



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado
Académico de Magíster en Desarrollo
y Medio Ambiente

TEMA

**EFFECTOS DE HONGOS DEGRADADORES DE LIGNINA SOBRE LA
RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN PLANTACIONES DE
(*Tectona grandis* L.) (TECA). QUEVEDO. AÑO 2014. PLAN DE MANEJO
AMBIENTAL.**

AUTOR

ING. FOR. WASHINGTON FERNANDO MORA SILVA

DIRECTOR

ING. FOR. ANTONIO VELIZ MENDOZA, M. Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Ing. Antonio Veliz Mendoza M.Sc., en calidad de Director de Tesis, previa la obtención del grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente

CERTIFICA

Que el Ingeniero Mora Silva Washington Fernando Autor de la tesis titulada: “EFECTOS DE HONGOS DEGRADADORES DE LIGNINA SOBRE LA RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN PLANTACIONES DE (*Tectona grandis* L.) (TECA). QUEVEDO. AÑO 2014. PLAN DE MANEJO”, ha sido revisada en todos sus componentes por lo que se Autoriza su presentación ante el tribunal respectivo.

Quevedo, 10 de Noviembre de 2015

Ing. Antonio Veliz Mendoza, M.Sc.
DIRECTOR

AUTORÍA

La presente Tesis Titulada: “EFECTOS DE HONGOS DEGRADADORES DE LIGNINA SOBRE LA RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN PLANTACIONES DE (*Tectona grandis* L.) (TECA). QUEVEDO. AÑO 2014. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL”, que se presenta previo al grado de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente, es de responsabilidad exclusiva de su autor el Ing. Washington Fernando Mora Silva, por lo que su contenido y criterios reflejan su posición personal.

Ing. Washington Fernando Mora Silva

AUTOR

DEDICATORIA

A mí querida esposa Karen Cristina Acosta Lucas quien en momentos difíciles de soledad estuvo junto a mi lado apoyándome y brindándome atención y amor.

A mi padre Ángel Washington Mora Segura, quien a pesar de todo ha estado para darme apoyo constante en el transcurso de mi vida.

A mi madre Narcisa Silva Arteaga quien a pesar de no estar junto a mí en estos momentos de mis logros estará presente en corazón y alma de quienes la queremos.

A mi hermano Alex Manzaba quien por estar lejos siempre ha creído en mí y con quien he podido contar.

A mis amigos y compañeros quienes me alentaban por sacar adelante mi trabajo de investigación en especial a mi amigo Pablo Ramos quien fue el más insistente.

Ing. Washington Mora Silva

AUTOR

AGRADECIMIENTO

Es mi voluntad manifestar profundo agradecimiento a mi esposa, familia y amigos por su ayuda constante en el desarrollo de este trabajo, así como a todas las personas que contribuyeron con paciencia, disposición y buen ánimo en todo el tiempo que llevó la realización de esta investigación.

Ing. Washington Mora Silva

AUTOR

PRÓLOGO

El alto porcentaje del uso de técnicas silviculturales ha logrado ocasionar problemas ambientales sea este el caso de la quema innecesaria de las hojas de Teca esto permite la producción de dióxido de carbono induciendo al deterioro de la capa de ozono dando como resultado el efecto de cambios climáticos en el entorno.

Los resultados de esta investigación abrirán las puertas para diversos estudios empleando microorganismos que son parte fundamental del ambiente, organismos que son benéficos en diferentes formas desde la aparición de la cura como la penicilina hasta la degradación de materia orgánica a partir de desechos vegetales.

Trabajos de esta índole permite conocer factores que la mayoría desconocemos como es el comportamiento de los microorganismos y la principal función que cumplen en un sitio determinado, investigaciones que solucionan problemas que cada día enfrentamos nos permiten crear estrategias para reducir o solucionarlos este es el caso de los hongos que son alternativas de estudio en un campo muy extenso del conocimiento.

M.Sc. Diana Veliz
Docente Académica

RESUMEN

Los microorganismos son los seres más abundantes en la tierra siendo la clave de los sistemas biológicos por su participación en los procesos de descomposición de materia orgánica. Los microorganismos del suelo compiten por nutrientes y energías además son empleadas en la producción natural y en la agricultura orgánica. Se recolectaron muestras de hojarasca de teca para el aislamiento de microorganismos que degradan ligninas en las plantaciones de teca, pertenecientes a la finca “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en la fase de laboratorio se aislaron algunos hongos degradadores de lignina identificándolos a cada uno de ellos. En la investigación se usaron inoculantes a base de hongos degradadores de lignina permitiendo una fácil incorporación de nutrientes en el suelo. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial; donde se recolectaron 3 muestras superficiales de hojarasca de teca. Una vez establecidas en cámara húmeda se aislaron los hongos que se desarrollaron en la superficie de cada hoja identificando cada organismo purificado e identificados mediante claves taxonómicas, una vez purificados se prepararon inoculaciones que fueron aplicados en la superficie de las hojas trituradas y completas siendo guardadas en envases de vidrio previamente cerrados con una cubierta de papel toalla. Se recolectaron muestras de suelos desde la superficie que han sido quemadas y no quemadas para su análisis en el laboratorio. Entre los hongos identificados están *Trichoderma* sp, *Paecilomyce* ssp y *Penicillium* spp. De los cuales el hongo de *Trichoderma* sobresale en las pruebas de desarrollo en PDA y en los extractos de las hojas de teca (frescas y secas), el establecimiento del avance de desarrollo se presentó más crecimiento y proliferación en hojas trituradas quienes se observó la cubierta por toda la sección de hojas en cuanto el análisis de suelos se apreció una acidez del suelo en plantaciones de teca sin quema.

SUMMARY

Microorganisms are the most abundant creatures on earth. It is the key biological systems for their participation in the decomposition processes of organic matter. Soil microbes compete for nutrients and energy are also used in the natural production and organic farming. Teak litter samples for isolation of microorganisms that degrade lignin in teak plantations belonging to the "La Represa" State Technical University of Quevedo, in the laboratory phase were collected identifying some lignin degrading fungi were isolated each one of them. Were used based inoculants lignin degrading fungi allowing easy incorporation of nutrients in the soil in the investigation. The design was completely random (DCA) bifactorial settlement; where 3 surface teak litter samples were collected. Once they established in a humid chamber fungi that developed on the surface of each leaf identifying each body purified and identified mediante taxonomic keys, once purified inoculations that were applied on the surface of the crushed leaves and complete prepared were isolated being kept in previously closed glass container with a paper towel cover. Soil samples were collected from the surface that have been burned and unburned for analysis in the laboratory. Among those identified are fungi *Trichoderma* sp, and *Penicillium* spp *Paecilomyce* ssp. Of which the fungus *Trichoderma* excels in development testing on PDA and extracts from the leaves of teak (fresh and dried), the establishment of advancing development more growth and proliferation in leaves crushed showed who the cover was observed all section leaves as one soil analysis soil acidity was seen in teak plantations without burning.

INDICE

	CONTENIDOS	PAG.
PORTADA.....		i
RESUMEN EJECUTIVO		vii
INDICE.....		ix
INTRODUCCIÓN.....		xv
CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN..		1
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA		2
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA		2
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN		3
1.3.1. El problema general a investigar.....		3
1.3.2. Los problemas derivados		3
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....		4
1.5. JUSTIFICACIÓN		4
1.6. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN		4
1.7. OBJETIVOS		5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....		6
2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL		7
2.1.1. Microorganismos.....		7
2.1.2. Hongos degradadores.....		7
2.1.3. Lignina.....		8
2.1.4. Calidad del Suelo		10
2.1.5. <i>Trichoderma</i>		10
2.1.6. <i>Penicillium</i>		11
2.1.7. <i>Paecilomyces</i>		12
2.1.8. Medio de Cultivo Papa Dextrosa Agar		12
2.1.9. Extracto de Hojarasca		13
2.1.10. Medio de cultivo artificial		13
2.1.11. Inoculación		13
2.1.12. Colonización de hongos		14

2.2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
2.2.1.	Posibles indicadores microbianos de calidad del suelo...	14
2.2.2.	La rizósfera y la actividad microbiana	15
2.2.3.	La sostenibilidad de los suelos forestales	15
2.2.4.	Calidad y salud del suelo	16
2.2.5.	La materia orgánica del suelo: la esencia de la calidad del suelo	17
2.2.6.	Cantidad y calidad de la materia orgánica	18
2.3.	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	19
2.3.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	19
2.3.2.	Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados establecidos en el libro VI del Anexo 2 de la presidencia de la República	19
2.3.2.1.	Prevención de la contaminación del recurso suelo	19
	CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1.	MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.2.	CONSTRUCCIÓN METODOLOGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	25
3.3.	ELABORACIÓN DEL MARCO TEORICO.....	26
3.4.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPIRICA	26
3.4.1.	Población	26
3.4.2.	Muestra	26
3.4.3.	Procedimiento	27
3.5.	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	28
3.6.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	28
3.7.	CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN	29

CAPITULO IV. ANALISIS E ITERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACION CON LAS HIPOTEISIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
4.1. ENUNCIADO DE LA HIPOTESIS	32
4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACION EMPIRICA PERTINENTE A LA HIPOTESIS	32
4.2.1. Variable independiente	32
4.2.2. Variable dependiente	32
4.2.3. Hipótesis especificas.....	32
4.2.4. IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS QUE DEGRADAN LIGNINA DE LA HOJARASCA DE TECA..	33
4.2.5. CRECIMIENTO DE HONGOS LIGNOLITICOS EN MEDIO DE CULTIVO PAPA DEXTROSA AGAR (PDA).	33
4.2.6. DESARROLLO DE HONGOS LIGNOLITICOS EN EXTRACTOS DE HOJARASCA SECA Y FRESCA DE TECA COMBINADOS CON MEDIO DE CULTIVO ARTIFICIAL.....	36
4.2.7. COLONIZACIÓN DE HONGOS EN HOJAS PICADAS Y TRITURADAS DE TECA.....	41
4.2.8. CONTENIDO DE HUMEDAD EN HOJAS COMPLETAS Y PICADAS DE TECA.....	42
4.2.9. ANÁLISIS DE SUELOS EN PLANTACIONES DE TECA CON QUEMA Y SIN QUEMA DE HOJARASCA.....	43
4.2.10. COLONIZACIÓN SUPERFICIAL DE HOJARASCA DE TECA MEDIANTE EL CONTENIDO DE HUMEDAD	44
4.2.11. DEGRADACIÓN DE HOJARASCA MEDIANTE INOCULACIÓN EN PLANTACIÓN DE TECA.....	45
4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACION A LA NATURALEZA DE HIPOTESIS.....	47
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. CONCLUSIONES.....	52
5.2. RECOMENDACIONES	53

