> CONTENIDO DE MO-STD FOSAC.....	20
<b>CUADRO 4</b> REQUERIMIENTOS DEL <i>E. GRANDIS</i> .....	21
<b>CUADRO 5</b> GRADOS DE CALIFICACIÓN DE PRESENCIA DE MICELIO EN LA BASE DEL FUSTE.....	28
<b>CUADRO 6</b> TRATAMIENTOS APLICADOS. ....	30
<b>CUADRO 7</b> VARIABLES EVALUADAS .....	36
<b>CUADRO 8</b> GRADOS DE LA PUDRICIÓN BLANCA EN LA BASE DEL FUSTE (PRIMEROS 40 CM DE ALTURA).....	38
<b>CUADRO 9</b> GRADOS DE MEDICIÓN DE LA MARCHITEZ DE LA COPA.....	39
<b>CUADRO 10</b> SEVERIDAD INICIAL DE LA PRESENCIA DE MICELIO (EN LOS PRIMEROS 40 CM DEL ÁRBOL) .....	41
<b>CUADRO 11</b> PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS PARA EL FACTOR TRATAMIENTO .....	54
<b>CUADRO 12</b> PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS PARA EL FACTOR TIEMPO .....	54
<b>CUADRO 13</b> PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS PARA FACTOR TRATAMIENTO Y TIEMPO EN FORMA CONJUNTA .....	55
<b>CUADRO 14</b> ANOVA DE LAS VARIABLES EVALUADAS PARA EL FACTOR TRATAMIENTO .....	59
<b>CUADRO 15</b> ANOVA DE LAS VARIABLES EVALUADAS PARA EL FACTOR TIEMPO.....	59
<b>CUADRO 16</b> ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROMEDIOS DE PENDIENTES .....	62
<b>CUADRO 17</b> PROBABILIDADES DE OCURRENCIA SOBRE LA SIMILITUD DE TRATAMIENTOS .....	63

## Lista de figuras

Página

<b>FIGURA 1</b>	(A) PRESENCIA DE MICELIO EN EL CUELLO Y RAÍCES DEL ÁRBOL, (B) PUDRICIÓN DE LA MADERA, (C) DAÑOS SECUNDARIOS EN LA MADERA, ATAQUE DE INSECTOS, (D) MARCHITAMIENTO Y CAÍDA DE HOJAS. ....	5
<b>FIGURA 2</b>	BASE DE FUSTE CON SÍNTOMA DE PUDRICIÓN.....	13
<b>FIGURA 3</b>	MATERIALES (A) ÁRBOLES DE <i>E. GRANDIS</i> (B) ÍNSUMOS PARA TRATAMIENTOS APLICADOS (ENE. 2010) .....	24
<b>FIGURA 4</b>	MAPA DE OXAPAMPA .....	26
<b>FIGURA 5</b>	VISTA ELEVADA DE LA PLANTACIÓN DE <i>E. GRANDIS</i> (SET. 2009) .....	27
<b>FIGURA 6</b>	(A) GRADO 2. (B) GRADO 3. (C) GRADO 4. (D) GRADO 5. ....	28
<b>FIGURA 7</b>	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS EN LA PLANTACIÓN .....	31
<b>FIGURA 8</b>	(A) PREPARACIÓN Y (B) APLICACIÓN DEL FUNGICIDA ALTO .....	32
<b>FIGURA 9</b>	HONGO <i>T. VIRIDE</i> EN SUSTRATO DE ARROZ.....	33
<b>FIGURA 10</b>	APLICACIÓN DE CAL.....	34
<b>FIGURA 11</b>	(A) PREPARACIÓN Y (B) APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO .....	35
<b>FIGURA 12</b>	(A) BASE DEL FUSTE EVALUADO A LOS 40 CM, (B) PRESENCIA DE MICELIO BAJO LA CORTEZA, (C) TEXTURA PULVERULENTO DEL MICELIO. ....	37
<b>FIGURA 13</b>	(A) BASE DEL FUSTE CON PUDRICIÓN, (B) MEDICIÓN DEL GRADO DE PUDRICIÓN .....	38
<b>FIGURA 14</b>	AVANCE VERTICAL DEL MICELIO.....	40
<b>FIGURA 15</b>	EVOLUCIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA PRESENCIA DE MICELIO SEGÚN TRATAMIENTO (6 MESES).....	43
<b>FIGURA 16</b>	EVOLUCIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA PRESENCIA DE MICELIO SEGÚN TRATAMIENTO DESDE EL MISMO ORIGEN .....	44
<b>FIGURA 17</b>	EVOLUCIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA PUDRICIÓN BLANCA SEGÚN TRATAMIENTO A LOS 6 MESES.....	45
<b>FIGURA 18</b>	EVOLUCIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA PUDRICIÓN SEGÚN TRATAMIENTO DESDE EL MISMO ORIGEN ..	46
<b>FIGURA 19</b>	EVOLUCIÓN DE LA MARCHITEZ DE COPA SEGÚN TRATAMIENTO A LOS 6 MESES .....	47
<b>FIGURA 20</b>	EVOLUCIÓN DE LA MARCHITEZ DE COPA SEGÚN TRATAMIENTO DESDE EL MISMO ORIGEN.....	48
<b>FIGURA 21</b>	EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO DE MICELIO EN ALTURA SEGÚN TRATAMIENTO A LOS 6 MESES .....	49
<b>FIGURA 22</b>	EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO DE MICELIO EN ALTURA SEGÚN TRATAMIENTO DESDE EL MISMO ORIGEN .....	50
<b>FIGURA 23</b>	EVOLUCIÓN DE LOS DAP SEGÚN TRATAMIENTO A LOS 6 MESES.....	51
<b>FIGURA 24</b>	EVOLUCIÓN DE LOS DAP SEGÚN TRATAMIENTO DESDE EL MISMO ORIGEN .....	52
<b>FIGURA 25</b>	ECUACIONES DE LA RECTA POR TRATAMIENTO. ....	61
<b>FIGURA 26</b>	EVOLUCIÓN DE LA PRESENCIA DE MICELIO SEGÚN TRATAMIENTO AL AÑO .....	65
<b>FIGURA 27</b>	EVOLUCIÓN DE LA PUDRICIÓN BLANCA SEGÚN TRATAMIENTO AL AÑO .....	66
<b>FIGURA 28</b>	EVOLUCIÓN DE LA MARCHITEZ DE COPA SEGÚN TRATAMIENTO AL AÑO .....	67
<b>FIGURA 29</b>	EVOLUCIÓN DE LA ALTURA DE MICELIO SEGÚN TRATAMIENTO AL AÑO. ....	68
<b>FIGURA 30</b>	EVOLUCIÓN DEL DAP SEGÚN TRATAMIENTO AL AÑO.....	69

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la provincia de Oxapampa, situada en el departamento de Pasco, es uno de los lugares en el Perú donde existen superficies importantes de plantaciones forestales, encontrándose con mayor frecuencia los géneros *Eucalyptus*, *Pinus* y *Cupressus*.

En el género *Eucalyptus*, algunos individuos de las especies *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus saligna* y *Eucalyptus urophylla* x *grandis*, presentan decoloración de las hojas, progresivamente desde la parte apical hacia la parte basal de la copa, presencia de micelio blanquecino en la base del fuste y pudrición de la madera como signos y síntomas de la enfermedad conocida como “muerte regresiva”.

La presencia de ésta enfermedad en la zona, ha generado en algunos casos pérdidas económicas y se ha preferido eliminar las plantaciones afectadas por la enfermedad y reemplazarlas por otros cultivos (Ruiz, 2010). El SENASA (2008 y 2009) realizó salidas de campo y tomas de muestras para hallar la causa de la enfermedad. Se deduce, por los síntomas presentes, y las muestras tomadas que el patógeno *Armillaria sp.* es el principal responsable de la enfermedad; sin embargo no se ha podido obtener un resultado definitivo. Ante esta situación, a pesar que el causante de la “muerte regresiva” no esté determinado taxonómicamente, se hace necesaria una investigación que conduzca a encontrar soluciones viables en la mitigación y control de esta enfermedad.

Por ello, el objetivo de la presente investigación es determinar el efecto de cuatro métodos de control para esta enfermedad en una plantación de *Eucalyptus grandis* en la provincia de Oxapampa. Estos métodos consisten en, uno biológico con un hongo antagonista (*Trichoderma viride*), dos químicos, mediante un fungicida (Alto) y el encalado (cal viva) que se usa para elevar el pH del suelo y uno silvicultural mediante abonamiento (Fertilizante orgánico), para brindar nutrientes necesarios a los árboles enfermos. Con los resultados obtenidos del estudio, se espera contribuir y brindar información que se pueda emplear para reducir la presencia de la enfermedad y así actuar en beneficio de las personas involucradas en el sector forestal.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA ENFERMEDAD EN EL AREA DE ESTUDIO

#### 2.1.1 MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES EN OXAPAMPA

FONDEBOSQUE<sup>1</sup> (2007), menciona que la reforestación en la zona de la Selva Central del Perú, se inició hace más de 40 años. En 1977, los concesionarios e industriales madereros de Oxapampa tuvieron la iniciativa de crear los Comités Pro-reforestación con la finalidad de combatir la deforestación. Desde entonces, muchos organismos públicos y privados han realizado diversos trabajos de investigación forestal y han fomentado la reforestación en la Selva Central; entre ellos, se puede mencionar el proyecto peruano-alemán *Desarrollo Forestal y Agroforestal en Selva Central* ejecutado en convenio con el Instituto Nacional Forestal (INFOR) y el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA), que con apoyo de la cooperación alemana GTZ; sentaron las bases técnicas científicas de introducción de especies y procedencias de mayor relevancia económica.

Ruiz (2010) menciona, citando a Piqueras, que FONDEBOSQUE promocionó las especies *Eucalyptus urophylla x grandis*, *E. grandis* y *E. saligna*; destacando el buen desarrollo en los primeros 18 meses de vida de las tres especies. Recalca que la especie más resistente y mejor adaptada a diversas condiciones de sitio fue *E. urophylla x grandis*. Asimismo, resalta la importancia de los tratamientos silviculturales para asegurar el éxito de la plantación, tales como la preparación del terreno, la aplicación de fertilización inicial y de crecimiento en las dosis recomendadas y la eliminación de malezas. También reporta la aparición de problemas en varias especies de Eucalipto en pequeña escala en los primeros meses de vida, asociados a una inadecuada fertilización, susceptibilidad a heladas e introducción de hongos oportunistas a individuos susceptibles y heridas de podas inadecuadas. Además resalta la influencia de problemas de drenaje en la aparición de problemas radiculares asociados al desarrollo de

---

<sup>1</sup> Fondo de Desarrollo Forestal. Institución público-privada creada por la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N°27308.

hongos. Para evitar la proliferación de la enfermedad, recomienda la toma de medidas preventivas culturales como apertura de zanjas y una adecuada selección de sitios según las especies de eucalipto, evitando así altas humedades relativas.

## 2.1.2 PATÓGENOS CAUSANTES DE LA “MUERTE REGRESIVA”

A nivel mundial, FAO (1981), menciona diversos patógenos como causantes de la enfermedad conocida como “muerte regresiva”, entre ellos se encuentran *Phytophthora cinnamomii*, *Pseudophaeolus baudonii*, *Ganoderma lucidum* y *Armillaria mellea*.

Agúin (2002), menciona que generalmente se le atribuye a *Armillaria mellea* la causa de esta enfermedad que también es conocida como “pobredumbre blanca radicular” y que esta especie pertenece al orden Agaricales y a la familia Tricholomataceae.

El análisis realizado por SENASA (2008) en el distrito de Oxapampa (ANEXO 1), a partir de muestras de raíz y corteza de árboles con síntomas de “muerte regresiva” de la especie *Eucalyptus grandis*, indicó la presencia de *Pythium sp.* en raíces y *Armillaria sp.* y *Pestalotiopsis sp.* en corteza. Torres (2010) comentó que debido a los síntomas observados, *Armillaria sp.* representaría al patógeno principal y *Pestalotiopsis sp.* a un patógeno secundario ya que no posee la virulencia suficiente para ocasionar daños mayores a árboles, solo se manifiesta a través de manchas foliares. Por otro lado se descarta que *Pythium sp.*, sea el causante de la “muerte regresiva”, por más de ser un hongo del suelo como *Armillaria sp.*, ya que ese patógeno suele presentar otros síntomas y atacar otros hospedantes.

En otra muestra de corteza de la base del fuste de *Eucalyptus sp.* tomada por SENASA (2009) en otra plantación de Eucalipto del distrito de Oxapampa (ANEXO 2), se obtuvo que se hallaban presentes los hongos *Armillaria sp.*, *Rhizoctonia sp.* y *Lasioidiplodia theobromae*.

Ruiz (2010), identificó a *Pestalotiopsis sp.* como principal microorganismo patógeno secundario presente en muestras con “muerte regresiva” en diferentes localidades de la

Provincia de Oxapampa, además de la presencia de *Fusarium sp.* y *Trichoderma spp.* Sin embargo no logró determinar el patógeno primario causante de esta enfermedad.

SENASA envió a la Universidad de Berkeley (2011) (ANEXO 3) dos muestras de los ácidos nucleicos extraídos del supuesto patógeno causante de la enfermedad de la plantación evaluada en la presente investigación. Los resultados obtenidos no fueron satisfactorios dado que en una de las muestras se obtuvo *Trichoderma viride* que indica una contaminación en el hongo que buscaba aislarse y en la otra muestra solo se llegó a la identificación del género *Basidiomycota sp.* obteniendo un resultado poco preciso.

### 2.1.3 ETIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD

Carrero y Planes (2008) definen “etiología” como la parte de la fitopatología que comprende el estudio de la causa de una plaga o enfermedad; “sintomatología” como la parte que estudia los síntomas y “terapéutica” como la que estudia los medios prácticos para curarla o prevenirla.

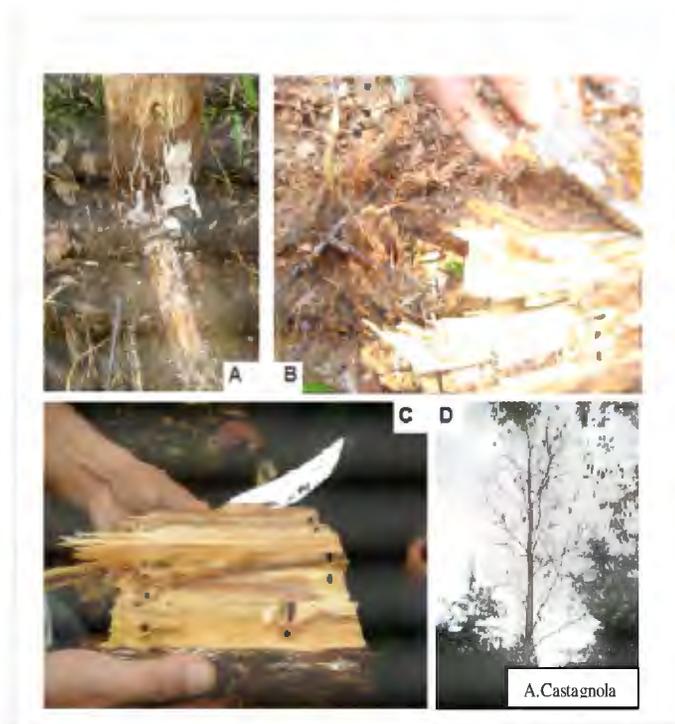
Ruiz (2010), determinó la etiología de la enfermedad, analizando las especies *Eucalyptus grandis* y *E. urophylla x grandis* en la misma provincia en que se desarrolló el presente estudio, concluyó lo siguiente:

- La enfermedad “muerte regresiva”, es persistente y el nivel de severidad de sus síntomas aumenta conforme la plantación afectada aumenta en edad.
- Se constató una relación negativa entre profundidad del terreno y marchitez de la copa, es decir, que a menor profundidad del terreno, mayor era el porcentaje de marchitez en la copa de los individuos enfermos.
- La fisiografía de colinas y planicies con suelo aluvial poco meteorizado está relacionada a la presencia de limitantes físicas al desarrollo de las raíces y posiblemente a la presencia de la enfermedad “muerte regresiva”.

- La aplicación de dosis adecuadas y oportunas de nutrientes en las fertilizaciones de establecimiento y crecimiento, principalmente de potasio y boro, es un factor que favorece la resistencia del *E. grandis* y *E. urophylla x grandis* al desarrollo de la enfermedad.

#### 2.1.4 DAÑOS OBSERVADOS EN PLANTACIONES DE EUCALIPTO EN OXAPAMPA

En diversas plantaciones de *Eucalyptus sp.* en el distrito de Oxapampa, el SENASA (2009), observaron problemas sanitarios. En la Figura 1, se observa signos (A) y síntomas (B, C y D) de la enfermedad:



**Figura 1** (A) Presencia de micelio en el cuello y raíces del árbol, (B) Pudrición de la madera, (C) Daños secundarios en la madera, ataque de insectos, (D) Marchitamiento y caída de hojas.

(Fuente propia junto con salida de SENASA 2009)

## **2.2 MARCO TEORICO**

### **2.2.1 DETECCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES**

Ciesla et al. (1976) lo define como el procedimiento o práctica usada para descubrir focos de plagas de insectos o enfermedades en el monte. Los objetivos de la detección según el mismo autor y ampliado por Manta (2008) son:

- 1) Descubrir las infestaciones o infecciones cuando se encuentran confinadas en áreas limitadas antes que el daño sea extensivo.
- 2) Localizar sobre un mapa la ubicación de los daños causados por insectos y enfermedades y su intensidad.
- 3) Determinar la necesidad de una evaluación más detallada de las infestaciones o infecciones antes de decidir si debe o no intervenir con el control.

Ciesla (1976) también menciona que la moderna tecnología, asociada con la vigilancia de campo y las prospecciones sistemáticas, constituye la base para diseñar sistemas de detección precoz y la evaluación precisa de las plagas de insectos y enfermedades forestales. Estos sistemas son elementos esenciales de los programas de manejo diseñados para proteger los recursos forestales de los principales insectos y enfermedades perjudiciales desde el punto de vista global.

### **2.2.2 GENERALIDADES DE LOS HONGOS**

Zanni (2008) explica que los hongos pertenecen a las talofitas, grupo vegetativo de organización muy primitiva. Su aparato vegetativo no posee raíz, tallo ni hojas. Sus células no se especializan y carecen por lo tanto de tejidos diferenciados de los vegetales superiores. Todas sus células son iguales, excepto las destinadas a fabricar los elementos reproductivos y las que constituyen los falsos tejidos que le sirven de cuerpo de fructificación, protección o

soporte. Se distinguen de las otras talofitas, las algas, por la ausencia de clorofila, lo que las obliga a vivir de forma saprofita (sobre elementos muertos) o de forma parásita (se alimenta y crece con sustancias de otros animales o vegetales con quienes vive unido) ya que no son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir del anhídrido carbónico de la atmósfera, el agua y la energía solar, teniendo entonces que alimentarse de compuestos orgánicos ya existentes a los que transforma en sustancias más elementales con la ayuda de enzimas producidas por ellos mismos. El cuerpo vegetativo de los hongos de interés forestal está constituido por una serie de filamentos entrelazados llamados hifas, cuyo conjunto se denomina micelio. Vegetativamente los hongos se propagan por medio de esporas que son células o grupo de células que al germinar forman nuevo micelio igual al que las originó.

Según el mismo autor, los hongos que atacan la madera, es decir, que fabrican enzimas capaces de degradar todos o algunos de sus componentes reciben el nombre de hongos xilófagos. Los hongos necesitan oxígeno gaseoso y cantidades abundantes de agua para vivir, actuando con mayor intensidad cuando estas variables se encuentran en su relación adecuada, al igual que la temperatura cuyo óptimo oscila entre 20 y 25 °C. No obstante el micelio también puede invernar en zonas frías. Acerca del pH de la madera, el óptimo para el progreso micelial se sitúa entre 4.5 y 5.5, aunque no debe olvidarse que los hongos xilófagos dan por sí mismos carácter ácido a cualquier sustrato que vegeten.

### 2.2.3 INFECCIONES VASCULARES DE LAS PLANTAS

Según Blanco (1995), la característica distintiva de los hongos vasculares durante la mayor parte de su ciclo parasítico es restringir al xilema del árbol, provocando la interferencia con el transporte de agua. Por ello la marchitez constituye el síndrome más característico de este tipo de infecciones, aunque no siempre resulte en una flacidez visible. Los géneros más importantes son: *Ceratocystis sp*, *Fusarium sp* y *Verticillium sp*.

El mismo autor describe el ciclo de vida de los hongos vasculares de manera general:

- 1) Invasión extravascular

- 2) Invasión vascular
- 3) Colonización extravascular
- 4) Destrucción de los tejidos del huésped y producción de estructuras de supervivencia
- 5) Liberación de las estructuras de supervivencia en el suelo o restos de materia orgánica.
- 6) Producción de nuevas estructuras de supervivencia a través de actividades saprofitas o por colonización de tejidos corticales.

#### 2.2.4 PROPAGACIÓN E INFECCIÓN DEL PATÓGENO

Smith y Smith (2003), informan que el patógeno se propaga por las raíces y afecta a otros árboles cuando se ponen en contacto, cometen además que las raíces de estos pueden llegar a crecer de 1 a 3 metros por año. El hongo se propaga rápidamente mediante cordones miceliares oscuros, llamados rizomorfos formados por hifas diferenciadas que les dan aspecto de raíz. Estos son de dos clases: subcorticales y subterráneos. Los primeros se observan en la madera al descortezar la parte inferior del tronco del árbol afectado, y los subterráneos que avanzan por el suelo, desde los focos de infección hasta la periferia para ir infectando los pies circundantes. La infección de las plantas sanas se produce normalmente en los puntos de contacto de sus raíces con otras enfermas o mediante los rizomorfos.

Blanco (1995) manifiesta que se puede establecer dos fases en la interacción de los hongos patógenos vasculares con sus huéspedes susceptibles:

- 1) Colonización de córtex, corresponde a una fase epifita no relacionada con la patogenicidad ni con la infección vascular (a menos que exista una infección masiva)
- 2) Entrada en el sistema vascular. El desarrollo de la segunda fase especulativo, algunas hipótesis son:
  - a) La invasión vascular tiene lugar a través de tejido indiferenciado en la zona de elongación radical. Hipótesis atractiva pero inconsistente con los datos disponibles.

- b) La invasión ocurre a través de heridas generadas por la emergencia de las raíces laterales. Hipótesis poco probable ya que daría tiempo suficiente al huésped a adoptar mecanismos de defensa. Además muchas de estas zonas están protegidas por metabolitos secundarios que frenan la penetración.
- c) La invasión ocurre a partir de colonias fúngicas próximas a la médula, con la contribución de factores externos (patógenos diversos, daños físicos, alteración de humedad, etc.). Esta explicación es apoyada por numerosos autores. Con frecuencia, en plantas sanas se producen heridas a causa del roce con partículas de suelo o por acción de micro o macro fauna del suelo. Es probable que muchas de las infecciones causadas por los hongos vasculares ocurran por el acceso directo del hongo al tejido vascular expuesto libremente al suelo por las heridas radicales.

El mismo autor indica que la especialización vascular de los hongos causantes de marchiteces es probablemente el resultado de su incapacidad de evadir las defensas de las células del parénquima anexo al xilema en la raíz y tallo. La paradoja que se plantea es si el xilema es el lugar preferido por el patógeno o el lugar al que ha sido confinado por la planta. Generalmente después de la infección en la planta aumenta la presencia de la hormona Etileno, esta hormona es la más simple pero la más poderosa en el desarrollo de la planta ya que inhibe división celular, síntesis de ADN, expansión celular, abscisión de flores y hojas. Además activa la producción de la enzima poligalacturonasa en el huésped, que a su vez causa la degradación de la pectina en la pared primaria de las células. Otro regulador del crecimiento implicado en las marchiteces vasculares es el ácido abscísico, que ha sido descrito como inductor del enanismo, regulador estomático de la transpiración e inductor de la abscisión.

