

**EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA ESPECIE *Eucalyptus pulverulenta*
A LOS TRATAMIENTOS APLICADOS PARA EL CONTROL DE UN COMPLEJO
FÚNGICO QUE ATACA ESTA ESPECIE**

JOHN ARLEY ESCOBAR DORADO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN, CAUCA
2009**

**EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA ESPECIE *Eucalyptus pulverulenta*
A LOS TRATAMIENTOS APLICADOS PARA EL CONTROL DE UN COMPLEJO
FÚNGICO QUE ATACA ESTA ESPECIE**

JOHN ARLEY ESCOBAR DORADO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de
Ingeniero Forestal**

**Director
MSc. JUAN PABLO PAZ CONCHA
Ecólogo**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN, CAUCA
2009**

NOTA DE ACEPTACIÓN

MSc. JUAN PABLO PAZ CONCHA
Director del Trabajo de Grado

MSc. GERARDO I. NAUNDORF SANZ
Jurado

MSc. CLARA INES GIRALDO A.
Jurado

Popayán, 5 de marzo de 2009.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme estudiar esta carrera y darme la sabiduría y ciencia necesaria para lograr su culminación, a mi madre Gloria Josefina Dorado por darme todo su apoyo e inmenso amor aun no estando físicamente a mi lado, a ti debo cuanto soy. A mis hermanos Marcela del Carmen Escobar por cada palabra de aliento y cariño infinito, así como su apoyo y comprensión en mis proyectos de vida e ideales profesionales, a Andrea Patricia Escobar y Germán Francisco por la fuerza que me procuraron y toda la confianza que depositaron en mi.

A mi tío Francisco Dorado a su esposa Lilibiana Cerón y primos, por su adopción en estos años de estudio; por haberme acogido como uno más de su hogar sin hacerme sentir ni por un momento ajeno a ustedes, por su apoyo y cariño brindado, sin esperar nada a cambio.

A Yasmín S. Díaz quien con su compañía llena de amor y comprensión ha dado algo de sí misma para lograr todas mis metas y objetivos, gracias por tus oraciones y buenos deseos.

A todos ustedes gracias por su cariño y entrega, no quedándome mas por decir que gracias y mil gracias, por ser, por estar y por existir.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien es la luz del faro en la oscuridad que me ha guiado a buen puerto y quien sin su ayuda divina estas páginas estarían en blanco.

Al Ecólogo Juan Pablo Paz Concha por su infinita paciencia, interés y colaboración prestados en la dirección del trabajo de grado.

Al Ingeniero Román Ospina Montealegre por la asesoría prestada en el presente trabajo, quien con sus conocimientos, paciencia y respuestas a incontables preguntas hizo posible el buen desarrollo del trabajo de investigación.

Al Sr. Heyver Rene Hurtado y Sra. propietarios de la plantación de *E. pulverulenta* en donde gracias a su colaboración se pudieron llevar a cabo los estudios.

A los biólogos Gerardo I. Naundorf Sanz y Clara Inés Giraldo por su tiempo y colaboración prestados en la evaluación de este trabajo.

A todos los docentes quienes a lo largo de mi vida universitaria contribuyeron para mi formación como profesional y por que con sus conocimientos supieron sembrar la semilla del aprendizaje.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCION	13
OBJETIVOS	15
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1. MARCO TEORICO	16
1.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE <i>E. pulverulenta</i> (BABY BLUE)	16
1.1.1 Clasificación Taxonómica de <i>E. pulverulenta</i>	18
1.1.2 Sinónimos del <i>E. pulverulenta</i>	18
1.1.3 Usos de la especie	19
1.2 MANEJO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS EN PLANTACIONES FORESTALES	19
1.2.1 Reconocimiento y manifestación de las enfermedades fúngicas	19
1.2.2 Hongos	20
1.2.3 Relaciones entre especies forestales y los hongos patógenos	20
1.2.4 Relaciones entre especies forestales y los hongos benéficos	20
1.2.5 Métodos para evaluar la enfermedad	20
1.2.5.1 Escala de Fouré	21
1.2.5.2 Escala de Cook	21
1.3 MÉTODOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES	22
1.3.1 Método de Control Preventivo	22
1.3.2 Método de Control Manual o Mecánico	22
1.3.3 Método de Control Biológico	22
1.3.4 Método de Control Etológico	23
1.3.5. Método de Control Químico	23
1.4 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	23
1.5 TIPOS DE HONGOS DETECTADOS EN LA PLANTACION DE <i>E. pulverulenta</i>.	23
1.5.1 Género <i>Trichoderma</i>	25
1.5.2 Género <i>Penicillium</i>	25
1.5.3 Género <i>Pestalotia</i>	25
1.5.4 Género <i>Fusarium</i>	25
1.5.5 Género <i>Botrytis</i>	25

1.5.6 Género <i>Colletotrichum</i>	26
1.5.7 Género <i>Phytophthora</i>	26
1.6 FUNGICIDAS	26
1.6.1 Fungicidas orgánicos	26
1.6.1.1 Caldo visosa	27
1.6.1.2 Caldo sulfocálcico	27
1.6.2 Fungicidas químicos	27
1.6.2.1 Vitavax 300	27
1.6.2.2 Colizym 500 SC	28
2. METODOLOGIA	29
2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	29
2.2 FASE EXPERIMENTAL	30
2.2.1 Preparación de los sitios para el montaje del experimento	30
2.2.2 Diseño experimental	33
2.2.2.1 Fuentes de variación	33
2.2.2.2 Variables de respuesta	33
2.2.2.3 Análisis estadístico	34
2.2.4 Preparación de los fungicidas orgánicos	34
2.2.4.1 Preparación del caldo visosa	35
2.2.4.2 Preparación caldo sulfocálcico	36
2.2.5 Preparación de los fungicidas químicos	37
2.2.5.1 Vitavax 300	37
2.2.5.2 Colizym 500 SC	37
2.2.6 Aplicación de los fungicidas	38
3. RESULTADOS Y DISCUSION	40
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
ANEXOS	52
BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de la especie <i>E. pulverulenta</i>	18
Cuadro 2. Sinónimos de la especie <i>E. pulverulenta</i>	18
Cuadro 3. Escala sintomatológica de Fouré	21
Cuadro 4. Escala sintomatológica de Cook	22
Cuadro 5. Distribución de los tratamientos dentro de los bloques en el diseño de bloques completos aleatorizados	33
Cuadro 6. Elementos utilizados para la preparación del caldo visosa	35
Cuadro 7. Elementos utilizados en la preparación del fungicida caldo sulfocálcico	36
Cuadro 8. Número total de ramas y porcentaje de ramas afectadas (frondosidad) por el complejo fúngico en la plantación de <i>E. pulverulenta</i>	40

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Fotografía de <i>E. pulverulenta</i> en inmediaciones del SENA regional Cauca	16
Figura 2. Fotografía de hojas del <i>E. pulverulenta</i> en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró departamento del Cauca	17
Figura 3. Fotografía de los frutos de la especie <i>E. pulverulenta</i>	17
Figura 4. Fotografía de ramas y hojas del <i>E. pulverulenta</i> afectadas por manchas.	24
Figura 5. Fotografía de la pudrición de la raíz y la base del tallo del <i>E. pulverulenta</i> atacadas por un conjunto de agentes patógenos	24
Figura 6. Fotografía de la plantación de <i>E. pulverulenta</i> situada en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró departamento del Cauca	29
Figura 7. Posicionamiento de los bloques respecto al río dentro de la plantación de <i>E. pulverulenta</i> .	30
Figura 8. Flujograma de los procesos en la construcción de los bloques.	31
Figura 9. Fotografía de árbol abonado con urea	32
Figura 10. Fotografía de bloque realizado dentro de la plantación de <i>E. pulverulenta</i>	32
Figura 11. Fotografía de los sustancias orgánicas utilizadas para la preparación de los fungicidas orgánicos	34
Figura 12. Fotografía de los materiales para la preparación del caldo visosa	35
Figura 13. Fotografía de los elementos necesarios para preparación del caldo sulfocálcico	36
Figura 14. Fotografía de preparación de la dosis de vitavax 300 en agua	37
Figura 15. Fotografía de la medida de la dosis del colizym	38
Figura 16. Fotografía de la aplicación de los fungicidas al <i>Eucalyptus pulverulenta</i> con los elementos de protección	39
Figura 17. Fotografía de la aplicación del vitavax al <i>E. pulverulenta</i>	39
Figura 18. Porcentaje de ramas afectadas por el complejo fúngico para los cuatro tratamientos y tres condiciones de sitio en la plantación de <i>E. pulverulenta</i>	40
Figura 19. Número total de ramas reportadas para cuatro tratamientos en tres sitios diferentes de la plantación de <i>E. pulverulenta</i>	41

Figura 20. Porcentaje de ramas afectadas del <i>E. pulverulenta</i> por un complejo fúngico en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 1	42
Figura 21. Porcentaje de ramas afectadas del <i>E. pulverulenta</i> por un complejo fúngico en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 2	42
Figura 22. Porcentaje de ramas afectadas del <i>E. pulverulenta</i> por un complejo fúngico en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 3	43
Figura 23. Número total de ramas de <i>E. pulverulenta</i> en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 1	44
Figura 24. Número total de ramas de <i>E. pulverulenta</i> en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 2	44
Figura 25. Número total de ramas de <i>E. pulverulenta</i> en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 3	45

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO 1. Resultados del ANOVA y test de tukey para la evaluación de la respuesta de la especie <i>eucalyptus pulverulenta</i> a los tratamientos aplicados para el control de un complejo fúngico obtenidos por medio del programa estadístico Minitab 14.10e30	53

RESUMEN

El presente trabajo se efectuó entre los meses de septiembre de 2008 y enero de 2009 en una plantación de *Eucalyptus pulverulenta* afectada por un complejo fúngico, ubicada en la finca Palacé, de la vereda Florencia del municipio de Totoró en el departamento del Cauca, con una área de 7,5 Ha. y una altura aproximada de 1700 m.s.n.m, a 7Km del municipio de Popayán. Se establecieron tres bloques en sitios diferentes dentro de la plantación divididos en cinco parcelas cada uno, con el propósito de evaluar las diferentes respuestas que presentan los agentes patógenos encontrados en la especie *E. pulverulenta*, a la aplicación de fungicidas químicos y orgánicos. A cada bloque se le aplicaron cuatro tratamientos entre los que se encuentran vitavax, colizym, caldo sulfocálcico y caldo visosa, y otro tratamiento testigo (parcela sin fungicida), a los primeros cuatro tratamientos se les realizó manejo silvicultural como deshierbe y plateo, además de fertilización con urea. Se realizaron evaluaciones de porcentaje de ramas afectadas por los hongos y número total de ramas (frondosidad) en cada individuo, los cuales fueron tomados cada 30 días durante tres meses.

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio del programa estadístico Minitab 14.10e30, el análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas entre tratamientos, del mismo modo el test de tukey corroboró estos datos al indicar que las diferencias se encontraron entre los tratamientos aplicados (fungicidas) y el testigo (control). De igual manera, del estudio se infiere que es posible controlar el complejo fúngico que ataca el *E. pulverulenta* a largo plazo, mediante la aplicación periódica de los fungicidas utilizados, un completo manejo silvicultural y aprovechamientos del follaje en edades tempranas de regeneración. A los 30 días de aplicados los fungicidas su eficacia fue del 100% con cero individuos infectados, a los 60 días el complejo fúngico estaba presente en todas las parcelas aunque en bajos porcentajes, y a los 90 días la infección sobrepasaba el 22%. Respecto al número total de rebrotes (frondosidad) el bloque 1 se destacó del bloque 2 y 3 por presentar el mayor número de ramas por individuo a los 30, 60 y 90 días. En el testigo se obtuvo el mayor porcentaje de ramas infectadas por los hongos y menor número de rebrotes por individuo. Los resultados presentados a los 60 días son tomados con gran interés, esto debido a que en este periodo de tiempo los síntomas del complejo fúngico comenzaron su aparición.

Palabras clave: *E. pulverulenta*, fungicida, vitavax, colizym, caldo sulfocálcico, caldo visosa, % ramas afectadas, número total de ramas, complejo fúngico.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de bosques comerciales requiere de una adecuada planeación en cuanto a la selección de especies, variedades, métodos de plantación y silvicultura, además del desarrollo de estrategias para la prevención y control de problemas causados tanto por elementos vivos que pueden cohabitar con las plantaciones forestales, como por elementos físicos del ambiente en que se desarrolla el bosque.

Generalmente los productores forestales no consideran dentro de sus proyectos productivos un plan de prevención y control de plagas y enfermedades forestales los cuales ayuden a mitigar en su momento los estragos que se pueden generar debido a pérdidas en la producción de una plantación.

Muchas veces las especies no siempre son nativas de una región sino que son introducidas de otros lugares. Para obtener mejores rendimientos las especies se encuentran establecidas en plantaciones puras, para cuyo efecto se han eliminado áreas donde existían especies nativas (Betancourt 1987), estas son condiciones ideales para la aparición de problemas fitosanitarios provocados por patógenos nativos de la zona que reaccionan de forma agresiva al no tener las condiciones del ecosistema original y adicionalmente el mal manejo de las plantaciones, raleos con herramientas inadecuadas, rompimiento de ramas de árboles vecinos provocan que las plantas estén predisuestas al ataque de patógenos causantes de pudriciones basales (Stakman y Harrar 1968).¹

Este es el caso de una plantación de *Eucalyptus pulverulenta* (baby blue) la cual esta ubicada en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró departamento del Cauca, atacada por una enfermedad asociada con una compleja sintomatología hace mas de tres años causante de la enfermedad denominada “dieback” o también conocida con el nombre de muerte descendente. Toda esta situación ha ocasionado en la plantación grandes perdidas económicas debido al declive en la actividad productiva de obtención de follaje para la elaboración de arreglos florales, ya que esta especie posee una cobertura permanente y unas excelentes características en sus hojas que la hacen idónea para este tipo de

¹ BELEZACA PINARGOTE, Carlos y SUÁREZ CAPELLO, Carmita. “Muerte regresiva de *Schizolobium parahybum* (pachaco) en el Trópico Ecuatoriano”. 2003.

explotación forestal como son calidad, aroma, facilidad de teñido, color y textura de sus hojas.