CAPITULO VI. PROPUESTA ALTERNATIVA.....	54
BIBLIOGRAFIA.....	63
ANEXO	70

INDICE DE GRAFICOS

	PAG.
Gráfico 4.1. Promedio de crecimiento de los hongos estudiados durante 7 días de evaluación.....	34
Gráfico 4.2. Medición del crecimiento de los hongos identificados durante 7 días de evolución	35
Gráfico 4.3. Análisis de suelo en dos plantaciones de tecla (suelo quemado – vía San Carlos) y (Suelo sin quema – Finca La Represa). Donde se distinguen de la siguiente manera: PN (pH neutro); Ac. (Ácido); B (Bajo); M (Medio); A (Alto)	44

INDICE DE TABLAS

	PAG.
Tabla 4.1. Promedio del área (cm ²) crecimiento de hongos lignolíticos evaluados en medio de cultivo PDA	36
Tabla 4.2. Comportamiento de los extractos seco y frescas con inoculación de hongos identificados	36
Tabla 4.3. Comportamiento de 5 hongos identificados como degradadores de lignina	37
Tabla 4.4. Interacción entre extractos de hojas secas y frescas vs crecimiento de hongos lignolíticos	38
Tabla 4.5. Interacción entre crecimiento de hongos lignolíticos en medio de cultivo con extractos vs tiempo de desarrollo	39
Tabla 4.6. Interacción Factor A x Factor B y Bloque	40
Tabla 4.7. Diferencias de medias entre bloque hojas completas y trituradas	41
Tabla 4.8. Diferencia de medias en la inoculación de hongos lignolíticos en hojarasca complejas y trituradas	41
Tabla 4.9. Diferencia de medias entre hojas completas y hojas trituradas en cuanto a la humedad prevaleciente en las hojas	42
Tabla 4.10. Diferencia de medias entre hongos lignolíticos desarrollados y contenido de humedad existente en las hojas de Teca	42
Tabla 4.11. Aplicación de inóculo de Trichoderma sp. En suelo de plantación de T. grandis L.	45
Tabla 6.1. Plan de trabajo para la recuperación de suelos en plantaciones de teca mediante la aplicación de inóculos de hongos degradadores de lignina y taninos	59

INTRODUCCIÓN

Los seres más antiguos y mayoritarios que existen en la tierra son los microorganismos, quienes colonizan todo tipo de ambientes como: suelo, agua y aire, forman parte vital de todos los ecosistemas, los mismos que interactúan con las plantas, animales y el hombre, ya que participan en los distintos procesos ecológicos, metabólicos y biotecnológicos.

De todos los ambientes, el suelo es un conjunto ingobernable de bacterias, hongos y virus que compiten para obtener lo que necesitan: nutrientes y energía (Carrillo, 2003). El suelo no ha recibido la atención pertinente por parte de los agricultores. La degradación de los suelos es un considerable daño para el futuro de la vida como la conocemos. Por esta razón, investigaciones y científicos se encuentran con el desafío de incrementar, preservar e intensificar la calidad de la tierra.

Una de las alternativas para conocer el estado en que se encuentra el suelo es a través de los indicadores biológicos entre ellos la abundancia de microorganismos y macroorganismos además de nematodos, anélidos, lombrices y artrópodos. También como la descomposición de los residuos vegetales, aportación de N y C por parte de la biomasa microbiana, la afectación que presenta la calidad del suelo se debe a diversos factores (Bautista *et al*, 2004).

Los microorganismos son usados en la eliminación de problemas asociados con el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, y están ahora siendo aplicados ampliamente en la producción natural y agricultura orgánica.

Con esta investigación se identificaron los microorganismos causantes de la degradación de lignina de la hojarasca de *Tectona grandis* L. (teca) los cuales se utilizarán como una opción en las técnicas culturales en plantaciones forestales lo cual reducirá el impacto ambiental tanto en la quema de la hojarasca como la resequedad del suelo.

En el primer capítulo se sintetiza la ubicación, contextualización y problemática, situación actual de la problemática, el problema de la investigación, la delimitación del problema, los objetivos generales y específicos, la hipótesis de investigación, la justificación y los cambios esperados con la investigación.

El segundo capítulo abarca la fundamentación conceptual, teórica y legal, sustentándose las variables de la investigación.

El tercer capítulo se refiere al tipo y diseño de investigación, la población y muestra, la operación de las variables, los instrumentos y procedimientos de investigación, así como la recolección y procesamiento de la información.

En el cuarto capítulo se diferencia, interpreta y analiza los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos de investigación diseñados para la medición de las variables, concluye parcialmente los resultados, no sin antes realizar la aprobación o desaprobación de la hipótesis del estudio.

En el quinto capítulo se hace referencia a los objetivos específicos y se plantean las conclusiones de la investigación, seguido de las correspondientes recomendaciones, independientemente de la propuesta que más adelante se plantea.

En el sexto capítulo se describe la propuesta de la investigación como solución a la problemática abordada, incluyendo su fundamentación, plan de trabajo y actividades, entre otros epígrafes.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La presente investigación se llevó a cabo en la Finca Experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas, se encuentra localizada en el km. 7,5 de la vía Quevedo – San Carlos, Recinto Faita, parroquia San Carlos, provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas son 79° 25' 24" longitud Occidental y 1° 03' 018" de latitud Sur (UNIAGRO, 2006).

El tipo de suelo y las características del clima de la zona de estudio se describe a continuación:

Altitud	90 msnm.
Textura del suelo	Franco arcilloso
pH	6,5 – 7,0
Topografía del terreno	Plana
Temperatura media anual	24, 5 ⁰ C.
Humedad relativa	84%
Heliofanía	5,2 h mes ⁻¹
Precipitación promedio anual	2178 mm.
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

Los usos que se pueden realizar en los suelos son varios, de los cuales algunos no son intercambiables, lo cual comprende el aire, agua y las fracciones vivas y no vivas del suelo considerándose como un medio complejo (Aciego, S/F).

Ecuador es uno de los principales exportadores de madera de TECA a nivel mundial, uno de los principales problemas que conlleva este cultivo es la lenta descomposición de los residuos orgánicos que genera esta especie, esto provoca que se interrumpa el proceso de CICLAJE de nutrientes que desecha el cultivo en su ciclo de vida, por ende los suelos tienden a

degradarse, lo que imposibilita su uso para otro tipo de cultivos, además la quema de la hojarasca es una labor cultural muy mal empleada por los productores de esta especie, causando un gran daño al medio ambiente, produciendo CO₂ en grandes cantidades, afectando incluso a la vida humana.

Las críticas a las plantaciones de teca se rigen debido a las malas prácticas culturales en el suelo, como es el rastrillado de hojarasca y/o la quema excesiva, causando problemas de erosión y lixiviación en las plantaciones de teca, debido al goteo que se forman en las hojas puede ser este abundante y en vista al distanciamiento que suele ser grande entre árbol y árbol. En varios países, el abandono de esas prácticas ha contribuido a conservar la fertilidad del suelo (Pandey y Brown, 2000; Rodríguez y Hernández, 1994).

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. El problema general a investigar es:

¿Cuáles son los efectos de microorganismos degradadores de lignina en la hojarasca para la recuperación de la calidad del suelo en plantaciones de teca?

1.3.2. Los problemas derivados son:

¿Qué microorganismos están presentes en la degradación de lignina de la hojarasca de teca?

¿Porque la hojarasca de teca no se descompone rápidamente y sus nutrientes no se incorporan al suelo?

¿Porque se resecan los suelos de las plantaciones de teca?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO:	Ciencias Ambientales
ÁREA:	Calidad de suelo
ASPECTO:	Microorganismos
SECTOR:	Cantón Quevedo
TIEMPO:	Septiembre – Diciembre del año 2014

1.5. JUSTIFICACIÓN

El emplear microorganismos que aceleren la degradación de lignina que está presente en la hojarasca que produce el árbol de TECA, reducirá las labores culturales que afectan el medio ambiente, estimulando a los productores para que genere un subproducto a base hojarasca de teca como abonos, bioles, compost. Como fuente de ingresos económicos adicional al cultivo.

La principal prioridad de este trabajo sería el de replicar las técnicas empleadas en especie de cultivo de extensión que generen materia orgánica de muy difícil degradación solucionando el grave problema de deterioro del suelo que genera en su mayoría las especie forestales muy mal vistas al momento de la compra de un terreno devaluándolo, ya que no es apto para cultivos de interés comercial inmediato como frutas, hortalizas y gramíneas.

1.6. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN

Los cambios que se desea generar con la información científica es poder plantear una propuesta, siendo las siguientes:

- Identificados los hongos responsables de la degradación de lignina.
- Reconocido el inoculante que servirá como alternativa para degradar hojarasca de teca y estos se fijan al suelo sin realizar tipo de quema en la plantación y degradar el suelo.

- Generar información de conocimiento sobre los microorganismos que degradan lignina en hojarasca de teca.
- Proponer un plan de recuperación de suelos en plantaciones de teca con el uso de inoculantes de microorganismos degradadores de lignina.
- Analizar los suelos que no han sido quemados y los quemados identificando características de contenido de nutrientes.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de los microorganismos degradadores de lignina en la hojarasca para la recuperación de la calidad del suelo en plantaciones de teca

1.7.2. Objetivos Específicos

- Identificar los microorganismos que degradan la lignina de la hojarasca de teca.
- Aislar colonias puras de microorganismos degradadores de lignina.
- Aplicar inoculantes en hojarasca de teca para medir el grado y velocidad de descomposición.
- Determinar la calidad de los suelos en plantaciones de teca
- Proponer un plan de recuperación de suelos en plantaciones de teca con el uso de inoculantes de microorganismos degradadores de lignina.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2. 1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. Microorganismos

En los procesos ecológicos participan los microorganismos permitiendo el funcionamiento de los ecosistemas, en la parte biotecnológica que es importante para la producción de fármacos, alimenticia y médica. Siendo los responsables de la descomposición de la materia orgánica y participando en el ciclado de los nutrientes (nitrógeno, carbono, fósforo y azufre). Para la fijación del nitrógeno así como su ciclado implica la participación de bacterias simbióticas tales como: *Rhizobium* y *Frankia*, y bacterias de vida libre como *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Thiobacillus*, *Burkholderia*, incluyendo las cianobacterias: *Anabaena* y *Nostoc*. Así como también las bacterias *Rhizobium etli* aportan nitrógeno a las plantas de leguminosas, las micorrizas ayudan a sintetizar nutrientes del suelo a las plantas y *Burkholderia* estimula el crecimiento vegetal de los cultivos.

En las industrias que emplean métodos biotecnológicos, se han obtenido y producido antibióticos de enorme importancia medicinal obteniendo productos como la penicilina, sintetizada por los hongos *Penicillium notatum* y *P. chrysogenum*, provenientes de microorganismos.

Otras bacterias son indispensables para el procesamiento en las industrias alimenticias, como el género *Lactobacillus* empleado para la producción de yogurt. La levadura como *Saccharomyces Cerevisiae* es utilizada para la fabricación de vino, cerveza y tequila (Montaña *et al*, 2010).