#### 2.2.5 DAÑOS OCASIONADOS POR LA “MUERTE REGRESIVA”

Williams (1989), menciona que los daños causados por la enfermedad son la reducción de crecimiento del árbol, pudrición blanca que perjudica la madera y causa la muerte de los individuos afectados.

Torres (2003), menciona que los daños se presentan más notoriamente en las masas repobladas artificialmente, es decir en plantaciones, donde se han producido cambios específicos antinaturales de masas boscosas. Esta enfermedad destruye los tejidos vivos del cuello de las raíces. Los árboles van muriendo por rodales, lenta y progresivamente. La infección propicia una reducción del crecimiento del árbol y un daño a la madera. Árboles jóvenes pueden en semanas perder sus hojas y pueden morir en 3 a 6 meses. Árboles más grandes mueren más lentamente. Sus copas se secan gradualmente o de forma repentina, dependiendo del grado de desarrollo de la enfermedad en el sistema radical y de la abundancia de agua en el suelo. Si el agua en el suelo es suficiente, la copa de los árboles puede permanecer verde y aparentemente sana, incluso un año o dos después que las raíces hayan sido atacadas por el hongo, mientras que si la cantidad de agua es insuficiente las plantas afectadas mueren rápidamente, por esta razón durante o después de los períodos secos se acentúan los daños producidos por estos hongos que adquieren carácter epidémico.

Así mismo Ruiz (2010) encontró una reducción en el crecimiento diametral de *E. urophylla x grandis* y la muerte de algunos individuos en las áreas investigadas en la provincia de Oxapampa.

Sinclair (1987), menciona que el daño ocasionado por *Armillaria sp.* se encuentra asociado a menudo con otros patógenos e insectos perjudiciales.

## 2.2.6 SÍNTOMAS Y SIGNOS EN LOS INDIVIDUOS AFECTADOS POR LA ENFERMEDAD

- **Síntoma**, es la manifestación de la planta ante un agente biótico o abiótico que le causa daño (marchitamiento, daño físico-mecánico, deficiencia de algún nutrimento, reducción del crecimiento, muerte, etc.) (Manta, 2004). Mientras que Agrios (2007) lo define como la apariencia que toman las plantas o sus tejidos cuando han sido infectados por un patógeno o cuando un factor ambiental los ha afectado.

- **Signos**, según Agrios (2007), son las estructuras que el patógeno desarrolla o produce sobre la superficie de su hospedante. En el caso de los hongos, estas estructuras pueden ser micelios, esclerocios, esporóforos, cuerpos fructíferos o esporas. Mientras que, para Manta (2004), los signos, además de lo anteriormente mencionado, pueden ser las larvas, pupas y adultos o parte de los insectos, u otros agentes bióticos como los animales e incluso el hombre. Para la misma autora, también son signos los agentes abióticos, como el fuego, sequías, heladas, inundaciones y la contaminación.

Según Williams (1989), uno de los síntomas es que generalmente el follaje se decolora volviéndose marrón, ocurre muerte de ramas y el crecimiento foliar se reduce. En algunas ocasiones se desarrolla canchales con gomas u otras exudaciones como mecanismo de reacción.

Ruiz (2010), en su investigación realizada en la provincia de Oxapampa, concluye que existe una alta correlación positiva entre la edad de la plantación y la marchitez de la copa, además describe también el síntoma de superbrotamiento apical en la “muerte regresiva” del Eucalipto .

Aguín (2002), nombra “pobredumbre blanca” a la infección del sistema radicular y cuellos de la planta por especies del género *Armillaria*, del orden *Agaricales*, familia *Tricholomataceae*. Comenta que el desarrollo de la sintomatología en las hojas depende del grado de invasión del sistema radicular. Si la enfermedad progresa rápidamente o el hospedero es joven, puede ser que este indicio no sea evidente, por eso para una confirmación de la presencia de *Armillaria sp.* hay que observar los siguientes signos específicos en el sistema radicular y cuello:

- Presencia de micelio
- Presencia de rizomorfos
- Presencia de basidiocarpos

Del mismo modo Smith y Smith (2003) indican que un signo característico y fácil para determinar esta enfermedad es la masa laminar de micelio blanco o los rizomorfos marrones que se observa al descortezar la zona del cuello de la raíz de los árboles. Otro signo pero que no siempre se manifiesta es la presencia de cuerpos fructíferos color cremoso. Cuando se

encuentra un árbol con hongos en su base es señal que está seriamente infectado, estos se aprecian más en periodos húmedos. Además se produce una pudrición blanca en los árboles infectados.

## 2.2.7 PUDRICIÓN DE LA MADERA

Zanni (2008) menciona que según el tipo de daño que producen, puede clasificarse a los agentes micológicos en dos grandes grupos: Hongos cromógenos y hongos de pudrición.

Según el Diccionario Forestal (2005), “pudrición” es la descomposición de la madera por acción de hongos o microorganismos que producen reblandecimiento, pérdida de masa y resistencia progresiva.

Se encuentra diferentes modos hacer referencia a los tipos de pudriciones, entre ellos los relacionados con la enfermedad estudiada serían:

- **Pudrición blanca:** Tiene lugar cuando los hongos tienden a destruir más lignina que celulosa, quedando como resultado de su ataque como un complejo celulósico blanquecino que no suele presentarse uniforme sino en forma de alveolos o vetas blancas separadas siempre el leño normal. La densidad de la madera disminuye notablemente y consecuentemente aumenta la humedad retenida en esas zonas. Esta pudrición deja un residuo fibroso en forma de fascículos longitudinales que conservan una resistencia elástica apreciable, por lo que se le conoce también como pudrición fibrosa (Zanni, 2008)
- **Pudrición filamentosa:** Es la que avanza a lo largo dejando fascículos longitudinales de fibras o cordones. Suele ser blanquecina o amarillenta (Por ej. *Armillarea mellea* en coníferas). (Diccionario Forestal, 2005)



**Figura 2** Base de fuste con síntoma de pudrición

## 2.2.8 MÉTODOS DE CONTROL

Smith y Smith (2003), mencionan que el control de este patógeno es difícil. Al momento que los síntomas de la enfermedad son muy obvios, esta ya se encuentra avanzada y poco se puede hacer para salvar a los árboles afectados. Del mismo modo Aguín (2002) recalca la dificultad del control del patógeno dado su carácter saprofita, presencia de rizomorfos y micelio protegido debajo de la corteza.

Los mismos autores recomiendan medidas preventivas, como evitar encharcamientos en el terreno ya que el exceso de humedad favorece el desarrollo de la enfermedad, trabajar con plantas sanas y eliminar restos vegetales que puedan servir de reservorio para el hongo. Sin embargo indican que estas medidas no evitan la presencia del hongo.

### A) *MÉTODO CON FUNGICIDA QUÍMICO*

Según Aguín (2002) una alternativa de control es la aplicación de fumigantes al suelo, estos pueden ser tetratiocarbonato de sodio, cloropicrina, bromuro de metilo o fungicidas como

Cubiet. En la práctica ninguna de estas medidas es totalmente eficaz. También se ha probado efectos de fungicidas como carbendazamina, benomilo, metiltiofanato, permanganato potásico, cuprosan y oxiclورو de cobre, aunque alguno de ellos tuvo un pequeño efecto inhibitorio en la producción de rizomorfos, sin embargo el micelio perduró bajo la corteza.

Mansilla, et al. (2003), en España, evaluó el efecto de 11 ingredientes activos en el crecimiento del micelio de *Armillaria mellea*, de los cuales el ciproconazol resultó tener la mejor acción inhibidora del crecimiento del patógeno in vitro. La dosis de 100 mg/L mostró los mejores efectos de control. Posteriormente, se probaron aplicaciones de ciproconazol en plantas de vid de 8 a 10 años en campo por medio de una mochila pulverizadora. Los resultados después de dos años aunque no fueron concluyentes, fueron alentados respecto al uso de esa materia activa, ya que las plantas con mayor índice de enfermedad que fueron tratadas con ciproconazol, se mantuvieron vivas y las plantas con el mismo nivel de enfermedad que no fueron tratadas murieron.

SYNGENTA (2010), indica que el producto Alto 100 SL, es un fungicida de acción sistémica y de contacto, que se utiliza en el control preventivo, curativo y erradicante de un amplio espectro de enfermedades fungosas que afectan el follaje de los cereales y la remolacha azucarera. Actúa sobre enfermedades como Royas o Polvillos, Septoriosis, Oidio, Helminthosporiosis y Rincosporiosis en cereales, Oidio, Cercosporiosis, Roya, Ramularia y Pudrición blanca en remolacha, y Roya en ajo y orégano. ALTO 100 SL penetra y se transloca muy rápidamente en la planta, siendo absorbido en menos de una hora y luego distribuido hacia los nuevos tejidos del vegetal. Esto permite dejar al cultivo debidamente protegido del ataque de los hongos y brindar una acción curativa muy rápida. Contiene Ciproconazol<sup>2</sup> (100g/l) y otras materias inertes (900g/l).

La empresa comercializadora de agroquímicos SYNGENTA (2010) describe al Ciproconazol (materia activa del fungicida Alto 100 SL) como un fungicida perteneciente al grupo de los triazoles, efectivo contra un amplio rango de enfermedades pertenecientes a las familias de Ascomycetos, Basidiomycetos y Deuteromycetos. Además el mismo autor menciona en cuanto al modo de acción, en relación a la planta el Ciproconazol tiene propiedades sistémicas y de

---

<sup>2</sup> 2-(4-clorofenil)-3-ciclopropil-1-(1H-1,2,4-triazol-1-il) butano-2-ol

contacto. Del grupo de los triazoles, es de los que penetra en el tejido más rápidamente. En relación al hongo, el Ciproconazol tiene acción preventiva, curativa y erradicante. Este componente activo interfiere en la síntesis de ergosterol en el hongo por inhibición de demetilación de los esteroides del C14, lo cual produce cambios morfológicos y funcionales en la membrana de la célula del hongo.

#### B) *MÉTODO BIOLÓGICO CON HONGO ANTAGÓNICO*

Agúin (2002) manifiesta que el control biológico de esta enfermedad, hasta la fecha, se ha centrado principalmente en la utilización de especies de *Trichoderma*, uno de los géneros más comunes en la mayoría de los suelos. Este hongo ha proporcionado resultados alentadores in vitro en el control de *Armillaria sp.* pero su aplicación en el campo plantea dificultades ya que para que las poblaciones se mantengan, este hongo debe ser inoculado en una época en que las condiciones edafoclimáticas (especialmente temperatura) sean favorables para su crecimiento y no para el del patógeno.

SENASA (s.f.) menciona que los hongos antagonistas son microorganismos vivos que viven a expensas del hongo que produce la enfermedad a la planta, requieren de abundante materia orgánica en el suelo en donde se aplica así como un pH adecuado. Son inocuos para el hombre, animales y plantas. Su mecanismo de acción es por medio de competencia por sustrato, producción de sustancias fungotóxicas, inducción de resistencia o micoparasitismo. Se emplean como preventivos, para proteger a los cultivos antes de que la enfermedad se desarrolle. Se utilizan en aspersión y como cobertura de semillas antes de ser sembradas, al momento del trasplante y en el agua de riego, especialmente si este es por goteo ya que así protegerá a las raíces y cuello de la planta del ataque de los hongos de suelo, en aplicaciones foliares cuando se detectan los primeros síntomas de infección por hongos fitopatógenos. Debe ser conservado a medio ambiente en un lugar limpio, fresco y sombreado. Pudiendo permanecer hasta por un mes a 20 – 25 °C y hasta por tres meses a 16 °C después de recibidos.

Además el mismo autor menciona que la aplicación de los hongos antagonistas no debe de coincidir con aplicaciones de fungicidas, azufrados, etc. En el empleo de los hongos antagonistas, se debe tener en cuenta la materia orgánica existente en el suelo ya que esta ayudará al desarrollo de los hongos antagonistas ejerciendo un mejor control de la enfermedad. Se recomienda utilizar agua potable, de río o de pozo (las aguas turbias, de río o de pozo, se deben dejar reposar por lo menos 30 minutos antes de utilizarla). La dureza y la acidez del agua son factores importantes para el buen funcionamiento de los hongos antagonistas; la dureza debe ser menor a 130 ppm (carbonatos) y el pH menor de 7. El empleo de ablandadores de agua disminuye la dureza, bajando también el pH. Las aguas duras inhiben la germinación de las conidias. La aplicación de los hongos antagonistas debe hacerse preferentemente por la tarde, cuando la radiación solar no es muy fuerte. El éxito de la aplicación y el control con hongos antagonistas depende también de la elección de los equipos de aspersión. Se utilizan equipos (mochilas) convencionales, utilizando boquilla cónica de gotas finas, de tal manera que se obtenga una aplicación uniforme mojando bien la planta. Los equipos deberán ser nuevos o limpios, libres de residuos químicos, los cuales inhiben la viabilidad de las conidias. Tener especial cuidado en la limpieza del equipo cuando anteriormente se ha utilizado para la aplicación de fungicidas.

Harman y Kubicek (1998), mencionan el rol ecológico de las especies de este género como biocontrolador de otros hongos patógenos debido a la acción de las enzimas quitinasas.

SENASA (s.f), además afirma que el hongo *Trichoderma sp.* presenta las siguientes ventajas:

- No contamina fuentes de agua ni el medio ambiente
- No es toxico en humanos, animales y plantas
- No hay riesgo de intoxicación de los aplicadores
- Reduce los costos de producción por la no utilización de fungicidas químicos
- Al establecerse en el campo constituye un reservorio benéfico de inóculo
- Puede usarse en la agricultura convencional y orgánica

- Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas, algunos fungicidas que son compatibles.

**Cuadro 1** Enfermedades controladas por *T. viride*.

<b>Especie</b>	<b>Enfermedad que controla</b>
Trichoderma viride	Rhizoctonia solani; Sclerotinia sclerotiorum, Sclerotium roffsii, Phytophthora cinnamomi, Phytophthora spp. Armillaria mellea, Phytium spp., Cladosporium fulvum, Oidium spp., Fusarium spp.

(Fuente: SENASA s/f)

### C) MÉTODO DE ENCALADO

El encalado es una enmienda de carácter inorgánico, que incorporada al suelo modifica favorablemente las características físicas y químicas, además de incorporar calcio elevando el pH del suelo. Esta práctica agronómica de agregarle carbonatos al suelo, se debe a que los cultivos en el rango de pH de 6,5 a 7 maximizan el proceso de fijación simbiótica del Nitrógeno y el Fósforo, Calcio, Magnesio y Molibdeno presentan su máxima disponibilidad. Por otro lado, la solubilidad del Aluminio, Hierro y Manganeso es mayor en suelos ácidos, pudiendo alcanzar niveles tóxicos para los vegetales. Además, los microorganismos responsables de la dinámica degradativa de la materia orgánica incrementan su nivel de actividad a pH cercanos a la neutralidad (Encalado de suelos, 2008).

Geilfus (1994) menciona que para *Armillaria sp.* en especies arbóreas, la prevención incluye el drenaje de suelo y encalado. Según Agrios (2007), el cambio de pH en el suelo puede impedir el desarrollo de patógenos.

#### D) MÉTODO DE FERTILIZACIÓN

Agrios (2007) afirma que las prácticas de cultivo que tiene como propósito mejorar el vigor de las plantas ayudan a incrementar su resistencia contra el ataque de patógenos.

Así, la fertilización adecuada, un buen drenaje en el campo, riego, espaciamiento adecuado de las plantas y el control de malezas mejoran el crecimiento de las plantas y pueden tener un efecto directo o indirecto sobre el control de una enfermedad en particular.

FONDEBOSQUE (2007), indica que la fertilización ayuda a los plántones forestales a desarrollarse rápidamente y a competir ventajosamente contra la maleza durante los primeros años de la plantación. Interviene positivamente en el crecimiento en altura y diámetro obteniéndose un incremento de volumen superior a aquellas plantaciones que no la reciben. Las aplicaciones se deben realizar a la altura de la proyección de la copa. El fertilizante debe cubrirse adecuadamente con una capa de tierra para evitar su volatilización.

**Cuadro 2** Fertilización recomendada para el género Eucalipto.

<b>Dosis N-P-K y adicionales</b>	<b>Época de aplicación</b>
10:30:10 + 0,5% B, Cu y Zn	Establecimiento
20:7:20 + 0,5% B, Zn	4-6 meses
20:0:20 + 0,5% B	10-12 meses
0:0:20 + 0,5% B	18-20 meses

Fuente: FONDEBOSQUE (2007)

Orozco y Copete (s.f.), quienes caracterizaron el secamiento ascendente del *Eucalyptus globulus* en Colombia, indican que en el país se ha detectado el ataque de diferentes hongos fitopatógenos causando canchales y pudriciones radiculares. Tras diversos ensayos, se llegó a la conclusión de que la causa primaria del secamiento ascendente del eucalipto es la deficiencia de nutrientes en el suelo, de los cuales el potasio es el más importante, seguido por el fósforo y

el boro. Estas deficiencias debilitan el tejido vegetal del árbol y lo predisponen al ataque del hongo *Pestalotia sp.* Los autores señalan que no es conveniente realizar un control químico del hongo pues este no es la causa primaria de la enfermedad y si se controla este, el disturbio fitosanitario continuará presentándose hasta que se corrija la deficiencia nutricional.

De Paula (1993), menciona que en el caso de las plantaciones forestales, la productividad que define la tasa de acumulación de biomasa leñosa es muy alta. Ese aspecto puede resultar de la remoción de una cantidad considerable de nutrientes del sitio. Prácticas adecuadas de manejo forestal, pueden por otro lado aliviar esa alta demanda. Existen nutrientes adicionados a través de la precipitación, el interperismo y en el caso del nitrógeno, de la fijación biológica. Las pérdidas ocurren por la explotación, erosión, lixiviación y volatilización.

FOSAC (2009), indica que el producto empleado en la presente investigación, el MO-STD FOSAC aporta todos los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantaciones. Extractos húmicos, aminoácidos activados, materia orgánica, carbono orgánico de inmediata disponibilidad y probada utilización en todos los cultivos. Además aporta microorganismos –probióticos- benéficos de gran valor agronómico, que incrementan la actividad microbiana del suelo a nivel de la rizósfera, optimizando la nutrición y el metabolismo de los cultivos, potencializando las aplicaciones de fertilizantes sintéticos pudiéndose disminuir su dosis de aplicación hasta en un 30%. El MO-STD activa al máximo el potencial genético de los cultivos, incrementando significativamente los niveles de productividad de las cosechas.

**Cuadro 3** Contenido de MO-STD FOSAC

Ácidos húmicos		4, 41%
Ácidos fulvicos		3, 57%
Huminas		0, 19%
Materia orgánica total		8, 19%
<b>Elementos mayores</b>		
Nitrogeno	N	4270 mg/L
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	456 mg/L
Calcio	CaO	1380 mg/L
Magnesio	Mg	572 mg/L
Azufre	S	250 mg/L
<b>Micronutrientes quelatados</b>		
Hierro	Fe	171 mg/L
Cobre	Cu	3 mg/L
Manganeso	Mn	5 mg/L
Zinc	Zn	6 mg/L
Boro	B	8 ppm

*Fuente: FOSAC (2009)*

### 2.2.9 DESCRIPCIÓN DEL EUCALYPTUS GRANDIS

Meskimen G. y Francis J. (1990), mencionan que el *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden* es nativo a la costa este de Australia. Su nombre común es “Eucalipto rosado” y es una de las principales especies forestales en algunos estados australianos en donde alcanza una altura de 43 a 55 m y un diámetro de 122 a 183 cm. Presenta buena forma, con unos fustes claros, rectos y altos de hasta dos tercios de la altura total. Se le ha sometido a pruebas exitosas para pulpa y combustible y su madera posee un buen potencial para ser usada para postes, paletas, chapa decorativa y otros productos.

Los mismo autores comentan que el clima en la distribución natural australiana del eucalipto rosado es subtropical húmedo, con unas temperaturas mínimas promedio durante los meses más fríos entre 2 y 10 °C y unas temperaturas máximas promedio de cerca de 29 °C durante los meses más calientes. La precipitación promedia entre 1020 y 1780 mm anuales. En cuanto a

suelos y topografía, esta especie crece en las tierras planas o en pendientes inferiores. Crece mejor en los suelos margosos, profundos, bien drenados y húmedos de origen aluvial o volcánico. Los suelos arcillosos son aceptables si poseen un buen drenaje.

**Cuadro 4** Requerimientos del *E. grandis*

<b>Altitud (msnm)</b>	0 a 2000
<b>Precipitación (mm)</b>	1000 a 1750
<b>Temperatura (°C)</b>	15 a 22
<b>Textura</b>	Franco- arcilloso
<b>Drenaje</b>	Bueno
<b>Contenido de materia orgánica</b>	No exige
<b>Profundidad del suelo</b>	Profundo
<b>Pendiente del terreno</b>	Plano a fuertemente ondulado
<b>pH del suelo</b>	Neutro ácido
<b>Periodo de estiaje</b>	Estación seca de 0 a 4 meses

*Fuente: FONDEBOSQUE (2007)*

Meskimen G. y Francis J. (1990) también mencionan que el crecimiento del eucalipto rosado en rotaciones cortas es rápido. Un crecimiento en altura promedio de 2 m por año es común. Los rendimientos promedios son de alrededor de 16 m<sup>3</sup> por ha por año.

Los mismo autores mencionan que la madera es rosada a pardo rojiza claro, con un peso específico en el rango de 0,4 a 0,56 g/ cm<sup>3</sup>. Es de fácil trabajabilidad y requiere programas de secado suaves. Se emplea en la construcción de viviendas, postes mineros, cajones de frutas y usos domésticos.

Según Ruiz (2010), esta especie requiere por lo menos 100 cm de profundidad óptima y un pH de 4,5 a 6,5.

De Paula (1993), menciona que las críticas contra este género están relacionadas con el hecho que el Eucalipto es una especie exótica y se encuentra plantada en monocultivos extensos, los cuales son más vulnerables al ataque de plagas y enfermedades.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 MATERIALES EN PRIMER ORDEN**

- 100 árboles de *Eucalyptus grandis*
- Fungicida Alto (Ciproconazol)
- Fertilizante orgánico Fosac (Ac. húmicos, Ac. fúlbicos, Elem. mayores)
- Trichoderma (*T. viride*)
- Cal

##### **3.1.2 MATERIALES EN SEGUNDO ORDEN**

- Rafia (5 colores)
- Aerosol
- Cinta métrica
- Cuchillo
- Plantillas evaluación
- Mochila de aspersión
- Balde de plástico
- Recipiente medidor
- Agua

- Citogel (neutralizador de pH del agua)
- Balanza



**Figura 3** Materiales (A) Árboles de *E. grandis* (B) Insumos para Tratamientos aplicados (Ene. 2010)

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1 ÁREA DE ESTUDIO**

#### **A) CLIMA**

En Oxapampa posee un clima húmedo semi- cálido característico de la Selva Alta del país. La época de lluvia fluctúa entre noviembre y marzo y la época seca entre abril y octubre. La temperatura promedio oscila entre 18 y 25°C. La variación de temperatura entre el día y la noche es marcada variando hasta en más de 10° C. Oxapampa posee una precipitación promedio de 1800 mm al año ([www.oxapampaonline.com](http://www.oxapampaonline.com)). De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), el distrito de Oxapampa corresponde al Bosque Húmedo Pre Montano Tropical (bh-pt).

#### **B) RELIEVE Y SUELOS**

Oxapampa se encuentra en una zona de colinas altas, medias y bajas cubiertas en su mayoría por bosque secundario, pastizales y agricultura. Según Bockor (1986), citado por Ruiz (2010), existen dos clases de suelo con potencial de reforestación: la primera clase corresponde a suelos “ácidos”, los describe como provenientes de rocas areniscosas y cuarzo en distinto grado de meteorización, de textura fina a media, buen drenaje, grado de pH entre 3,8 y 5,8 y pertenecientes a la categoría de Entisoles e Inceptisoles. La segunda clase de suelo es denominada por el autor como “neutro”, proveniente de basalto asociado con caliza, granito y cuarcita, con pH entre 6,5 y 7,0, textura fina, bien drenado, rico en materia orgánica y clasificado como Mollisoles háplicos. Al inicio del estudio se realizó un análisis del suelo de la parcela estudiada, se obtuvo que el suelo posee en promedio un pH de 5.3 (ANEXO 4).