Por lo mencionado anteriormente se planeó hacer la evaluación del daño generado a partir de la identificación de los agentes causales, además del respectivo estudio y control de los mismos, y al mismo tiempo un manejo silvicultural mas favorable que busque obtener nuevamente una producción de follaje sano con el fin de generar las bases técnicas que permitan a éste y otros proyectos similares aplicar los mecanismos de prevención y control respectivo.

Para tal proceso se optó por cuatro tipos de fungicidas a aplicar en este estudio, dos de ellos de composición orgánica y dos de composición química, los primeros se eligieron con el fin de dar opciones diferentes a las tradicionales, buscando seguir con una filosofía ambiental la cual se guía por un sentimiento de compromiso y un principio de vida, que respeta y cuida la naturaleza, del mismo modo se tuvieron en cuenta tratamientos como la poda total y la fertilización.

La intención de este tipo de investigaciones es contribuir a la generación de nueva información respecto a plantaciones en condiciones particulares de ataques por hongos, así como apoyar la información existente sobre esta especie la cual es muy escasa, de tal modo que se convierta en una herramienta efectiva para obtener los mejores resultados productivos, aumentando así los beneficios económicos que resultan de un aprovechamiento forestal.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de cuatro fungicidas sobre el complejo fitopatológico causante de la muerte descendente (dieback) en una plantación de *Eucalyptus pulverulenta* en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró en el departamento del Cauca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la efectividad de dos fungicidas orgánicos y dos químicos en una plantación de *E. pulverulenta* atacada por un complejo fitopatológico por más de tres años.
- Comparar la respuesta del cultivo de *E. pulverulenta* a los diferentes tratamientos de manejo y control.

1. MARCO TEORICO

1.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE *E. pulverulenta* (BABY BLUE)

Es un árbol o arbusto perennifolio pequeño originario de Australia y Tasmania, irregular en su forma, de 2 a 10 m. de altura, los vástagos son de color gris brillante, cuando estos son más largos, jóvenes y maduros el color se acentúa, el fruto en cápsula pedicelada, hemisférico o acampanado, de 7-10 mm de diámetro, con 3-5 valvas triangulares, las inflorescencias son amarillentas y crecen en umbelas axilares, el follaje desprende un polvo blanquecino el cual tiene un olor fuerte similar al mentol. En las figuras 1, 2 y 3 se muestran fotografías de un árbol de *E. pulverulenta*, las hojas y los frutos respectivamente. El *E. pulverulenta* crece en suelos preferiblemente con buen drenaje, tierra ligera no muy alcalina y la mayoría son tolerantes a la sequía y tienen muy pocos parásitos y también es resistente a las bajas temperaturas, hasta -18°C .²

Figura 1. Fotografía de *E. pulverulenta* en inmediaciones del SENA regional Cauca



Fuente: El autor.

² SHEATHER, Warren and Gloria. "*Eucalyptus pulverulenta*". 2008.

Figura 2. Fotografía de hojas del *E. pulverulenta* en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró departamento del Cauca



Fuente: El autor.

Figura 3. Fotografía de los frutos de la especie *E. pulverulenta*



Fuente: angelfire.com

1.1.1 Clasificación Taxonómica de *E. pulverulenta*. La clasificación taxonómica de la especie se muestra en el cuadro 1.³

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de la especie *E. pulverulenta*.

Phylum	<i>Tracheophyta</i> Sinnott, 1935 ex Cavalier-Smith, 1998 - Vascular Plants
Clase	<i>Magnoliopsida</i> Brongniart, 1843 – Dicotyledons
Subclase	<i>Rosidae</i> Takhtajan ex Reveal, 1967
Orden	<i>Myrtales</i> - Reichenbach, 1828
Familia	<i>Myrtaceae</i> - Adans., 1763, Nom. Cons. - Myrtle Family
Género	<i>Eucalyptus</i> - L'Héritier de Brutelle, 1789 - Gum
Especie	<i>Pulverulenta</i>
Nombre científico	<i>Eucalyptus pulverulenta</i>

Fuente: zipcodezoo.com

1.1.2 Sinónimos del *E. pulverulenta*. Algunos sinónimos de la especie se muestran en el cuadro 2.⁴

Cuadro 2. Sinónimos de la especie *E. pulverulenta*.

Sinónimos	<i>Eucalyptus gunnii</i> 'Silver Drop' <i>Eucalyptus haemastoma</i> <i>Eucalyptus kruseana</i> <i>Eucalyptus kybeanensis</i> <i>Eucalyptus lacrimans</i> <i>Eucalyptus lehmannii</i> <i>Eucalyptus macroryncha</i> <i>Eucalyptus mannifera</i> subsp. <i>praecox</i> <i>Eucalyptus neglecta</i> <i>Eucalyptus nicholii</i> <i>Eucalyptus nitida</i> <i>Eucalyptus nova-anglica</i> <i>Eucalyptus obliqua</i> <i>Eucalyptus olsenii</i> <i>Eucalyptus ovata</i> <i>Eucalyptus phoenicea</i> <i>Eucalyptus polyanthemus</i> <i>Eucalyptus preissiana</i> <i>Eucalyptus pulchella</i>
------------------	--

Fuente: Infojardin.com

³ Zipcodezoo.com

⁴ MORALES, Jesús. Revista Infojardín. 2008.

1.1.3 Usos de la especie. El *E. pulverulenta* (“baby blue” o plateado) posee una madera de buena calidad, útil para la industria papelera para suministro de celulosa, sus hojas jóvenes se utilizan como complemento de ramos florales, de la misma forma se cultiva en jardines como árbol de alineación decorativo.⁵ Es una especie muy adecuada por su facilidad como cultivo de cobertura permanente, y por las características de su follaje (calidad, aroma y facilidad de teñido). Dada la creciente demanda en los mercados nacional e internacional de este rubro, y desde el punto de vista económico, la comercialización del follaje es altamente rentable y fomenta la reforestación de cuencas, e incorpora a las actividades rurales a este tipo de actividades. En algunos estudios se ha demostrado que esta especie posee una gran adaptabilidad, con una sobrevivencia superior al 90%, y una intensidad media de poda y cosecha que parece ser la alternativa más adecuada en el manejo de las plantaciones de este tipo de eucalipto, ya que garantiza una mayor uniformidad en la producción y además no agota la capacidad de respuesta del árbol y permite un mayor aprovechamiento en el tiempo.⁶

1.2 MANEJO DE ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS EN PLANTACIONES FORESTALES

En el tratamiento de la problemática fitosanitaria de las plantaciones se considera como principio fundamental la detección oportuna de los ataques de plagas y enfermedades; considerándose el manejo adecuado de una plantación como la parte clave en la prevención de los problemas ocasionados por este tipo de daños, puesto que de esos procedimientos de control se deriva la mayor o menor susceptibilidad al ataque por organismos dañinos.

1.2.1 Reconocimiento y manifestación de las enfermedades fúngicas. Una enfermedad fúngica causa una alteración desfavorable del desarrollo fisiológico y/o morfológico normal de un organismo, que da lugar a manifestaciones visibles no comunes y afecta la cantidad y calidad de la cosecha.⁷

Cada enfermedad produce síntomas, que en algunos casos son fáciles de reconocer pero que en otros casos pueden ser confundidos fácilmente, es por ello necesario que un técnico con experiencia ayude a identificarlos correctamente y

⁵ MORALES, Jesús. Revista Infojardín. Op. Cit., p.18

⁶ Ibid., p.19

⁷ SÁNCHEZ, M. E; ANDICOBERRY, S. y TRAPERO, A. “Patogenicidad de *Phytophthora* spp. causantes de podredumbre radical de *Quercus ilex* ssp. *ballota* en viveros forestales.” 2004.

se recurra a los análisis respectivos para poder así elegir el método de control más adecuado.⁸

1.2.2 Hongos. Los hongos constituyen un grupo ciertamente heterogéneo, que incluye a seres no emparentados entre sí; en un sentido amplio presentan características como el de ser eucariotas. Éstos se reproducen por medio de esporas las cuales son tremendamente variadas; son heterótrofos, el talo que es el soma o cuerpo vegetativo puede ser unicelular, como en las levaduras, o típicamente filamentosos (micelio). Del mismo modo los hongos pueden establecer diferentes relaciones con las especies forestales que pueden ser benéficas o patogénicas; siendo este uno de los motivos de su importancia.⁹

1.2.3 Relaciones entre especies forestales y los hongos patógenos. Es una relación dañina en donde el hongo ataca el árbol hospedante provocando una serie de síntomas necróticos en los tejidos que pueden llegar a causar la muerte de la planta; de este tipo de hongos se han descrito más de 30 especies diferentes causantes de podredumbres en árboles, como ejemplo se pueden nombrar a los hongos causantes de caída de plántulas (damping-off), y los derivados de la aparición de malas hierbas en los cultivos (PEÑUELAS y OCAÑA, 1996). Igualmente a la podredumbre de las raíces causada por *Phytophthora*, entre muchos otros.¹⁰

1.2.4 Relaciones entre especies forestales y los hongos benéficos. No todos los hongos son dañinos para los cultivos. Algunos de ellos pueden ser benéficos y utilizados en el manejo de insectos o enfermedades pasando a ser así los llamados controladores biológicos. Un ejemplo de hongo-benéfico son los entomopatógenos que ayudan a controlar las plagas como la mosca blanca,¹¹ el hongo *Trichoderma* que es capaz de parasitar, controlar y destruir muchos hongos fitopatógenos,¹² y las micorrizas que funcionan como un sistema de absorción que se extiende por el suelo y es capaz de proporcionar a la planta agua y nutrientes, el hongo por su parte, recibe de la planta azúcares y carbohidratos provenientes de la fotosíntesis.¹³

1.2.5 Métodos para evaluar la enfermedad. Para tener una idea clara y precisa del estado fitosanitario de una plantación es necesario la evaluación del estado de

⁸ Ibid., p.19

⁹ UNIVERSIDAD DE ALMERÍA. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. "Que son los hongos". s.f

¹⁰ SÁNCHEZ, M. E; ANDICOBERRY, S. y TRAPERO, A. . Op. Cit., p.19

¹¹ PABLOS, Pablo; FERNÁNDEZ, Pedro y REYNOSA, Guillermo. "Relación de hongos micorrizógenos con lagunas características del cultivo de la caña de azúcar." 1997.

¹² FOTY. "Revista Infojardín. 2006.

¹³ PABLOS, Pablo; FERNÁNDEZ, Pedro y REYNOSA, Guillermo. . Op. Cit., p.20

infección de la enfermedad. Esta se realiza mediante dos sistemas que son ampliamente usados: (i) sistema de preaviso biológico, el cual mide el estado de desarrollo de la enfermedad con la escala de Fouré (1985), que consiste en la detección temprana de los síntomas de la enfermedad, donde inicialmente se determina la emisión foliar considerando los estados de desarrollo de la hoja y la (ii) estimación de la incidencia y la severidad de la enfermedad.¹⁴

1.2.5.1 Escala de Fouré. El nivel de infección sobre las hojas se registra con la escala propuesta por Fouré (1985), para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) Moreleten, como se muestra en el cuadro 3.¹⁵

Cuadro 3. Escala sintomatológica de Fouré.

ESCALA	SINTOMATOLOGÍA
1	Puntos negros con halo de color blancuzco, este síntoma es visible en el envés de la hoja.
2	Surge como una raya o estría, generalmente de color café y es visible en el envés de la hoja.
3	Se diferencia del anterior en sus dimensiones. La estría se hace más larga y ancha, aumentando su longitud, visible por el envés y la haz de la hoja.
4	Visible en la haz de la hoja como una mancha negra, bien definida.
5	Ocurre cuando la mancha elíptica negra extendida en la haz de la hoja es rodeada de un halo amarillo.
6	Se desarrolla cuando el centro de la mancha se seca, adquiere un color gris claro, rodeado a su vez por un halo de color amarillo brillante.

Fuente: CATIE

1.2.5.2 Escala de Cook. Esta escala se compone de 12 grados, para detectar niveles de resistencia a la enfermedad, como se observa en el cuadro 4, en donde infecciones del grado 1 al 4 indican niveles altos de resistencia; infecciones del grado 5 al 6 las plantas sobreviven y se desarrollan normalmente. Plántulas con infecciones del grado 7 al 9 en la mayoría de los casos mueren por la enfermedad.¹⁶

¹⁴ OSORIO SALAMANCA, Gina Paola. "Evaluación de hongos endofíticos y extractos botánicos para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* morelet) en banano". 2006.

¹⁵ Ibid., p.21

¹⁶ MARTÍNEZ DE CARRILLO, Mirna y ZAMBRANO, Carlos. "Identificación y patogenicidad de cepas del género *Colletotrichum* asociados al cultivo del café *coffea arabica* L. en la región centro occidental de Venezuela". 1992.

Cuadro 4. Escala sintomatológica de Cook.

ESCALA (Grados)	SINTOMATOLOGÍA
1	Lesiones no visibles.
2 al 4	Lesiones superficiales en forma de pequeñas depresiones (chancros) de color marrón que van expandiéndose gradualmente.
5	Presencia de pequeñas depresiones negras que van progresando en número y tamaño, coalesciendo, hasta alcanzar el grado 10.
10	El tallo está completamente afectado.
11 y 12	El tallo del hipocólito está completamente marchito y negro (plántulas completamente muertas).