2.1.2. Hongos degradadores

La catabolización de la celulosa y hemicelulosa es la cualidad que diversos hongos y otros microorganismos poseen. La lignina al ser un recalcitrante es mineralizado (siendo transformado en dióxido de carbono y agua), y por algunas bacterias limitadas por un grupo de hongos. Los hongos de la

podrición blanca de la madera son considerados hongos ligninolíticos, siendo un grupo de organismos con la capacidad de mineralizar la lignina, su principal fuente de carbono y energía proviene de la degradación selectiva de la celulosa y hemicelulosa.

En el grupo Basidiomycetes están presentes la mayor parte de los hongos lignolíticos siendo los más eficientes para degradar en su totalidad la lignina. La transformación que se presenta en la lignina logrando su mineralización se efectúa debido a la segregación de varias enzimas extracelulares que los hongos lignolíticos poseen (Dávila y Vázquez, 2006; Ortiz, 2009).

Las sustancias tales como la lignina, celulosa, quitina, taninos y ceras son difíciles en el momento de su descomposición, pudiendo ser afectadas por muy pocos microorganismos adaptándose en condiciones ambientales apropiadas, si los microorganismos están en sustrato con la suficiente reserva de nitrógeno, carbono y fósforo podrán subvenir mucho más rápido en su desarrollo.

Particularmente son más activos los hongos en espacios más superficiales del terreno (10 cm) reduciendo su frecuencia a medida que aumenta la profundidad, hasta llegar al material orgánico. El micelio de los basidiomicetos en el suelo son más activos como degradadores de lignina. Además, intervienen varios hongos microscópicos en el humus como *Trichoderma*, *Penicillium* y *Aspergillus*, como degradadores de la celulosa manifestándose como saprofitaria considerándose como hábitat natural en el suelo (Rey, 2007).

2.1.3. Lignina

El proceso de la degradación de lignina tiene un proceso limitado para la incorporación de nutrientes a partir de residuos vegetales o agrícolas (Ortiz, 2010). Dentro de los tejidos celulares la lignina es considerada como un alto

polímero sintetizado, toda modificación y degradación implica transformaciones al momento del aislamiento o deslignificación del mismo. La desnaturalización de la macromolécula original forma una gran cantidad de productos en diversos estados que presenta al momento del fraccionamiento. Además, al existir una degradación selectiva permite el acceso a la celulosa y hemicelulosa representando su fuente de carbono y energía (Dávila *et al*, 2006; Payán, 2011).

- *Lignina natural*: Considerada como macromolécula que se halla en tejidos naturales antes de ser considerada en la transformación en la madera.
- *Lignina nativa*: Término que define el fraccionamiento de la lignina natural que es extraída de la madera empleando alcohol y ácidos fuertes.
- *Lignina (sensu lato)*: Con la lignina natural de los tejidos y la suma de sus fragmentos regularmente degradados y transformados, manteniendo sus propiedades poliméricas, la cual está formada por unidades p hidroxifenil, guayacil y siringilpropano.

En cuanto a las ligninas extraídas insolubles en agua, como kraft y la hidroalcohólica se define como la fracción de sólidos del licor residual siendo insoluble en agua y en éter o cloroformo, eliminando polisacáridos libres, extractivos y lignoles solubles en estos solventes.

- *Lignanos o lignoles*: Son los oligómeros que poseen estructuras químicas similares a la lignina, que provienen de la degradación de esta sustancia o de su síntesis biológica, siendo solubles en agua, éter o cloroformo, y que no poseen propiedades poliméricas.

- *Deslignificación*: Considerada a cualquier reacción química que ocurre en los tejidos de un material fibroso lignocelulósico, dando por resultado un bajo contenido de lignina, y enriquecimiento en polisacáridos (Núñez, 2008).

2.1.4. Calidad del Suelo

La asociación que tiene la sostenibilidad se relaciona fuertemente con el concepto de calidad del suelo, tierras de buena calidad son aquellas que permiten maximizar la producción y minimizar la erosión. Donde Incluyen atributos como fertilidad, productividad potencial, sostenibilidad y calidad ambiental. La calidad del suelo sirve para comprender el estado, la utilidad y la salud en el que se encuentra. La ciencia y estudios con el respecto al suelo no ha avanzado lo suficiente para definir claramente lo que se entiende por calidad (Bautista *et al*, 2004).

El árbol de teca es muy eficaz al momento de conservar nutrimentos pero al retornar al suelo lo hace en pocas cantidades. Especies como el pino y eucalipto, tienen una conservación de nutrientes pobre con el ciclaje de nutrientes este se fijan al suelo en mayor parte del N y P (Alvarado, S/F).

2.1.5. *Trichoderma*.

Trichoderma se lo encuentra en el ambiente y generalmente en el suelo con abundante materia orgánica por lo cual se lo ha clasificado en el grupo de hongos hipógeos, lignolícolas y depredadores. Es un hongo aeróbico y en suelos con pH neutro hasta ácido. Se encuentra en la Clase Ascomycetes por su fase perfecta (estado Telomorfo), de la serie Pyrenomycetes, del Orden Hipocreales.

Su morfología posee conidias hialinas uniceluladas, ovoide con conidioforo hialino largo no verticilado, se inician en centros pequeños. En suelos de baja condiciones el hongo de *Trichoderma* tiene la facultad de producir

clamidosporas ya que su estructura de vital importancia para la sobrevivencia, es un hongo saprofito del suelo y madera con un crecimiento muy rápido (Villegas, S/F).

2.1.6. *Penicillium*.

El género *Penicillium* pertenece a la familia Trichocomaceae, orden Eurotiales, phylum Ascomycota (Martinez, 2003).

Posee un rápido crecimiento sus colonias al inicio son blancas aterciopeladas cubriéndose con los esporos que luego toman diferentes colores de acuerdo a la especie al final quedan cubiertas en su totalidad de esporos con un aspecto pulverulento. La principal característica del *Penicillium* se refleja en el *verticillum* para su clasificación en cuatro grupos (monoverticillata, asimétrica, biverticillata-simétrica y poliverticillata), además de constituirse por micelio de hifas delgadas septadas.

Penicillium posee características macroscópicas como una textura algodonosa con borde ancho color blanco, la superficie del hongo *Penicillium* se torna de color verde azulado, al transcurrir los días y este va madurando su coloración se torna más oscura de acuerdo a la edad de su desarrollo (verde oscuro y verde oliva), de zona central más levantado por la acumulación de esporas y con surcado radialmente de manera profunda (Arias & Piñeros, 2008).

Las características microscópicas del *Penicillium* lo distinguen por sus conidióforos son de paredes lisas y gruesas. Cuatriverticilado. Métulas ensanchadas, 12 x 3.1 μm . Los Fiálides están en grupos de 3 a 6, es de forma cilíndrica, con ápice inflado, 8.0 x 2.7-3.0 μm . Sus conidios son globosos a subglobosos, 2.5-4.0 x 2.2-2.7 μm , el cual forma cadenas cortas y divergentes (Arias & Piñeros, 2008).

2.1.7. Paecilomyces

La clasificación taxonómica que representa el género *Paecilomyces* está constituida por la División Eumycota, subdivisión Deuteromycota, de la clase Hyphomycetes (Frye y García, 2012).

Paecilomyces tiene características macroscópicas las cuales se distingue de bordes irregulares, su colonia es redonda, blanca algodonosa con un centro en relieve, el reverso de la colonia es incoloro con matices de color amarillo, no presenta exudación alguna.

Las características microscópicas de *Paecilomyces* presentan conidióforos de paredes rugosas, hialinas divididas en 2 ramas apresadas contra el eje para luego ser ligeramente divergentes, producen cadenas cortas de conidios elípticos, $3.5 \times 3.0 \mu\text{m}$, con los extremos puntiagudos de paredes lisas. Presenta fiálides en grupos de 2 a 3, notablemente diferentes, $10-15 \times 3.5-4.0 \mu\text{m}$, con ápices relativamente largos y angostos (Arias & Piñeros, 2008).

2.1.8. Medio de Cultivo Papa Dextrosa Agar

Papa Dextrosa Agar es un medio de cultivo comúnmente utilizado para aislar todo tipo de hongos sean saprofitos o parásitos de insectos y de vegetales que son mayormente aislados en este medio de cultivo como son *Paecilomyces*, *Beauveria*, *Metarhizium* y *Lecanicillium* (*Verticillium*), quienes se desarrollan y esporulan muy bien en este medio.

El medio de cultivo se lo considera como una sustancia o solución para el desarrollo de diversos microorganismos el cual contiene nutrientes como carbono, nitrógeno, vitaminas, oligoelementos con un pH ligeramente ácido que oscile entre 6 a 6.3 para facilitar el crecimiento de los microorganismos e

inhibir el desarrollo de otros. Al aplicar antibiótico al medio de cultivo se inhibe el crecimiento de bacterias (Cañedo y Ames, 2004).

2.1.9. Extracto de hojarasca

Los extractos provenientes de tejidos vegetales son una mezcla compleja y de compuestos químicos que el tejido vegetal posee, estos son obtenidos por cualquier tipo de procesos físicos, químicos y/o microbiológicos desde cualquier fuente natural que sea empleada en el campo de la investigación (Caldas, 2012)

Un extracto es un líquido solvente producto de la maceración donde se mezcla con alcohol etílico y agua, que disuelve las sustancias activas que contiene la planta (Mendive, 2011).

2.1.10. Medio de cultivo artificial

Para las investigaciones que se realizan en laboratorios tanto de microbiología como de fitopatológica quienes emplean microorganismos (hongos, bacterias y levaduras), los cuales ejercen realizar aislamientos a diario de cultivos puros o celulares, los mismos que se efectúan sobre medios artificiales los cuales se los realizan mediante la mezcla de diferentes componentes y de soluciones complejas además de constituir con las concentraciones adecuadas y las condiciones físicas óptimas (oxígeno, temperatura, humedad, pH, exentos de microorganismos contaminantes) para el debido crecimiento de los microorganismos a estudiar (Mondino, 2009).

2.1.11. Inoculación

Inocular es introducir artificialmente una porción de muestra (inóculo) en un medio adecuado, con el fin de iniciar un cultivo microbiano, para su

desarrollo y multiplicación. Una vez sembrado, el medio de cultivo se incubaba a una temperatura adecuada para el crecimiento (Santambrosio et al, 2009).

2.1.12. Colonización de hongos

Las características que tienen el crecimiento de los hongos en medios naturales los convierte en colonizadores más eficaces; además son organismos modulares, esto significa que desde un propágulo inicial forman una colonia esto quiere decir por el desarrollo continuo de hifas de manera radial ramificándose e invadiendo todo tipo de superficie, en caso de agotarse los nutrientes la colonia envía hifas exploradora hasta encontrar a un nuevo huésped o superficie con nutrientes necesarios para su crecimiento y supervivencia (Herrera. 2001).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. Posibles indicadores microbianos de calidad del suelo

Existen tres principales grupos los cuales el primero mide la población microbiana a un nivel considerable de organismo sencillo, grupo funcional o población completa. El segundo grupo evalúa la actividad de toda la población, por ejemplo, mineralización de C y N orgánico del suelo. El tercero mide una combinación de ambos, actividad y población, para dar actividades específicas.