De acuerdo al Mapa Forestal del Perú (Malleux, 1975) son suelos de protección con pendientes mayores a 15% con cubierta boscosa. Además el cambio de uso de los suelos de protección a pastizales y cultivos agrícolas, y la deforestación, combinada con la pendiente y la lluvia, ocasionan que gran parte de los suelos de la provincia se encuentren erosionados.

### C) UBICACIÓN

El área de esta investigación es una parcela reforestada con *Eucalyptus grandis* ubicada en la distrito de Oxapampa, en el centro poblado Quillazú. Se encuentra aproximadamente a 7 km saliendo del pueblo de Oxapampa con dirección a Pozuzo. El área en mención es colindante al Colegio Nacional Ana Mogas. Las coordenadas geográficas de la parcela son: LS 0452200; LO 8836300, y se encuentra a una altitud de 1865 msnm.

La plantación abarca un área de 0,8 hectáreas y está compuesta por una población de 622 árboles de Eucalipto (*E. grandis*), de aproximadamente 6 años de edad distanciados a 3 x 3 metros. La plantación fue implementada gracias al trabajo de los alumnos, padres y profesores del Colegio Ana Mogas, con el asesoramiento de personal técnico del ex Fondobosque de Oxapampa. Se utilizaron plántones producidos en tubetes con semillas de procedencia brasilera. El terreno antes de ser reforestado fue usado como pastizal.



**Figura 4** Mapa de Oxapampa

(Fuente: Perú Top Tours, 2009)



**Figura 5** Vista elevada de la plantación de *E. grandis* (Set. 2009)

La parcela de investigación fue seleccionada porque la plantación presentaba signos de la enfermedad, es decir el micelio blanco en la base de los fustes en toda su población, lo que indicó la presencia de un patógeno. Sin embargo la plantación poseía una apariencia sana a simple vista y no presentaba una marchitez pronunciada en la copa de los árboles. Los signos y síntomas sugerían que la enfermedad era incipiente y por tanto era necesario controlarla.

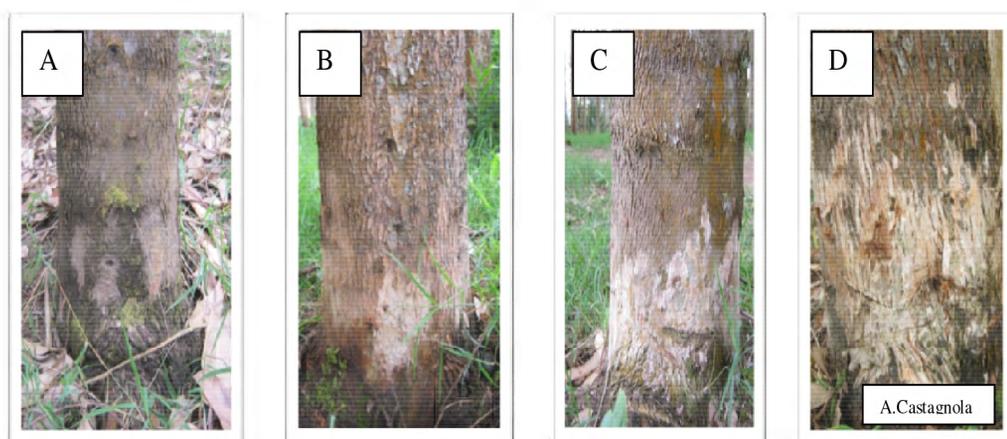
### 3.2.2 EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD

La primera evaluación se realizó a todos los árboles de la plantación, dejando de lado los individuos de borde. Se midió el rango de presencia de micelio desde la base del fuste hasta los 40 cm de altura, para contar con el primer parámetro de selección de los individuos de interés para el estudio. El rango de evaluación varió entre los grados 1 y 5, como se muestra en el Cuadro 5.

**Cuadro 5** Grados de calificación de presencia de micelio en la base del fuste.

<b>Grado</b>	<b>% de presencia de micelio en la base del fuste</b>
1	0%
2	Entre 1 y 25%
3	Entre 26 y 50%
4	Entre 51 y 75%
5	Entre 76 y 100%

*Elaboración propia*



**Figura 6** (A) Grado 2. (B) Grado 3. (C) Grado 4. (D) Grado 5.<sup>3</sup>

Manta (2004) afirma que la evaluación cuantitativa de los daños al bosque causados por los agentes bióticos y abióticos debe ser determinada para indicar la aplicación del control preventivo o curativo sobre el agente causal. La evaluación cuantitativa puede ser realizada a través de la Intensidad y la Severidad definida por Agrios (2002), o por su adaptación, según fuera el agente causal.

---

<sup>3</sup> No se muestra una fotografía del Grado 1 ya que en dicha evaluación no se halló.

Las fórmulas utilizadas para la evaluación cuantitativa de la enfermedad aplicadas por el SENASA (2007) y modificadas por Manta (2004) son:

a) Intensidad:

$$I = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + \dots + n_n}{N} \times 100 \% \dots (1)$$

Donde:

I = Intensidad o incidencia del daño o enfermedad

$n_1, n_2, n_3, n_n$  = número de árboles con presencia de enfermedad según el grado de la enfermedad

N = número total de árboles observados

b) Severidad:

$$S = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5 \dots}{N} \dots (2)$$

Donde:

S = Severidad o Grado del daño o enfermedad

Grado = 1, 2, 3, 4, 5 (Escala fijada por el investigador)

$n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$  = Número de árboles dañados según el grado de la enfermedad

N = Número total de árboles observados o número de muestras observadas

### 3.2.3 SELECCIÓN DE LOS INDIVIDUOS EXPERIMENTALES

Luego de determinar la intensidad y severidad de la enfermedad en la población, en función a la presencia de micelio se seleccionaron los árboles aptos para el experimento. Se consideraron los individuos con un mínimo de afección de presencia de micelio, que presenten más del 50% de este signo en el cuello radicular ya que en ellos serían más perceptibles las posibles modificaciones producidas por los tratamientos aplicados. Por lo que se filtraron todos los individuos con grado 4 y 5 de presencia de micelio.

Posteriormente se seleccionó al azar los cien árboles requeridos y sus respectivos tratamientos, teniendo en cuenta que dos tratamientos diferentes no se apliquen en árboles colindantes para evitar el posible efecto de borde.

### 3.2.4 DISEÑO ESTADÍSTICO

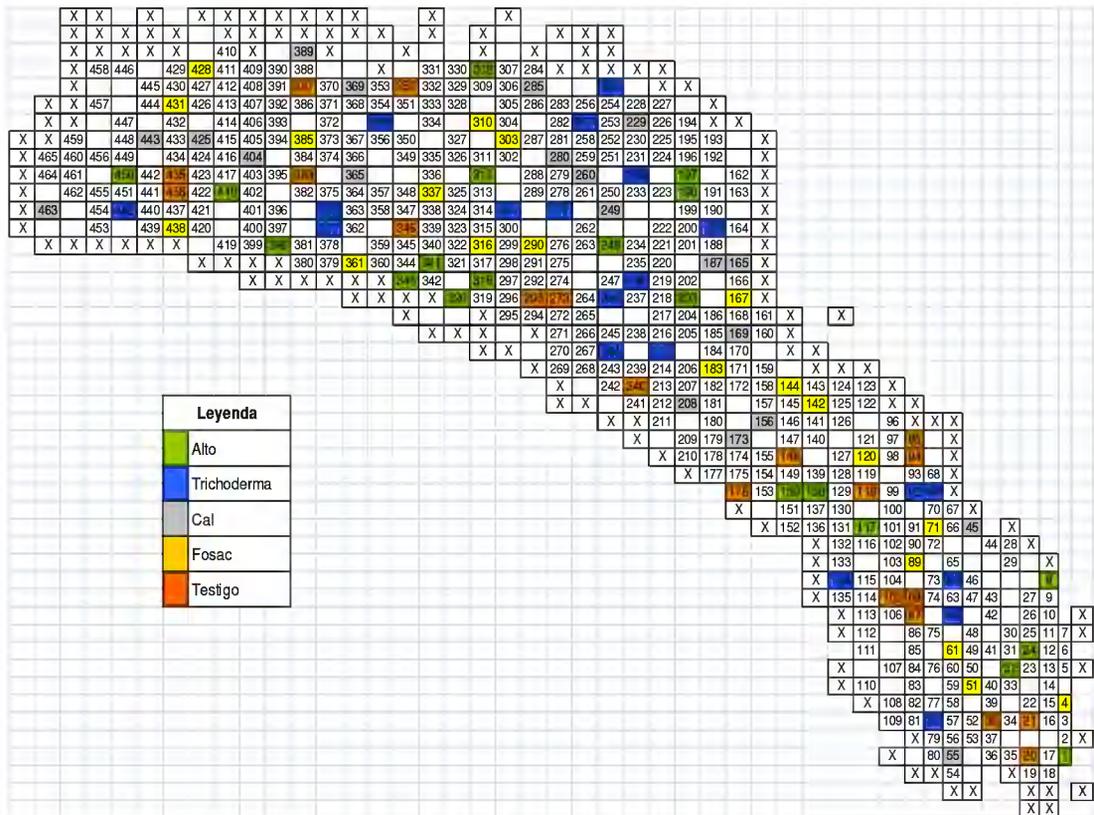
Se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA) y se aplicó cada uno de los tratamientos y un testigo con 20 repeticiones cada uno. La unidad experimental es el árbol.

**Cuadro 6** Tratamientos aplicados.

<b>Letra asignada</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Número de repeticiones</b>
A	Fungicida Alto	20
B	Hongo Trichoderma viride	20
C	Cal	20
D	Fertilizante orgánico	20
E	Testigo	20
	<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

*Elaboración propia*

Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en el terreno, como se muestra en la Figura 7:



**Figura 7** Esquema de distribución de tratamientos en la plantación

(Elaboración propia)

### 3.2.5 APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

A fines de enero de 2010, se realizó la primera aplicación de los tratamientos en los individuos previamente seleccionados de manera aleatoria. Los tratamientos y su aplicación fueron los siguientes:

A) *FUNGICIDA ALTO*

- **Dosis:** 100 mL/ 10 L agua (neutralizada con Citogel). ½ L/árbol
- **Frecuencia de aplicación:** Una vez al mes, los 6 primeros meses.
- **Método:** Se empleó una mochila de aspersión. Con ayuda de un cronometro, se midió el tiempo que la mochila demora en esparcir 1 litro de agua, luego conociendo ese tiempo, se determinó el tiempo de aspersión de de la solución del fungicida Alto con agua previamente neutralizada con Citogel, teniendo en cuenta que se aplicaría medio litro a cada árbol. El tiempo de aspersión aproximado fue de 30 segundos.

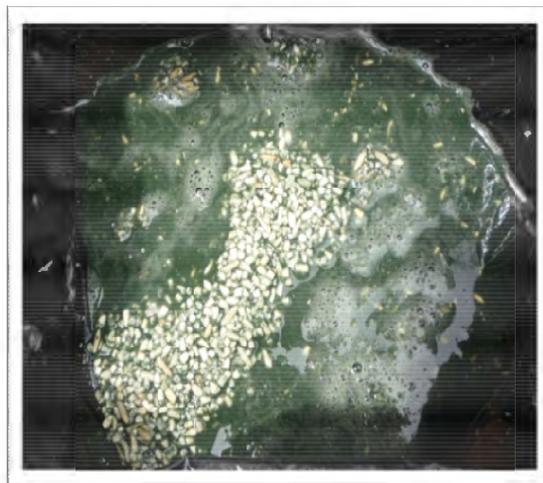


**Figura 8** (A) Preparación y (B) aplicación del fungicida Alto

(Fuente propia)

B) HONGO TRICHODERMA VIRIDE

- **Dosis:** 200 g/ 20 L de agua. 1 L/árbol.
- **Frecuencia de aplicación:** Una vez al mes, los 6 primeros meses.
- **Método:** Se mezcla el *Trichoderma viride* almacenado en bolsas selladas que contienen arroz como medio para el hongo, con el agua previamente neutraliza con Citogel, se bate para tener una suspensión homogénea y se aplica con ayuda de una jarra medidora sobre la base del árbol, humedeciendo su contorno. Posteriormente se cubre con hojarasca el cuello de árbol y suelo circundante donde se aplicó para crear un medio más favorable para el desarrollo del Trichoderma.



**Figura 9** Hongo *T. viride* en sustrato de arroz

(Fuente propia)

### C) CAL

- **Dosis:** 2 kg/ árbol.
- **Frecuencia de aplicación:** Solo una aplicación, debido a que la cal se libera progresivamente, no requiere tener que ser aplicada cada mes.
- **Método:** Se esparce con la mano sobre el suelo alrededor del árbol cubriendo la circunferencia hasta donde se estima que lleguen sus raíces.



**Figura 10** Aplicación de cal

(Fuente propia)

D) *FERTILIZANTE ORGÁNICO*

- **Dosis:** 200 mL/20L. 1L/árbol.
- **Frecuencia de aplicación:** Una vez al mes, los 6 primeros meses.
- **Método:** Se disuelven 200 mL de fertilizante líquido concentrado en un balde de 20 L de agua. Se revuelve para homogenizar la mezcla y se aplica un litro por árbol con un recipiente medidor vertiéndolo sobre el suelo alrededor del árbol cubriendo la circunferencia hasta donde se estima que lleguen sus raíces.



**Figura 11** (A) Preparación y (B) aplicación del fertilizante orgánico

(Fuente propia)

### E) TESTIGO

No se le aplicó ningún tratamiento. Se usa como patrón para observar el comportamiento del árbol sin manejo de la enfermedad.

### 3.2.6 EVALUACIONES MUESTRALES

A partir de la primera aplicación de los tratamientos, se empezó a realizar evaluaciones para los 100 individuos seleccionados de los grados 4 y 5 haciendo uso del Formato de Evaluación (ANEXO 5). Dichas evaluaciones se realizaron mensualmente entre los meses de enero y julio de 2010 y luego se realizó una evaluación final en el mes de enero de 2011. Se trabajó con las siguientes variables:

**Cuadro 7** Variables evaluadas

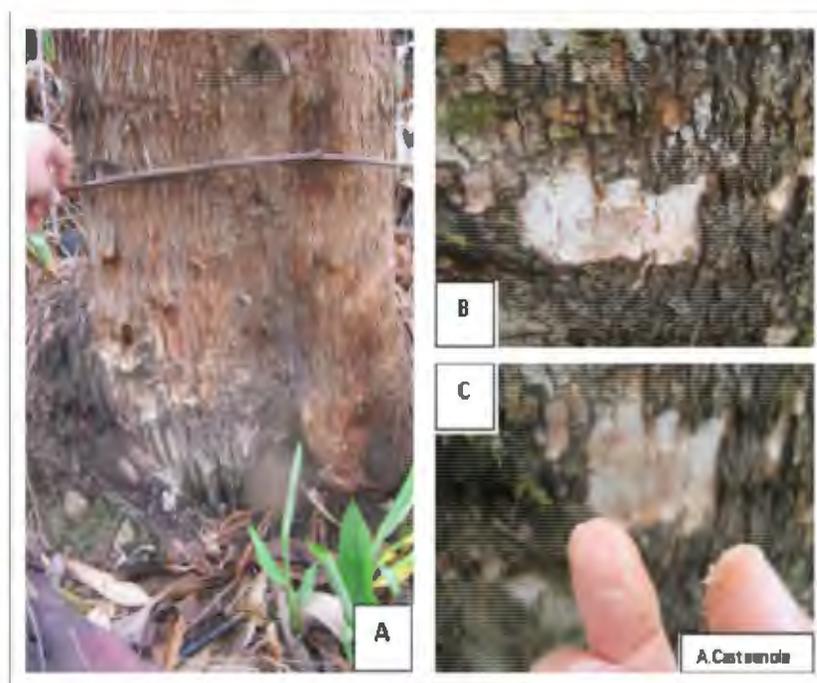
<b>Variables independientes</b>	<b>Variables dependientes</b>	
	<b>Directas</b>	<b>Indirectas</b>
Tiempo	Micelio	DAP
Tratamiento	Pudrición blanca Marchitez Altura de micelio	

*Elaboración propia*

#### A) PRESENCIA DE MICELIO

La presencia de micelio para las evaluaciones mensuales fue medida con ayuda de un cuchillo, raspando cuidadosamente la corteza del fuste para observar la presencia o ausencia de micelio

debajo de esta. Dicha variable fue medida considerando todo el contorno del árbol, desde el suelo hasta los 40 cm de altura.



**Figura 12** (A) Base del fuste evaluado a los 40 cm, (B) Presencia de micelio bajo la corteza, (C) Textura pulverulenta del micelio.

Esta variable se evaluó otorgándole a cada árbol evaluado un grado dentro del rango entre 1 y 5, como indica el Cuadro 5.

### ***B) PUDRICIÓN BLANCA***

La pudrición se evaluó también con ayuda de un cuchillo, hundiéndolo perpendicularmente a la base del fuste y apreciando la facilidad o dificultad de hundimiento alrededor del árbol. Es decir la resistencia que presentaba la madera a la penetración.

Así mismo se evaluó la pudrición en base del fuste con la ayuda del tacto comprobando la textura fibrosa de la madera. Este síntoma también se evaluó en los primeros 40 cm de altura del árbol.



**Figura 13** (A) Base del fuste con pudrición, (B) Medición del grado de pudrición

Esta variable se evaluó otorgándole a cada árbol evaluado un grado dentro del rango entre 1 y 5, como indica el Cuadro 8:

**Cuadro 8** Grados de la pudrición blanca en la base del fuste (primeros 40 cm de altura)

<i>Nivel de pudrición</i>	
<i>Grados</i>	<i>Descripción</i>
1	No presenta
2	Bajo
3	Medio bajo
4	Medio alto
5	Muy alto

*Elaboración propia*

### C) MARCHITEZ DE COPA

La marchitez de la copa se evaluó mediante la observación de la coloración del follaje en función al rango que se muestra en el Cuadro 9:

**Cuadro 9** Grados de medición de la marchitez de la copa

<i>Marchitez de copa</i>	
<i>Grados</i>	<i>Descripción</i>
1	No presenta
2	Presenta entre 1 y 25% del follaje marchito
3	Presenta entre 26 y 50% del follaje marchito
4	Presenta entre 51 y 75% del follaje marchito
5	Presenta entre 76 y 100% del follaje marchito

*Elaboración propia*

### D) DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP)

El DAP se determinó realizando una medición con ayuda de una cinta métrica obteniendo la Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP) y convirtiéndolo posteriormente a DAP. Para realizar las mediciones periódicas en el mismo punto y disminuir el error, se realizó una marca guía con aerosol a 1.30 m de altura.

### E) ALTURA DEL MICELIO

Se midió el avance vertical del micelio desde el cuello de la raíz hasta la altura final con ayuda de una cinta métrica. Del mismo modo se aplicó una marca con aerosol para apreciar la evolución del avance vertical del micelio en la tronca.



**Figura 14** Avance vertical del micelio

### 3.2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL EXPERIMENTO

Se realizó el análisis estadístico con los datos acumulados durante los primeros seis meses de evaluación, haciendo uso del programa Minitab. En dicho programa se realizaron Análisis de Varianza Multivariados, Análisis de Varianza y la Prueba de Friedman para variables No Paramétricas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 INTENSIDAD Y SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD AL INICIO DEL EXPERIMENTO

Se realizó una evaluación del estado de la plantación, midiendo el grado de presencia de micelio en todos los árboles de *E. grandis* de la plantación.

A partir de esa evaluación se determinó de acuerdo a la fórmula de Intensidad previamente mencionada (1), que la plantación poseía una incidencia del 100%, es decir que todos los árboles manifestaban en mayor o menor cantidad la presencia de micelio.

Además se determinó la Severidad de la presencia de micelio en la plantación haciendo uso de la fórmula de Severidad (2) y los grados definidos en la Leyenda:

**Cuadro 10** Severidad inicial de la presencia de micelio (en los primeros 40 cm del árbol)

<b>Grados</b>	<b>N° individuos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1	0	0
2	44	9
3	71	15
4	147	32
5	203	44
<b>Total</b>	<b>465</b>	<b>100</b>

*Elaboración propia*

Leyenda:

<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
1	No presenta
2	Presenta entre 1 y 25%
3	Presenta entre 26 y 50%
4	Presenta entre 51 y 75%
5	Presenta entre 76 y 100%

$$S = \frac{1(0) + 2(44) + 3(71) + 4(147) + 5(203)}{465} = 4.095$$

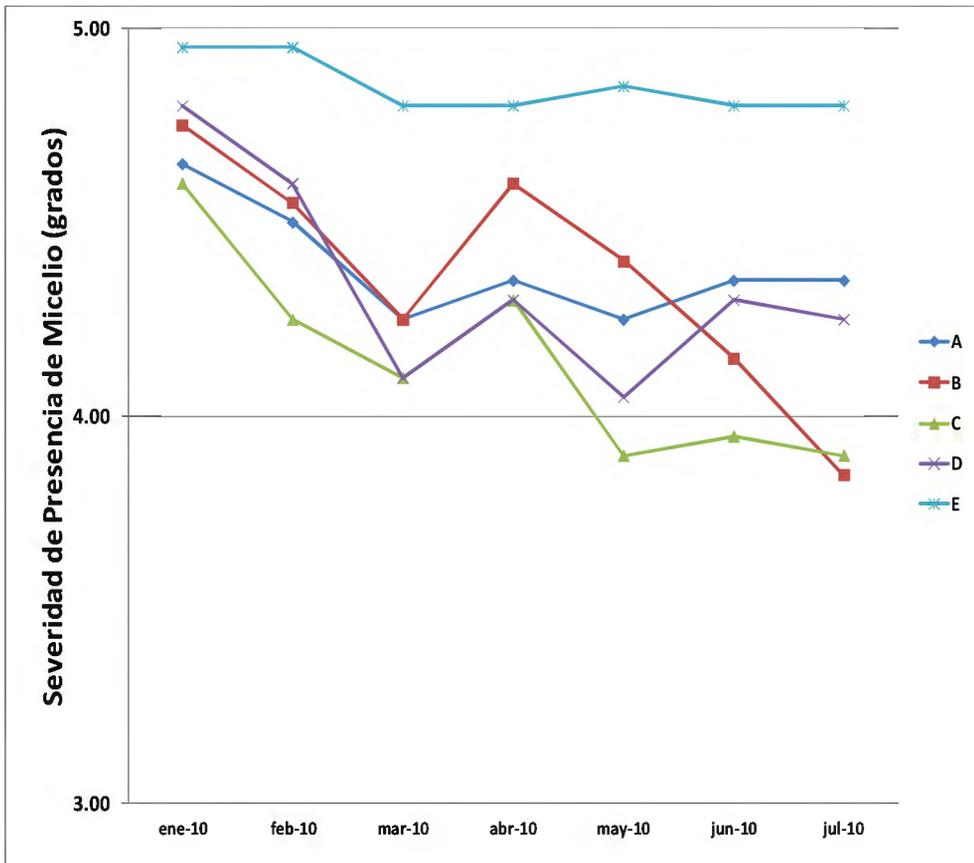
La plantación cuenta con un grado de presencia de micelio de 4.095, es decir que, en promedio, los individuos presentan entre 51 y 75% de superficie cubierta por micelio en la base del fuste de cada árbol (hasta los 40 cm de altura).

## **4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA SEVERIDAD DE LOS SINTOMAS Y SIGNO DE ACUERDO AL EFECTO PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS A LOS 6 MESES**

A continuación se presentan los resultados gráficos de la evolución de la severidad del signo y síntomas de la enfermedad así como de la altura del micelio y el aumento diamétrico de los árboles evaluados.