Fuente: CATIE

1.3 MÉTODOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES

Es importante hacer notar que no solamente aplicando fungicidas se pueden controlar las enfermedades, siempre se deben considerar métodos alternativos para el combate y prevención de estas. Es por eso que junto con la evolución de la agricultura, a través del tiempo se han ido desarrollando y aplicando diferentes métodos para enfrentar las enfermedades que atacan a los cultivos.¹⁷

1.3.1 Método de Control Preventivo. También llamado de Control Cultural, es uno de los métodos más económicos. Propone realizar las labores propias del manejo agrícola de manera efectiva y oportuna, para dificultar la aparición y supervivencia de enfermedades. De esa manera, el control preventivo supone realizar a tiempo y adecuadamente el riego, la preparación del suelo, los riegos posteriores, los desyerbes, los cambios de surco o aporques, la cosecha y los tratamientos propios de la post-cosecha.¹⁸

1.3.2 Método de Control Manual o Mecánico. Consiste en retirar del campo de cultivo a las plantas enfermas o las partes de algunas de ellas que estén afectadas por la enfermedad.¹⁹

1.3.3 Método de Control Biológico. Es el que enfrenta enfermedades fúngicas usando hongos. Se sustenta en el hecho de que muchas especies de organismos se alimentan o completan su ciclo de vida a costa de otros.²⁰

¹⁷ CONSTANTINI, M. "Uso y manejo seguro de plaguicidas. Modulo nueve". 2006

¹⁸ Ibid., p.22

¹⁹ Ibid., p.22

²⁰ Ibid., p.22

1.3.4 Método de Control Etológico. Es el que se basa en el estudio del comportamiento y las preferencias de cada enfermedad en sus diferentes estados.²¹

1.3.5. Método de Control Químico. Como su nombre lo indica consiste en el uso de productos sintéticos o químicos, y que se recomienda sólo para los casos en que la enfermedad ha alcanzado mayores niveles de gravedad. Cabe señalar que estos productos han evolucionado notablemente haciéndose cada vez más específicos.²²

1.4 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, conocido también como MIPE, es un enfoque que busca conjugar las ventajas de los diferentes métodos de control antes señalados, de acuerdo a las condiciones específicas de cada caso o cultivo. Estos métodos pueden ayudar a reducir los síntomas de la enfermedad y disminuir los costos de producción; aumentando la competitividad del negocio.²³

1.5 TIPOS DE HONGOS DETECTADOS EN LA PLANTACION DE *E. pulverulenta*.

En un estudio previo, realizado por el MS.c Gerardo I. Naundorf S. microbiólogo de la Universidad del Cauca y un grupo de estudiantes de la asignatura fitopatología forestal, se aislaron e identificaron un grupo de hongos provenientes de muestras de suelo y muestras de tejido como corteza y hojas de *E. pulverulenta* tomadas de la misma área del estudio donde se desarrollo esta investigación.

Las muestras detectadas se procesaron en laboratorio para conseguir aislamientos puros en Agar Papa Dextrosa (PDA) que luego fueron estudiados a nivel macroscópico y microscópico, además se realizaron pruebas bioquímicas para identificar dichos hongos hasta nivel de género. Los hongos identificados se encontraron asociados a síntomas en los eucaliptos como manchas en las hojas y posterior marchitamiento (necrosis del tejido), pudrición de las raíces y base del tallo, los cuales se muestran en las fotografías de las figuras 4 y 5 respectivamente, al igual que el levantamiento de partes de la corteza.

²¹ Ibid., p.22

²² Ibid., p.22

²³ Ibid., p.22

Entre los hongos identificados se encuentran los géneros *Penicillium*, *Pestalotia*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Colletotrichum* y *Phytophthora*. De la misma manera se identificaron organismos beneficiosos como los del género *Trichoderma*, que ayudan a proteger la planta de hongos causantes de enfermedades, este tipo de hongos suele encontrarse de manera natural asociados a las plantas.

Figura 4. Fotografía de ramas y hojas del *E. pulverulenta* afectadas por manchas.



Fuente: El autor.

Figura 5. Fotografía de la pudrición de la raíz y la base del tallo del *E. pulverulenta* atacadas por un conjunto de agentes patógenos.



Fuente: El autor.

1.5.1 Género *Trichoderma*. Hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. Pertenece a la subdivisión Deuteromycetes que se caracterizan por no poseer, o no presentar un estado sexual determinado. De este microorganismo existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas.²⁴

1.5.2 Género *Penicillium*. Hongos conocidos como mohos verdes o azules, de algunas especies se obtiene la penicilina, el micelio del hongo, conjunto de filamentos tubulares llamados hifas, crece en la superficie de plantas, frutas, pan, quesos y otros. La reproducción asexual se produce en *Penicillium* mediante unas células, los conidios, que se forman en el extremo de hifas especializadas, los conidióforos.²⁵

1.5.3 Género *Pestalotia*. De la misma forma se puede hacer referencia al hongo del género *Pestalotia* en donde los problemas foliares más comunes provocados por este género se observan como manchas del follaje, generalmente causando necrosis del tejido. Aunque se tienen registradas varias especies de patógenos causantes de manchas necróticas y quemazones en el follaje, ninguna de ellas ha tenido proporciones epidémicas. Asimismo la quemazón del follaje también es frecuente en las coníferas en donde igualmente la *pestalotia sp.*, causa secamiento de ramas y ramitas.²⁶

1.5.4 Género *Fusarium*. Los hongos del género *Fusarium* son cosmopolitas y muy abundantes en las zonas tropicales y templadas del mundo. Además este género es uno de los más fitopatógenos que causa daño a diversas plantas cultivadas, ocasionando distintos tipos de enfermedades, tales como manchas en las hojas, pudrición de raíces y de la base del tallo, cánceres de las plantas, muerte descendente, pudrición de frutos y marchitamientos vasculares. También presenta especies que ocasionan enfermedades en el hombre y en los animales y algunas son productoras de toxinas.²⁷

1.5.5 Género *Botrytis*. Las enfermedades causadas por *Botrytis* quizá sean las más comunes y más ampliamente distribuidas de hortalizas, plantas ornamentales, frutales, etc. Son las enfermedades más comunes de las plantas cultivadas en los invernaderos. Estas enfermedades aparecen principalmente en

²⁴ FOTY. Op. Cit., p.20

²⁵ MENESES MUÑOZ, Marcio. "Hongo de la penicilina". 2006.

²⁶ SOSA DE CASTRO, Néilda T. *et al.* "Ocurrencia de *Pestalotia sp.* causando lesiones necróticas en plantas de Jazmín del Cabo (*Gardenia Augusta*), en Corrientes, Argentina". 2003

²⁷ BIBLIOTECA ESCUELA DE COLOMBIA. s. f

forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, pero también como canchales o pudriciones del tallo, ahogamiento de las plántulas, manchas foliares y como pudriciones del tubérculo, como un bulbo y raíces. Bajo condiciones húmedas el hongo produce una capa fructífera conspicua de moho gris sobre los tejidos afectados.²⁸

1.5.6 Género *Colletotrichum*. Los hongos de este género (*Coelomycetes*), habitualmente causan síntomas necróticos en sus plantas hospedantes, manchas foliares, antracnosis, momificación de frutos, necrosis descendente y canchales en tallos. Son organismos cosmopolitas y pocas veces tienen especificidad patogénica en sus hospedantes. Presentan una gran variabilidad en caracteres morfológicos de conidios y apresorios. Las enfermedades que causan han sido descritas en un sinnúmero de especies cultivadas y espontáneas.²⁹

1.5.7 Género *Phytophthora*. Un problema fitopatológico bien reconocido lo constituyen las enfermedades causadas por los hongos de este género, entre las cuales se destacan; la podredumbre del cuello de la raíz y parte basal del tallo, la gomosis y el aguado o podredumbre marrón de los frutos, la pudrición de las raíces causada y el cáncer del tronco producido al menos por tres especies de *Phytophthora*, causa la pudrición de las yemas en el cocotero, lo cual es un problema común en muchas áreas donde se practica este cultivo.³⁰

1.6 FUNGICIDAS

Sustancias o preparados capaces de matar o inhibir el desarrollo de los hongos o sus esporas.³¹ El modo o mecanismos de su acción se pueden definir como la respuesta bioquímica y fisiológica de los organismos vivos frente a la acción de los fungicidas. Es decir que un mecanismo de acción es la forma en que el plaguicida actúa sobre la enfermedad.³²

1.6.1 Fungicidas orgánicos. Son sustancias químicas orgánicas desarrolladas desde 1930, que matan a los hongos o a sus esporas o inhiben su desarrollo, se

²⁸ Infoagro.com

²⁹ SOSA DE CASTRO, Nélida T. *et al.* "Primera información de *Colletotrichum camelliae*, como patógeno de *Camellia japonica*, en Corrientes". 1999

³⁰ EHEMENDIA MEDINA, Yamilé. "Phytophthora: Características, diagnóstico y daños que provoca en algunos cultivos tropicales. Medidas de control". 2003.

³¹ S.E.C.F. Diccionario forestal. s. f.

³² CONSTANTINI, M. Op. Cit., p.22

utilizan como protectores, siendo considerados como fungicidas preventivos; no promueven el desarrollo de cepas fúngicas de resistencia.³³

1.6.1.1 Caldo visosa. Es un compuesto de sustancias orgánicas (sulfato de cobre, cal hidratada, sulfato de zinc, sulfato de magnesio, ácido bórico) que se utiliza para fortalecer el funcionamiento interno de la planta de tal forma que la síntesis de nutrientes para la elaboración de frutos es constante y reduce la efectividad del ataque por parte del hongo. Es por ello que este producto se emplea como fungicida fertilizante e insecticida.³⁴

En frutales y café, se debe aplicar cada 30 días cuando no estén floreciendo, ya que el cobre que este fungicida contiene es causante de la pérdida de la flor; en otros cultivos puede aplicarse cada 2 ó 3 semanas como preventivo, alternándolo con el caldo bórdeles. La aplicación debe hacerse sobre el follaje, principalmente por el envés de las hojas y el suelo debe estar húmedo antes de la aplicación.³⁵

1.6.1.2 Caldo sulfocálcico. El caldo sulfocálcico es un producto que se usa en la agricultura orgánica, dando buenos resultados a los productores. Se obtiene mezclando azufre, cal y agua. Sirve para prevenir o controlar hongos y como abono foliar, correr algunos insectos y matar ácaros (arañitas rojas).³⁶

1.6.2 Fungicidas químicos. Son sustancias químicas inorgánicas, por ejemplo el azufre que ha sido utilizado desde 1846 para inhibir el desarrollo micelial de algunos hongos que causan enfermedades foliares. El cobre ha sido extensamente utilizado desde 1882 por sus propiedades antifúngicas y antibacterianas como fungicida preventivo. El mercurio también se ha usado desde 1920, aunque actualmente ha sido retirado del comercio. Todos estos metales interfieren en los procesos metabólicos de los microorganismos, pero deben ser utilizados prudentemente porque pueden producir toxicidad en la planta.³⁷

1.6.2.1 Vitavax 300. Es un fungicida sistémico que en su composición tiene como ingrediente activo carboxín (20%) y Captan (20%), su categoría toxicológica es de nivel II denominándose altamente tóxico. Controla y previene el desarrollo de enfermedades que atacan las semillas y plántulas durante la germinación, además

³³ Ibid., p.26

³⁴ GARCIA. "Guía para el manejo de tecnologías de producción limpia". s. f.

³⁵ BEJARANO MENDOZA, Carlos Arturo y RESTREPO RIVERA, Jairo. "Agricultura sostenible". 2002.

³⁶ MOLINA RIVERA, Gustavo. "Caldo sulfocálcico". s. f.

³⁷ S.E.C.F. Diccionario forestal. Op. Cit., p.26

de ser protectante tiene la propiedad de ser absorbido por las semillas cuando germinan y traslocado a los tejidos que se van formando, concentrándose en las raíces y la parte basal de la planta, asegurando el control de patógenos, no solamente en la semilla sino también durante el estado de plántula, permitiendo que se formen plantas sanas y vigorosas, sin tener que hacer resiembras. También puede ser usado en tratamiento de semilleros debido al gran efecto adherente del captan.³⁸

Dentro de los beneficios de este fungicida se puede mencionar su uso preventivo de amplio espectro, su alta eficacia biológica contra un amplio rango de hongos fitopatógenos, tampoco afecta el vigor ni la germinación de las semillas. Al proteger de patógenos permite un crecimiento vigoroso de las plántulas y por la calidad de su formulación permite una distribución y adhesión uniforme del producto, su utilización es ideal dentro de un programa de rotación ya que evita la aparición de resistencia. Por otro lado debido a sus características físico-químicas, permite que sea manipulado fácilmente.³⁹

1.6.2.2 Colizym 500 SC. Es un fungicida sistémico que en su composición presenta como ingrediente activo Metil 1h – Benzimidazol – 2il – Carbamato 500 g/L (Carbendazim) y como ingredientes aditivos e inertes csp 1 L, su categoría toxicológica es de nivel III denominándose medianamente toxico. Es un fungicida con actividad preventiva y curativa, de acción rápida, es absorbido por las raíces y por los tejidos verdes y traslocado en sentido acropétalo, que actúa sobre los microorganismos interfiriendo la biosíntesis del DNA durante la mitosis y el mecanismo de transmisión del mensaje genético del DNA al RNA, impide el desarrollo de las hifas, la formación de apresorios y el crecimiento del micelio, además detiene el desarrollo del tubo germinativo provocando irregularidades en la división celular y dando lugar a células anormales que provocan la muerte del hongo. Posee actividad secundaria sobre huevos de ácaros y cierta acción secundaria contra oídios.⁴⁰

³⁸ PROFICOL “Vitavax 300”. S. f.