El empleo de microorganismos, en cuestiones de biomasa, estructura de comunidad o actividad, están literalmente bañados en la solución del suelo, por eso son un buen reconocedor y dispositivo de muestreo para la detección de contaminantes alteración y/o cambios en la suplencia de sustratos. Segundo, la mayoría de microorganismos son inmóviles en el suelo, estando aferrados directamente a las partículas del suelo por una variedad de medios (polisacáridos o hifas) (Aciego, S/F).

2.2.2. La rizósfera y la actividad microbiana

Las características bien diferenciadas en el suelo distante a las raíces es considerado como un suelo rizosférico, ya que hay mayor concentración de nutrientes orgánicos que provenientes de las raíces, favoreciendo el crecimiento de los microorganismos, la influencia de la rizósfera se extiende hasta 2 cm.

De manera general, el número de microorganismos en la rizósfera (R) es mucho mayor que el número de microorganismos en el suelo no rizosférico (S); de tal manera que la relación R:S, generalmente es mayor que 1. Los suelos que poseen un alto contenido de materia orgánica contienen más organismos con el incremento de las demandas complejas, así como la fracción del suelo asociada con las raíces de las plantas poseyendo un nivel mucho mayor de organismos con exigencias simples. Los hongos generalmente liberan menos CO₂ por unidad de carbono que han transformado que los otros grupos microbiológicos, siendo los hongos son más eficientes y exactos en su metabolismo (Mora, 2006).

Trabajos hechos en Colombia tienen relación con esta investigación demuestran que obtuvieron resultados aislando 25 cepas que corresponden a varios géneros tales como *Verticillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mortierella*, *Memnoniella*, *Humicola* y *Trichoderma*. Los hongos de los géneros lignolíticos más representativos en los cultivos *Aspergillus*, *Verticillium* y *Fusarium*. Para el cultivo de cítricos esta los hongos de los géneros *Cladosporium*, *Mortierella* y *Memnoniella*, siendo además para el cultivo de papaya y pino el género *Humicola* y *Trichoderma*.

2.2.3. La sostenibilidad de los suelos forestales

Según Gartzia (2009), los suelos desarrollados bajo bosques naturales son el patrón de referencia tanto en términos funcionales como en términos de

naturalidad e integridad ecológica. Las especies ocupan el lugar y se desarrollan en función de la capacidad del suelo para aportar agua y nutrientes y estos se conservan en un ciclo eficiente suelo-planta intermediado por la materia orgánica. La exportación de sedimentos hacia los cursos de agua es generalmente baja, puesto que los sistemas forestales naturales se caracterizan por presentar una alta cobertura vegetal y una alta capacidad de intercepción de la precipitación, un mulch natural de hojarasca y un buen desarrollo del horizonte superficial del suelo, relativamente rico en materia orgánica y bien estructurada.

Todo ello, favorece la infiltración y reduce tanto la escorrentía superficial, como el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo, por lo que se reconoce su papel en la regulación del ciclo hidrológico, así como en la mitigación de la erosión y de la exportación de sedimentos a los cursos de agua.

Los suelos, por otra parte, son el nicho de una substancial, si no de la mayor porción de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres. Por lo tanto, mantener o incrementar la capacidad del suelo para proveer de esas funciones debería ser uno de los objetivos primordiales del uso sostenible del suelo, es decir la mantener o incrementar la Calidad del Suelo.

2.2.4. Calidad y salud del suelo

La Calidad del Suelo no es un término nuevo, aunque tradicionalmente se ha relacionado con el mantenimiento de la productividad a lo largo del tiempo, por lo que mantener la calidad del suelo era sinónimo de mantener la fertilidad. Sin embargo, el reconocimiento global de la necesidad de entender el suelo de una manera holística, en un marco de calidad medioambiental, ha ampliado la definición del término Calidad del Suelo, que actualmente se entiende esencialmente como la capacidad del suelo para mantener todas sus funciones. Una definición más amplia de la calidad del suelo se refiere a

su capacidad para sostener el desarrollo de la vegetación, su habilidad para actuar como filtro y proteger otros compartimentos del ecosistema, notablemente las aguas continentales y la calidad del aire, para contribuir a regular los ciclos globales de los elementos y para salvaguardar la salud animal y humana (Gartzia, 2009).

2.2.5. La materia orgánica del suelo: la esencia de la calidad del suelo

Meléndez y Soto (2003), el suelo recibe una gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre estos, restos de las plantas superiores que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie (hojas, ramas, flores, frutos) o quedan directamente en la masa del suelo (raíces al morir). Otras dos fuentes importantes son el plasma microbiano y los restos de la fauna habitante del suelo. Basándose en lo anterior, se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer.

Inmediatamente después de la caída de los materiales al suelo y muchas veces antes, comienza un rápido proceso de transformación por parte de los macro y microorganismos que utilizan los residuos orgánicos como fuente de energía. El proceso de descomposición está acompañado de la liberación de CO² y de los nutrientes contenidos en los residuos orgánicos (Meléndez y Soto, 2003).

2.2.6. Cantidad y Calidad de la Materia Orgánica

La cantidad de MO o C orgánico presente en un suelo depende, por un lado, del balance entre las entradas mediante hojarasca (aérea y subterránea) y rizo deposición y, por otro lado, de las salidas que se producen principalmente por la liberación de C durante la descomposición, así como por lixiviado y procesos erosivos.

La MO total incorporada al suelo es una mezcla de compuestos orgánicos, principalmente polisacáridos (almidón, celulosa, hemicelulosa y pectina; 50-60 %) y lignina (15-20 %), pero también suele tener proteínas, polifenoles (taninos), clorofila, cutina y suberina, lípidos y ceras (10-20 %) (Von Lutzow *et al.*, 2006). La abundancia relativa de cada uno de estos compuestos y las características moleculares de dichos compuestos varían según la especie; es decir, la estructura química o calidad de la MO difiere según la especie. La descomposición de la MO está principalmente controlada por la comunidad microbiana dado que menos del 5 % de ésta se oxida por una vía estrictamente química.

Los procesos microbianos de descomposición de la MO son controlados por la disponibilidad del sustrato, y por las condiciones ambientales como son la temperatura y la humedad. Bajo condiciones ambientales similares, la descomposición de la MO dependerá de la disponibilidad del sustrato, que depende a su vez de la entrada de hojarasca o cantidad de MO, pero también de la accesibilidad física al mismo, la estructura química de los compuestos orgánicos o calidad de MO, y los enlaces entre la MO y el suelo mineral. Por lo tanto, la descomposición de la MO dependerá principalmente del grado de estabilización de la Materia Orgánica (Gartzia, 2009).

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador

La base legal que respalda esta investigación se encuentra localizada en el Título VII del régimen del buen vivir dentro del Capítulo segundo de la sección quinta suelo indicando los siguientes artículos.

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

2.3.2. Norma de Calidad Ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados establecidos en el libro VI del Anexo 2 de la Presidencia de la República

2.3.2.1. Prevención de la contaminación del recurso suelo

- **De las actividades que degradan la calidad del suelo**

Las organizaciones públicas o privadas dedicadas a la comercialización, almacenamiento y/o producción de químicos, hidroelectricidad, exploración y explotación hidrocarburífera, minera, y agrícola, tomarán todas las medidas pertinentes a fin de que el uso de su materia prima, insumos y/o descargas provenientes de sus sistemas de producción y/o tratamiento, no causen daños físicos, químicos o biológicos a los suelos.

Las organizaciones dedicadas a la comercialización y producción de plaguicidas deberán efectuar campañas de difusión sobre el uso racional y técnico de estos compuestos, para esto, la empresa comercializadora y/o productora está en el deber de impartir charlas alusivas al uso de estos compuestos, sus riesgos y métodos adecuados de disposición final de los desechos.

Las sustancias químicas e hidrocarburos deberán almacenarse, manejarse y transportarse de manera técnicamente apropiada, tal como lo establece las regulaciones ambientales del sector hidrocarburífero y la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266, referente al Transporte, Almacenamiento y Manejo de Productos Químicos Peligrosos, o la que la reemplace.

Los talleres mecánicos y lubricadoras, y cualquier actividad industrial, comercial o de servicio que dentro de sus operaciones manejen y utilicen hidrocarburos de petróleo o sus derivados, deberán realizar sus actividades en áreas pavimentadas e impermeabilizadas y por ningún motivo deberán verter los residuos aceitosos o disponer los recipientes, piezas o partes que hayan estado en contacto con estas sustancias sobre el suelo.

Este tipo de residuos deberán ser eliminados mediante los métodos establecidos en las Normas Técnicas y Reglamentos aplicables y vigentes en el país. Los aceites minerales usados y los hidrocarburos de petróleo desechados serán considerados sustancias peligrosas. Los productores o comercializadores de aceites minerales o aceites lubricantes están obligados a recibir los aceites usados, los cuales obligatoriamente deberán devolverles sus clientes.

Los envases vacíos de plaguicidas, aceite mineral, hidrocarburos de petróleo y sustancias peligrosas en general, no deberán ser dispuestos sobre la superficie del suelo o con la basura común. Los productores y comercializadores de plaguicidas, aceite mineral, hidrocarburos de petróleo y sustancias peligrosas en general están obligados a minimizar la generación de envases vacíos, así como de sus residuos, y son responsables por el manejo técnico adecuado de éstos, de tal forma que no contaminen el ambiente. Los envases vacíos de plaguicidas, aceites usados y sustancias peligrosas serán considerados como residuos peligrosos y deberán ser eliminados mediante métodos establecidos en las Normas y Reglamentos expedidos para el efecto. Los productores o comercializadores están obligados a recibir los envases que obligatoriamente deberán devolver sus clientes.

Se prohíbe el vertido de las aguas residuales provenientes del tratamiento de triple lavado de envases o recipientes que hayan contenido pesticidas, sobre el suelo. Se permitirá la aplicación técnica del agua de triple lavado en cultivos que así lo requieran.

Los residuos plásticos provenientes de la operación de enfunde de las plantaciones bananeras, y aquellos procedentes de invernaderos, deberán efectuar la disposición final del desecho mediante métodos de eliminación establecidos en las normas y reglamentos expedidos

para el efecto. Por ningún motivo se permite la mezcla de este residuo con la basura común o dispuesta directamente sobre el suelo.

Los productores agrícolas, están en la obligación de utilizar técnicas que no degraden la calidad del suelo agrícola, así como deberán implementar procedimientos técnicos respecto al uso racional de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, este tipo de productos deberán ser manejados mediante buenas prácticas y métodos establecidos en las Normas Técnicas y Reglamentos aplicables y vigentes en el país.