### **4.2.1 PRESENCIA DE MICELIO**

En la figura 15 se observa que los tratamientos han reducido en forma semejante y moderada la presencia de micelio, con excepción del testigo que presenta mejorías menos notorias que los demás tratamientos. A simple vista parece ser que los tratamientos que presentan mejores resultados son el biológico con el hongo *Trichoderma viride* (B), quien presenta una disminución de promedios más marcada a partir del mes de abril, seguido muy de cerca por el tratamiento de encalado (C).

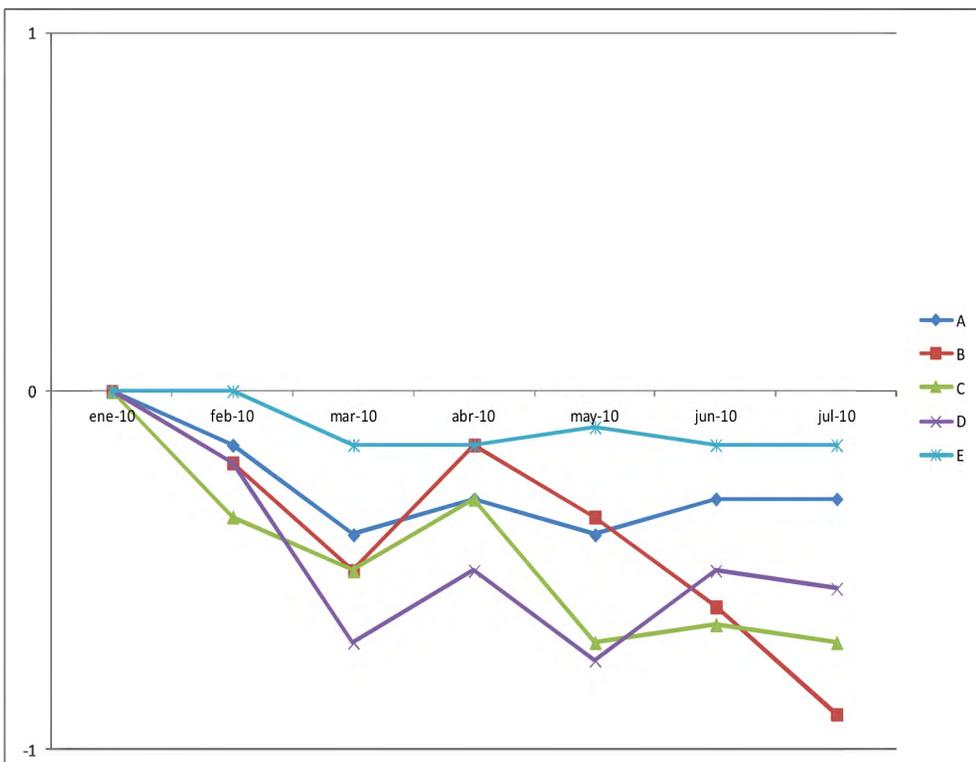


**Figura 15** Evolución de la severidad de la presencia de micelio según tratamiento a los 6 meses

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

Sin embargo hay que tener en cuenta que los cinco tratamientos cuentan con promedios iniciales diferentes. En la Figura 16 se considera el mismo origen para todos los tratamientos, de esta manera se puede apreciar mejor qué tratamiento disminuyó en mayor medida la presencia de micelio en la base del árbol hasta el final de la evaluación.

En la figura 16 se percibe más claramente que el método de hongo *T. viride* es el que alcanza un menor valor de severidad de presencia de micelio en el mes de julio y una pendiente más pronunciada a partir del mes de abril. Sin embargo se observa que los promedios de todos los tratamientos no han variado en más de un grado en comparación al mes inicial, es decir que presentan resultados promedio similares, motivo por el cual se realizó posteriormente un análisis estadístico para determinar si existe diferencias significativas entre tratamientos.

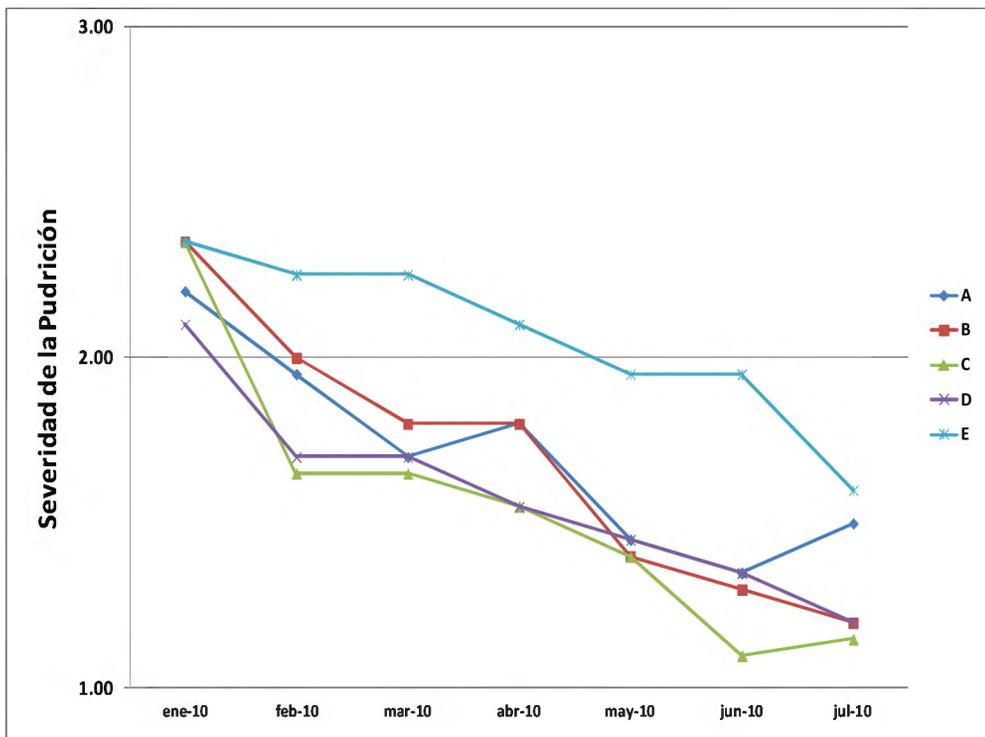


**Figura 16** Evolución de la severidad de la presencia de micelio según tratamiento desde el mismo origen

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

#### 4.2.2 PUDRICIÓN BLANCA

Así mismo, la evolución de la pudrición blanca mostrada en la Figura 17 muestra que todos los tratamientos logran reducir el síntoma de forma similar. Es posible que este efecto esté relacionado al clima, presentándose mayores promedios de severidad de pudrición en los primeros meses del año cuando se desarrolla la época lluviosa y menores a mediados de año en la época seca. Se observa que los tratamientos con fungicida Alto (A), *T. viride* (B) y cal (C), presentan valores muy cercanos en la evaluación final en el mes de julio, indicando mejores resultados en la disminución de la pudrición blanca en la base del fuste.

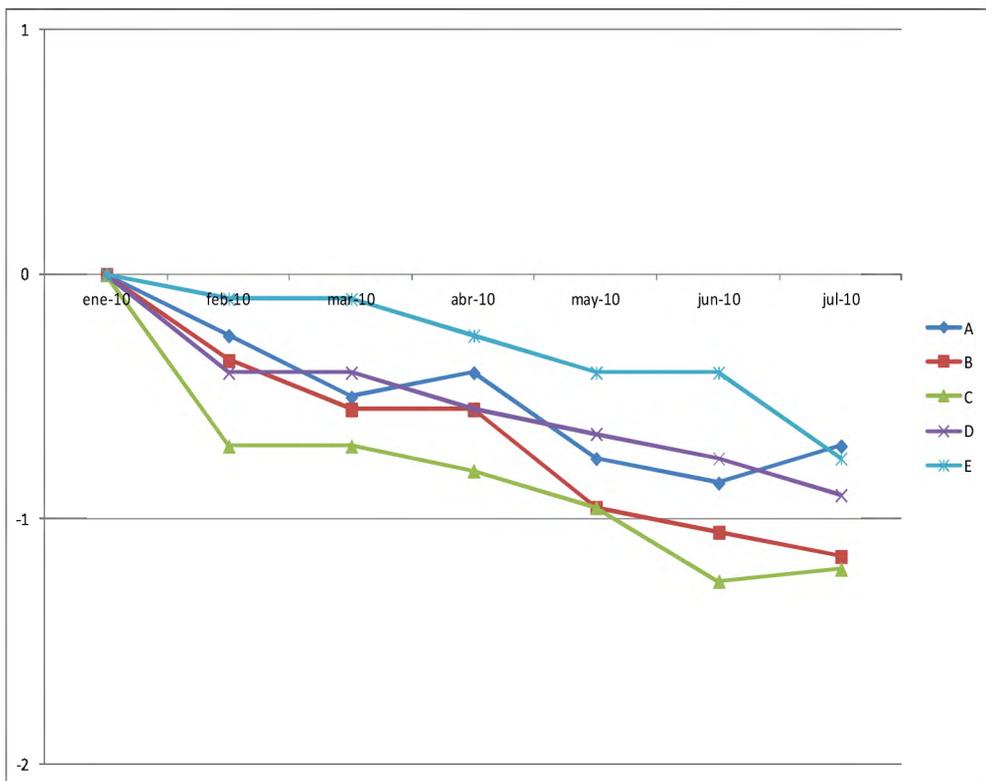


**Figura 17** Evolución de la severidad de la pudrición blanca según tratamiento a los 6 meses

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

Para comparar de manera más clara los efectos de los tratamientos, se presenta la Figura 18 que coloca a los tratamientos en un mismo punto de origen.

Se observa que el método de *T. viride* (B) y cal (C) se comportan de manera similar obteniendo los mejores resultados en disminución de la pudrición blanca superando en más de un grado la evaluación inicial, mientras que el fungicida (A) y el testigo (E) presentaron una menor disminución de la severidad de la pudrición en los 6 primeros meses.

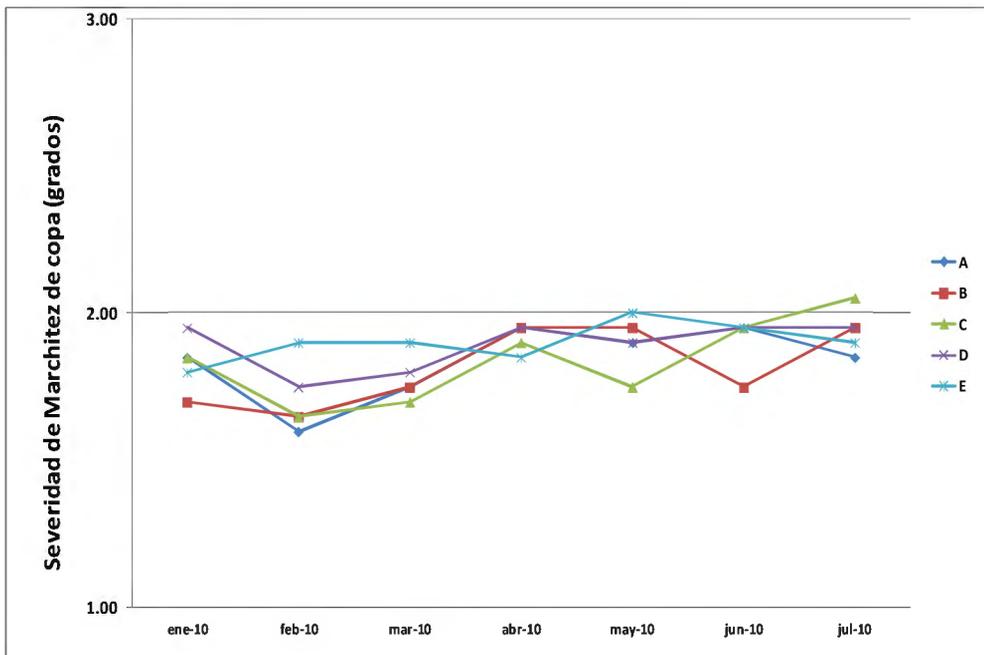


**Figura 18** Evolución de la severidad de la pudrición según tratamiento desde el mismo origen

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

### 4.2.3 MARCHITEZ DE COPA

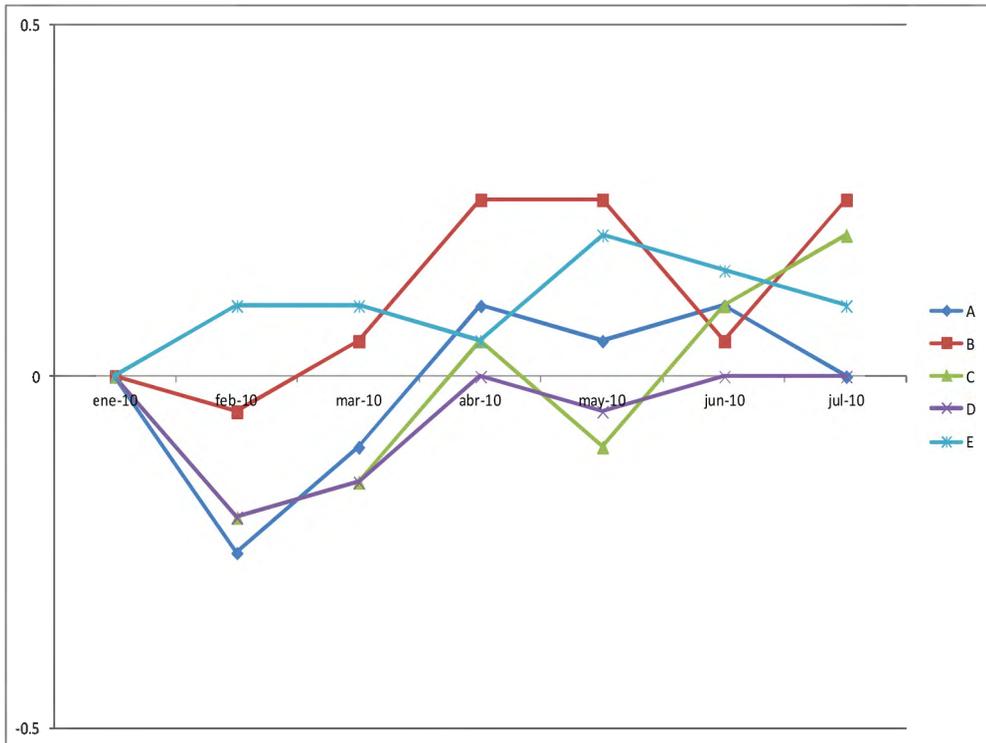
Se percibe que no existe un efecto de los tratamientos sobre la marchitez de la copa en el tiempo. En la Figura 19 se observa únicamente un leve aumento de la marchitez hacia la época seca (julio), sin embargo, la variación de promedios a lo largo del período de evaluación no es considerable. En el mes de julio se observa que los tratamientos, incluido el testigo, presentan un promedio similar. La marchitez de la copa, parece no ser una variable determinante para describir la evolución de la enfermedad en la plantación evaluada.



**Figura 19** Evolución de la marchitez de copa según tratamiento a los 6 meses

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

En la figura 20 se puede apreciar que los tratamientos que mantuvieron la severidad de marchitez en comparación con la evaluación inicial fueron el tratamiento con el fungicida Alto (A) y el fertilizante orgánico FOSAC (D). Por otro lado, los tratamientos *Trichoderma viride* (B), cal (C) y testigo (E), presentaron un aumento en la severidad de la marchitez de copa.

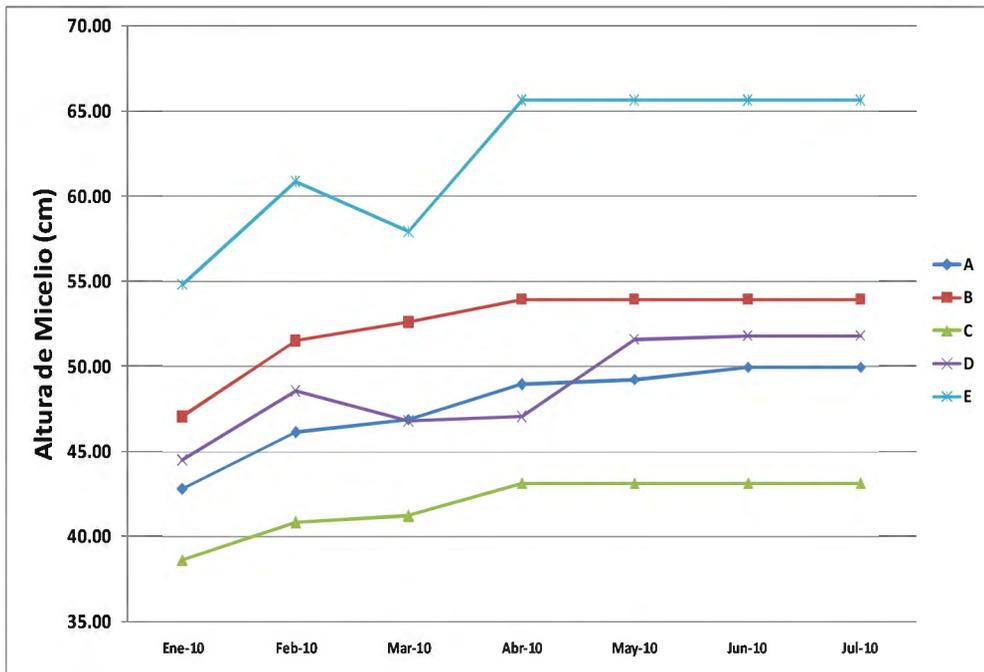


**Figura 20** Evolución de la marchitez de copa según tratamiento desde el mismo origen

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

#### 4.2.4 ALTURA DE MICELIO

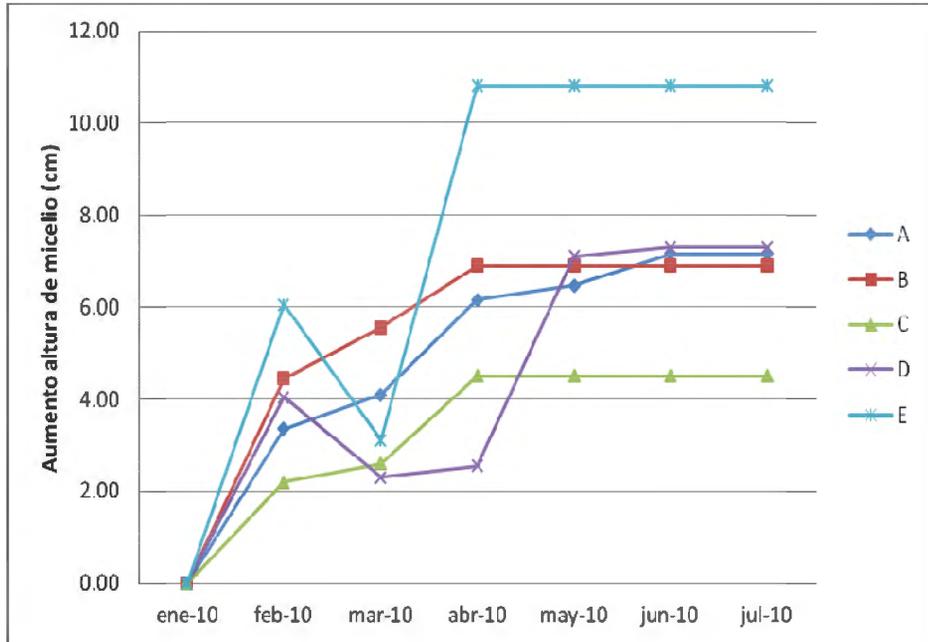
Se observa que los tratamientos presentaron una tendencia de crecimiento de la altura de micelio similar, midiéndolo desde la base del fuste hacia arriba. Se aprecia que las alturas de micelio se estabilizaron en abril hasta el mes de julio donde se deja de apreciar el crecimiento vertical del micelio, llegando a un promedio de 53 cm de altura.



**Figura 21** Evolución del crecimiento de micelio en altura según tratamiento a los 6 meses

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

En la Figura 22 se aprecia que en los individuos que se evaluaron como testigo se produjo un mayor avance vertical de micelio, sin embargo en el mes de abril este cesó y se mantuvo constante. Por otro lado los individuos a los que se les aplicó cal presentan el menor avance vertical de micelio.

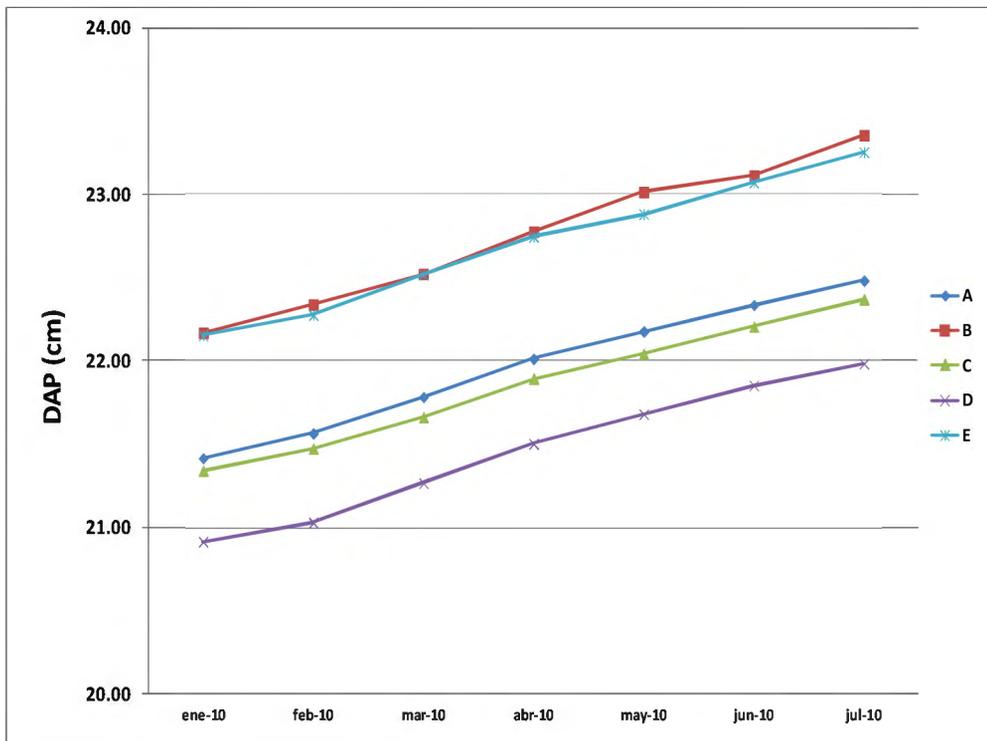


**Figura 22** Evolución del crecimiento de micelio en altura según tratamiento desde el mismo origen

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

#### 4.2.5 DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP)

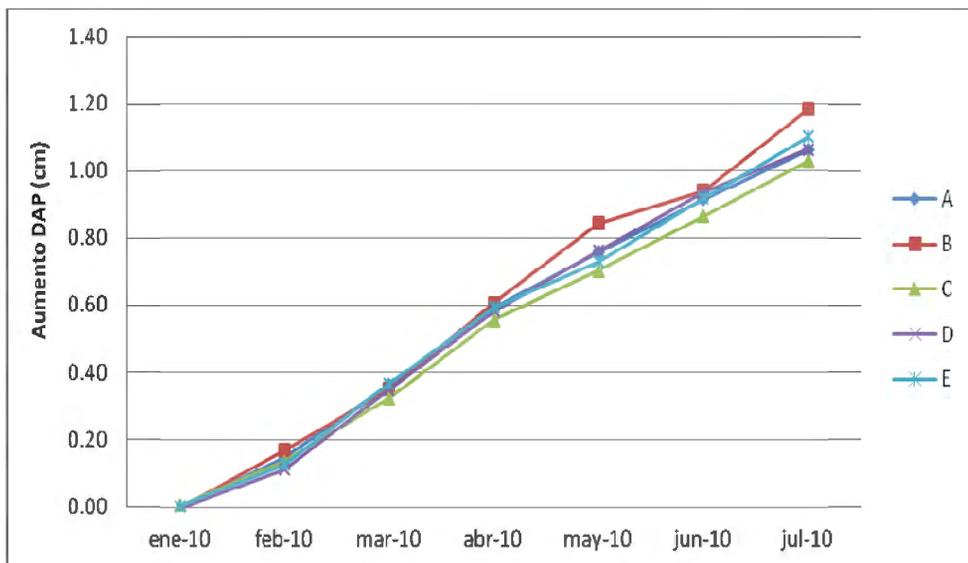
Se observa que todos los tratamientos presentaron una tendencia de crecimiento de DAP similar ya que poseen pendientes muy parecidas. Ningún tratamiento en especial ocasionó un mayor desarrollo diametral de los árboles.