³⁹ Ibid., p.28

⁴⁰ COLINAGRO. “Colyzym”. 2003.

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La plantación de *E. pulverulenta* se encuentra ubicada en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró en el departamento del Cauca, posee un área de 7,5 Ha. y una altura aproximada de 1700 m.s.n.m, se localiza a 7Km del municipio de Popayán; en las coordenadas N 02° 28' 23,7" y W 76° 33' 13,9", en la figura 6 se la fotografía de la plantación de *E. pulverulenta* en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró.

Figura 6. Fotografía de la plantación de *E. pulverulenta* situada en finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró departamento del Cauca

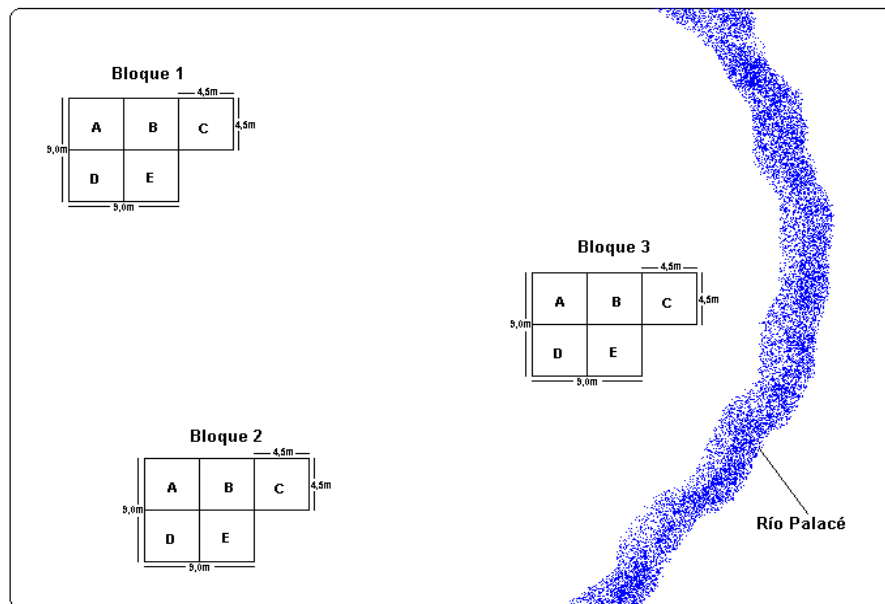


Fuente: El autor.

2.2 FASE EXPERIMENTAL

Se seleccionaron tres sitios (bloques) de diferentes características para el experimento; dentro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para la diferenciación de los sitios esta la posición respecto al río (siendo el bloque 1 el más alejado, seguido por el bloque 2 y por último el bloque 3 el cual estaba más próximo al río), el cual es una fuente de humedad en el lugar, lo anterior se ilustra en la figura 7, de la misma forma se tuvo en cuenta la topografía. Los sitios fueron cercados con el fin de protegerlos contra el pisoteo y el estiércol del ganado que se encontraba en la finca.

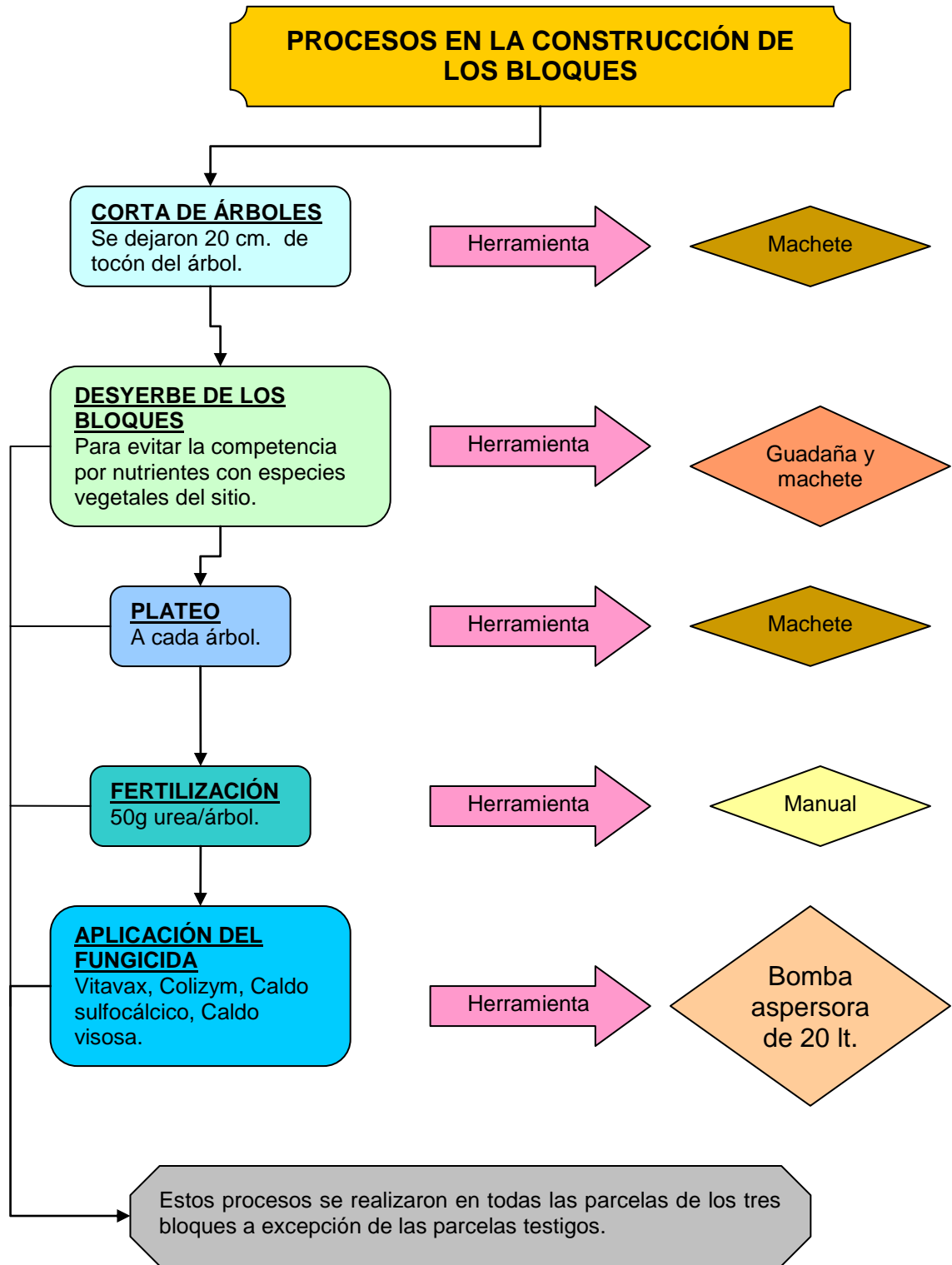
Figura 7. Posicionamiento de los bloques respecto al río dentro de la plantación de *E. pulverulenta*.



Fuente: El autor.

2.2.1 Preparación de los sitios para el montaje del experimento. Se empezó cortando los árboles que se encontraban en los sitios escogidos, esto con el fin de obtener rebrotes, de igual manera se procedió a realizar desyerbe, plateo, fertilización y aplicación de los fungicidas en los sitios asignados para el experimento, a excepción del testigo. La figura 8 muestra el flujograma de los procesos realizados.

Figura 8. Flujograma de los procesos en la construcción de los bloques.



Fuente: El autor.

Las figuras 9 y 10 muestran las fotografías de la fertilización de los árboles con urea y el resultado final en la construcción de los bloques respectivamente, indicados en algunos procesos del flujograma anterior.

Figura 9. Fotografía de árbol abonado con urea



Fuente: El autor.

Figura 10. Fotografía de bloque realizado dentro de la plantación de *E. pulverulenta*



Fuente: El autor.

2.2.2 Diseño experimental. Para el estudio se realizó un diseño experimental en bloques al azar, con cinco parcelas por bloque. A cuatro de las cinco parcelas por bloque se le asignó aleatoriamente un tratamiento el cual consistía en la aplicación de un fungicida, así: 1) Caldo Visosa con una concentración de 1 lt / bomba y 2) Caldo Sulfocálcico con una concentración de 2 lts /20 lts agua, 3) Vitavax a una concentración de 5 g /1 lt agua y 4) Colizym a una concentración de 60 cm³ /100 lts agua, la quinta parcela correspondió al testigo.

Para la aplicación de los tratamientos en cada parcela dentro de los bloques se decidió realizar un sorteo por medio de papeletas, en el cuadro 5 se muestra la forma como se distribuyeron los tratamientos dentro del diseño de bloques al azar, los cuales no tenían igual cantidad de individuos debido a la diferencia en la densidad de siembra que ocasiono que los datos fueran desbalanceados.

Cuadro 5. Distribución de los tratamientos dentro de los bloques en el diseño de bloques completos aleatorizados.

Tratamientos (Fungicidas)	BLOQUES														
	1					2					3				
	Parcelas					Parcelas					parcelas				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Caldo sulfocálcico	x								x						x
Caldo visosa		x						x				x			
Vitavax 300			x			x							x		
Colizym 500 SC				x			x				x				
Control					x					x					x

Fuente: El autor.

2.2.2.1 Fuentes de variación. Para el estudio se asumieron tres fuentes de variación; los tratamientos (Tr) los cuales constaban de dos fungicidas químicos (vitavax y colizym) y dos fungicidas orgánicos (caldo visosa y caldo sulfocálcico); los bloques (B) correspondieron a tres condiciones de terreno diferentes, determinadas en relación a la distancia con el río Palacé y por último el tiempo (T) que fue el periodo de registro de resultados que se hizo una vez cada 30 días por tres meses.

2.2.2.2 Variables de respuesta. Dentro de las variables de respuesta se tuvo en cuenta los porcentajes de ramas afectadas (Ra) por los hongos, esta medición se efectuó contando las ramas afectadas por individuo cada treinta días durante tres meses que fue el tiempo de duración del experimento, de igual manera se tomó el numero total de ramas (Tra) en cada individuo, esto con el fin de poder determinar la capacidad regenerativa de los árboles y por ende el nivel de frondosidad, esta

medición al igual que la anterior se realizó cada 30 días por un periodo de tres meses.

2.2.2.3 Análisis estadístico. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un 0.05 de significancia, y a continuación se realizó un análisis con el test de Tukey para comparar los tratamientos. Para estos análisis se uso el programa Minitab 14.10e30.

Las parcelas se diseñaron con las mismas dimensiones, debido a la diferencia del numero de individuos por parcela surgieron problemas en el manejo de los datos, por lo tanto se hizo necesario realizar un balanceo de los datos a través de la opción General Linear Model del este programa.

2.2.4 Preparación de los fungicidas orgánicos. En la figura 11 se muestra la fotografía de los elementos utilizados para la preparación de los fungicidas orgánicos caldo visosa y caldo sulfocálcico como son el azufre, cal viva, sulfato de cobre, cal dolomita, sulfato de zinc, sulfato de magnesio y ácido bórico (bórax).

Figura 11. Fotografía de los sustancias orgánicas utilizadas para la preparación de los fungicidas orgánicos



Fuente: El autor.

2.2.4.1 Preparación del caldo visosa. Los componentes necesarios para la preparación de 10 litros de este fungicida orgánico se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Elementos utilizados para la preparación del caldo visosa.

Elementos	Cantidad
Sulfato de cobre	50 gramos
Cal hidratada	50 gramos
Sulfato de zinc	60 gramos
Sulfato de magnesio	40 gramos
Ácido bórico (bórax)	40 gramos
Tinas plásticas (mínimo 10 litros)	2
Machete	1
Agua	10 litros

Fuente: El autor.

En una tina con cinco litros de agua se mezcló el sulfato de cobre, sulfato de zinc, sulfato de magnesio y el ácido bórico. En la segunda tina con cinco litros de agua se disuelve la cal hidratada, para posteriormente agregar la primera tina en la segunda tina revolviendo constantemente la mezcla. La figura 12 muestra la fotografía de los materiales necesarios para la elaboración del caldo visosa.

Figura 12. Fotografía de los materiales para la preparación del caldo visosa



Fuente: El autor.

2.2.4.2 Preparación caldo sulfocálcico. En el cuadro 7 se muestran los elementos para la preparación de 10 litros de caldo sulfocálcico.

Cuadro 7. Elementos utilizados en la preparación del fungicida caldo sulfocálcico.

Elementos	Cantidad
Azufre	2 Kilogramos
Cal viva	1 Kilogramos
Tina metálica (capacidad 10 litros)	1
fogón de leña	1
Aceite casero de cocina	1 cucharada

Fuente: El autor.

En una tina metálica se colocó el azufre y se agregó agua hasta formar una pasta revolviendo constantemente, calentando constantemente el azufre en el fogón se agregó la cal y el agua restante hasta completar los 10 litros sin dejar de revolver, hasta que la mezcla se tornó de color vino tinto y estuvo espesa, se dejó enfriar y se guardó en un envase oscuro con el fin de protegerlo de la luz y se le agregó un chorrillo de aceite comestible con el fin de conservarlo el mayor tiempo posible. La dosis a aplicar se hizo bajo recomendaciones técnicas, la cual se asemejó a la de los árboles frutales. En la figura 13 se muestra la fotografía de los elementos necesarios para la mezcla del caldo sulfocálcico.

Figura 13. Fotografía de los elementos necesarios para preparación del caldo sulfocálcico



Fuente: El autor.

2.2.5 Preparación de los fungicidas químicos. Estos son usados extensamente en la industria, la agricultura, en el hogar y el jardín para un número de propósitos que incluyen: para protección de las semillas de granos durante su almacenamiento, transportación y la germinación; de igual manera para la protección de los cultivos.