- **Criterios de Calidad del Suelo**

Los criterios de calidad, son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante en el suelo. Para los propósitos de esta Norma, los valores de fondo se refieren a los niveles ambientales representativos para un contaminante en el suelo. Los valores pueden reflejar las variaciones geológicas naturales de áreas no desarrolladas o libres de la influencia de actividades industriales o urbanas generalizadas. Los criterios de calidad de un suelo se presentan a continuación:

Criterios de Calidad de Suelo

Sustancia	Unidades (Concentración en Peso Seco)	Suelo
Parámetros Generales		
Conductividad	mmhos/cm	2
pH		6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR)		4*
Parámetros Inorgánicos		
Arsénico (inorgánico)	mg/kg	5
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	30
Cromo Total	mg/kg	20
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cianuro (libre)	mg/kg	0.25
Estaño	mg/kg	5
Flúor (total)	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	2
Níquel	mg/kg	20
Plomo	mg/kg	25
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	25
Zinc	mg/kg	60
Parámetros Orgánicos		
Benceno	mg/kg	0.05
Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1

* El valor numérico del Índice de Adsorción de Sodio (SAR) es la concentración requerida para que un suelo produzca todo tipo de cultivos.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue de carácter explicativo y descriptivo que consistió en la identificación de microorganismos degradadores de lignina en hojarasca de teca.

3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

El bajo grado de descomposición de hojarasca de teca ha ocasionado el acumulamiento de hojas en la superficie del suelo dentro de las plantaciones, las mismas que con su contenido de lignina hace que las hojas se vuelvan rígidas, secas e incapaces de ser colonizadas por hongos presentes en el suelo.

El poco estudio y la falta de consideración del uso de microorganismos involucrados de la descomposición de las hojas de teca han influenciado en esta investigación para realizar actividades científicas orientadas a la identificación e inoculación de patógenos como degradantes de lignina.

El propósito de la investigación es optar por identificar hongos degradadores de lignina los mismos que cumplen funciones de acelerar la descomposición de las hojas de plantaciones de teca.

Para la presente investigación se realizó la compilación de bibliografía básica así mismo como trabajos relacionados con el aislamiento de hongos e identificación, además de medir el avance de los hongos en extractos de hojas de teca.

3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.

Es la conexión directa que se desarrolla según la categoría y subcategoría que enmarca el contexto siendo identificados y ordenados con la revisión bibliográfica adquirida, como conceptualizaciones, definiciones, metodología, esto se basó en los objetivos planteados en la investigación así como las variables, indicadores y técnicas de trabajo. Siendo un refuerzo más para el conocimiento y comprensión del trabajo planteado.

3.4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA

3.4.1. Población

La superficie del suelo en la plantación pura de teca (*Tectona grandis* L.), procedente de Costa Rica y el cual se encuentra establecida en la finca La Represa perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. La evaluación se realizó en una extensión de 5000 m². La plantación evaluada posee 11 años de edad.

3.4.2. Muestra

Para determinar la muestra, la colecta se distribuyó en cinco puntos específicos: una en el centro y las otras cuatro muestras cerca de los extremos de la plantación a un distanciamiento de 1.5 metros. Cada muestra fue colocada en bolsa plástica a razón de 100g previamente etiquetada y trasladada al laboratorio, donde fueron tratadas y colocadas en cámara húmeda para la obtención de los hongos a estudiar (Ver anexo 6).

Para aislar los microorganismos degradadores de tejido foliar se colectaron 5 muestras.

3.4.3. Procedimiento

Para el procedimiento investigativo y con base a los objetivos específicos se consideró lo siguiente:

- a) Se recolectaron muestras de hojas superficiales en plantaciones de teca para aislamiento de hongos.
- b) Mediante claves taxonómicas (Barnett & Hunter, 1986 y Von Arx, 1981) se identificaron los hongos desarrollados en el material foliar recolectados desde la superficie del suelo, de acuerdo a la estructura microscópica que demostraron poseer cada colonia purificada.
- c) Se realizaron pruebas de crecimiento en medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar) y extractos de hojas secas y frescas de teca las mismas que fueron evaluadas en periodos de 7 días (PDA) y 6 días (Extractos).
- d) Se recolectó material foliar para pruebas de degradación de lignina la cual consistió en coleccionar desde las primeras ramas bajas del árbol las cuales fueron secadas a temperatura ambiente.
- e) Se preparó el inoculó individualmente, las muestras foliares secas con los hongos identificados y puestos en frascos de vidrio sellados con papel toalla estéril sujeto con hilo nylon permitiendo el intercambio de gases en el interior del recipiente.
- f) Se inoculó según las colonias identificadas en cada muestra foliar por medio de aspersion en toda la superficie del tejido foliar tanto en hojas picadas como enteras.
- g) Se evaluó en un periodo de 45 días de incubación el porcentaje de colonización de los hongos por medio de escala arbitrarias: 1 (25%), 2 (50%), 3 (75%) y 4 (100%).
- h) Se realizó análisis de suelos de plantaciones de teca con quema y sin quema de hojarasca los mismos que fueron llevados al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) de Pichilingüe

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La descripción de la información se realizó en base a los instrumentos utilizados para su obtención.

- Para la variable independiente (hongos degradadores de lignina), se identificaron hongos degradadores de lignina en base a claves taxonómicas las cuales se inocularon en las muestras foliares donde se evaluó el porcentaje de colonización y degradación.
- Para la variable dependiente (calidad del suelo), se realizó mediante análisis de suelo donde se consideró los siguientes parámetros: macro y micronutriente, pH, contenido de materia orgánica después de la inoculación de las hojas donde se verificó la aportación de materia orgánica en el suelo de la plantación de teca.

3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se utilizó dos diseños para la presente investigación del cual se representa el diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA) y un Diseño de Bloque completamente al Azar con arreglo bifactorial, donde dependiendo del número de individuos identificados y aislados desde la hojarasca de plantaciones de teca fueron inoculadas previamente colectadas antes que estas toquen el suelo para comprobar el grado de desarrollo sobre las hojas de teca, a continuación se detalla el cuadro de los diseños estadísticos utilizados para la presente investigación:

ANOVA 1, Diseño en Bloque Completamente al Azar para la evaluación del crecimiento de hongos lignolíticos en medio de cultivo PDA.

	Grado de Libertad
Tratamiento (Hongos de estudio)	4
Bloque (Días de Evaluación)	6
Error	129
Total	139

ANOVA 2, Diseño en Bloque Completamente al Azar con arreglo Bifactorial para la evaluación de hongos lignolíticos en extractos combinados en medio de cultivo artificial a partir de hojarasca seca y fresca de teca

	Grado de Libertad
Factor A (Extracto Seco y Húmedo)	1
Factor B (Hongos Lignolíticos)	4
Bloque (Tiempo de evaluación)	2
Factor A * Factor B	4
Factor A * Bloque	2
Factor B * Bloque	8
Factor A*Factor B*Bloque	8
Error	90
Total	119

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron procesados en el programa Statisticasix sigma versión 8.0 donde se realizó los análisis de varianza y prueba de significancia de Tukey ($P \leq 0,05$).

3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

El informe de la presente investigación se elaboró con los requerimientos necesarios para cumplir con lo estipulado en el estatuto para los posgradistas contando con los seis capítulos para la obtención del título de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente.

Los seis capítulos que complementan la investigación hacen referencia desde el marco contextual, la problemática, marco teórico, fundamentando

conceptos, científico y legal de los objetivos y variables investigados según los análisis e interpretaciones de resultados, seguido de la verificación de la hipótesis, además se desarrolló el capítulo de conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los objetivos específicos que se plantearon en el proceso de desarrollo de la investigación; concluyendo con el diseño de la propuesta alternativa para reducir o solucionar la problemática que acontece con los suelos de la plantaciones de teca.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS

Los hongos degradadores de lignina en la hojarasca de teca permiten una rápida degradación de los tejidos foliares, los mismos que incorporan nutrientes necesarios para la recuperación de suelos en plantaciones forestales.

4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPIRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS

4. 2. 1. Variable independiente

Hongos degradadores de lignina

4. 2. 2. Variable dependiente

Calidad de suelo de teca

4. 2. 3. Hipótesis específicas

- Al menos uno de los microorganismos aislados degradará la lignina de la hojarasca de teca.
- Al inocular colonias de hongos no surge efecto alguno por falta de humedad

4. 2. 4. IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS QUE DEGRADAN LIGNINA DE LA HOJARASCA DE TECA

Las cepas de hongos aislados e identificados en esta investigación permitieron medir la intensidad de colonización, así como la degradación de las hojarascas de teca recolectadas en la finca experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Una vez aisladas y purificadas las cepas a partir de cámaras húmedas se identificaron los siguientes microorganismos:

Código	Hongos identificados
T-07	<i>Trichoderma</i> sp.
T-03	<i>Penicillium</i> sp1
T-04	<i>Penicillium</i> sp2
T-05	<i>Paecilomyces</i> sp.
T-08	<i>Penicillium</i> sp3

4. 2. 5. CRECIMIENTO DE HONGOS LIGNOLÍTICOS EN MEDIO DE CULTIVO PAPA DEXTROSA AGAR (PDA)

En el gráfico 4.1., se aprecia la tendencia de crecimiento de los hongos encontrados en hojarascas de la superficie del suelo en la plantación de teca. A las 24 horas de instalado el ensayo se observó un incremento en el halo de crecimiento del hongo. A partir del 3ro al 4to día duplica su desarrollo sobre la superficie del medio de cultivo. A partir del cuarto día se observó que el crecimiento del hongo se estabiliza o crece de forma moderada (día 5, 6 y 7), debido al recubrimiento total de la caja Petri donde el hongo reduce su desplazamiento por falta de espacio o nutriente presente en el medio.