**Figura 23** Evolución de los DAP según tratamiento a los 6 meses

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

En la Figura 24, se considera un mismo promedio inicial de DAP para comparar los incrementos en cada tratamiento. Si bien se observa que el crecimiento es similar en todos ellos, se aprecia que el tratamiento B (*T. viride*) es el que presenta ligeramente un mayor incremento promedio.



**Figura 24** Evolución de los DAP según tratamiento desde el mismo origen

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

Por otro lado Ruiz (2010) menciona que existen diferencias en el crecimiento diamétrico entre plantaciones sanas y enfermas de *E. urophylla* x *E. grandis*. En este caso no se puede determinar si la enfermedad afecta o no en el crecimiento diametral regular de los árboles de *E. grandis* evaluados ya que no se cuenta con la información análoga de árboles con las mismas características procedentes de una plantación sana. Sin embargo cabe mencionar que la enfermedad no detuvo el crecimiento de DAP en el período de estudio con un incremento promedio de 0,20 cm/mes.

### **4.3 PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y EL TIEMPO SOBRE LOS SÍNTOMAS Y SIGNO A LOS 6 MESES**

Dada la escasez de investigaciones publicadas en relación a la evaluación de la enfermedad cuantitativa de la “muerte regresiva” y su significancia estadística, los resultados encontrados no pueden ser discutidos con los resultados de otros autores para la presente enfermedad y los tratamientos empleados.

#### **4.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA MULTIVARIADO**

En primer lugar se aplicó un Análisis de Varianza Multivariado (MANOVA) para probar que los tratamientos y el tiempo (meses de evaluación) influyen en las variables dependientes: presencia de micelio, pudrición y marchitez de copa. Con ello se verificó que ambos factores, independientemente influyen de manera significativa en las variables medidas (presencia de micelio, pudrición y marchitez de copa). Sin embargo se aprecia que de manera conjunta, los factores tratamiento y tiempo no ejercen influencia sobre las variables, es decir que, por ejemplo no existe mayor diferencia entre aplicar un determinado tratamiento en el mes de enero (época lluviosa) o en julio (época seca), ya que ejercería de todos modos un efecto similar en los árboles más afectados por la presencia de micelio.

#### ***A) PARA FACTOR TRATAMIENTO***

Ho: El factor tratamiento no influye en las variables micelio, pudrición blanca y marchitez

H1: El factor tratamiento influye en las variables micelio, pudrición blanca y marchitez

**Cuadro 11** Probabilidad de cumplimiento de hipótesis para el factor tratamiento

<b><i>Criterio</i></b>	<b><i>P</i></b>
De Wilks	0,00
Lawley-Hotelling	0,00
De Pillai	0,00

*Elaboración propia*

Según todos los criterios (De Wilks, Lawley- Hotelling y De Pillai), la probabilidad que el tratamiento aplicado no influya en la presencia de micelio, pudrición y marchitez de copa es cero, es decir que el factor tratamiento influye significativamente en dichas variables.

**B) PARA FACTOR TIEMPO**

Ho: El factor tiempo no influye en las variables micelio, pudrición y marchitez

H1: El factor tiempo influye en las variables micelio, pudrición y marchitez

**Cuadro 12** Probabilidad de cumplimiento de hipótesis para el factor tiempo

<b><i>Criterio</i></b>	<b><i>P</i></b>
De Wilks	0,00
Lawley-Hotelling	0,00
De Pillai	0,00

*Elaboración propia*

Según todos los criterios (De Wilks, Lawley- Hotelling y De Pillai), la probabilidad que el tiempo (mes) no influya en la presencia de micelio, pudrición y marchitez de copa es cero, lo que quiere decir que el factor tiempo influye significativamente en dichas variables. Con esto

queda demostrado que los factores tratamiento y tiempo, por separado, tienen cada uno, influencia significativa en las variables dependientes en el período de estudio.

*C) PARA LA INTERACCIÓN ENTRE FACTOR TRATAMIENTO Y FACTOR TIEMPO EN FORMA CONJUNTA*

Ho: La interacción entre factor tratamiento y tiempo no influye en las variables micelio, pudrición y marchitez

H1: La interacción entre factor tratamiento y mes influye en las variables micelio, pudrición y marchitez

**Cuadro 13** Probabilidad de cumplimiento de hipótesis para factor tratamiento y tiempo en forma conjunta

<i><b>Criterio</b></i>	<i><b>P</b></i>
De Wilks	0,780
Lawley-Hotelling	0,781
De Pillai	0,778

*Elaboración propia*

Para todos los criterios (De Willks, Lawley- Hotelling y De Pillai), la probabilidad que la interacción de los factores tratamiento y tiempo en forma conjunta no influya en la presencia de micelio, pudrición y marchitez de copa, supera el límite establecido de 5%, lo que quiere decir que de manera conjunta los factores tratamiento y mes, no influyen en las variables previamente mencionadas para el período de estudio. Dicho de otra manera, no importa en qué mes se ha establecido el tratamiento, cada uno de estos factores (tratamiento y mes de evaluación) tiene influencia sobre las variables dependientes de manera diferente.

#### 4.3.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LOS SÍNTOMAS Y SIGNO

Se evaluó el grado de correlación entre las variables dependientes estudiadas para observar la relación existente entre ellas.

##### A) *CORRELACIÓN ENTRE MICELIO Y PUDRICIÓN BLANCA*

Se plantean las siguientes hipótesis:

$$H_0: R^4=0$$

$$H_1: R \neq 0$$

Analizando los datos, se obtuvo que:

$$r^5 = 0,345$$

$$P = 0,00$$

El factor de correlación 0,345 indica que existe una correlación positiva entre la presencia de micelio y la pudrición, sin embargo es baja.

La probabilidad que se cumpla la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), es cero, lo que quiere decir que existe una correlación significativa entre ambas variables.

---

<sup>4</sup> R= Coeficiente de correlación poblacional

<sup>5</sup> r= Coeficiente de correlación muestral

***B) CORRELACIÓN ENTRE MICELIO Y MARCHITEZ DE COPA***

Ho:  $R=0$

H1:  $R\neq 0$

Analizando los datos, se obtuvo que:

$r = 0,079$

$P = 0,026$

El factor de correlación 0,079 indica que existe una correlación muy baja entre la presencia de micelio y la marchitez de la copa.

La probabilidad que se cumpla la Hipótesis nula (Ho), es 0,026, lo que quiere decir que existe baja correlación entre ambas variables.

***C) CORRELACIÓN ENTRE PUDRICIÓN BLANCA Y MARCHITEZ DE COPA***

Ho:  $R=0$

H1:  $R\neq 0$

Analizando los datos, se obtuvo que:

$r = 0,036$

$P = 0,316$

El factor de correlación 0,036 indica que existe una correlación muy baja entre la presencia de pudrición blanca y la marchitez de la copa.

La probabilidad que se cumpla la hipótesis nula (Ho) es 0,316, lo que quiere decir que no existe una correlación significativa entre ambas variables.

Los puntos antes mencionados demuestran que la variable marchitez no se encuentra ligada a las variables presencia de micelio y pudrición por lo que no fue una variable determinante en los resultados de esta investigación. A lo largo del período de evaluación no se observaron cambios notorios en la coloración de la copa de los árboles evaluados. Esto podría deberse a: a) condiciones climáticas o de sitio favorables que evitaron problemas vasculares, b) a que la enfermedad no se encontraba lo suficientemente avanzada aún como para presentar ese síntoma, aunque cabe resaltar que según entrevistas realizadas por Ruiz (2010) en la zona de estudio, este síntoma se hace notorio a partir de los 3 o 4 años de establecida la plantación o c) posiblemente a la resistencia de la especie *E. grandis* ante el patógeno.

Por otro lado, sí se pudo apreciar la marchitez de copas en otras plantaciones de eucaliptos cercanas al área de estudio o en la provincia en general, sin embargo se trataba de la especie *E. grandis* x *E. urophylla*. Tanto Torres (2003) como Ruiz (2010) indican que el marchitamiento se acentúa en época seca.

#### 4.3.3 ANÁLISIS DE VARIANZA

Para determinar cuál de las variables: presencia de micelio, pudrición y marchitez de copa, es la más influenciada por el factor tratamiento y el factor tiempo, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) considerando un nivel de confianza de 95% (ANEXO 8). Con ello se buscó identificar la variable que represente mejor los resultados de los tratamientos.

Se agruparon los resultados de los ANOVA en los siguientes cuadros para comparar los valores de las variables para cada factor.

A) PARA EL FACTOR TRATAMIENTO

**Cuadro 14** ANOVA de las variables evaluadas para el factor tratamiento

<b>Variable</b>	<b>Varianza</b>	<b>F (estadístico de prueba)</b>	<b>Probabilidad</b>
Presencia de micelio	95,164	18,8	0,000
Pudrición blanca	58,914	14,17	0,000
Marchitez de copa	0,205	1,7	0,149

*Elaboración propia*

La última columna indica que existe 0% de probabilidad que el tratamiento no influya en la presencia de micelio y pudrición, es decir que hay una influencia del tratamiento sobre dichas variables. Mientras que para la variable marchitez de copa, la probabilidad de 14.9 % supera el límite establecido de 5%, lo que indica que la influencia de los tratamientos sobre la marchitez de copa no es significativa.

Se observa que la variable que presenta el mayor valor de Varianza (MC ajustado) para el factor tratamiento es la presencia de micelio (95,164), seguida por la variable pudrición blanca (58,914) y por último la marchitez de copa (0,205), lo que indica que la variable más influenciada por el factor Tratamiento es la presencia de micelio.

B) PARA EL FACTOR TIEMPO

**Cuadro 15** ANOVA de las variables evaluadas para el factor tiempo

<b>Variable</b>	<b>Varianza</b>	<b>F (estadístico de prueba)</b>	<b>Probabilidad</b>
Presencia de micelio	35,557	7,02	0
Pudrición blanca	105,748	25,43	0
Marchitez de copa	0,73	6,04	0

*Elaboración propia*

Las probabilidades indican que existe una influencia del factor tiempo para las tres variables. Además el cuadro muestra que la variable más influenciada por el tiempo de aplicación del tratamiento es la pudrición blanca, lo cual puede asociarse a las épocas lluviosa y seca. Mientras que la marchitez en este caso tampoco muestra ser influenciada significativamente por el tiempo de aplicación del tratamiento.

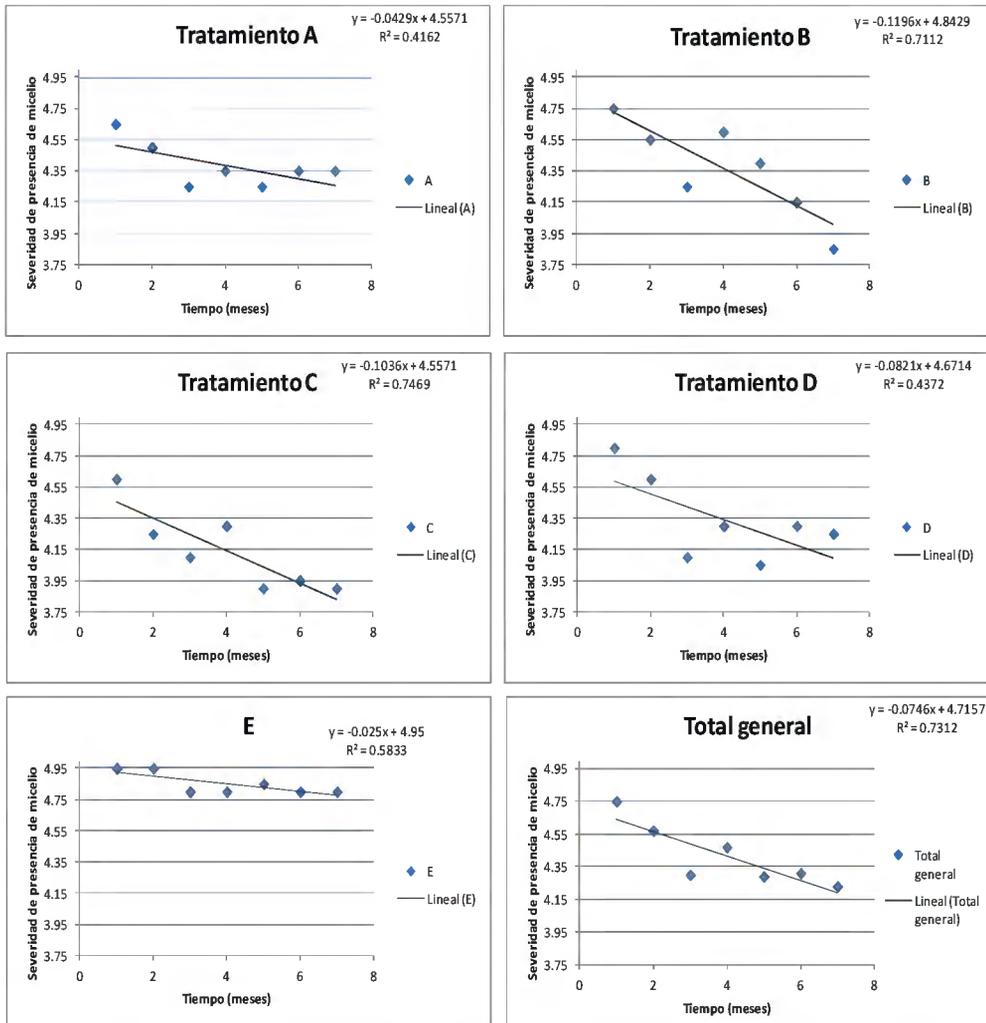
En vista que la variable pudrición blanca parece verse influenciada significativamente por el factor tiempo y como se aprecia en la Figura 28, aumenta debido a la humedad de de la época lluviosa y disminuye en la época seca, no se consideró como el indicador más apropiado para determinar el efecto de los tratamientos.

Por otro lado, dado que el factor de interés de esta investigación son los diferentes tratamientos y que se comprobó que la variable “presencia de micelio” es la más influenciada por ellos, resulta por lo tanto más confiable para determinar la evolución de la enfermedad. Por ello se realizaron pruebas para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados por medio de un análisis de las pendientes mensuales de la presencia de micelio de cada tratamiento.

#### **4.4 ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS A LOS 6 MESES**

##### **4.4.1 ECUACIONES DE LA RECTA SEGÚN TRATAMIENTO**

Para poder visualizar la efectividad de los tratamientos en función a la presencia de micelio, se realizó un análisis de pendientes entre los promedios del mes de enero y julio de 2010. Se obtuvo los siguientes gráficos con sus respectivas ecuaciones de la recta:



**Figura 25** Ecuaciones de la recta por tratamiento.

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo y Total general. Elaboración propia)

Según las gráficas y ecuaciones de la recta obtenidas, se observa que el tratamiento con mayor pendiente es el B (*T. viride*) con pendiente de - 0,1196, seguido muy de cerca por el tratamiento C (cal) con pendiente - 0,1036, es decir que estos dos presentaron mejorías de manera más pronta (dos primeros meses). A continuación se analizarán los tratamientos mediante un ANOVA de las variaciones mensuales para verificar si existe diferencia significativa entre ellas.

#### 4.4.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EFECTIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS EN EL TIEMPO

El ANOVA de promedios de pendientes mostrado en el Cuadro 16 arrojó una probabilidad de 63% que indica que los promedios de pendientes de cada tratamiento son estadísticamente iguales, por lo tanto se considera que no existe diferencia significativa en la efectividad de los tratamientos en el tiempo.

**Cuadro 16** Análisis de Varianza de promedios de pendientes

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Varianza</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor Crítico para F</i>
Meses	0,6739	6	0,1123	5,661	0,0009	2,5082
Tratamientos	0,0519	4	0,013	0,6301	0,6301	2,7763
Error	1,4761	24	1,0198			
Total	1,2019	34				

*Elaboración propia*

Asimismo se realizó otro análisis estadístico para observar la diferenciación entre tratamientos con respecto a la severidad de la presencia de micelio. Para ello se utilizarán los promedios de la severidad de la presencia de micelio, dichos promedios se generan en base a números ordinales por este motivo fue más conveniente aplicar un método no paramétrico, el método de Friedman.

#### 4.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PRESENCIA DE MICELIO A LOS 6 MESES

Se aplicó la prueba de Friedman para la variable severidad de la presencia de micelio, ya que se ha probado previamente que esta es la variable más sensible a los tratamientos para describir la

evolución de la enfermedad, además la prueba de Friedman se aplica para variables no paramétricas como es en este caso. Se obtuvo que la probabilidad de que los tratamientos produzcan el mismo efecto es de 0,3% (ANEXO 10). La prueba indica que existe diferencia entre tratamientos, sin embargo no precisa entre cuales se produce las diferencias por lo que se realizó una comparación entre ellos.

**Cuadro 17** Probabilidades de ocurrencia sobre la similitud de tratamientos

	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>A</b>	0,18	0,025	0,014	0,014
<b>B</b>		0,18	0,655	0,025
<b>C</b>			1	0,014
<b>D</b>				0,014

	Alto grado de similitud entre tratamientos
	Moderado grado de similitud entre tratamientos
	Sin similitud entre tratamientos

(Leyenda: A.- *Fung. Alto*; B.- *T. viride*; C.- *Cal*; D.- *Fosac*; E.- *Testigo*. Elaboración propia)

Se observa que los tratamientos que tienen mayor similitud son B con D y C con D; los tratamientos con moderado grado de similitud son A con B y B con C, mientras que los otros tratamientos que no tienen similitud son A con C y A con D producen efectos diferentes. Así mismo se observa que el testigo no presenta similitud con ninguno de los tratamientos.

Retornando al gráfico de evolución de presencia de micelio (Figura 16), y teniendo en cuenta lo previamente probado por la prueba de Friedman, se determina que los mejores tratamientos podrían considerarse los tratamientos B, C y D, dado que para árboles con alto grado de severidad de presencia de micelio inicial (4 y 5) dichos tratamientos presentan los menores promedios finales y se consideran similares estadísticamente.

Considerando el aspecto económico, práctico (ya que no requiere de muchas aplicaciones) y que los tres tratamientos son estadísticamente similares, se recomienda la aplicación de cal (C) como control curativo para los árboles con severidad 4 y 5 de severidad de presencia de micelio y como control preventivo en árboles sanos.

Es importante mencionar que estos tratamientos podrían tener mejores resultados para árboles con grados iniciales de severidad de presencia de micelio menores (1, 2 y 3).

Observando los resultados gráficos de las variables analizadas se podría deducir que quizás la graduación de la severidad debió ser diferente para cada signo y síntoma ya que en algunos casos no permitió observar con claridad la manifestación de la enfermedad y quizás esto no permita analizar con determinación el efecto de los tratamientos. Por otro lado en este caso no se presentó de manera pronunciada la manifestación de algunos síntomas propios de esta enfermedad como la marchitez de copa por lo que, por más que hubiera tenido otra graduación, no sería un indicador claro de la evolución de la enfermedad en el árbol, por ello se hizo énfasis en el signo mismo (observación de la presencia del patógeno).

Cabe resaltar que durante el período de evaluación ninguno de los individuos evaluados murió.

#### **4.6 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA SEVERIDAD DE LOS SINTOMAS Y SIGNO DE ACUERDO AL EFECTO PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS AL AÑO**

Debido a que se tuvo la oportunidad de realizar una evaluación un año después del primer establecimiento de los tratamientos, a continuación se presenta a modo de información referencial el efecto de los tratamientos en un mayor tiempo en condiciones climáticas similares al inicio del experimento (época lluviosa) y su posible efecto residual (efecto en el tiempo sin aplicaciones adicionales).

Es importante mencionar que esta información no fue considerada para determinar el efecto control de la enfermedad por parte de los tratamientos. Por ello el análisis estadístico se realizó únicamente con la información recabada en los 6 primeros meses.

#### 4.6.1 PRESENCIA DE MICELIO

Se observa que los tratamientos con mejores resultados en enero 2011 son el fungicida Alto (A) y la cal (C). Así mismo se observa mejorías en el tratamiento con fertilizante orgánico (D). Por otro lado se observa que el método biológico con *T. viride* (B) presentó un estancamiento, de ello puede deducirse que es un tratamiento más sensible que hubiese requerido una continuidad de aplicaciones. Por el contrario, los métodos A y C siguieron haciendo efecto después de 6 meses del período de aplicaciones y obtuvieron resultados óptimos, disminuyendo en más de un grado la severidad de la presencia de micelio. Además se aprecia que el Testigo (E) también presentó mejorías en el transcurso de tiempo, aunque menores que los otros tratamientos, ello sugiere una recuperación espontánea, posiblemente influenciada por el clima o por la adquisición de resistencia del árbol.