2.2.5.1 Vitavax 300. La dosis aplicada fue de 5g por litro de agua, la cual se fijó por recomendación técnica del producto, siguiendo las instrucciones consignadas en la etiqueta. La figura 14 muestra la fotografía de la preparación del fungicida vitavax 300.

Figura 14. Fotografía de preparación de la dosis de vitavax 300 en agua



Fuente: El autor.

2.2.5.2 Colizym 500 SC. La dosis aplicada fue de 0,6 cm³ por litro de agua, la cual se fijó previa recomendación técnica del producto, siguiendo las instrucciones consignadas en la etiqueta. La figura 15 muestra la fotografía de la medición en campo del fungicida colizym.

Figura 15. Fotografía de la medida de la dosis del colizym



Fuente: El autor.

2.2.6 Aplicación de los fungicidas. Para la aplicación de los fungicidas orgánicos (caldo visosa y caldo sulfocálcico) y químicos (vitavax 300 y colizym 500 SC), se utilizó una bomba de fumigación con capacidad de 20 litros, tapabocas, guantes plásticos, gafas, bata y botas con el fin evitar daños o perjuicios que pudieran llevar al deterioro de la salud, la figura 16 muestra la fotografía de los elementos anteriormente mencionados usándose en campo. La aplicación de los fungicidas se realizó previamente soqueados, procurando cubrirlos al máximo con los fungicidas en capas uniformes. En la figura 17 se muestra la fotografía de la aplicación del vitavax a un árbol soqueado de *E pulverulenta*.

Figura 16. Fotografía de la aplicación de los fungicidas al *Eucalyptus pulverulenta* con los elementos de protección



Fuente: El autor.

Figura 17. Fotografía de la aplicación del vitavax al *E. pulverulenta*



Fuente: El autor.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

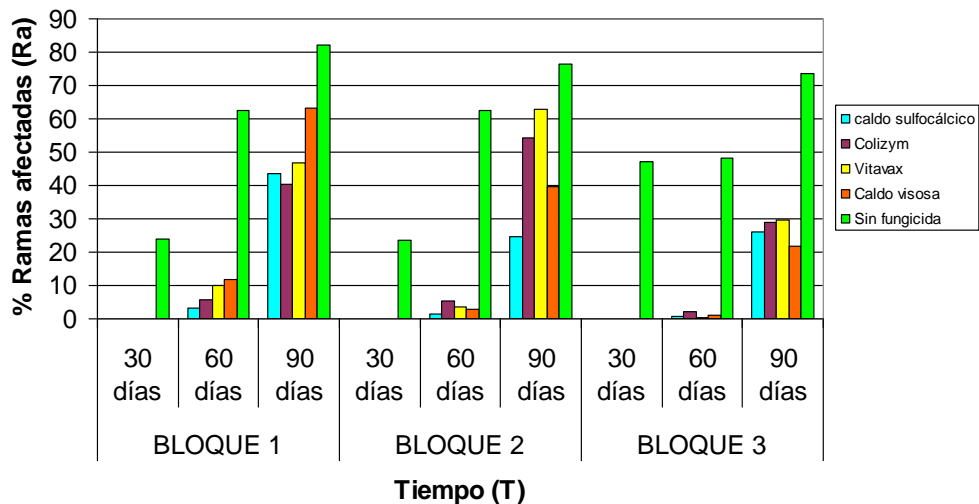
En el cuadro 8 y las figuras 18 y 19, se muestra los porcentajes de ramas afectadas por el complejo fúngico y el número total de ramas para cada tratamiento en los tres sitios (bloques), en los tres periodos de tiempo (30, 60 y 90 días), en la plantación de *E. pulverulenta*, en la finca Palacé, vereda Florencia, municipio de Totoró en el departamento del Cauca.

Cuadro 8. Número total de ramas y porcentaje de ramas afectadas (frondosidad) por el complejo fúngico en la plantación de *E. pulverulenta*.

TRATAMIENTOS	BLOQUE																	
	1						2						3					
	30		60		90		30		60		90		30		60		90	
	%Ra	Tra	%Ra	Tra	%Ra	Tra	%Ra	Tra	%Ra	Tra	%Ra	Tra	%Ra	Tra	%Ra	Tra	%Ra	Tra
Caldo sulfocálcico	0	34	3,15	77	43,47	80	0	23	1,54	51	24,68	53	0	11	0,76	24	25,96	24
Colizym	0	47	5,65	104	40,48	109	0	20	5,22	44	54,45	45	0	21	2,12	47	28,88	48
Vitavax	0	33	9,87	73	46,94	77	0	30	3,58	68	62,96	70	0	14	0,33	32	29,8	33
Caldo visosa	0	41	11,83	91	63,3	96	0	27	2,96	59	39,58	61	0	19	1,09	42	21,67	43
Sin fungicida	24	7	62,42	9	82	11	23,45	6	62,36	8	76,34	9	47,22	2	48,33	3	73,61	4

Fuente: El autor.

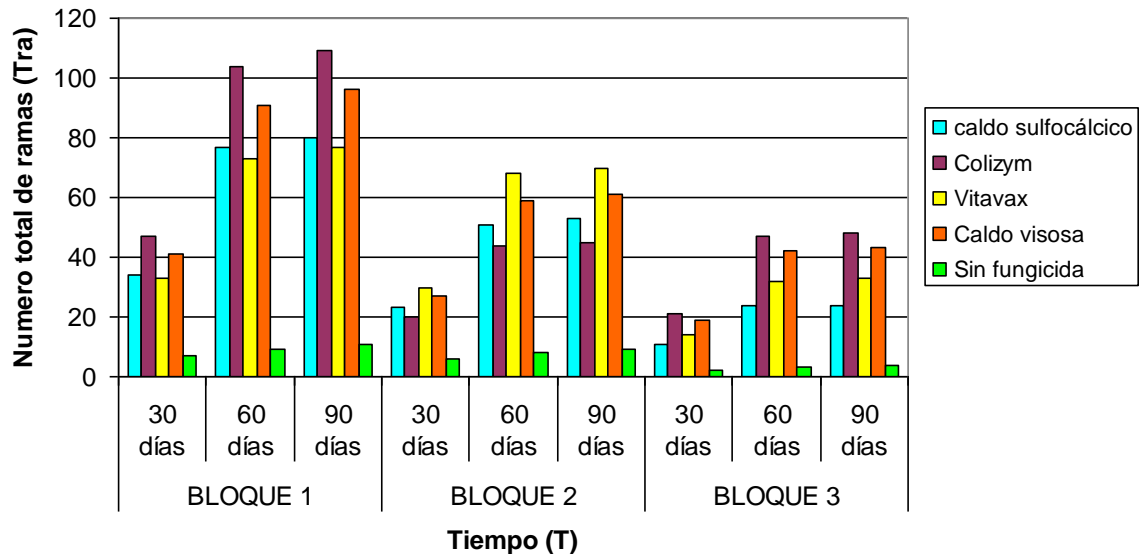
Figura 18. Porcentaje de ramas afectadas por el complejo fúngico para los cuatro tratamientos en tres condiciones de sitio y tiempo en la plantación de *E. pulverulenta*.



Fuente: El autor.

La figura 18 muestra los porcentajes de ramas afectadas vs. los tratamientos y el tiempo, como se puede observar las cuatro formulas (caldo sulfocálcico, caldo visosa, vitavax y colizym) no presentaron diferencias significativas sin embargo el testigo (sin fungicida) es estadísticamente diferente de todos los tratamientos.

Figura 19. Número total de ramas reportadas para cuatro tratamientos en tres sitios y tiempos diferentes de la plantación de *E. pulverulenta*.

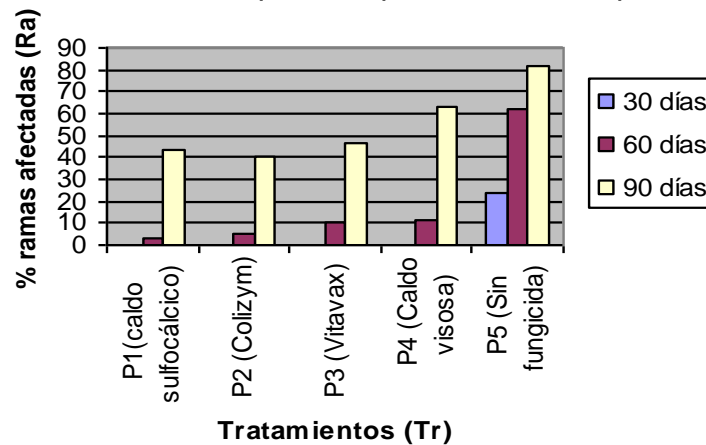


Fuente: El autor.

La comparación del número total de ramas entre bloques se muestra en el gráfico de la figura 19, el cual indica que existen diferencias entre los tratamientos y el control, presentándose en este último el menor número de ramas para los tres bloques.

En las figuras del 20 al 25, se muestran detalladamente los resultados del efecto de los tratamientos respecto al tiempo para las variables de respuesta porcentaje de ramas afectadas y número total de ramas (frondosidad) para cada uno de los bloques con sus respectivas parcelas.

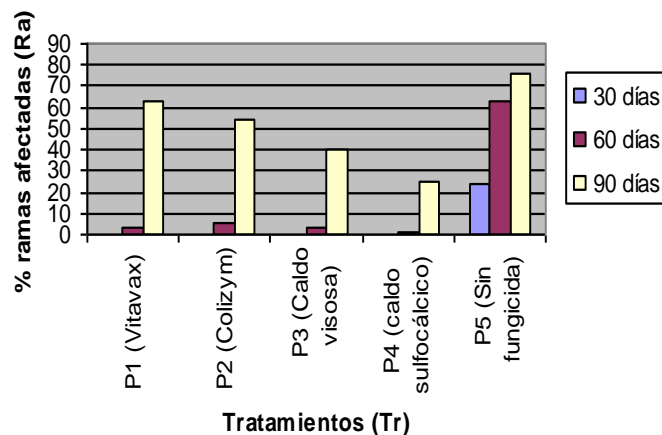
Figura 20. Porcentaje de ramas del *E. pulverulenta* afectadas por un complejo fúngico en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 1



Fuente: El autor.

Como se muestra en la figura 20 las respuestas para el porcentaje de ramas afectadas en la acción de los tratamientos a los 30 días fueron 100% eficaces (0% de ramas afectadas), a diferencia del testigo (sin fungicida) el cual presentó un 24% de ramas afectadas. A los 60 días los mismos tratamientos presentaron un porcentaje de ramas afectadas de 3,15%, 5,65%, 9,87%, 11,83% y 62,42% respectivamente. Ya a los 90 días más del 40% de las ramas se encontraban afectadas por los hongos, obteniendo porcentajes de 43,47% para el caldo sulfocálcico, 40,48% para el Colizym, 46,94 para el Vitavax, 63,3% para el caldo visosa y 82% para el tratamiento testigo.

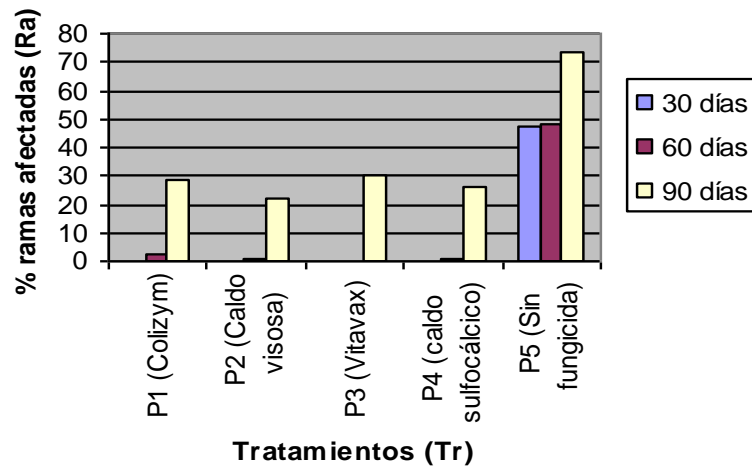
Figura 21. Porcentaje de ramas afectadas del *E. pulverulenta* por un complejo fúngico en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 2.



Fuente: El autor.

En la figura 21 se muestra el porcentaje de ramas afectadas para el bloque 2, dando como resultado que a los 30 días de aplicados los fungicidas la eficacia fue del 100% con un 0% de ramas afectadas a excepción del testigo que tuvo un 23,45% de ramas afectadas, a los 60 días el grafico muestra que para los tratamientos vitavax, colizym, caldo visosa, caldo sulfocálcico y testigo (sin fungicida) presentaron porcentajes de ramas afectadas de 3,58%, 5,22%, 2,96%, 1,54% y de 62,36% respectivamente, y para los 90 los porcentajes de ramas afectadas para los mismos tratamientos fueron de 62,96%, 54,45%, 39,58%, 24,68% y 76,34% respectivamente.

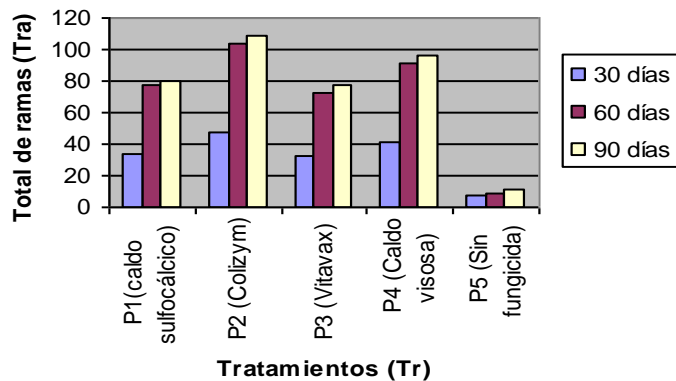
Figura 22. Porcentaje de ramas afectadas del *E. pulverulenta* por un complejo fúngico en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 3



Fuente: El autor.