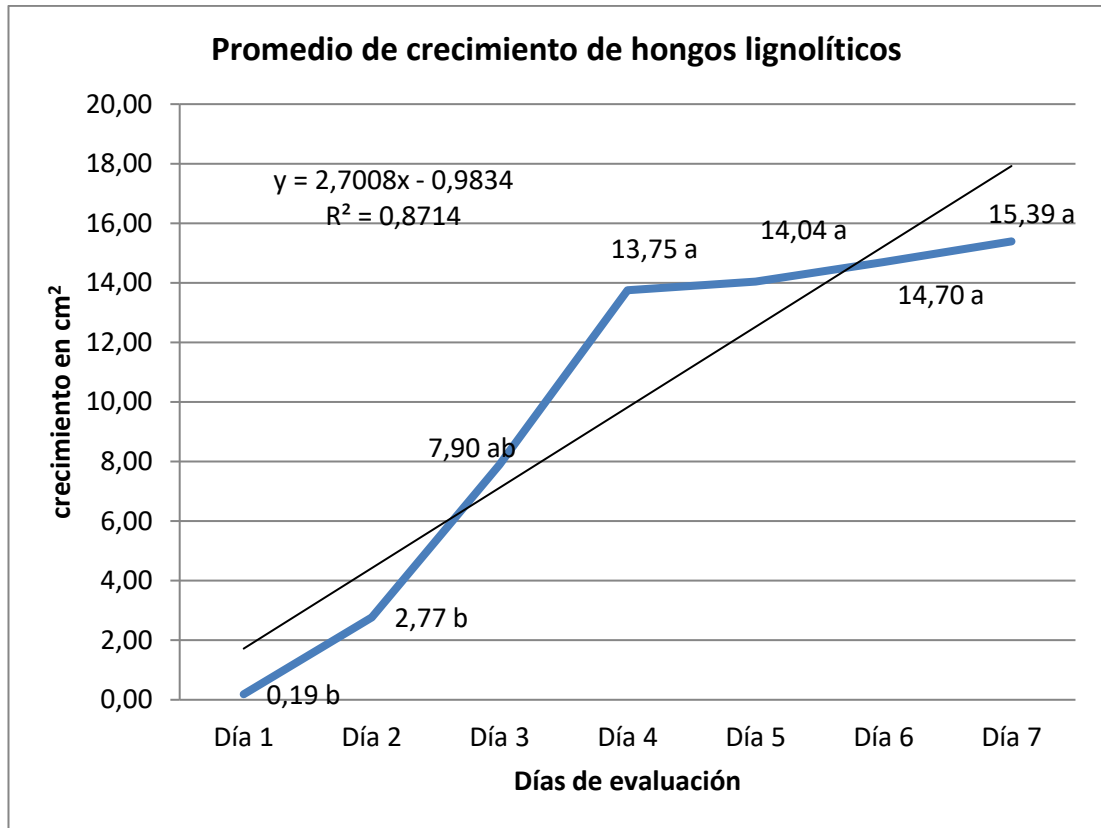


Gráfico 4.1. Promedio de crecimiento de los hongos estudiados durante 7 días de evaluación

En el gráfico 4.2, se puede observar el crecimiento de los hongos evaluados desde la siembra en el medio de cultivo hasta el séptimo día, tomando en cuenta el crecimiento individual de las colonias que fueron sembradas por cuadruplicado apreciando un mayor desarrollo en el hongo *Trichoderma* sp., hasta el cuarto día de evaluación, considerándose como una especie agresiva en cuanto a la colonización del medio de cultivo PDA, manteniendo su crecimiento debido al recubrimiento total de la caja Petri, a diferencia del resto de los hongos estudiados, los cuales mostraron una tendencia de crecimiento progresivo aunque en menores proporciones.

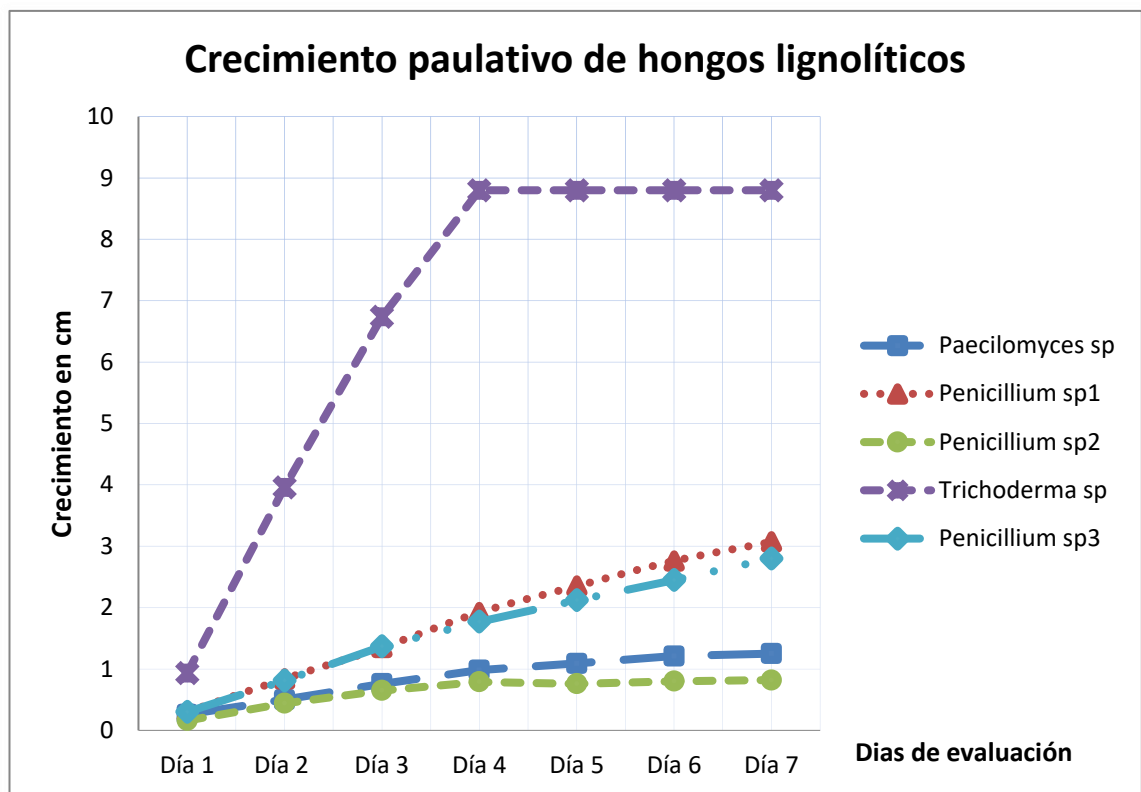


Gráfico 4.2. Medición del crecimiento de los hongos identificados durante 7 días de evaluación.

En la tabla 4.1, se muestra diferencia significativa en los tratamientos aplicados según el crecimiento por área, siendo el promedio más alto para *Trichoderma sp.*, con 41,93 cm² indicando la viabilidad y fácil multiplicación que posee esta colonia, seguido de *Penicillium sp1* con 3.39 cm² y por otro lado *Penicillium sp3* quien posee un promedio muy bajo de los demás con 0,36 cm².

Tabla 4.1. Promedio del área (cm²) crecimiento de hongos lignolíticos evaluados en medio de cultivo PDA

Código	Tratamiento	Promedios entre hongos	
T-07	<i>Trichoderma sp.</i>	41,92548	a
T-03	<i>Penicillium sp1</i>	3,38821	b
T-04	<i>Penicillium sp2</i>	2,71057	b
T-05	<i>Paecilomyces sp.</i>	0,71169	b
T-08	<i>Penicillium sp3</i>	0,36321	b

Letras distintas indican diferencias según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

4. 2. 6. DESARROLLO DE HONGOS LIGNOLÍTICOS EN EXTRACTO DE HOJARASCA SECA Y FRESCA DE TECA COMBINADOS CON MEDIO DE CULTIVO ARTIFICIAL

Los tratamientos estudiados en el factor A (Extractos de hojas), se considera a los extractos de hojas frescas y hojas secas, donde se presenta diferencia significativa siendo el extracto de hojas húmedas el que obtuvo mejor respuesta en cuanto al crecimiento de los hongos evaluados (ver tabla 4.2.). Esto podría referirse al contenido de lignina que una hoja seca posee más que una húmeda, ocasionando que los hongos disminuyan su actividad microbiológica en la degradación del tejido muerto, ya que la colonización del hongo fue más en extracto de hojas frescas.

Tabla 4.2. Comportamiento de los extractos seco y frescas con inoculación de hongos identificados

Factor A (Extractos de hojas)	Nivel de Significancia (área de crecimiento en cm²)	
Frescas	9,751	a
Secas	8,543	B

Letras distintas indican diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

En la tabla 4.3, correspondiente al estudio de la degradación de lignina existe diferencia significativa en el factor B (hongos lignolíticos), donde se destaca entre los hongos estudiados el género *Trichoderma* sp., obteniendo un mayor promedio de proliferación superficial con 38,68 cm², muy bajo de él le sigue el género de *Penicillium* sp3., de 3,20 cm², sin embargo con un promedio del área de crecimiento de 0,82 cm² considerado como el promedio más bajo en cuanto al desarrollo en extractos es el género *Penicillium* sp2.

Tabla 4.3. Comportamiento de 5 hongos identificados como degradadores de lignina

Factor B (Hongos lignolíticos)	Nivel de Significancia (área de crecimiento en cm²)		
T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	38,676	a	
T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	3,201	B	
T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	1,869	B	c
T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	1,176	B	c
T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	0,814		c

Letras distintas indican diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

Según en la tabla 4.4, se aprecia la interacción de los factores, extractos de hojas secas y frescas por hongos lignolíticos, donde mostraron tener diferencias significativas siendo el hongo *Trichoderma* sp quien tuvo un comportamiento superior tanto en el extracto de hojas secas y frescas con un área promedio de cubrimiento desde 38 a 39,23 cm², mientras que el promedio más bajo es el género *Penicillium* sp2., desde 0,67 a 0,96 cm².

Tabla 4.4. Interacción entre extractos de hojas secas y frescas vs crecimiento de hongos lignolíticos

Factor A (Extractos de hojas)	Factor B (Hongos lignolíticos)	Nivel de Significancia (área de crecimiento en cm ²)	
Frescas	<i>Trichoderma</i> sp.	39,228	a
Secas	<i>Trichoderma</i> sp.	38,123	a
Frescas	<i>Penicillium</i> sp3.	4,923	b
Frescas	<i>Penicillium</i> sp1.	2,717	b C
Secas	<i>Penicillium</i> sp3.	1,479	b C
Frescas	<i>Paecilomyces</i> sp.	1,222	b C
Secas	<i>Paecilomyces</i> sp.	1,129	C
Secas	<i>Penicillium</i> sp1.	1,021	C
Secas	<i>Penicillium</i> sp2.	0,964	C
Frescas	<i>Penicillium</i> sp2.	0,665	C

Letras distintas indican diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

En la tabla 4.5, en relación a la interacción de los factores (hongos lignolíticos y tiempo de crecimiento) representados en la tabla 4.5, se mostraron diferencias significativas, donde el hongo *Trichoderma* sp. sigue siendo el de mayor desarrollo al transcurrir el periodo de 72 horas su promedio es de 52,30 cm² a diferencia de los demás tratamientos donde se observa un menor desarrollo en el *Penicillium* sp2 a las 24 y 72 horas con un promedio de 0,73 y 0,85 cm².