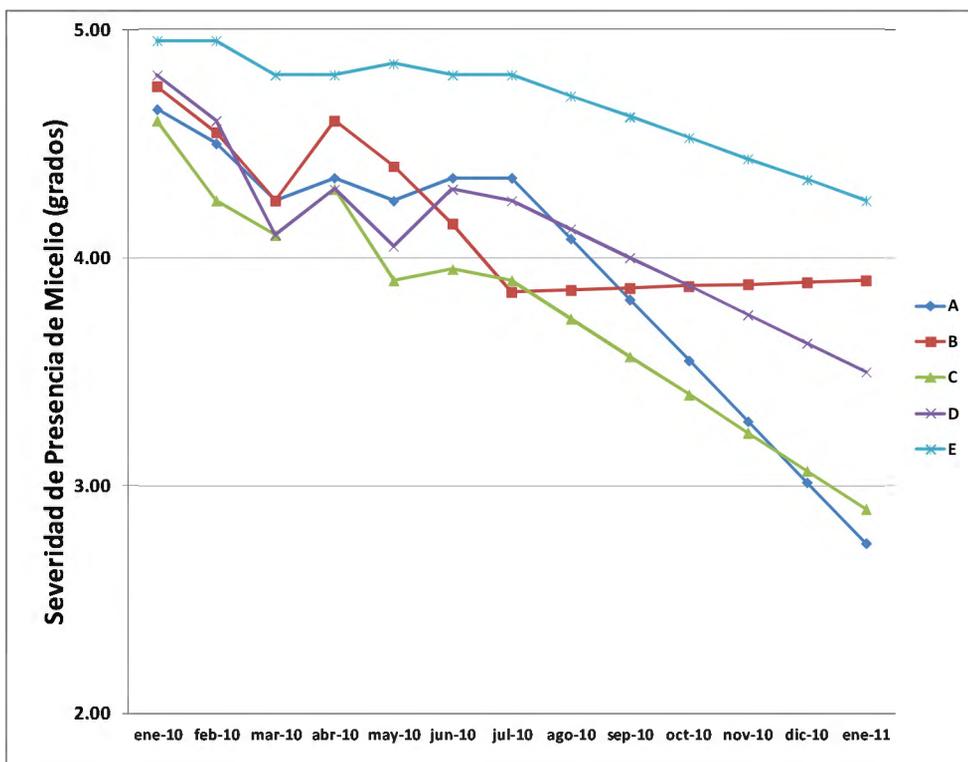
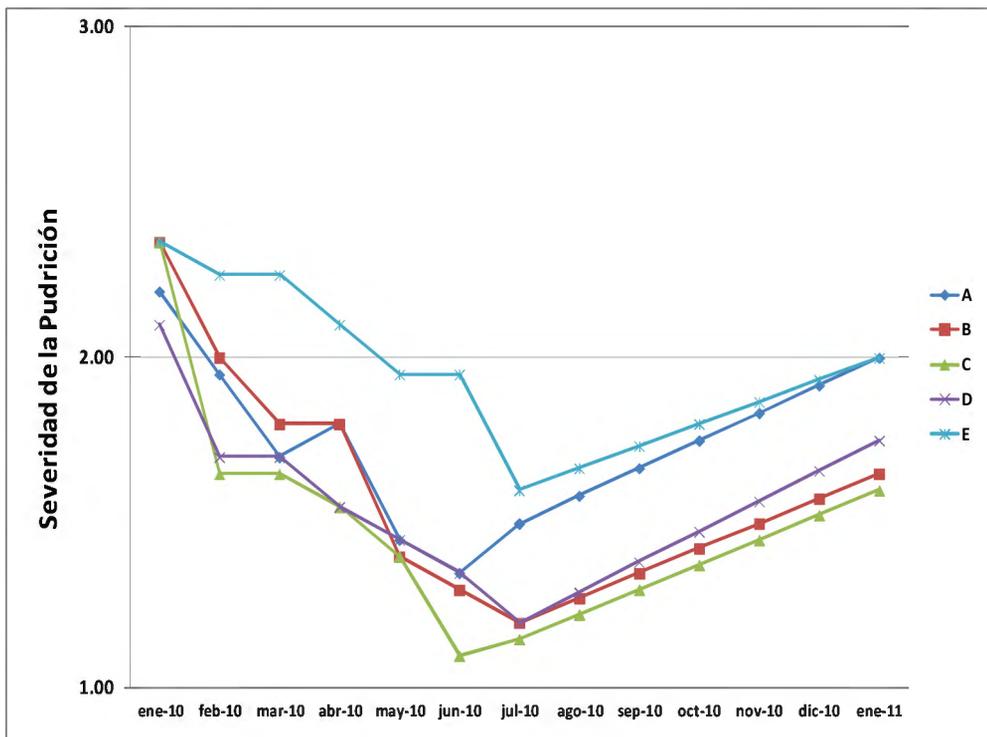


Figura 26 Evolución de la presencia de micelio según tratamiento al año

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

#### 4.6.2 PUDRICIÓN BLANCA

El gráfico indica que existe una relación entre el grado de pudrición y la época del año, disminuyendo en época seca y aumentando en época lluviosa. Sin embargo se percibe que, por más que el grado de pudrición haya aumentado nuevamente para enero 2011, alcanza valores inferiores a los de enero 2010, esto podría deberse a que los tratamientos han surgido efecto mitigando la pudrición en los individuos experimentales más afectados, sin embargo el testigo (E) también presenta un valor promedio menor en enero 2011 en comparación a enero 2010, por lo que se podría deducir que este fenómeno ocurre por las condiciones ambientales del sitio. Es posible que las precipitaciones y la humedad en enero 2011, hayan sido inferiores a las de enero 2010.

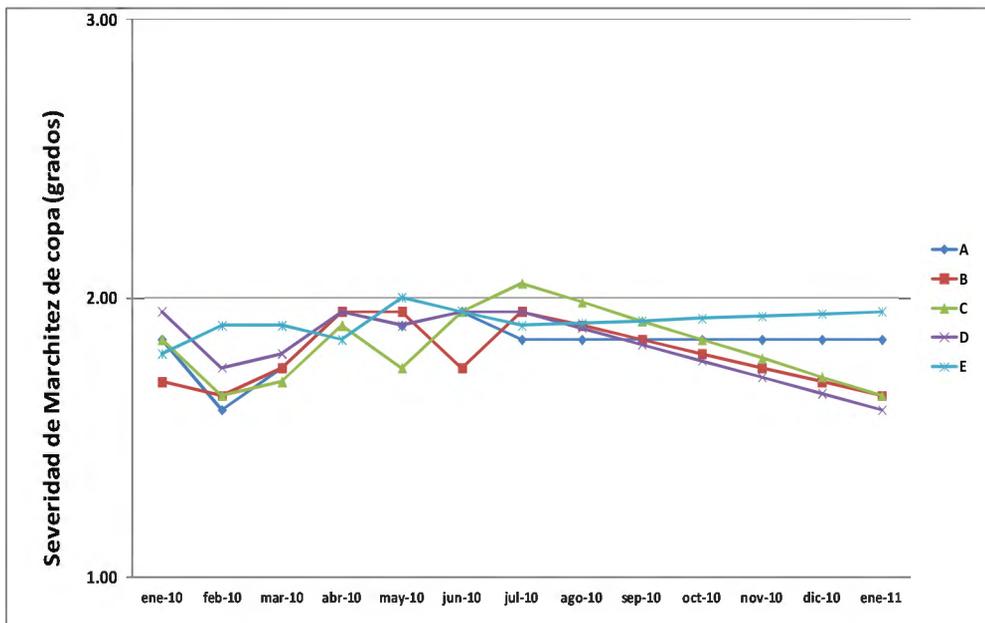


**Figura 27** Evolución de la pudrición blanca según tratamiento al año

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

### 4.6.3 MARCHITEZ DE COPA

El gráfico muestra que no existe una tendencia determinada con respecto a la evolución de la marchitez de las copas al año de observación. Además se observa una tendencia de disminución en todos los tratamientos después de un año, con excepción de los tratamientos testigo (E) y el fungicida Alto (A) que son los más afectados por la marchitez. Por otro lado el tratamiento con fertilizante orgánico (D) presenta mejores resultados en la disminución de la marchitez, seguido muy de cerca por los tratamientos con *T. viride* (B) y cal (C).



**Figura 28** Evolución de la marchitez de copa según tratamiento al año

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

#### 4.6.4 ALTURA DE MICELIO

En la Figura 29 se observa que el incremento de altura del micelio en el fuste se produce ligeramente en los primeros meses evaluados, luego esta altura se mantiene constante con leves aumentos poco significativos a lo largo de año. Apparently el tratamiento testigo (E), es el que presenta mayor aumento de la altura de micelio, lo que podría indicar que al no aplicarse ningún tratamiento, no se controló la expansión vertical del micelio en el fuste. Por otro lado, el tratamiento de encalado (C), parece ser el que obtuvo mejores resultados.

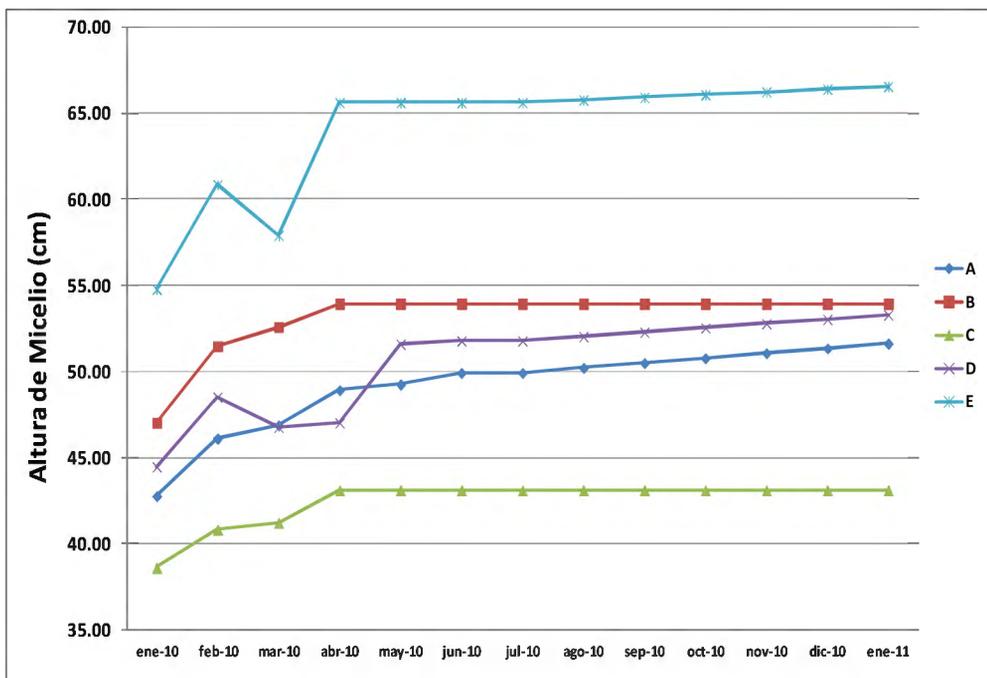
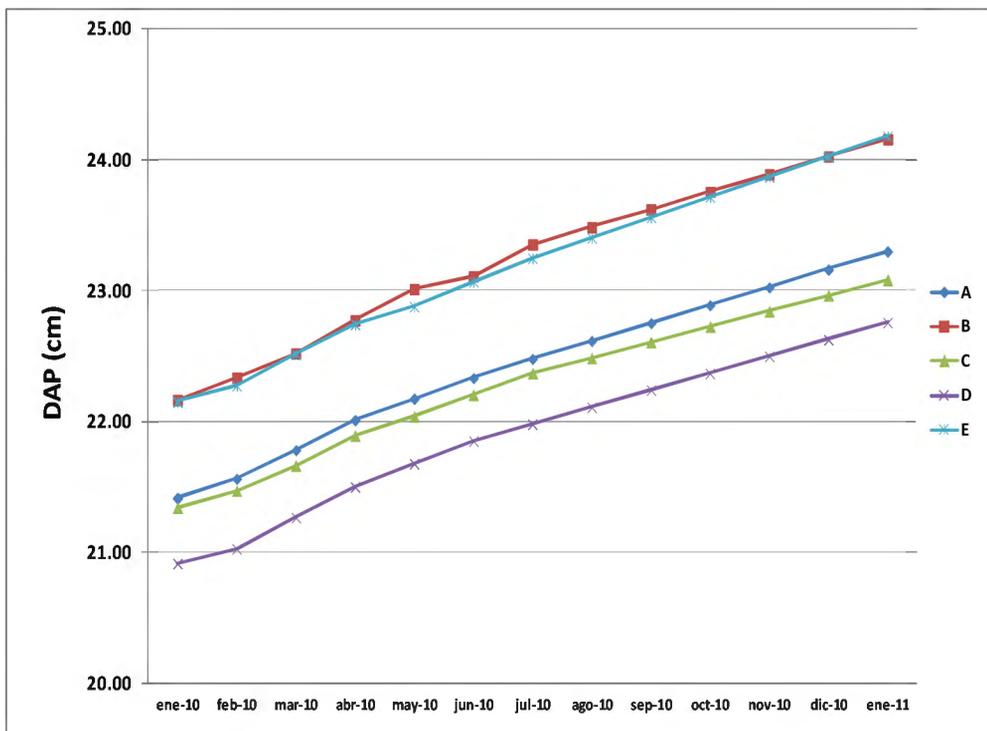


Figura 29 Evolución de la altura de micelio según tratamiento al año.

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

#### 4.6.5 DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO

Se observa en la Figura 30 que en todos los tratamientos se ha generado una tendencia similar en el engrose de los árboles ya que todas las líneas se muestran paralelas. Inclusive el testigo (E) presentó un crecimiento similar que los otros tratamientos lo que podría indicar que los tratamientos no han afectado significativamente el crecimiento diametral de los árboles.



**Figura 30** Evolución del DAP según tratamiento al año.

(Leyenda: A.- Fung. Alto; B.- *T. viride*; C.- Cal; D.- Fosac; E.- Testigo. Elaboración propia)

## 5. CONCLUSIONES

- La variable presencia de micelio es el mejor indicador para medir el efecto de los tratamientos en la “muerte regresiva” del *E. grandis*. Mientras que la pudrición blanca y la marchitez de copa fueron síntomas que no reflejaron claramente el efecto de los tratamientos.
- El avance vertical de micelio cesó en la época seca.
- La muerte regresiva no detiene el crecimiento diametral en *E. grandis*, sin embargo no se puede afirmar que este incremento sea “regular” debido a que no se comparó con el crecimiento en una plantación sin presencia del patógeno. Por otro lado, no hay diferencias en el incremento diametral en función al tratamiento aplicado.
- Los métodos más efectivos para el control de la severidad de presencia de micelio de los árboles de *E. grandis* a los seis meses de aplicación son el tratamiento con *T. viride* (B), el encalado (C) y el fertilizante orgánico (D).

## 6. RECOMENDACIONES

- Replicar el experimento probando:
  - o Diferentes especies de Eucalipto de la zona de estudio para determinar sus resistencias a la enfermedad ya que el uso de variedades resistentes es el método de control más económico y seguro.
  - o La efectividad de los tratamientos en árboles con severidad inicial 1, 2 y 3.
  - o Diferentes grados de severidad según cada síntoma y signo.
  - o Diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación de los tratamientos probados en esta investigación.
  - o Nuevos métodos que puedan mitigar la enfermedad de manera más efectiva (Micorrizas Arbusculares, fertilizaciones oportunas de Boro, Potasio y Fósforo, *Trichoderma harzanium*, etc.).
  - o Aplicaciones y evaluaciones constantes en un período de un año o más, analizando la época seca y lluviosa.
- Al instalar plantaciones, aplicar las fertilizaciones y realizar los raleos de manera oportuna. Así mismo, evitar áreas pedregosas y cavar zanjas si el terreno lo requiere.
- Analizar muestras de madera de árboles afectados para determinar grado de daño del patógeno sobre la madera en cuanto a sus propiedades físico mecánicas.
- Comparar DAP de plantación sana y enferma, para determinar si, existe influencia significativa del patógeno en el crecimiento de *E. grandis*.
- Para plantaciones de *E. grandis* que muestren los primeros signos y síntomas de la enfermedad “muerte regresiva”, aplicar el método de encalado por ser el más económico y practico de aplicar.

## *BIBLIOGRAFÍA*

**Agríos, G.** 2007. Fitopatología. Editorial Limusa S.A. de C.V. Séptima reimpresión de la segunda edición. México D.F. México. p 203.

**Aguín, O.** 2001. Detección, identificación y control de *Armillaria mellea* en vid. (en línea). Universidad Santiago de Compostela. España. Consultado en noviembre 2009.

Disponible en:

[http://www.cibernetia.com/tesis\\_es/CIENCIAS\\_AGRARIAS/FITOPATOLOGIA\\_AGRICOLA/HONGOS/1](http://www.cibernetia.com/tesis_es/CIENCIAS_AGRARIAS/FITOPATOLOGIA_AGRICOLA/HONGOS/1)

**Aguín, O. Sainz, M. J. Pintos, C. Mansilla, J. P.** 2002. Vida Rural. Posibilidad de control de *Armillaria mellea* en vid. España. 42 p.

**Blanco, M.A.** 1995. Cap. 29 Micosis vascular. In Patología Forestal. Sociedad Española de Patología. España.

**Carrero, J y Planes, S.** 2008. Plagas del campo. Madrid, España. 39 p.

**Ciesla, W. M., Cadahía D. y Robredo F.** 1976. La detección de plagas de insectos y enfermedades forestales. Servicio de Defensa contra plagas e inspección fitopatológica. Ministerio de Agricultura. Madrid. España. p 37-38.

**De Paula, W.** 1993. Impacto ambiental do Eucalipto. Sao Paulo, Brasil. 234 p.

**Diccionario Forestal.** 2005. Sociedad Española de Ciencias Forestales. España. p. 883- 884.

**Encalado de suelos.** 2011. Encalado de suelos. (en línea). Argentina. Consultado en octubre 2011. Disponible en: <http://globalcesped.org/index.php/noticias-mainmenu-2/los-suelos/714-encalado-de-suelos>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación).**1981. El Eucalipto en la repoblación forestal. Roma, Italia. 54 p.

**FONDEBOSQUE.** 2007. Instalación y manejo de plantaciones forestales de alta productividad en la Selva Central del Perú. Oxapampa, Perú. 51 p.

**FOSAC.** 2009. Ficha técnica producto Alto. (en línea). Consultado en diciembre 2009. Disponible en: <http://fosacperu.blogspot.com/>

**Geilfus, F.** 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Principios y técnicas. Turrialba, Costa Rica. 579 p.

**Harman y Kubicek.** 1998. Trichoderma and gliocladium: Basic biology, taxonomy and genetics. Londres, Inglaterra. 393p.

**Javier A.** 1998. Fungicidas y enmiendas orgánicas en el control de Phytophthora spp. en limonero Citrus aurantifolia (L) Swingle injertado sobre Citrus Jambhiri Lush, bajo riego tecnificado. Tesis (Mg.Sc.).Escuela de Postgrado. Especialidad fitopatología. UNALM, Lima, PE. 157p.

**Malleux.** 1975. Mapa Forestal del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú, 161p.

- Mansilla, P. y Aguin, O.** 2003. Efecto del Ciproconazol en el control de *Armillaria mellea* en Vid. Fruticultura profesional. Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Santiago de Compostela. España. p 65-70.
- Manta, M.** 2004. “Prevención contra plagas, enfermedades e incendios forestales en macizos forestales de áreas degradadas”. Taller de Recuperación de Ecosistemas Degradados, organizado por la Gerencia de Conservación del Medio Ambiente y Recuperación de Ecosistemas Degradados de DEVIDA. Lima, Perú.
- Manta, M.** 2007. Guía de Prácticas del Curso de Protección Forestal. Departamento de Manejo Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNALM. Lima, PE.
- Meskimen, G. y Francis, J.** 1990. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. (en línea). USDA. Forest Service. Estados Unidos. Consultado en setiembre 2009. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Eucalyptusgrandis.pdf>
- Orozco, C. y Copete, A.** s.f. Las posibles causas del secamiento ascendente del *Eucalyptus globulus* en Navarro, Colombia.
- Oxapampa: ciudad geocéntrica y turística del Perú.** 2006. (en línea). Consultado en setiembre 2009. Disponible en: [www.oxapampaonline.com](http://www.oxapampaonline.com) .
- Philip, J. Keane, G. A. Kile, F. Podger, D.** 2000. Diseases and pathogens of eucalypts. Estados Unidos. 308p.
- Ruiz, N.** 2010. Análisis etiológico de la “muerte regresiva” del *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y *Eucalyptus grandis* x *urophylla* en Oxapampa, Pasco. Tesis (Ing. Forestal), UNALM. Lima, PE. 147p.

**SENASA.** 2007. Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal. Dirección de Sanidad Vegetal. Manual de Procedimiento de toma de muestras de Hongos, Chromistas, Bacterias y Virus.

**SENASA.** s/f. Hongos Antagonistas. Subdirección de Control Biológico. Lima, Perú.

**SENASA.** 2008. Informe de ensayo N°11049-2008-AG-SENASA-OCDP-UCDSV. Lima, Perú.

**SENASA.** 2009. Informe de ensayo N°10032-2009-AG-SENASA-OCDP-UCDSV. Lima, Perú.

**Sinclair, W. Lyon, H. Johnson, W.** 1987. Diseases of trees and shrubs. Cornell University. Nueva York, Estados Unidos. p 308.

**Smith, I. y Smith, D.** 2003. Armillaria root rot: a disease of native and introduced trees. Revista Forest Factsheet. Victoria, Australia. p 1-3.

**SYNGENTA.** 2010. Ficha técnica Alto 100 SL. (en línea). Chile. Consultado en enero 2010.

Disponible en:

[http://www.syngenta.com.mx/Data/Sites/1/agroquimicos\\_productos/fungicidas/alto\\_100/alto\\_ficha\\_tecnica.pdf](http://www.syngenta.com.mx/Data/Sites/1/agroquimicos_productos/fungicidas/alto_100/alto_ficha_tecnica.pdf)

**Torres, C.** 2010. Análisis del patógeno de la “muerte regresiva” en el Eucalipto en Oxapampa (entrevista). SENASA. Lima, Perú. (E-mail: ctores@senasa.gob.pe).

**Torres, C.** 2008. Prospección de Plagas Forestales en Oxapampa, Pasco. Informe Técnico N° 04 – 2008 – AG – SENASA – DSV – SARVF/CTL. Lima, Perú.

**Torres, J.** 2003. Patología Forestal. Principales enfermedades de nuestras especies forestales. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. p 216.

**Williams, R.E.** 1989. Armillaria root disease. Forest Insect and Disease Leaflet. U.S. Department of Agriculture Forest Service. Estados Unidos. p 1-6.

**Zanni, E.** 2008. Patología de la madera. Degradación y rehabilitación de estructuras de madera. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. p 104, 105, 111.

# ANEXO 1

## ANÁLISIS DEL PATÓGENO (SENASA 2008)



SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA  
CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL

Ministerio de Agricultura

**SENASA**  
Servicio Nacional de Sanidad Agraria  
**PERU**

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - Perú

Teléfono directo: 313-3303

Central telefónica 313-3300 Anexos: 1400 - 1401

Pag. Web: www.senasa.gob.pe

Pag. 1 de 1

### INFORME DE ENSAYO N° 11049 - 2008 - AG-SENASA-OCDP-UCDSV

<b>1. Información del solicitante:</b>		<b>N° de Solicitud: 11398 - 2008</b>
Nombre: SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA		
Dirección: AV. LA MOLINA 1915 - LA MOLINA - La Molina / Lima / Lima		
<b>2. Información de la Actividad</b>		
Componente: Vigilancia Fitosanitaria 2007-2011		
Producto: Notificación de ocurrencia de plagas, verificadas		
<b>3. Fecha de Recepción de la muestra:</b>	<b>Procedencia de la muestra:</b>	<b>País:</b>
01/04/2008 00:00	Oxapampa / Oxapampa / Pasco	PERU
<b>4. Cultivo:</b>		
Nombre Científico: <i>Eucalyptus grandis</i>		
Nombre Común: Eucalipto		
Cultivar:		
<b>5. Resultado por Método de Ensayo:</b>		

<b>MICROLOGIA</b>	<b>Código Muestra:</b> 200811398010001	<b>Tipo:</b> RAIZ	<b>Cantidad:</b> 3Kg
-------------------	--	-------------------	----------------------

**MET-UCDSV/Mic-002** DIAGNÓSTICO DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN PARTES SUBTERRÁNEAS DE LAS PLANTAS

Fecha de Recepción: 01/04/2008 Fecha de Término: 14/04/2008

N°	Resultado	Información
1	Positivo a la presencia de	<i>Fythium sp</i>

**MET-UCDSV/Mic-003** DIAGNÓSTICO DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN PARTES ÁREAS DE LAS PLANTAS

Fecha de Recepción: 01/04/2008 Fecha de Término: 14/04/2008

N°	Resultado	Información
1	Positivo a la presencia de	<i>Pestalotiopsis sp</i>
2	Positivo a la presencia de	<i>Armillaria sp</i>

N° de Informe  
!200811049!

N° de Solicitud  
!200811398!

<b>6. Muestreo:</b> No Aplica	
<b>7. Información adicional:</b>	
<b>Lugar y Fecha:</b>	
La Molina, 14 de Abril del 2008	
<b>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</b>	

REG-UCDSV-003 del PRO-UCDSV-003, vigente.