En la figura 22 se muestran los porcentajes de ramas afectadas para las parcelas del bloque 3, siendo los porcentajes para los 30 días del 0% de ramas afectadas es decir 100% de eficacia de los tratamientos, a excepción del testigo que tuvo un 47,22% de ramas afectadas. Para los 60 días los porcentajes de ramas afectadas por tratamientos fueron de 2,12% para el tratamiento con colizym, de 1,09% para el caldo visosa, de 0,33% para el vitavax, de 0,76% para el caldo sulfocálcico y de 48,33% para el testigo. A los 90 días los porcentajes de ramas afectadas para los mismos tratamientos fueron de 28,88%, 21,67%, 29,8%, 25,96% y 73,61% respectivamente.

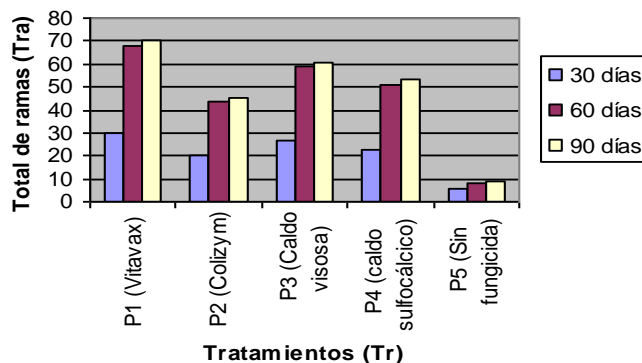
Figura 23. Número total de ramas de *E. pulverulenta* en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 1



Fuente: El autor.

En la figura 23 se muestra la acción de los tratamientos (Fungicidas) sobre el número total de ramas (frondosidad) en las parcelas del bloque 1; a los 30 días de aplicados los tratamientos el número total de ramas fue de 34 ramas para el caldo sulfocálcico, de 47 ramas para el colizym, de 33 ramas para el vitavax, de 41 ramas para el caldo visosa, y 7 ramas para el testigo (sin fungicida). Para los 60 días de estudio los resultados en número total de ramas con los mismos tratamientos fueron de 77 ramas, 104 ramas, 73 ramas, 91 ramas y 9 ramas respectivamente. Por último, para los 90 días los resultados obtenidos por tratamiento fueron para el caldo sulfocálcico de 80 ramas, para el colizym 109 ramas, para el vitavax 77 ramas, para el caldo visosa 96 ramas y para el testigo (sin fungicida) de 11 ramas.

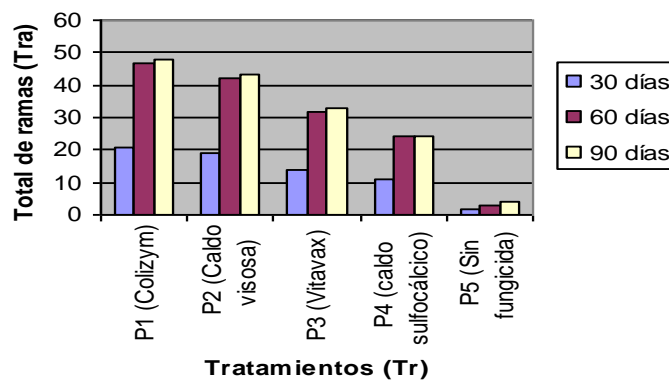
Figura 24. Número total de ramas de *E. pulverulenta* en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 2



Fuente: El autor.

La figura 24 muestra el efecto de los fungicidas sobre el número total de ramas para las parcelas del bloque 2, se observa que a los 30 días de aplicación, el número total de ramas por tratamiento fue de 30 ramas para el vitavax, 20 ramas para el colizym, 27 ramas para el caldo visosa, 23 ramas para el caldo sulfocálcico y 6 ramas para el testigo (sin fungicida). A los 60 días el número total de ramas para los mismos tratamientos fue de 68 ramas, 44 ramas, 59 ramas, 51 ramas y 8 ramas respectivamente. Para la última toma de resultados a los 90 días los datos obtenidos fueron de 70 ramas para el vitavax, 45 ramas para el colizym, 61 ramas para el caldo visosa, 53 ramas para el caldo sulfocálcico y 9 ramas para el testigo (sin fungicida).

Figura 25. Número total de ramas de *E. pulverulenta* en tiempo vs. tratamientos para las parcelas del bloque 3



Fuente: El autor.

En la figura 25 se muestra la acción de los tratamientos sobre el número total de ramas para las parcelas del bloque 3, en donde los resultados obtenidos a los 30 días fueron de 21 ramas para el colizym, 19 ramas para el caldo visosa, 14 ramas para el vitavax, 11 ramas para el caldo sulfocálcico y 2 ramas para el testigo (sin fungicida), a los 60 días de aplicados los mismos fungicidas los resultados obtenidos fueron de 47 ramas, 42 ramas, 32 ramas, 24 ramas y 3 ramas respectivamente. Ya a los 90 días los datos obtenidos fueron de 48 ramas, 43 ramas, 33 ramas, 24 ramas y 4 ramas para los mismos tratamientos.

Los resultados obtenidos en el ANOVA por medio del programa Minitab 14.10e30 concluyen que para las variables de respuesta (porcentaje de ramas afectadas y número total de ramas) existe una diferencia entre los tratamientos, de igual forma se encontró que existen diferencias significativas en los diferentes periodos de medición con estas variables de respuesta, estos datos se muestran en el anexo 1.

Con la prueba de Tukey se encontró que las diferencias entre tratamientos con fungicidas no son significativas, mientras que en la comparación de los tratamientos (con fungicidas) versus el testigo (sin fungicida) las diferencias fueron muy significativas, estas diferencias se pudieron presentar debido a que en la parcela control o testigo no se realizó ningún tipo de manejo silvicultural a excepción de la soca total la cual era necesaria para la obtención de rebrotes y en las parcelas con tratamientos se homogenizaron variables como la soca total, la fertilización con urea, plateo y deshierbe.

Tukey reportó diferencias significativas para la variable número total de ramas por individuo con el factor tiempo, encontrándose que en el primer periodo de tiempo (30 días) el número de rebrotes era mayor que en el segundo (60 días) y tercer periodo (90 días), existiendo en estos dos últimos periodos una leve semejanza pero siendo el último el que reportara menor número de rebrotes, esto se puede explicar con lo mencionado por Vita *et al.* en su estudio de respuesta del rebrote en espino (*Acacia caven* (Mol.)) sometido a intervenciones silviculturales en zona árida de Chile, en el cual expone que existió una tendencia en la disminución del número de brotes totales a medida que transcurre el tiempo. Ello puede corresponder al efecto de competencia entre brotes, comportamiento que es habitual en el desarrollo de cualquier tipo de regeneración natural. En este caso puede haber influido, además, las variaciones estacionales de disponibilidad de agua y el efecto de desecación por altas temperaturas⁴¹.

De la misma forma Tukey indicó una diferencia significativa en porcentaje de ramas afectadas con el tiempo, en donde se deduce que si bien en los primeros 30 días el porcentaje de las ramas afectadas por los hongos fue del 0% y a los siguientes 60 días se dio la aparición de los síntomas del complejo fúngico, la diferencia entre estos dos periodos fue pequeña, de lo que se infiere que el porcentaje de infección en el segundo periodo de toma de datos, el ataque fue leve, por el contrario en el tercer periodo de toma de datos (90 días) el ataque fue muy grande, por lo que se puede decir que la diferencia significativa existe entre los primeros 60 días y los últimos 30 días.

En el análisis realizado se obtuvo que después de aplicados los fungicidas orgánicos y químicos todos los bloques fueron afectados entre el primer periodo (30 días) y el segundo (60 días), esto pudo deberse a que se realizó solamente una aplicación al inicio del estudio y no con una periodicidad de 30 días, otra razón según estudios con el hongo *Coniothyrium zuluense*, causante de canchales en tallo, que se encuentra distribuido en Sud África, México, Hawái, Tailandia, Uruguay,

⁴¹ VITA, Antonio. *et al.* "Respuesta del rebrote en espino (*Acacia caven* (Mol.)) sometido a intervenciones silviculturales en zona árida de Chile." 1996.

Argentina y Vietnam (Old et al., 2003; Cortinas et al., 2004;)⁴² que expresa que los acónidios de estos son dispersados por lluvia o viento e infectan directamente los tallos jóvenes a través de la epidermis, pueden ser una de las causas de la pronta presencia del hongo ya que la ubicación de los bloques estaba dentro de la misma plantación de *E. pulverulenta* ya afectada, a lo cual se sumo que en la fecha del establecimiento del experimento se presentaron lluvias frecuentes.

El tiempo (más de tres años) que lleva el complejo fúngico atacando la plantación de *E. pulverulenta* e igualmente sin la aplicación de tratamiento silvícola alguno, pueden ser factores que inciden en la reaparición y resistencia de los hongos a los 30 días de aplicados los tratamientos, este resultado se explica en parte de acuerdo con Vázquez Silva *et al.* en su estudio de Caracterización de la declinación de bosques de encinos en “Sierra de lobos” Guanajuato, México, que menciona que la mayor severidad del deterioro se presento en rodales a los cuales no se realizo manejo, en consecuencia esta circunstancia facilita la infestación y provoca la rápida muerte del individuo, además se determino que los tocones de estos árboles constituyen el foco de infección para los rebrotes⁴³.

El crecimiento de un individuo esta determinado por las condiciones del sitio (factores edáficos, climáticos, topográficos y de competencia),⁴⁴ lo anterior puede explicar lo ocurrido en el bloque 1 el cual por estar ubicado en mejores condiciones respecto a los otros bloques tuviera una mayor generación de rebrotes (frondosidad); sin embargo fue el mas afectado por el complejo fitosanitario. De los resultados obtenidos se puede inferir que a mayor crecimiento de los individuos de *E. pulverulenta* el ataque de los patógenos se da con mayor rapidez. Situación diferente ocurrió en los bloques 2 y 3, ya que sus condiciones de sitio eran diferentes al estar mas cerca del río Palacé, que afecto el crecimiento de los individuos he hizo que el ataque fuera menor.

Otro aspecto responsable de los resultados pudo haber sido la no regulación de la forma de aplicación de los fungicidas, puesto que parámetros como el diámetro de la boquilla de la bomba, la amplitud relativa (es un indicador de la homogeneidad de la aspersión que se forma durante una aplicación) y la cobertura, entre otros, tienen gran incidencia en la forma de actuar de estos (FAO, 1978).⁴⁵ Para este experimento no se tuvieron en cuenta estos parámetros en la aplicación de los fungicidas por falta de recursos y por accesibilidad de esta tecnología que los

⁴² MARRARO, Francisco y HARRAND, Leonel. “Susceptibilidad a *Coniothyrium zuluense* de diferentes orígenes y procedencias de *Eucalyptus grandis*”. 2004

⁴³ VÁZQUEZ SILVA, Luís. *et al.* “Caracterización de la declinación de bosques de encinos en Sierra de lobos”, 2004.

⁴⁴ CORVALÁN V, Patricio y HERNÁNDEZ P, Jaime. “El sitio”. 2006

⁴⁵ FERRAZZINI, H y GAMBÁ, F. “Evaluación de dos tecnologías de aplicación de fungicidas”. 2007

regulara, lo que pudo haber ocasionado que no se halla controlado el complejo fúngico por un periodo mayor a 30 días.

La generación de rebrotes en las parcelas testigo tuvieron un desarrollo retardado, esto se pudo deber a lo encontrado por Soto A. Bach, en su estudio, el cual menciona que las enfermedades foliares provocadas por agentes patógenos de tipo fungoso, ocupan un lugar importante en un estudio debido a la relación que existe entre el área foliar de una planta, la fotosíntesis y la velocidad de desarrollo del organismo, esta interacción se da porque la fotosíntesis es el mecanismo por medio del cual las plantas transforman la energía lumínica del sol en compuestos orgánicos como la glucosa, utilizados como fuente de energía en la síntesis de otros compuestos que derivan en el desarrollo de las plantas; la disminución de este proceso debido a la disminución del área foliar por efecto de interferencia provocadas por hongos y otros organismos tendrá como consecuencia un desarrollo mas retardado del organismo vegetal o en el peor de los casos terminara con la vida de la planta.⁴⁶

La fertilización con urea obtuvo una respuesta muy beneficiosa por parte de los individuos de *E. pulverulenta*, al recibir de ésta compuestos que aceleraron el desarrollo inicial de las plantas, a diferencia de los lugares sin fertilizar, esto se pudo deber a que al momento de la aplicación el suelo se encontraba en condiciones ideales de humedad, ya que se hizo a primeras horas de la mañana después de las lluvias frecuentes que se presentaban en la madrugada, esto proporciona una completa absorción del abono. Lo anterior se puede comparar con lo resultados obtenidos por un reporte de investigación sobre la época de lluvia y perdida de amonio de la urea en una plantación de pino, la que expresa que a menos que caiga lluvia antes que la urea sea disuelta por el rocío de la mañana, esta podría no ser efectiva para moverla en el perfil del suelo, reduciendo así las perdidas de amonio (NH₃), ya que generalmente se considera que la lluvia que cae poco después de la aplicaciones, introduce el fertilizante y los productos de su hidrólisis en el suelo y de esta forma detiene la pérdida de amonio (NH₃).⁴⁷

⁴⁶ SOTO A BACH, Álvaro E; H. CALDERÓN, José y ALVAREZ V, Gustavo A. "Determinación de enfermedades foliares provocadas por hongos en diez especies forestales durante la época lluviosa". 2006.

⁴⁷ D. E. Kissel. *et al.* "Época de lluvia y perdida de amonio de la urea en una plantación de pino". 2004.

CONCLUSIONES

El manejo y control del complejo fúngico dentro de la plantación de *E. pulverulenta* es posible, mediante la aplicación de los tratamientos aplicados en este estudio, en periodos entre 45 y 60 días.