Tabla 4.5. Interacción entre crecimiento de hongos lignolíticos en medio de cultivo con extractos vs tiempo de desarrollo

Factor B (Hongos lignolíticos)	Bloque (Tiempo de crecimiento)	Nivel de Significancia (área de crecimiento en cm²)	
T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	72 horas	52,296	a
T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	48 horas	44,979	b
T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	24 horas	18,751	C
T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	72 horas	4,794	D
T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	48 horas	3,242	D
T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	72 horas	2,614	D
T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	48 horas	2,099	D
T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	24 horas	1,567	D
T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	72 horas	1,372	D
T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	48 horas	1,272	D
T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	24 horas	0,894	D
T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	24 horas	0,884	D
T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	48 horas	0,855	D
T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	72 horas	0,855	D
T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	24 horas	0,734	D

Letras distintas indican diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

En la interacción del factor A, B y bloque (extracto seco y fresco por hongos lignolíticos y por el tiempo de evaluación) se mostró diferencia significativa, mientras que en el extracto de hojas secas y frescas el hongo *Trichoderma* sp. se comporta igual a las 72 horas con un promedio mayor de crecimiento de 52,30 cm², en comparación con el extracto de hojas frescas el hongo *Penicillium* sp2., en los periodos de 24, 48 y 72 horas el hongo no obtuvo mayor crecimiento manteniéndose en un promedio de 0,67 cm² (Ver tabla 4.6.).

Tabla 4.6. Interacción Factor A * Factor B y Bloque

Factor A (Extracto Hojas)	Factor B (Hongos Lignolíticos)	Bloque (Tiempo de evaluación)	Nivel de Significancia (área de crecimiento en cm ²)	
Secas	T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	72 horas	52,29633	a
Frescas	T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	72 horas	52,29633	a
Frescas	T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	48 horas	47,84017	a b
Secas	T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	48 horas	42,11867	b
Secas	T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	24 horas	19,95493	c
Frescas	T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	24 horas	17,54778	c
Frescas	T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	72 horas	8,03463	d
Frescas	T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	48 horas	4,95162	d
Frescas	T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	72 horas	4,08098	d
Frescas	T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	48 horas	3,04985	d
Frescas	T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	24 horas	1,78199	d
Secas	T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	72 horas	1,55306	d
Frescas	T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	72 horas	1,53872	d
Secas	T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	48 horas	1,53178	d
Secas	T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	24 horas	1,35140	d
Frescas	T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	48 horas	1,33797	d
Secas	T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	72 horas	1,20609	d
Secas	T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	48 horas	1,20609	d
Secas	T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	48 horas	1,14744	d
Secas	T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	72 horas	1,14744	d
Secas	T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	48 horas	1,04430	d
Secas	T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	72 horas	1,04430	d
Frescas	T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	24 horas	1,02008	d
Secas	T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	24 horas	0,97699	d
Secas	T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	24 horas	0,80239	d
Frescas	T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	24 horas	0,79033	d
Secas	T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	24 horas	0,76720	d
Frescas	T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	48 horas	0,66464	d
Frescas	T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	24 horas	0,66464	d
Frescas	T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	72 horas	0,66464	d

Letras distintas indican diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

4. 2. 7. COLONIZACIÓN DE HONGOS EN HOJAS PICADAS Y TRITURADAS DE TECA

En la tabla 4.7, se muestra que para el estudio del crecimiento de los hongos se utilizaron hojas trituradas y completas, donde fueron inoculadas con los hongos estudiados, demostrando diferencia significativa donde las hojas trituradas tuvieron un promedio mayor de 56,25%.

Tabla 4.7. Diferencias de medias entre bloque hojas completas y trituradas

Bloque	Desarrollo de Hongos (promedio)		
Hojas Trituradas	2,250	56,25 %	a
Hojas Completas	1,350	33,75 %	b

Letras distintas indican diferencias según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

En la inoculación de los hongos estudiados no hay diferencias significativas, pero existen diferencias numéricas entre promedios donde el hongo *Trichoderma* sp., tiene un mayor promedio con 53,13 %, a diferencia del hongo *Penicillium* sp3., que obtuvo un promedio menor del 37,5 % como se puede apreciar en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Diferencia de medias en la inoculación de hongos lignolíticos en hojarascas completas y trituradas

Tratamiento	Promedio de Desarrollo		
T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	1,500	37,50 %	A
T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	1,625	40,63 %	A
T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	1,750	43,75 %	A
T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	2,000	50,00 %	A
T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	2,125	53,13 %	A

Letras iguales indican que no hay diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

4. 2. 8. CONTENIDO DE HUMEDAD EN HOJAS COMPLETAS Y PICADAS DE TECA

Como se muestra en la tabla 4.9, en las hojas completas existe un menor contenido de humedad donde existe diferencia significativa debido a que las hojas trituradas su contenido de humedad es mayor con un promedio de 45%.

Tabla 4.9. Diferencia de medias entre hojas completas y hojas trituradas en cuanto a la humedad prevaleciente en las hojas

Bloque (Hojas)	Promedio Humedad		
Triturada	1,800	45,00 %	a
Completa	1,050	26,25 %	B

Letras distintas indican diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

En la tabla 4.10, se puede observar que no existe diferencias significativas entre los hongos lignolíticos estudiados para el contenido de humedad, debido a que este es una condición microclimática que ayuda para su desarrollo, el mayor promedio se observa en el hongo de *Penicillium* sp2., con un 43,75%, mientras que el menor promedio se presenta en el hongo *Trichoderma* sp, con 25%.

Tabla 4. 10. Diferencia de medias entre hongos lignolíticos desarrollados y el contenido de humedad existente en las hojas de Teca

Tratamientos	Promedio de Humedad		
T-07 <i>Trichoderma</i> sp.	1,00	25,00 %	A
T-05 <i>Paecilomyces</i> sp.	1,38	34,50 %	A
T-03 <i>Penicillium</i> sp1.	1,50	37,50 %	A
T-08 <i>Penicillium</i> sp3.	1,50	37,50 %	A
T-04 <i>Penicillium</i> sp2.	1,75	43,75 %	A

Letras iguales indican que no hay diferencias, según la prueba de Tukey $P \leq 0,05$

La pérdida total de humedad entre las hojas recolectadas fue de 83,87% desde su estado natural hasta el proceso de secado en condiciones naturales

4. 2. 9. ANÁLISIS DE SUELOS EN PLANTACIONES DE TECA CON QUEMA Y SIN QUEMA DE HOJARASCA

Para conocer el estado actual de los suelos en las plantaciones de teca se requirió realizar un análisis del suelo, tanto en una plantación donde hayan sido quemadas la hojarasca (Plantación establecida Vía a San Carlos) y otra donde no haya sido quemada las hojas (Finca la Represa-UTEQ).

Como se observa en el gráfico 4.3, existe una acides en suelos de la plantación de teca de la finca La Represa, entre los macronutrientes y micronutrientes (Amonio (NH_4), Magnesio (Mg), Azufre (S), Zinc (Zn) y Manganeso (Mn)) tiene una interpretación media y entre los valores altos en que se encuentra el suelo no quemado está el Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Boro (B). En cuanto al contenido de Materia orgánica su contenido es medio 4,2% menos que los suelos que hayan sido quemados que están con 5,4% de materia orgánica (MO). Según Rivas (2004), menciona que cuando se hace la respectiva labor cultural entre ellas la limpieza del terreno los rastrojos no se deben quemar ya que permite un incremento en el contenido de la materia orgánica y facilita el reciclaje de nutrientes que provienen de la limpieza del suelo.

En suelos que han sido quemados se puede observar que su pH es Neutro con un bajo contenido de amonio, a diferencia de los suelos que no han sido quemados la interpretación de los resultados es alta entre ellos se destaca el P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B y posee un alto contenido de Materia Orgánica. Concordando con lo mencionado por Giraldo (2003), que al quemar rastrojos se obtiene beneficios inmediatos una de ellos la mejora temporal de la fertilidad del suelo, control de insectos dañinos entre otros,

pero al aplicar una quema se pierde materia orgánica, reducción de nitrógeno y azufre.

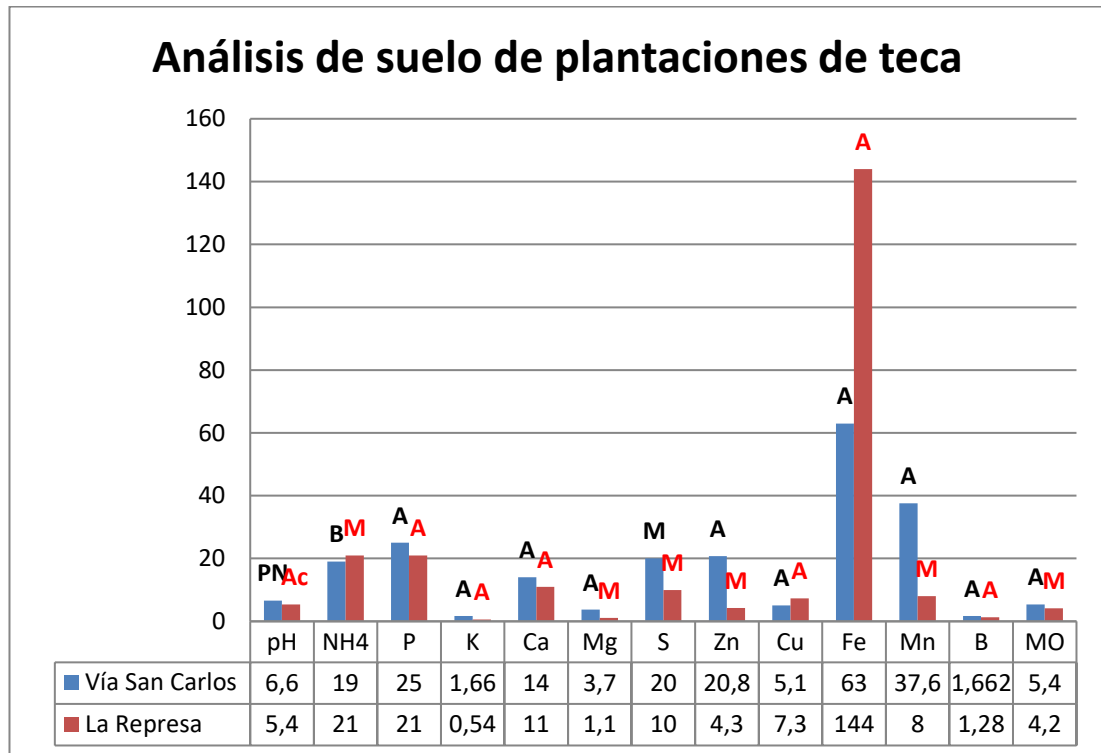


Gráfico 4.3. Análisis de suelo en dos plantaciones de teca (suelo quemado –Vía San Carlos) y (suelo sin quema – Finca La Represa). Dónde se distinguen de la siguiente manera: PN (pH. Neutro); Ac. (Acido); B (Bajo); M (Medio); A (Alto).

4. 2. 10. COLONIZACIÓN SUPERFICIAL DE HOJARASCA DE TECAS MEDIANTE EL CONTENIDO DE HUMEDAD

En referencia a los hongos estudiados sobresale el género de *Trichoderma* sp., ocupando un 53,13 % de colonización a diferencia de *Penicillium* sp3., con 37,50 % de ambas especies en un periodo de 45 días, demostrándose la diferencia y el avance de los hongos sobre el tejido foliar de teca entre estos dos géneros marca una diferencia de un 15,63 %. Cabe recalcar que entre más colonización de los hongos lignolíticos mayor será el grado de descomposición y aplicando la relación de *Trichoderma* sp, puede acelerar el

proceso de descomposición en un 15 % tendríamos que en plantaciones de teca sus hojas la tasa de descomposición sería en 10 meses.