NOTA: El Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal sólo es responsable por los resultados emitidos de la muestra indicada en el punto 4 del presente Informe

Fecha y Hora:  
11/01/2010 14:07

# ANEXO 2

## ANÁLISIS DEL PATÓGENO (SENASA 2009)



MINISTERIO DE AGRICULTURA

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA  
**CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL**  
 Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - Perú  
 Teléfono directo: 313- 3303  
 Central telefónica 313- 3300 Anexos: 1400 - 1401  
 Pag. Web: www.senasa.gob.pe

Ministerio de Agricultura  
**SENASA**  
 Servicio Nacional de Sanidad Agraria  
**PERU**

Pag. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 10032 - 2009 - AG-SENASA-OCDP-UCDSV		
<b>1. Información del solicitante:</b>		<b>N° de Solicitud: 15045 - 2008</b>
Nombre: SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA		
Dirección: AV. LA MOLINA 1915 - LA MOLINA - La Molina / Lima / Lima		
<b>2. Información de la Actividad</b>		
Componente: Vigilancia Fitosanitaria 2007-2011		
Producto: Notificación de ocurrencia de plagas, verificadas		
<b>3. Fecha de Recepción de la muestra:</b>	<b>Procedencia de la muestra:</b>	<b>País:</b>
05/12/2008 14:12	Huancabamba / Oxapampa / Pasco	PERU
<b>4. Cultivo:</b>		
Nombre Científico: <i>Eucalyptus sp</i>		Cultivar: EUCALIPTO
Nombre Común: Eucalipto		

**5. Resultado por Método de Ensayo:**

MICOLOGIA	Código Muestra: 200815045010001	Tipo: OTRAS MUESTRAS	Cantidad: 135g
-----------	---------------------------------	----------------------	----------------

MIET-UCDSV/Me-003 DIAGNÓSTICO DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN PARTES ÁREAS DE LAS PLANTAS

Fecha de Recepción: 05/12/2008      Fecha de Término: 05/01/2009

N°	Resultado	Información
1	Positivo a la presencia de	<i>Armillaria sp</i>
2	Positivo a la presencia de	<i>Rhizoctonia sp</i>
3	Positivo a la presencia de	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>

N° de Informe 12009100321	<b>6. Muestreo:</b> No Aplica						
	<b>7. Información adicional:</b>						
N° de Solicitud 12008150451	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Lugar y Fecha:</b></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">La Molina, 06 de Enero del 2009</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;"><b>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</b></td> </tr> </table>	<b>Lugar y Fecha:</b>		La Molina, 06 de Enero del 2009			<b>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</b>
<b>Lugar y Fecha:</b>							
La Molina, 06 de Enero del 2009							
	<b>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</b>						

REG-UCDSV-003 del PRO-UCDSV-003, vigente.  
 NOTA: El Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal está en responsabilidad por los resultados emitidos de la muestra indicada en el punto 4 del presente Informe.  
 Fecha y Hora:  
 11/01/2010 14:08

## ANEXO 3

### ANÁLISIS MOLECULAR DEL PATÓGENO (UNIV. BERKELEY 2011)

#### Muestra 1

Sample\_49\_5  
Basidiomycota sp.

TAGAGGAAGTAAAAGTCGTAACAAGGTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTAGCGAAGC  
TCGGTTCGTCTTGTCCTGTTCTGATGCTGCCCGCGAGGGGATGTGCTCGTCTGGCTTGAYGTCCCT  
TCACTATTCCACCCCACTGTGAACCAAGCGTGTGGAACGAGGGAGAGATCCCGAGGTCCGCATGC  
AAACATAACAACATACCCCATATCAGTCTCAGAATGTACCTTGCGTTAACTCGCACAAATATAACTT  
TCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAAATGCGATAAGTAATGTGA  
ATTGCAGAAATTCAGTGAATCATCGAACTTTGAACGCACCTTGCGCCCTTGGCATTCCGAGGGGC  
ACGCCTGTTGAGTGTGCTGAACTCCTCCACCCCTATCTTTTTCGAAAAGGCATTGGGCTGGGATTT  
GGGAGCTTGCGGGTCCCTGGYCGATCCGCTCTCCTTGAATACATTAGCAGAGCCCCTGCGGCCTCG  
GTGTGATAGTATCTACGCCTTGGCTTAGCGCATATAGTGGGCACAGCTTCTAACCGTCTCGCAAGG  
GACAACGACTACCAACTTGACCTCGAATCAGGCGGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCATA

#### Muestra 2

Sample\_49\_6  
Trichoderma viride/ Hypocrea rufa

CGCCCCGGGTGCGTTCGAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTTCTG  
TAGTCCCCTCGCGGACGTTATTTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAAACTTTCAA  
CAACGGATCTCTTGGTTCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAAATGCGATAAGTAATGTGAATTG  
CAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGC  
CTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGACTTCGGGAACCC  
CTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCATGCGCAGTAGT  
TTGCACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGGTCCAAGTCCGTAACACCCCAACTTCTGAAATGTT  
GACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATA

# ANEXO 4

## ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARCELA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante : ANDREA CASTAGNOLA MONTOYA  
Departamento : PASCO Provincia : OXAPAMPA  
Distrito : OXAPAMPA Predio :  
Referencia : H.R. 24250-055C-09 Bolt: 6262 Fecha : 06-10-09

Número de Muestra Lab	Campo	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiabilidades					Suma de Cationes	Suma de Sat. De Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
9228	-	5.23	0.06	0.00	2.12	7.3	116	74	20	6	Fr.A.	8.32	5.90	1.28	0.48	0.36	0.30	8.32	8.02	96

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe del Laboratorio

Av. La Universidad s/n. La Molina. Campus UNALM - Telfs 349 5669 349 5647 Anexo 222 Telefax 349 5622 e-mail lab suelo@lamolina.edu.pe

### MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo. % de arena, limo y arcilla, método del hidrómetro.
2. Salinidad medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en agua de suelo (agua 1:1) o en el extracto de la pasta de saturación (es).
3. pH medida en el potenciómetro de una suspensión suelo-agua relación 1:1 o en suspensión suelo-KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcio total: Códici método gaso-volumétrico utilizando un catómetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio (%M.O. = %C x 1.724)
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado: extracción con NaHCO<sub>3</sub>-0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>) N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) - saturación con acetato de amonio CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> N, pH 7.0
10. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiabilidades reemplazamiento con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>) N, pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y o absorción atómica
11. Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup> método de Yuan Extracción con KCl N
12. Iones solubles:
  - a) Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> solubles: fotometría de llama y o absorción atómica.
  - b) Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> solubles: volumetría y colorimetría. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> turbidimetría con color de Barfo.
  - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curramina.
  - d) Yeso soluble: utilización con agua y precipitación con acetona.

#### Equivalencias:

- 1 ppm = 1 mg/kg ogramo
- 1 milimho (mmho/cm) = 1 decSiemens, metro
- 1 miliequivalente = 100 g = 1 cmol(+) kg
- Suma de solubles totales (TDS) en ppm o mg/kg = 640 \* CE es
- CE (1:1) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm

### TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación del Suelo	CE(es)	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo <2.0	<7.0	<100	*Norma	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2-4	*medio 2-4	7.0 - 14.0	100 - 240	*detc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4-8	*alto >4.0	>14.0	>240	*detc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8				*detc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A = arena	Fr Ar A = franco arcillo arenoso	Fr Ar = franco arcilloso	Fr Ar L = franco arcillo limoso	Ca <sup>2+</sup>	
*fuertemente ácido	<5.5	A.Pr = arena franca				=	60 - 75
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr = franco arenoso				=	15 - 20
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr = franco				=	3 - 7
*neutro	7.0	Fr L = franco limoso	Ar L = arcillo limoso			=	<15
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L = limoso	Ar = arcilloso				
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4						

## ANEXO 5

### FORMATO DE EVALUACIÓN

**Tratamiento:**

Nº de árbol	Presencia de Micelio *	Altura de micelio (cm)	Marchitez copa *	Pudrición *	DAP (cm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

#### LEYENDA

Grados	Descripción
1	No presenta
2	Presenta un nivel bajo entre 1 y 25%
3	Presenta un nivel medio bajo entre 26 y 50%
4	Presenta un nivel medio alto entre 51 y 75%
5	Presenta un nivel alto entre 76 y 100%

Fuente: Elaboración propia

# ANEXO 6

## EVALUACIÓN 1 (ENERO 2010)

**Tratamiento A** Químico Alto

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	4	3	2	25.8	53
2	8	5	3	2	27.6	53
3	24	4	2	1	22.1	32
4	32	5	2	2	24.5	44
5	117	4	2	2	24.0	45
6	138	4	2	2	15.4	19
7	150	4	2	2	16.3	19
8	167	4	1	2	21.0	46
9	188	4	2	2	19.8	21
10	203	5	2	2	20.5	29
11	248	5	2	1	22.0	33
12	308	5	1	2	18.5	70
13	312	5	3	1	18.9	40
14	318	5	3	2	22.4	68
15	320	5	3	2	21.2	60
16	341	5	2	2	21.9	42
17	343	5	2	2	18.8	48
18	398	5	3	2	24.9	62
19	418	5	2	2	24.3	30
20	450	5	2	2	18.5	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	62	5	2	2	24.0	44
2	64	5	2	1	16.8	28
3	69	5	3	1	22.8	50
4	78	5	2	1	27.8	57
5	92	5	2	1	20.8	27
6	134	4	3	2	26.5	49
7	169	4	2	2	20.4	23
8	215	4	2	2	20.1	52
9	226	5	3	2	21.7	61
10	236	5	2	2	15.6	38
11	244	5	3	1	18.7	31
12	246	5	3	1	21.0	44
13	255	5	2	2	22.6	28
14	257	4	2	2	22.8	38
15	277	4	2	2	25.8	45
16	301	5	3	2	24.2	103
17	355	5	3	2	20.4	34
18	376	5	2	2	25.8	84
19	377	5	2	2	25.6	62
20	452	5	2	2	19.9	43

**Tratamiento C** Cal

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	5	3	2	25.1	42
2	55	4	3	2	24.5	37
3	156	4	1	2	21.8	25
4	165	4	1	1	18.0	21
5	169	4	2	2	16.8	28
6	173	4	2	2	20.8	13
7	187	4	2	2	22.4	21
8	208	4	1	2	26.6	56
9	229	5	3	1	22.1	40
10	249	5	4	2	21.2	41
11	260	5	2	2	20.9	45
12	280	5	3	2	19.0	35
13	285	4	2	2	18.9	43
14	365	5	2	2	22.7	51
15	369	5	2	2	17.7	25
16	389	5	3	2	21.6	47
17	404	5	3	2	20.7	44
18	425	5	4	2	23.9	50
19	443	5	2	1	24.5	73
20	463	5	2	2	17.7	36

**Tratamiento D** Fosac

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	5	2	2	25.1	26
2	51	4	2	2	25.6	38
3	61	5	3	2	22.8	59
4	71	5	1	2	18.8	33
5	89	4	2	2	20.0	21
6	120	5	2	2	19.5	25
7	142	4	2	2	17.1	57
8	144	5	2	2	21.6	28
9	167	5	2	2	18.4	37
10	183	4	2	2	19.1	43
11	290	5	2	2	16.9	41
12	303	5	2	2	23.6	73
13	310	5	2	2	16.9	29
14	316	5	3	2	22.4	39
15	337	5	2	2	19.6	47
16	361	5	2	2	18.7	70
17	385	5	2	2	24.2	71
18	428	5	3	2	22.0	74
19	431	5	2	1	21.5	47
20	438	5	2	2	24.6	32

**Tratamiento E** Testigo

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	2	2	24.9	85
2	21	5	2	2	24.0	69
3	38	5	2	1	21.9	30
4	87	5	3	2	18.9	63
5	88	4	2	2	27.0	26
6	94	5	3	2	19.8	90
7	95	5	2	2	28.8	80
8	105	5	3	1	26.9	61
9	118	5	3	1	21.0	80
10	148	5	2	2	19.7	27
11	176	5	3	2	19.7	30
12	240	5	2	2	24.7	40
13	273	5	2	2	20.5	72
14	293	5	2	2	22.0	48
15	346	5	3	2	22.2	58
16	350	5	3	1	19.2	44
17	363	5	2	2	19.0	36
18	367	5	2	2	23.6	31
19	435	5	2	2	19.6	73
20	436	5	2	2	19.5	53

## EVALUACIÓN 2 (FEBRERO 2010)

**Tratamiento A** Químico Alto

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	4	3	2	25.9	56
2	8	5	3	2	27.9	56
3	24	4	2	2	22.4	32
4	32	5	3	2	24.7	44
5	117	4	2	2	24.3	52
6	138	4	2	1	15.5	19
7	150	4	1	1	16.4	24
8	197	4	1	2	21.0	55
9	198	4	1	1	19.8	21
10	203	5	2	2	20.8	56
11	248	5	2	1	22.3	33
12	308	5	2	2	18.6	71
13	312	5	2	1	19.1	42
14	318	4	3	1	22.6	68
15	320	5	2	2	21.3	63
16	341	5	2	1	22.0	44
17	343	5	1	1	18.9	51
18	398	5	3	2	26.2	64
19	418	4	1	2	24.3	30
20	450	4	1	2	18.5	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	62	5	2	2	24.0	67
2	64	5	2	1	16.9	31
3	69	5	3	1	22.9	50
4	78	4	3	1	28.1	60
5	92	4	2	1	20.8	34
6	134	4	2	2	26.7	57
7	189	4	2	2	20.6	23
8	215	4	2	2	20.3	52
9	232	4	3	1	22.2	61
10	236	5	1	2	15.5	38
11	244	5	3	1	18.8	38
12	246	5	3	1	21.3	46
13	255	5	2	2	22.7	33
14	257	4	1	2	23.2	38
15	277	4	1	2	26.0	45
16	301	5	3	2	24.4	130
17	355	5	2	2	20.6	34
18	376	5	1	2	26.0	88
19	377	5	1	2	25.6	62
20	452	4	1	2	20.0	43

**Tratamiento C** Cal

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	4	3	2	25.5	46
2	55	3	3	2	24.8	51
3	156	4	1	2	22.0	38
4	165	4	1	1	18.2	21
5	169	4	1	1	16.9	29
6	173	4	2	2	20.9	13
7	187	4	1	1	22.7	21
8	208	5	2	2	27.0	75
9	229	4	2	1	22.1	40
10	249	5	2	2	21.3	41
11	260	5	1	2	21.0	45
12	280	5	2	2	19.2	38
13	285	3	1	2	18.9	43
14	365	4	1	2	22.8	61
15	389	5	1	1	17.8	25
16	389	5	1	2	21.6	47
17	404	5	2	2	20.7	44
18	425	4	3	1	23.9	50
19	443	4	1	1	24.5	73
20	463	4	2	2	18.0	36

**Tratamiento D** Fosac

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	5	2	2	25.1	31
2	51	5	2	2	25.8	38
3	61	4	3	2	23.0	61
4	71	3	1	2	18.9	36
5	89	4	2	2	20.1	21
6	120	5	2	2	19.5	29
7	142	3	1	1	17.3	57
8	144	5	2	2	21.9	45
9	167	5	2	1	18.5	46
10	183	5	1	2	19.3	47
11	290	5	1	2	17.0	41
12	303	5	2	2	23.6	80
13	310	5	2	2	17.1	37
14	316	5	3	2	22.6	39
15	337	5	1	1	19.7	50
16	361	4	2	2	18.7	70
17	385	4	1	2	24.4	87
18	428	5	2	2	22.1	74
19	431	5	1	1	21.5	50
20	438	5	1	1	24.7	32

**Tratamiento E** Testigo

Nº de árbol	Código	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	4	2	24.9	87
2	21	5	3	2	24.1	70
3	38	5	3	2	22.1	34
4	87	5	4	2	19.1	74
5	88	5	2	2	27.2	33
6	94	5	2	2	19.9	103
7	95	5	3	2	29.0	80
8	105	5	2	2	27.0	98
9	118	5	3	2	21.2	90
10	148	5	2	2	19.9	33
11	176	5	2	2	19.9	34
12	240	5	2	2	24.8	40
13	273	5	2	2	20.7	72
14	293	5	2	2	22.1	49
15	345	5	2	2	22.2	58
16	352	5	2	1	19.2	69
17	383	5	1	2	19.2	36
18	387	4	1	1	23.5	31
19	435	5	2	2	19.8	73
20	436	5	1	2	19.7	53

### EVALUACIÓN 3 (MARZO 2010)

**Tratamiento A** Químico Alto

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	4	2	2	26.3	71
2	8	5	3	2	28.4	56
3	24	3	1	1	22.6	32
4	32	5	2	1	25.1	44
5	117	3	2	2	24.5	52
6	138	3	2	1	15.6	19
7	150	3	1	2	16.6	24
8	197	4	1	2	21.2	56
9	198	4	1	1	19.8	21
10	203	4	2	2	20.9	56
11	248	5	2	1	22.5	33
12	308	5	1	2	18.9	71
13	312	5	1	2	19.3	42
14	318	4	3	2	22.8	68
15	320	5	1	2	21.5	63
16	341	5	2	2	22.2	44
17	343	5	2	2	19.0	51
18	398	5	3	2	25.2	64
19	418	4	1	2	24.5	30
20	450	4	1	2	18.6	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	62	5	2	2	24.1	67
2	64	5	2	1	17.0	31
3	69	4	2	1	23.1	50
4	78	4	2	1	28.4	60
5	92	3	2	1	20.9	34
6	134	3	2	2	26.9	62
7	189	4	2	2	20.7	23
8	215	4	2	2	20.4	52
9	232	4	2	1	22.2	61
10	236	5	1	2	15.6	40
11	244	5	2	2	19.0	42
12	246	5	3	2	21.5	46
13	255	5	1	2	22.9	33
14	257	4	1	2	23.4	38
15	277	4	2	2	26.3	45
16	301	4	2	2	24.6	141
17	355	4	1	2	20.8	34
18	376	5	2	2	26.3	88
19	377	5	2	2	25.9	62
20	452	3	1	2	20.2	43

**Tratamiento C** Cal

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	4	2	2	25.8	46
2	55	3	1	2	25.0	51
3	156	3	1	2	22.1	28
4	165	4	1	1	18.4	27
5	169	4	2	1	17.1	29
6	173	4	2	2	21.1	13
7	187	4	2	1	22.7	21
8	208	4	2	2	27.2	76
9	229	4	2	1	22.3	40
10	249	5	2	2	21.7	41
11	260	5	1	2	21.2	45
12	280	5	2	2	19.4	38
13	285	3	1	2	19.0	43
14	365	4	1	2	23.0	51
15	369	3	1	2	17.8	25
16	389	4	1	2	21.8	47
17	404	5	2	2	20.9	44
18	425	5	3	1	24.0	50
19	443	4	2	1	24.6	75
20	463	5	2	2	18.0	36

**Tratamiento D** Fosac

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	3	2	2	25.4	31
2	51	4	2	2	26.1	38
3	61	3	2	2	23.3	61
4	71	2	1	2	19.2	36
5	89	3	1	2	20.3	21
6	120	5	2	2	19.7	29
7	142	3	2	1	17.3	57
8	144	5	3	2	22.2	45
9	167	5	2	1	18.7	46
10	183	5	2	2	19.5	47
11	290	5	1	2	17.1	4
12	303	5	2	2	23.9	80
13	310	5	2	2	17.4	39
14	316	5	2	2	22.8	39
15	337	5	1	1	19.8	50
16	351	3	1	2	18.7	70
17	385	3	1	2	24.7	87
18	428	5	2	2	22.5	74
19	431	4	1	1	21.7	50
20	438	4	2	2	25.1	32

**Tratamiento E** Testigo

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	2	2	25.1	87
2	21	5	2	2	24.4	70
3	38	5	2	2	22.2	34
4	87	5	5	2	19.3	83
5	88	5	2	2	27.4	33
6	94	5	4	2	20.2	103
7	95	5	3	2	29.3	80
8	105	5	3	2	27.2	98
9	118	5	3	2	21.5	90
10	148	5	2	2	20.0	33
11	176	4	2	2	20.4	34
12	240	4	2	2	25.0	40
13	273	4	2	2	21.0	72
14	293	5	2	2	22.3	49
15	346	5	2	2	22.7	58
16	352	5	2	1	19.4	1.22
17	383	5	1	2	19.3	36
18	387	4	1	1	23.8	31
19	435	5	2	2	19.9	73
20	436	5	1	2	19.9	53

## EVALUACIÓN 4 (ABRIL 2010)

**Tratamiento A** Químico Alto

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	4	2	2	26.7	71
2	8	5	3	2	28.9	89
3	24	4	2	2	22.9	32
4	32	5	2	2	25.3	49
5	117	4	2	2	24.7	52
6	138	2	1	1	15.6	19
7	150	2	1	2	16.8	24
8	197	4	1	2	21.4	55
9	198	4	1	2	20.1	21
10	203	5	2	2	21.2	56
11	248	5	2	2	22.9	33
12	308	5	1	2	19.1	71
13	312	5	2	2	19.4	42
14	318	4	3	2	23.3	68
15	320	5	2	2	21.6	63
16	341	5	2	2	22.4	44
17	343	5	2	2	19.1	51
18	398	5	3	2	25.6	67
19	418	4	1	2	24.7	30
20	450	5	1	2	18.6	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	62	5	2	2	24.4	72
2	64	5	2	2	17.2	51
3	69	5	2	2	23.3	50
4	78	4	1	1	28.8	60
5	92	4	2	2	21.1	34
6	134	4	3	2	27.4	62
7	189	5	1	2	20.9	23
8	215	5	2	2	20.4	52
9	232	4	2	2	22.4	61
10	236	4	1	2	15.7	40
11	244	5	2	2	19.3	52
12	246	5	2	2	21.9	53
13	255	5	1	2	23.0	33
14	257	4	2	2	23.7	43
15	277	4	2	2	26.7	45
16	301	5	2	2	25.0	141
17	355	5	2	2	21.1	34
18	376	5	2	2	26.7	88
19	377	5	2	2	26.2	62
20	452	4	1	2	20.3	43

**Tratamiento C** Cal

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	4	2	2	26.2	46
2	55	5	2	2	25.4	51
3	156	3	1	2	22.4	28
4	165	4	1	2	18.6	27
5	169	4	1	1	17.2	29
6	173	3	1	2	21.4	13
7	187	3	1	2	23.1	21
8	208	5	2	2	27.4	77
9	229	4	1	1	22.6	40
10	249	5	2	2	22.0	41
11	260	5	1	2	21.5	45
12	280	5	2	2	19.7	38
13	285	5	2	2	19.2	43
14	365	5	1	2	23.2	51
15	369	3	1	2	17.8	26
16	389	3	1	2	22.1	47
17	404	5	2	2	21.1	44
18	425	5	3	2	24.2	50
19	443	5	2	2	24.7	111
20	463	5	2	2	18.1	36

**Tratamiento D** Fosac

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	4	2	2	25.7	31
2	51	4	2	2	26.5	38
3	61	4(3)	2	2	23.7	61
4	71	3	1	2	19.5	36
5	89	4	1	2	20.6	21
6	120	5	1	2	20.0	29
7	142	2	1	1	17.3	57
8	144	4	1	2	22.5	45
9	167	5	2	2	19.0	46
10	183	4	2	2	19.7	47
11	280	4	1	2	17.1	4
12	303	5	2	2	24.1	80
13	310	5	2	2	17.4	39
14	316	5	2	2	23.1	39
15	337	5	1	2	20.0	50
16	361	4	1	2	18.7	70
17	385	4	1	2	25.2	87
18	428	5	2	2	22.7	74
19	431	5	2	2	22.0	50
20	438	5	2	2	25.4	37

**Tratamiento E** Testigo

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	3	2	25.5	98
2	21	5	3	2	24.7	77
3	38	5	2	2	22.7	34
4	87	5	3	2	19.4	91
5	88	5	3	2	27.9	33
6	94	5	3	1	20.5	102
7	95	5	3	2	29.7	80
8	105	5	2	2	27.5	104
9	118	5	3	2	21.7	90
10	148	5	2	2	20.2	33
11	176	4	2	2	20.5	34
12	240	4	1	2	25.1	40
13	273	4	1	2	21.1	72
14	293	4	1	2	22.4	49
15	346	5	2	2	22.8	58
16	352	5	2	1	19.4	124
17	383	5	1	2	19.4	36
18	387	5	1	2	24.1	31
19	435	5	2	1	20.1	73
20	436	5	2	2	20.1	53