Los resultados no arrojaron diferencias significativas para los tratamientos, sin embargo, las parcelas no tratadas fueron estadísticamente diferentes para un nivel de 0.05 de significancia.

Existieron diferencias significativas para la variable número total de ramas por individuo con relación al tiempo, es decir que para cada periodo el nivel de frondosidad fue diferente, siendo la cantidad de rebrotes mayor en los primeros 30 días y menor a los 60 y 90 días, existiendo en estos dos últimos periodos una leve semejanza. Por lo anterior se puede concluir que la diferencia significativa existió entre los resultados del primer periodo de toma de datos y los dos últimos.

También se hallaron diferencias significativas en la variable porcentaje de ramas afectadas versus el tiempo, encontrándose que en la primera medición (30 días) el porcentaje de las ramas afectadas por los hongos fue del 0%, a los 60 días se dio la aparición de los síntomas del complejo fúngico, pero la diferencia con la primera fue pequeña, de lo anterior se infiere que el porcentaje de infección para el segundo periodo de toma de datos, el ataque fue leve; por el contrario a los 90 días el ataque del complejo fúngico fue el mayor. De lo que se infiere el que presento diferencias fue el tercer periodo (90 días).

Los fungicidas aplicados tuvieron una eficacia del 100% hasta los primeros 30 días del montaje del experimento.

La aparición del complejo fúngico en los individuos de *E. pulverulenta* se presentó entre el primer periodo (30 días) y el segundo (60 días) en todas las parcelas dentro de los bloques.

A mayor crecimiento de los individuos el ataque del complejo fúngico se da en mayor proporción y con mayor rapidez.

Las características del sitio de ubicación de los bloques fueron determinantes para el crecimiento de los individuos.

El sitio más alejado (bloque 1) del río presentó el mayor porcentaje de ataque de los hongos, por lo que se puede inferir que la humedad no es la única causante de la presencia del complejo fitosanitario, aunque ésta sí afecta el crecimiento de los rebrotes en los individuos.

Los resultados de los tratamientos en los bloques para el porcentaje de ramas afectadas por el complejo fúngico y número total de ramas (frondosidad) no fueron iguales en los diferentes periodos de medición.

RECOMENDACIONES

Tener buenas practicas de manejo silvicultural como son el plateo y la poda constante de ramas afectadas, de igual manera se recomienda desyerbar cada 20 ó 25 días con el fin de evitar competencia con otras especies vegetales, del mismo modo se debe fertilizar con el fin de acelerar el crecimiento.

Después de controlado el ataque del complejo fúngico, se sugiere eliminar las plantas que presenten enfermedades fungosas (sin respuesta a los tratamientos) con el fin de que el inóculo no se acumule y aumente su agresividad, ya que se pueden convertir en foco de infección para los árboles que mediante manejo y control podrían mantenerse sanos.

El aprovechamiento de las ramas sanas debe hacerse a los 60 días de efectuada la soca, momento en el cual pueden alcanzar una longitud de entre 70cm y 90cm el cual es un tamaño indicado para la elaboración de arreglos florales.

Se aconseja realizar combinaciones entre fungicidas utilizados en este estudio los cuales pueden ser orgánicos y/o químicos, aunque no se debe descartar el uso de fungicidas distintos a los utilizados en el estudio, esto con el fin de acrecentar la eficacia de estos en el control de los hongos.

Se recomienda aplicar productos que ayuden al fortalecimiento de hongos benéficos como los del Género *Trichoderma* colaboradores en el control de complejos fúngicos y hongos específicos.

Se sugiere realizar aplicaciones de los fungicidas con una periodicidad entre 45 y 60 días, con el fin de evitar la aparición temprana del complejo fúngico.

ANEXOS

ANEXO 1. Resultados del ANOVA y test de tukey para la evaluación de la respuesta de la especie *eucalyptus pulverulenta* a los tratamientos aplicados para el control de un complejo fúngico obtenidos por medio del programa estadístico Minitab 14.10e30.

General Linear Model: Ra versus B; Tr; T

Factor	Type	Levels	Values
B	fixed	3	1; 2; 3
Tr	random	5	1; 2; 3; 4; 5
T	fixed	3	30; 60; 90

Analysis of Variance for Ra, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
B	2	2431,8	4994,9	2497,5	3,41	0,083 x
Tr	4	146542,6	145573,2	36393,3	26,30	0,000 x
T	2	182111,9	166193,8	83096,9	64,33	0,000 x
B*Tr	8	5895,3	5895,3	736,9	1,13	0,398
B*T	4	9164,3	9191,0	2297,7	3,52	0,029 x
Tr*T	8	10828,8	10424,0	1303,0	1,99	0,113 x
B*Tr*T	16	10477,3	10477,3	654,8	1,16	0,293
Error	507	285298,8	285298,8	562,7		
Total	551	652750,9				

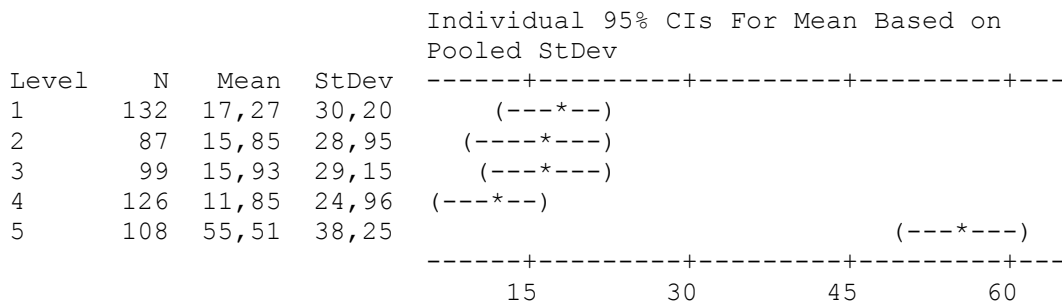
x Not an exact F-test.

S = 23,7217 R-Sq = 56,29% R-Sq(adj) = 52,50%

One-way ANOVA: Ra versus Tr

Source	DF	SS	MS	F	P
Tr	4	143508	35877	38,54	0,000
Error	547	509242	931		
Total	551	652751			

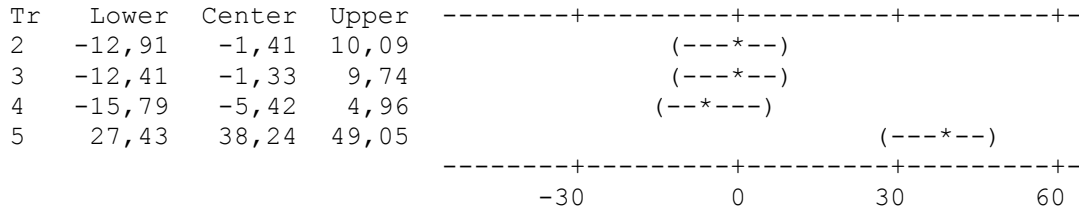
S = 30,51 R-Sq = 21,99% R-Sq(adj) = 21,41%



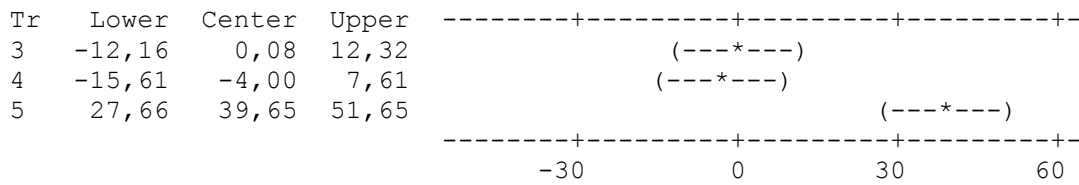
Pooled StDev = 30,51
 Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
 All Pairwise Comparisons among Levels of Tr

Individual confidence level = 99,35%

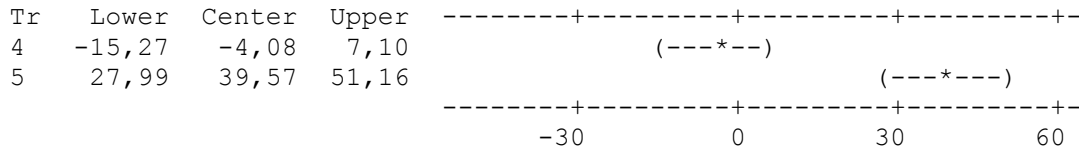
Tr = 1 subtracted from:



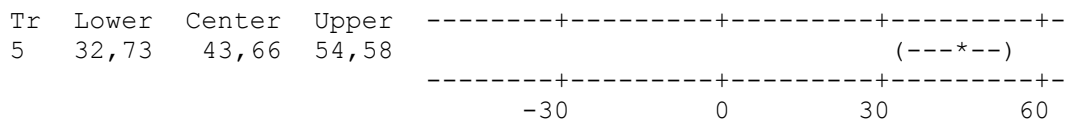
Tr = 2 subtracted from:



Tr = 3 subtracted from:



Tr = 4 subtracted from:



General Linear Model: Tra versus B; Tr; T

Factor	Type	Levels	Values
B	fixed	3	1; 2; 3
Tr	random	5	1; 2; 3; 4; 5
T	fixed	3	30; 60; 90

Analysis of Variance for Tra, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
B	2	115784	108213	54106	11,59	0,004 x
Tr	4	159755	162447	40612	5,88	0,006 x
T	2	98231	87817	43909	17,91	0,001 x
B*Tr	8	38092	38092	4761	17,72	0,000
B*T	4	12471	11570	2892	10,24	0,000 x
Tr*T	8	19557	19812	2477	8,96	0,000 x
B*Tr*T	16	4300	4300	269	0,31	0,996
Error	507	436673	436673	861		
Total	551	884861				

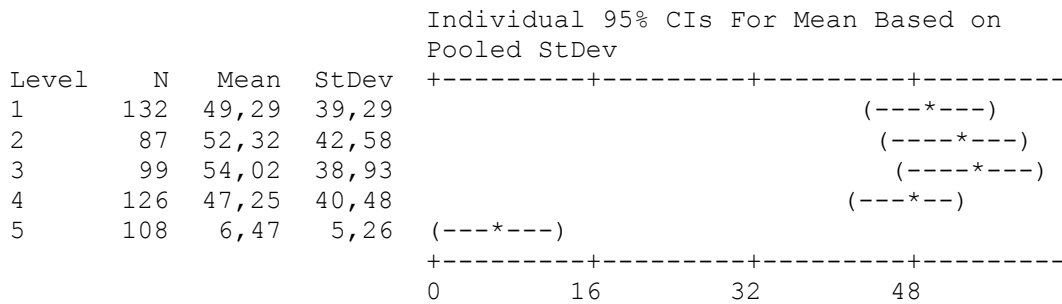
x Not an exact F-test.

S = 29,3477 R-Sq = 50,65% R-Sq(adj) = 46,37%

One-way ANOVA: Tra versus Tr

Source	DF	SS	MS	F	P
Tr	4	170342	42586	32,60	0,000
Error	547	714519	1306		
Total	551	884861			

S = 36,14 R-Sq = 19,25% R-Sq(adj) = 18,66%

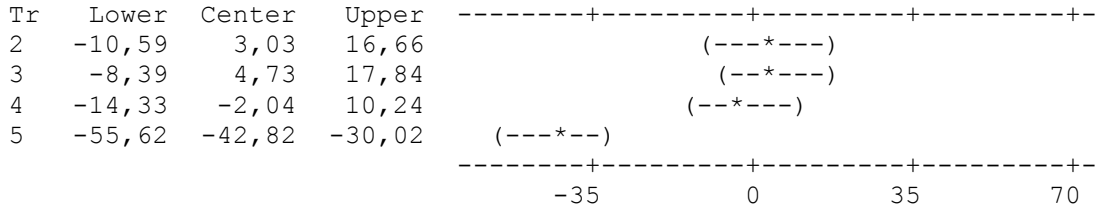


Pooled StDev = 36,14

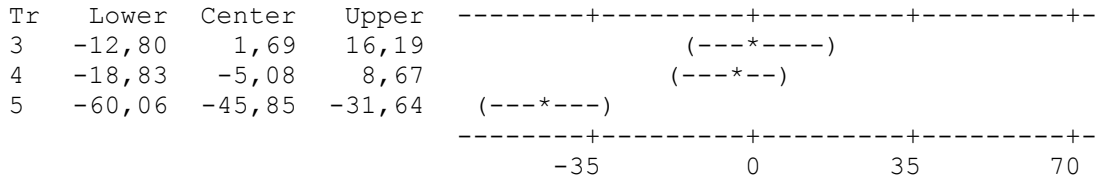
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Tr

Individual confidence level = 99,35%

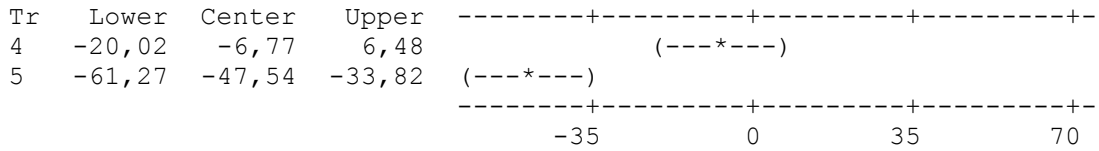
Tr = 1 subtracted from:



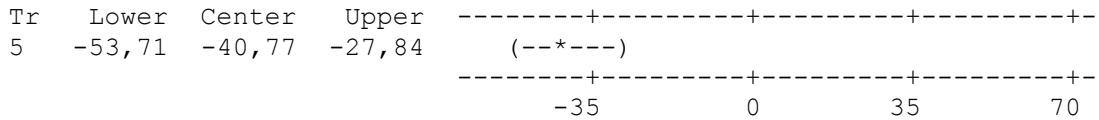
Tr = 2 subtracted from:



Tr = 3 subtracted from:



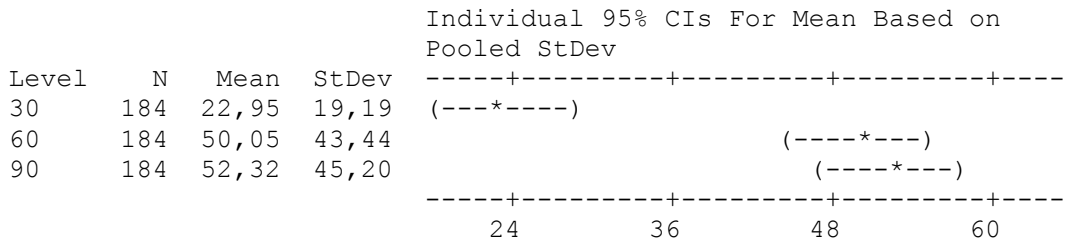
Tr = 4 subtracted from:



One-way ANOVA: Tra versus T

Source	DF	SS	MS	F	P
T	2	98231	49115	34,28	0,000
Error	549	786630	1433		
Total	551	884861			

S = 37,85 R-Sq = 11,10% R-Sq(adj) = 10,78%

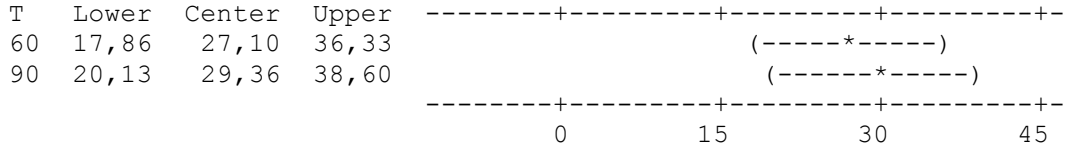


Pooled StDev = 37,85

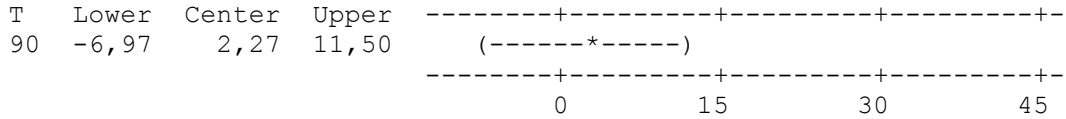
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of T

Individual confidence level = 98,04%

T = 30 subtracted from:



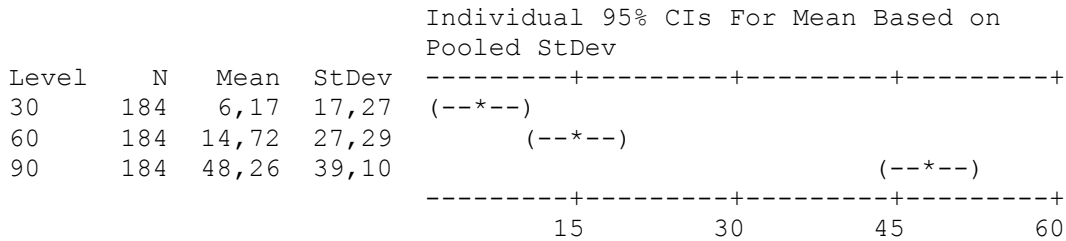
T = 60 subtracted from:



One-way ANOVA: Ra versus T

Source	DF	SS	MS	F	P
T	2	182112	91056	106,22	0,000
Error	549	470639	857		
Total	551	652751			

S = 29,28 R-Sq = 27,90% R-Sq(adj) = 27,64%

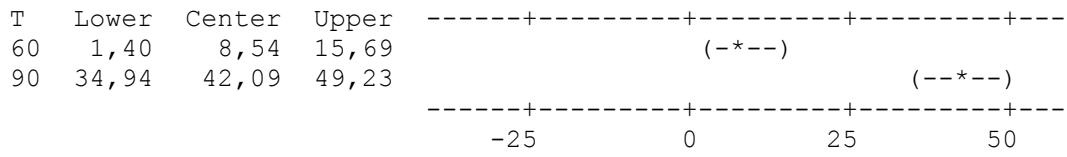


Pooled StDev = 29,28

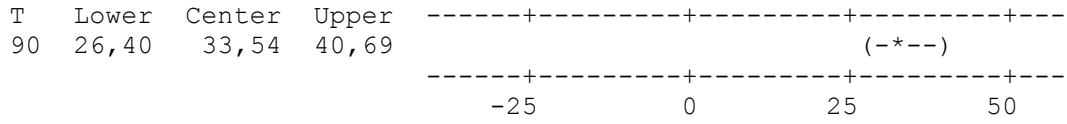
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of T

Individual confidence level = 98,04%

T = 30 subtracted from:



T = 60 subtracted from:



BIBLIOGRAFÍA

BELEZACA PINARGOTE, Carlos y SUÁREZ CAPELLO, Carmita. (2003) "Muerte regresiva de *Schizolobium parahybum* (pachaco) en el Trópico Ecuatoriano". [En línea]. Disponible en Internet: <<http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0294-B3.HTM>>.

BARRIOS MURILLO, Miguel Angel. Estudio de hongos endofíticos como inductores de resistencia para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* morelet) en plátano. Turrialba, Costa Rica, 2006. Tesis presentada como requisito para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Agricultura Ecológica. Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). [en línea]. Disponible en Internet: <<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0991e/A0991e.pdf>>

Bay science foundation. (2004-2008). [en línea]. Disponible en Internet: <<http://fichas.infojardin.com/variedades/e/eucalyptus.htm>>.

BEJARANO MENDOZA, Carlos Arturo y RESTREPO RIVERA, Jairo. (2002). Agricultura sostenible. Abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi, caldos minerales y biofertilizantes. Corporación autónoma regional del valle del cauca CVC. Subdirección de patrimonio ambiental programa de agricultura sostenible y biocomercio. Cali. Colombia. Disponible en Internet: <http://www.lamierdadevacca.com/libros/Abonos_biofertilizante_y_caldos_1.pdf>

BIBLIOTECA ESCUELA DE COLOMBIA. (s. f). Características del hongo Fusarium. [en línea]. Disponible en Internet: <http://escuelacolombia.atarraya.org/Biblioteca/j_Adictos_Naturaleza/CARACTERISTICASDELHONGO.htm>.

COLINAGRO. (2003). Colyzym. Revitaliza la agricultura. Disponible en Internet: <<http://www.colinagro.com.co/Herramientas/download2/colizym%20500%20sc.pdf>>.

CONSTANTINI, M. (2006). Uso y manejo seguro de plaguicidas. Modulo nueve. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.cuentadelmilenio.org.ni/Documentos/Genero/cartilla3.pdf>>

CORVALÁN V, Patricio y HERNÁNDEZ P, Jaime. (2006). El sitio. UNIVERSIDAD DE CHILE. Facultad de Ciencias Forestales Depto. Manejo de Recursos Forestales Cátedra de Dasometría. [en línea]. Disponible en Internet: <146.83.41.79/profesor/dasometria/6.-%20EL%20SITIO.pdf>

D. E. Kissel. *et al.* (2004). Época de lluvia y pérdida de amonio de la urea en una plantación de pino. [en línea]. Disponible en Internet: <[www.potafos.org/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/B12E4BA96F124E150525717300771D5B/\\$file/Inf-Agr+61.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/B12E4BA96F124E150525717300771D5B/$file/Inf-Agr+61.pdf)>

EHEMENDIA MEDINA, Yamilé. (2003). Phytophthora: Características, diagnóstico y daños que provoca en algunos cultivos tropicales. Medidas de control. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1060/cuf0022s.pdf>>.

FERRAZZINI, H y GAMBA, F. (2007). Evaluación de dos tecnologías de aplicación de fungicidas. Unidad de Tecnología de Aplicación, DGSSAA-MGAP. Departamento de Protección Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay. [en línea]. Disponible en Internet: <www.chasque.apc.org/dgsa/Teconologiasdeaplicacion/archivos/Tecnologia_1_completo.pdf>

FOTY. (2006). Revista Infojardín. Artículo: Todo sobre Trichoderma. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=39804>>.

GARCIA. (s. f.). Guía para el manejo de tecnologías de producción limpia. Disponible en Internet: <http://books.google.com.co/books?id=6OBuFSOL7x0C&pg=PA23&lpg=PA23&dq=CALDO+VISOSA&source=bl&ots=S0jfvftCiv&sig=wrgfh94s_0gEraWyPQajZQZISjw&hl=es&sa=X&oi=book_result&resnum=9&ct=result>.

INFOAGRO. (s. f). Técnicas para el control de *botrytis* (1ª parte). [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.infoagro.com/abonos/botrytis.htm>>.

Marian. (2008). Biología de los hongos. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.autorneto.com/Referencia/Ciencia/Biolog%C3%ADa-de-hongos.156831>>.

MARRARO, Francisco y HARRAND, Leonel. (2004). Susceptibilidad a *Coniothyrium zuluense* de diferentes orígenes y procedencias de *Eucalyptus grandis*. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2005/posters05/273.%20Susceptibilidad%20a%20Coniothyrium%20marraro.pdf>>

MARTÍNEZ DE CARRILLO, Mirna y ZAMBRANO, Carlos. Identificación y patogenicidad de cepas del genero *Colletotrichum* asociados al cultivo del café *coffea arabica* l. en la region centro occidental de Venezuela. Lara. 1992. Parte de la tesis de grado para optar al título de Magister Scientiarum en la especialidad de Fitopatología. Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado. Escuela de Agronomía. Barquisimeto. [en línea]. Disponible en Internet: <http://ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4404/Arti/martinez_m.htm>

MENESES MUÑOZ, Marcio. (2006). “Hongo de la penicilina”. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.mailxmail.com/curso/vida/fungihongos/capitulo13.htm> - 24k>.

MOLINA RIVERA, Gustavo. (s. f). Caldo sulfocálcico. Puesto para plantas. Nicaragua. Disponible en Internet: <<http://www.funica.org.ni/docs/HV35-Caldo-sulfocalcico.pdf>>.

OSORIO SALAMANCA, Gina Paola. Evaluación de hongos endofíticos y extractos botánicos para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* morelet) en banano. Turrialba, Costa Rica, 2006. Tesis presentada como requisito para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Agricultura Ecológica. Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). [en línea]. Disponible en Internet: < <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0988e/A0988e.pdf> ->

Pablos, Pablo; Fernández, Pedro y Reynosa, Guillermo. (1997). Relación de hongos micorrizógenos con lagunas características del cultivo de la caña de azúcar. Santiago de Cuba. Instituto Nacional de

Investigaciones de la Caña de Azúcar. CP19210, Boyeros, La Habana, Cuba. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/canadeazucar/cana1502/texto/pablospablarelacion.htm>>

PROFICOL. (S. f). "Vitavax 300". La ciencia cerca de quienes trabajan la tierra. Disponible en Internet: <<http://www.proficol.com.co/productos/pdf/FUNGICIDAS/VITAVAX%20300.pdf>>.

REVISTA LIGNUM. (2007). Los hongos pueden mejorar la rentabilidad de las plantaciones forestales. Miércoles, 12 de septiembre. [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.portalforestal.com/index.php?option=com_content&task=view&id=708&Itemid=32>

SÁNCHEZ, M. E; ANDICOBERRY, S y TRAPERO, A. (2004). Patogenicidad de *Phytophthora* spp. causantes de podredumbre radical de *Quercus ilex* ssp. *ballota* en viveros forestales. Bol . San. Veg. Plagas, 30: 385-40. [en línea]. Disponible en Internet: < <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-30-02-385-401.pdf> ->

S.E.C.F. (s. f.). Diccionario forestal. Disponible en Internet: <http://books.google.com.co/books?id=Cy-Frn9-k6QC&pg=PA518&lpg=PA518&dq=funcion+fungicida+organico&source=web&ots=g42FvKIQZI&sig=4bjOecxO0REp66aVa4WaC3d-zsU&hl=es&sa=X&oi=book_result&resnum=1&ct=result#PPA518,M1>.

SHEATHER, Warren and Gloria. (2008). *Eucalyptus pulverulenta*. [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.yallaroo.com.au/Eucalyptus_pulverulenta.htm>.

SOSA DE CASTRO, Nélica T. *et al.* (1999). Primera información de *Colletotrichum camelliae*, como patógeno de *Camellia japonica*, en Corrientes. [en línea]. Disponible en Internet: <www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-056.pdf>.

SOSA DE CASTRO, Nélica T. *et al.* (2003) "Ocurrencia de *Pestalotia* sp. causando lesiones necróticas en plantas de Jazmín del Cabo (*Gardenia Augusta*),

en Corrientes, Argentina”. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/05-Agrarias/A-019.pdf>>.

SOTO A BACH, Álvaro E; H. CALDERÓN, José y ALVAREZ V, Gustavo A. (2006). Determinación de enfermedades foliares provocadas por hongos en diez especies forestales durante la época lluviosa. [en línea]. Disponible en Internet: <www.argenpapa.com.ar/?buscar=scri&id=5500-977k>

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA. (s.f). Que son los hongos. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. España. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.ual.es/GruposInv/myco-ual/intro.htm>>

VÁZQUEZ SILVA, Luís. *et al.* (2004). Caracterización de la declinación de bosques de encinos en “Sierra de lobos.” Instituto Politécnico Nacional, Guanajuato, México. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/621/62101701.pdf>>

VITA, Antonio. *et al.* (1996). Respuesta del rebrote en espino (*Acacia caven* (Mol.)) sometido a intervenciones silviculturales en zona árida de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago. [en línea]. Disponible en Internet: <http://revistacienciasforestales.uchile.cl/1997-1998_vol12-13/n1-2a1.pdf>