## EVALUACIÓN 5 (MAYO 2010)

**Tratamiento A** Químico Alto

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	4	2	2	26.8	77
2	8	5	3	2	29.1	89
3	24	4	3	2	23.2	32
4	32	5	2	2	25.6	63
5	117	4	2	2	25.1	52
6	138	2	1	2	15.6	19
7	150	2	1	2	16.9	24
8	197	4	1	2	21.6	55
9	198	3	1	2	20.4	21
10	203	5	2	2	21.5	56
11	248	5	1	2	23.0	33
12	308	5	1	2	19.2	71
13	312	4	1	2	19.5	42
14	318	4	1	2	23.3	68
15	320	5	1	1	21.8	63
16	341	5	1	2	22.5	44
17	343	5	1	1	19.2	51
18	398	5	2	2	25.7	67
19	418	4	1	2	24.8	30
20	450	5	1	2	18.7	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	62	5	2	2	24.5	72
2	64	5	2	2	17.2	51
3	69	5	2	2	23.5	50
4	78	4	1	2	29.1	60
5	92	4	1	2	21.1	34
6	134	3	1	2	27.7	62
7	189	4	1	2	21.2	23
8	215	5	1	2	20.7	52
9	232	3	2	2	22.6	61
10	236	4	1	1	15.7	40
11	244	5	1	2	19.5	52
12	246	5	1	2	22.3	53
13	255	5	1	2	23.2	33
14	257	3	1	2	23.8	43
15	277	4	2	2	26.9	45
16	301	5	1	2	26.3	141
17	355	5	1	2	21.3	34
18	376	5	2	2	26.9	88
19	377	5	2	2	26.3	62
20	452	4	2	2	20.5	43

**Tratamiento C** Cal

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	3	1	2	26.4	46
2	55	4	2	2	25.6	51
3	156	3	1	2	22.6	28
4	165	3	1	2	18.8	27
5	169	3	1	1	17.3	29
6	173	3	1	2	21.6	13
7	187	2	1	2	23.3	21
8	208	5	2	2	27.6	77
9	229	4	1	1	22.7	40
10	249	5	1	2	22.0	41
11	260	5	2	2	21.7	45
12	280	5	1	1	19.8	38
13	285	4	2	2	19.5	43
14	365	4	1	1	23.3	51
15	369	3	1	2	18.0	25
16	389	3	1	2	22.2	47
17	404	4	1	2	21.1	44
18	425	5	3	1	24.4	50
19	443	5	2	2	24.8	111
20	463	5	2	2	18.1	36

**Tratamiento D** Fosac

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	5	2	2	25.8	85
2	51	4	2	2	26.7	38
3	61	3	2	2	24.1	61
4	71	2	1	2	19.6	36
5	89	4	1	2	20.8	21
6	120	5	1	2	20.1	29
7	142	2	1	1	17.3	57
8	144	4	1	2	22.7	45
9	167	5	1	2	19.2	46
10	183	4	2	2	20.0	47
11	280	4	1	2	17.2	41
12	303	5	2	2	24.2	80
13	310	4	1	2	17.4	39
14	316	5	2	2	23.4	39
15	337	5	1	1	20.2	50
16	361	4	1	2	18.8	70
17	385	4	1	2	25.2	87
18	428	3	2	2	23.0	74
19	431	4	2	2	22.2	50
20	438	5	2	2	25.8	37

**Tratamiento E** Testigo

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	3	2	25.6	98
2	21	5	4	2	24.9	77
3	38	5	2	2	22.7	34
4	87	5	3	2	19.4	91
5	88	5	3	2	28.0	33
6	94	5	3	2	20.7	102
7	95	5	2	2	29.8	80
8	105	5	2	2	27.8	104
9	118	5	3	2	22.1	90
10	148	5	2	2	20.3	33
11	176	5	2	2	20.7	34
12	240	4	1	2	25.2	40
13	273	4	1	2	21.3	72
14	293	4	1	2	22.5	49
15	346	5	1	2	23.0	58
16	352	5	1	2	19.5	124
17	383	5	1	2	19.5	36
18	387	5	1	2	24.3	31
19	435	5	1	2	20.3	73
20	436	5	2	2	20.2	53

## EVALUACIÓN 6 (JUNIO 2010)

**Tratamiento A** Químico Alto

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	4	3	2	27.1	77
2	8	5	2	2	29.4	89
3	24	5	2	2	23.3	32
4	32	5	2	2	25.8	63
5	117	4	2	2	25.1	52
6	138	2	1	1	15.6	19
7	150	2	1	2	17.2	24
8	197	4	1	2	21.7	55
9	198	4	1	2	20.5	21
10	203	5	1	2	21.6	56
11	248	5	1	2	23.2	33
12	308	5	1	2	19.4	71
13	312	4	1	2	19.7	42
14	318	4	1	2	23.4	68
15	320	5	1	2	21.9	63
16	341	5	1	2	22.6	44
17	343	5	1	2	19.3	51
18	398	5	2	2	25.9	67
19	418	4	1	2	25.2	30
20	450	5	1	2	18.7	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	62	5	2	2	24.8	72
2	64	5	2	1	17.3	31
3	69	5	2	2	23.7	50
4	78	4	1	2	29.3	60
5	92	4	1	1	21.2	34
6	134	3	2	2	27.9	62
7	189	4	1	2	21.4	23
8	215	4	1	1	20.6	52
9	232	3	2	2	22.9	61
10	236	4	1	2	15.8	40
11	244	5	1	1	19.6	52
12	246	5	1	1	22.4	53
13	255	4	1	2	23.4	33
14	257	3	1	2	24.0	43
15	277	3	1	2	27.2	45
16	301	3	1	2	25.4	141
17	355	5	1	2	21.4	34
18	376	5	2	2	27.2	88
19	377	5	1	2	28.5	62
20	452	4	1	2	20.7	43

**Tratamiento C** Cal

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	3	1	2	26.9	46
2	55	4	2	2	25.7	51
3	156	3	1	2	22.6	28
4	165	4	1	2	18.9	27
5	169	3	1	1	17.5	29
6	173	3	1	2	21.8	13
7	187	3	1	2	23.5	21
8	208	5	1	2	27.9	77
9	229	4	1	2	22.9	40
10	249	5	1	2	22.3	41
11	260	5	1	2	21.9	45
12	280	5	1	2	20.0	38
13	285	3	1	2	19.5	43
14	365	4	1	2	23.5	51
15	369	3	1	2	18.0	25
16	389	3	1	2	22.4	47
17	404	4	1	2	21.2	44
18	425	5	2	2	24.4	50
19	443	5	1	2	24.8	111
20	463	5	1	2	18.2	36

**Tratamiento D** Fosac

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	5	3	2	26.2	89
2	51	4	2	2	26.9	38
3	61	4	2	2	24.0	61
4	71	2	1	2	19.8	36
5	89	4	1	2	20.8	21
6	120	5	1	2	20.3	29
7	142	2	1	2	17.3	57
8	144	4	1	2	22.9	45
9	157	5	1	2	19.5	46
10	183	5	2	2	20.2	47
11	280	4	1	2	17.3	41
12	303	5	2	2	24.4	80
13	310	5	1	2	17.5	39
14	316	5	1	2	23.6	39
15	337	5	1	2	20.4	50
16	351	4	1	2	18.8	70
17	385	4	1	2	25.6	87
18	428	4	2	1	23.3	74
19	431	5	1	2	22.4	50
20	438	5	1	2	25.8	37

**Tratamiento E** Testigo

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	3	2	25.8	98
2	21	5	3	2	25.1	77
3	38	5	2	2	23.0	34
4	87	5	3	2	19.5	91
5	88	5	3	2	28.2	33
6	94	5	3	2	20.8	102
7	95	5	3	2	30.0	80
8	105	5	3	2	28.0	104
9	118	5	3	2	22.2	90
10	148	5	2	2	20.4	33
11	176	5	1	2	20.9	34
12	240	3	1	2	25.3	40
13	273	4	1	2	21.5	72
14	293	4	2	2	22.6	49
15	346	5	1	2	23.0	58
16	352	5	1	2	19.6	124
17	383	5	1	2	19.7	36
18	387	5	1	2	24.6	31
19	435	5	1	1	20.5	73
20	436	5	1	2	20.4	53

## EVALUACIÓN 7 (JULIO 2010)

**Tratamiento A** Químico Alto

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	4	3	2	27.4	77
2	8	5	3	2	29.6	89
3	24	4	2	2	23.6	32
4	32	5	2	2	25.9	63
5	117	4	2	2	25.2	52
6	138	3	1	2	15.6	19
7	150	3	1	2	17.3	24
8	197	4	1	2	22.0	56
9	198	4	1	2	20.6	21
10	203	5	2	2	21.7	56
11	248	5	1	1	23.6	33
12	308	5	1	2	19.4	71
13	312	4	1	1	19.8	42
14	318	4	1	2	23.6	68
15	320	5	1	2	22.0	63
16	341	5	2	2	22.8	44
17	343	4	1	2	19.4	51
18	398	5	2	2	26.2	67
19	418	4	1	2	25.3	30
20	450	5	1	1	18.8	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	62	5	1	2	25.1	72
2	64	5	2	2	17.6	51
3	69	4	1	2	23.7	50
4	78	4	1	2	29.6	60
5	92	3	1	2	21.2	34
6	134	3	2	2	28.4	62
7	189	3	1	2	21.6	23
8	215	4	1	2	20.7	52
9	232	3	1	2	23.1	61
10	236	4	1	2	15.8	40
11	244	5	1	2	19.7	52
12	246	4	1	1	22.8	53
13	255	4	1	2	23.5	33
14	257	3	1	2	24.2	43
15	277	3	1	2	27.4	45
16	301	3	2	2	25.6	141
17	355	4	1	2	21.5	34
18	376	5	2	2	27.4	88
19	377	5	1	2	26.7	62
20	452	3	1	2	20.8	43

**Tratamiento C** Cal

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	3	1	2	27.2	46
2	55	4	2	2	26.0	51
3	156	4	1	2	22.8	28
4	165	4	1	2	19.1	27
5	169	3	1	2	17.6	29
6	173	3	1	2	21.9	13
7	187	3	1	2	23.7	21
8	208	5	2	2	28.0	77
9	229	4	1	2	23.1	40
10	249	5	1	2	22.5	41
11	260	4	1	2	22.0	45
12	280	5	1	2	20.1	38
13	285	3	1	2	19.7	43
14	365	4	1	2	23.6	51
15	369	3	1	2	18.1	25
16	389	3	1	2	22.5	47
17	404	4	1	2	21.4	44
18	425	5	2	3	24.6	50
19	443	5	1	2	24.9	111
20	463	4	1	2	18.5	36

**Tratamiento D** Fosac

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	5	2	2	26.3	89
2	51	4	2	2	27.1	38
3	61	4	2	2	24.2	61
4	71	3	1	2	20.0	36
5	89	3	1	2	21.0	21
6	120	4	1	2	20.3	29
7	142	1	1	2	17.3	57
8	144	5	1	2	23.1	45
9	167	5	1	2	19.5	46
10	183	5	1	2	20.2	47
11	290	4	1	2	17.3	41
12	303	5	2	2	24.6	80
13	310	5	1	2	17.5	39
14	316	5	1	2	23.8	39
15	337	5	1	2	20.5	50
16	361	4	1	2	18.8	70
17	385	4	1	2	25.7	87
18	428	4	1	2	23.6	74
19	431	5	1	1	22.6	50
20	438	5	1	2	26.1	37

**Tratamiento E** Testigo

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	3	2	26.2	98
2	21	5	3	2	25.3	77
3	38	5	2	2	23.4	34
4	87	5	2	2	19.6	91
5	88	5	2	2	28.5	33
6	94	5	2	2	20.9	102
7	95	5	2	2	30.3	80
8	105	5	2	2	28.4	104
9	118	5	2	2	22.5	90
10	148	5	1	2	20.6	33
11	176	5	1	2	21.0	34
12	240	3	1	2	25.5	40
13	273	4	1	2	21.6	72
14	293	4	1	2	22.8	49
15	346	5	1	2	23.2	58
16	352	5	2	1	19.7	124
17	383	5	1	2	19.8	36
18	387	5	1	2	24.7	31
19	435	5	1	1	20.6	73
20	436	5	1	2	20.5	53

## EVALUACIÓN 8 (ENERO 2011)

**Tratamiento A** Químico Alto

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	1	2	3	2	28.4	77
2	8	5	4	2	30.9	89
3	24	3	2	2	24.3	32
4	32	4	3	2	27.0	97
5	117	3	2	2	26.3	52
6	138	1	1	1	15.6	19
7	150	1	1	2	17.8	24
8	197	3	1	1	22.6	55
9	198	2	2	2	21.3	21
10	203	3	3	2	22.5	56
11	248	4	2	1	24.6	33
12	308	3	1	2	20.1	71
13	312	3	2	2	20.6	42
14	318	2	2	2	24.7	68
15	320	2	2	2	22.7	63
16	341	4	2	2	23.7	44
17	343	2	1	2	20.0	51
18	398	4	4	2	27.3	67
19	418	2	1	2	26.1	30
20	450	2	1	2	19.5	42

**Tratamiento B** Trichoderma

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	82	5	2	2	26.0	72
2	64	4	2	1	18.4	31
3	69	4	2	2	24.7	50
4	78	4	2	2	30.9	60
5	92	4	1	1	21.6	34
6	134	5	2	2	30.0	62
7	189	3	1	1	22.4	23
8	215	3	2	2	21.5	52
9	232	3	2	2	23.1	61
10	236	4	1	2	15.8	40
11	244	4	1	2	20.3	52
12	246	5	2	1	23.7	53
13	255	4	1	1	24.8	33
14	257	2	1	2	25.0	43
15	277	4	2	1	28.6	45
16	301	4	2	2	26.3	141
17	355	4	2	1	22.4	34
18	376	5	2	2	28.0	88
19	377	5	1	2	28.4	62
20	452	2	2	2	21.5	43

**Tratamiento C** Cal

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	45	4	2	2	28.4	46
2	55	3	2	2	27.3	51
3	156	2	2	2	23.6	28
4	165	4	2	2	19.9	27
5	169	2	2	1	18.2	29
6	173	2	2	2	22.6	13
7	187	2	1	1	25.1	21
8	208	5	2	2	29.2	77
9	229	4	1	1	24.1	40
10	249	3	1	2	23.5	41
11	260	4	1	1	22.9	45
12	280	3	1	1	20.5	38
13	285	2	1	1	19.8	43
14	365	3	2	2	24.1	51
15	369	2	1	1	18.4	25
16	389	2	1	2	22.6	47
17	404	2	2	2	21.9	44
18	425	5	3	2	25.3	50
19	443	2	1	2	25.3	111
20	463	2	2	2	19.0	36

**Tratamiento D** Fosac

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	4	4	2	2	27.2	119
2	51	4	2	2	28.1	38
3	61	2	2	2	25.0	61
4	71	2	2	1	21.0	36
5	89	3	2	1	21.9	21
6	120	5	1	2	21.1	29
7	142	2	2	1	17.3	57
8	144	4	2	2	23.9	45
9	167	5	1	2	20.5	46
10	183	4	3	1	20.8	47
11	290	4	1	2	17.7	41
12	303	5	3	2	25.6	80
13	310	3	2	1	18.0	39
14	316	4	2	2	24.6	39
15	337	4	1	1	21.2	50
16	351	2	1	2	18.8	70
17	355	4	1	1	26.5	67
18	428	2	2	1	24.8	74
19	431	3	1	2	23.7	50
20	438	4	2	2	27.4	37

**Tratamiento E** Testigo

Codigo	Nº de árbol	Micelio	Pudrición	Marchitez copa	DAP (cm)	Alt. micelio (cm)
1	20	5	3	2	27.1	110
2	21	5	3	2	26.7	77
3	38	5	2	2	24.1	34
4	87	5	3	2	20.0	91
5	88	5	2	2	29.7	33
6	94	5	2	2	22.0	102
7	95	5	3	2	31.6	80
8	105	5	3	2	29.9	104
9	118	5	3	2	23.7	97
10	148	2	2	2	21.1	33
11	176	3	2	2	21.8	34
12	240	3	1	2	26.3	40
13	273	3	1	2	22.3	72
14	293	4	1	2	23.4	49
15	346	5	1	2	24.0	58
16	352	5	1	1	20.1	124
17	383	4	1	2	20.6	36
18	387	3	1	2	25.9	31
19	435	5	3	2	21.8	73
20	436	3	2	2	21.5	53

## ANEXO 7

### RESULTADOS PROMEDIO POR TRATAMIENTO Y MES

#### Presencia de micelio

MES	Tratamiento					Promedio
	A	B	C	D	E	
ene-10	4.65	4.75	4.60	4.80	4.95	<b>4.75</b>
feb-10	4.50	4.55	4.25	4.60	4.95	<b>4.57</b>
mar-10	4.25	4.25	4.10	4.10	4.80	<b>4.30</b>
abr-10	4.35	4.60	4.30	4.30	4.80	<b>4.47</b>
may-10	4.25	4.40	3.90	4.05	4.85	<b>4.29</b>
jun-10	4.35	4.15	3.95	4.30	4.80	<b>4.31</b>
jul-10	4.35	3.85	3.90	4.25	4.80	<b>4.23</b>
<b>Promedio</b>	<b>4.39</b>	<b>4.36</b>	<b>4.14</b>	<b>4.34</b>	<b>4.85</b>	<b>4.42</b>

#### Pudrición blanca

MES	Tratamiento					Promedio
	A	B	C	D	E	
ene-10	2.2	2.35	2.35	2.1	2.35	<b>2.27</b>
feb-10	1.95	2.00	1.65	1.70	2.25	<b>1.91</b>
mar-10	1.70	1.80	1.65	1.70	2.25	<b>1.82</b>
abr-10	1.80	1.80	1.55	1.55	2.10	<b>1.76</b>
may-10	1.45	1.40	1.40	1.45	1.95	<b>1.53</b>
jun-10	1.35	1.30	1.10	1.35	1.95	<b>1.41</b>
jul-10	1.50	1.20	1.15	1.20	1.60	<b>1.33</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.71</b>	<b>1.69</b>	<b>1.55</b>	<b>1.58</b>	<b>2.06</b>	<b>1.72</b>

#### Marchitez de copa

MES	Tratamiento					Promedio
	A	B	C	D	E	
ene-10	1.85	1.70	1.85	1.95	1.80	<b>1.83</b>
feb-10	1.60	1.65	1.65	1.75	1.90	<b>1.71</b>
mar-10	1.75	1.75	1.70	1.80	1.90	<b>1.78</b>
abr-10	1.95	1.95	1.90	1.95	1.85	<b>1.92</b>
may-10	1.90	1.95	1.75	1.90	2.00	<b>1.90</b>
jun-10	1.95	1.75	1.95	1.95	1.95	<b>1.91</b>
jul-10	1.85	1.95	2.05	1.95	1.90	<b>1.94</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.84</b>	<b>1.81</b>	<b>1.84</b>	<b>1.89</b>	<b>1.90</b>	<b>1.86</b>

#### Altura de micelio

MES	Tratamiento					Promedio
	A	B	C	D	E	
ene-10	42.80	47.05	38.65	44.50	54.80	<b>45.56</b>
feb-10	46.15	51.50	40.85	48.55	60.85	<b>49.58</b>
mar-10	46.90	52.60	41.25	46.80	57.91	<b>49.09</b>
abr-10	48.95	53.95	43.15	47.05	65.60	<b>51.74</b>
may-10	49.26	53.95	43.15	51.60	65.60	<b>52.71</b>
jun-10	49.95	53.95	43.15	51.80	65.60	<b>52.89</b>
jul-10	49.95	53.95	43.15	51.80	65.60	<b>52.89</b>
<b>Promedio</b>	<b>47.71</b>	<b>52.42</b>	<b>41.91</b>	<b>48.87</b>	<b>62.28</b>	<b>50.64</b>

---

**Diámetro a la altura del pecho**

MES	Tratamiento					Promedio
	A	B	C	D	E	
ene-10	21.42	22.17	21.34	20.92	22.15	<b>21.60</b>
feb-10	21.57	22.34	21.47	21.03	22.28	<b>21.74</b>
mar-10	21.78	22.52	21.66	21.27	22.52	<b>21.95</b>
abr-10	22.01	22.78	21.89	21.50	22.74	<b>22.19</b>
may-10	22.18	23.01	22.04	21.68	22.88	<b>22.36</b>
jun-10	22.33	23.11	22.21	21.85	23.07	<b>22.51</b>
jul-10	22.48	23.35	22.37	21.98	23.25	<b>22.69</b>
<b>Promedio</b>	<b>21.97</b>	<b>22.75</b>	<b>21.86</b>	<b>21.46</b>	<b>22.70</b>	<b>22.15</b>

**Leyenda:** A- Fungicida Alto  
B- Hongo *T. viride*  
C- Cal  
D- Fertilizante orgánico  
E- Testigo

## ANEXO 8

### ANOVA DE LOS VALORES PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTOS

#### a) Presencia de micelio

Modelo lineal general: Micelio vs. TRATAMIENTO, MES (tiempo)

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	fijo	5	A, B, C, D, E
MES	fijo	7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Análisis de varianza para Presencia de micelio, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
<b>TRATAMIENTO</b>	4	38,0657	38,0657	9,5164	18,800	0,000
<b>TIEMPO</b>	6	21,3343	21,3343	3,5557	7,020	0,000
<b>Error</b>	689	348,7943	348,7943	0,5062		
<b>Total</b>	699	408,1943				

#### b) Pudrición

Modelo lineal general: Pudrición vs. TRATAMIENTO, MES

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	fijo	5	A, B, C, D, E
MES	fijo	7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Análisis de varianza para Pudrición, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
<b>TRATAMIENTO</b>	4	23,5657	23,5657	5,8914	14,170	0,000
<b>TIEMPO</b>	6	63,4486	63,4486	10,5748	25,430	0,000
<b>Error</b>	689	286,5443	286,5443	0,4159		
<b>Total</b>	699	373,5586				

c) Marchitez de copa

Modelo lineal general: Marchitez copa vs. TRATAMIENTO, MES

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TRATAMIENTO	fijo	5	A, B, C, D, E
MES	fijo	7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Análisis de varianza para Marchitez copa, utilizando SC ajustada para prueba.

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
<b>TRATAMIENTO</b>	4	0,8200	0,8200	0,2050	1,700	0,149
<b>TIEMPO</b>	6	4,3771	4,3771	0,7295	6,040	0,000
<b>Error</b>	689	83,2300	83,2300	0,1208		
<b>Total</b>	699	88,4271				

## ANEXO 9

### ANOVA DE PROMEDIO DE PENDIENTES

**Promedios de pendientes de la gráfica de presencia de micelio:**

Mes	Tratamientos					Total general
	A	B	C	D	E	
1	0	0	0	0	0	0
2	-0,15	-0,2	-0,35	-0,2	0	-0,18
3	-0,25	-0,3	-0,15	-0,5	-0,15	-0,27
4	0,1	0,35	0,2	0,2	0	0,17
5	-0,1	-0,2	-0,4	-0,25	0,05	-0,18
6	0,1	-0,25	0,05	0,25	-0,05	0,02
7	0	-0,3	-0,05	-0,05	0	-0,08
<b>Total general</b>	<b>-0,0429</b>	<b>-0,1285</b>	<b>-0,1036</b>	<b>-0,0786</b>	<b>-0,0215</b>	<b>-0,0743</b>

**Anova del factor tratamiento para la pendiente promedio de micelio**

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Ene-10	5	0	0	0		
Feb-10	5	-0.9	-0.18	0.02		
Mar-10	5	-1.35	-0.27	0.02		
Abr-10	5	0.85	0.17	0.02		
May-10	5	-0.9	-0.18	0.03		
Jun-10	5	0.1	0.02	0.03		
Jul-10	5	-0.4	-0.08	0.02		
A	7	-0.3	-0.04	0.02		
B	7	-0.9	-0.13	0.05		
C	7	-0.7	-0.10	0.05		
D	7	-0.55	-0.08	0.07		
E	7	-0.15	-0.02	0.00		
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Meses	0.6739	6	0.1123	5.6610	0.0009	2.5082
Tratamientos	0.0519	4	0.0130	0.6535	0.6301	2.7763
Error	0.4761	24	0.0198			
Total	1.2019	34				

## ANEXO 10

### PRUEBA DE FRIEDMAN

#### Prueba de Friedman: Micelio promedio vs. Tratamiento bloqueado por Meses

S = 13.60 GL = 4 P = 0.009

S = 16.41 GL = 4 P = 0.003 (ajustados para los vínculos)

Tratamiento	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
A	7	-0.3300	24.5
B	7	-0.4400	19.5
C	7	-0.5100	14.0
D	7	-0.5000	14.5
E	7	-0.1700	32.5

Mediana principal = -0.3900