4.2.11. DEGRADACIÓN DE HOJARASCA MEDIANTE INOCULACIÓN EN PLANTACIÓN DE TECA

Se midieron los valores mediante análisis de suelo en tres periodos de tiempo, donde se constató la degradación y fijación de nutrientes mediante la aplicación de inóculo de *Trichoderma* sp, en la superficie donde la acumulación de hojarasca forma una especie de colchón como se muestra en la tabla 4.11, se presenta la aportación de nutrientes en tres periodos de tiempos 30, 60 y 90 días de inoculación donde se analizó la variabilidad de los datos tanto en ph, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes.

Existen incrementos de los nutrientes macro y micronutrientes a partir del día 60 sin embargo existe una reducción en potasio para los macronutrientes y en los micronutrientes una disminución en Boro.

Continuando con el análisis por días de exposición al inóculo se verificó que a los 90 días disminuyen los macronutrientes Potasio, Calcio y para micronutrientes disminuye el Zin, Cobre, Hierro y Manganeso.

Tabla 4. 11. APLICACIÓN DE INOCULO DE *Trichoderma* sp. EN SUELO DE PLANTACIÓN DE *T. grandis* L.

MUESTREO	ph	MO %	MACRONUTRIENTES						MICRONUTRIENTES				
			NH4	P	K	Mg	Ca	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
			Ppm		Meq/100ml				Ppm				
Toma 30 días	5,40	4,20	21,00	21,00	0,54	1,10	11,00	10,00	4,30	7,30	144,00	8,00	1,28
Toma 60 días	6,00	6,20	32,00	43,00	0,46	1,10	12,00	12,00	6,60	8,40	155,00	9,10	0,17
Toma 90 días	6,20	5,00	50,00	14,00	0,46	1,30	11,00	13,00	5,00	4,90	113,00	5,20	0,30
Promedio	5,87	5,13	34,33	26,00	0,49	1,17	11,33	11,67	5,30	6,87	137,33	7,43	0,58
D. Estándar	0,42	1,01	14,64	15,13	0,05	0,12	0,58	1,53	1,18	1,79	21,78	2,01	0,61
CV (%)	7,10	19,61	10,90	8,20	9,49	9,90	5,09	13,09	22,24	26,06	15,86	27,05	40,31

Con la inoculación de *Trichoderma* sp sobre la hojarasca de la plantación de teca se realizaron los respectivos análisis de suelo en tres periodos donde se demuestra la variabilidad y aportación de nutrientes en el suelo, como se evidencia la Tabla 4. 11, aumenta la materia orgánica a los 60 días desde 4,20 a 6,20 ppm, además de aumentar las proporciones tanto en Nitrato de Amonio (de 21 a 32 ppm) y Fosforo (21 a 43 ppm).

A pesar de trascurrido los 90 días se divisa un incremento de amonio (32 a 50 ppm) con una disminución del Fósforo (43 a 14 ppm) y materia orgánica (6,20 a 5 ppm), por otro lado el pH del suelo tiende a nivelarse a un estado de moderadamente ácido (6,00 a 6,20).

Para el periodo del cual fueron obtenidos los resultados de esta investigación en campo se notó mediante los datos meteorológicos de temperatura y precipitación promedio para los meses de Enero (25.1 °C y 419.5 mL); Febrero (25.6°C y 555.1 mL); y, Marzo (25.9 °C y 364.6 mL), cuya información fue proporcionada por la Biblioteca de la Estación Experimental INIAP-Pichilingüe (Datos INAMI-2014). Se distingue como la precipitación para el mes de febrero fue mucho más intensa que los meses que se recolectó las muestras para los respectivos análisis, esto pudo ocasionar que varios de los nutrientes tiendan a lixiviarse razón por la cual algunos disminuyen y otros aumentan.

Existe un incremento circunstancial en los demás nutrientes a partir de los 60 días de haber estado expuesto a la inoculación del hongo a pesar de que estos sean consumidos por la planta en pocas proporciones.

4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS

Los hongos aislados desde la cámara húmeda establecidas en cajas Petri dieron como resultados el aislamiento de 5 cepas las cuales fueron purificadas en tubos de ensayo con medio de cultivo PDA inclinado. Según Ortiz y Uribe (2010), quienes utilizaron un medio de cultivo con lignina donde se desarrollaron los hongos de los siguientes géneros en el uso bosque: *Penicillium*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Zygorhynchus*. Sin embargo, Gonzáles *et al* (2009), hacen referencia que entre los microorganismos degradadores de taninos están los hongos del género *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Cylindrocarpon* y entre estos *Trichoderma*. Algo similar ocurrió en el trabajo desarrollado por Ortiz (2010), en el reconocimiento de la abundancia de hongos lignolíticos encontrados en cultivos de Cítricos siendo de mayor diversidad en cuanto a aislamientos los hongos de los siguientes géneros: *Memnoniella*, *Mortierella* y *Cladosporium*, en comparación para el cultivo de papaya y pino están los hongos *Humícola* y *Trichoderma*.

La facilidad que el hongo *Trichoderma* posee para ocupar la superficie de un medio de cultivo artificial tanto en crecimiento como en área se lo consideraría como un género agresivo en cuanto al desplazamiento en extensiones de sustratos con los nutrientes requeridos para su desarrollo. Sin embargo, Martínez *et al* (2013), mencionan que de los aislamientos realizado en investigaciones *Trichoderma* ayuda a la descomposición de materia orgánica, además está ubicado en el grupo de hongos hipogeos, lignolícolas y predadores.

Una de las características y propiedades de la madera de teca procedente de zonas secas en Costa Rica, es que posee un mayor contenido de: lignina (31,3%), extractos totales (11,43%), compuestos inorgánicos (4,86%). Además, uno de los usos que tiene la teca es la de los extractos de las hojas que sirve para tratar la tuberculosis microbiana (Fonseca, 2004).

Según Borrero y Silva (2005), el género del hongo *Trichoderma*, son altamente competitivos por el espacio razón por la cual inhiben el crecimiento de otros microorganismos y pueden disminuir una población de organismos en el suelo.

Al transcurrir 72 horas de desarrollo el hongo de *Trichoderma* sp quien posee mayor agresividad en cuanto al desplazamiento esto concuerda con Saenz (2009), quien de los treinta y nueve aislamientos realizados en su investigación el aislamiento identificado taxonómicamente como *Trichoderma spp.*, supero las actividades enzimáticas versus al control positivo, volviéndose un microorganismo con un alto potencial celulolítico. Sin embargo Li *et al* (2006) citado por Gonzales *et al* (2009), consideran al hongo de *Trichoderma* como un microorganismo más para la degradación de taninos junto con hongos como *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Rhizoctonia*, *Cylindrocarpon*, *Oidiodendron*.

Para la descomposición de hojarasca de teca *Trichoderma* tuvo mayor porcentaje de influencia en cuanto a colonización en la superficie foliar conllevando a degradar la hoja en un 15% expresado en 10 meses de descomposición. Teniendo en cuenta los resultados del estudio de Kumar (2003), quien registro un 54% de descomposición de las hojas de teca en 180 días, por medio de regresión lineal determino que para el 100% de la degradación de la hojarasca se necesita un lapso de 355 días. Sin embargo Ramírez (2012), evaluó el tiempo de descomposición de la hojarasca realizado en 10 especies forestales, donde demuestra que el moral fino fue la especie que se descompuso más rápido quedando en 0.0% a los seis meses, seguido de la Anona Chirimoya a los 9 meses y en los 12 meses se presentaron descomposición de la masa remanente Alcornoque, Cananga y Clavellin, en cambio para Peine de mono el tiempo es de 14 meses de descomposición de la hojarasca seguido Caña fistula con 15 meses, Cocobolo con 16 meses y guayacan negro y Guayji con 17 meses.

Por otro lado, Alcívar y Vera (2013), dan como conclusión en su investigación que la calidad de la materia orgánica y el contenido de nutrientes es pobre para los cinco sistemas de uso del suelo (Teca - *Tectona grandis*; Bolaina – *Guazuma crinita*; Eucalipto – *Eucalyptus torelliana*; Guaba – *Inga edulis* y Café – *Coffea arabica*). Mientras que Kannangara y Deshappriya (2005) mencionan que en bosque como Hakgala, Las especies forestales como *Michelian ilagirica* requieren alrededor de 2,4 años para la descomposición en un 99% de las hojas presentes en la superficie del suelo. Dentro de la descomposición se identificaron hongos como *Trichoderma*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspegillus*, entre otros.

Según Sergio (2008), la acumulación de hojarasca en el suelo es muy importante ya que es la principal vía de entrada y salida de nutrientes para los ecosistemas terrestres en gran medida depende de la proporción y posterior descomposición. En ensayos evaluados por Landeta (2009) menciona que la cantidad de biomasa que proporciona una plantación de *T. grandis* de 8 años de edad de tres procedencia de Ecuador es desde 41,12 a 51,25 tn/ha., para la procedencia de Brasil de 56,64 tn/ha., y Costa Rica de 27,68 tn/ha.

La fijación de nitrato de amonio en el suelo aumento al transcurrir los 90 días de la exposición al inóculo de *Trichoderma* sp., según menciona De las Salas (1987), la principal reserva de nitrógeno en el suelo es el humus ya que participa en la formación de los compuestos orgánicos para el crecimiento. Por otro lado, Alvarado (2006), indica que en el país asiático para plantaciones de teca de 30 años de edad depositan 10.175 kg/ha de residuos siendo el 91 % de hojarasca.

A partir de los 60 días se incrementó la presencia de fósforo en el suelo sin embargo a los 90 días hubo una disminución de fosforo. Según De las Salas (1987) menciona que en plantaciones forestales es importante conservar la materia orgánica y con ella el nivel de fosforo, ya que en la Cordillera de los

Andes la deficiencia de este elemento en el suelo se debe al arrastre de la capa arable por erosión. Sin embargo, Guarnizo y Palacios (2007), indica que el fosforo es esencial para la fotosíntesis y otros procesos químico fisiológicos en la planta.

Se evidencia que a partir de los 30 días de inoculación existe una cantidad de 144 ppm de Hierro a medida que pasa el tiempo este va disminuyendo. Según Proaño (2012) en su trabajo de investigación se distinguió un alto contenido de hierro en 5 provincias entre las cuales esta Los Ríos, Guayas, El Oro, Loja y Sucumbíos, a una profundidad de 5 cm cuyos contenidos promedios son de 314, 142, 397, 126 y 264 ppm.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el aislamiento e identificación de hongos degradadores de lignina se registraron cinco hongos entre ellos están el género *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp, *Penicillium* sp1, *Penicillium* sp2 y *Penicillium* sp3., quienes estarían considerados como degradadores de lignina y quienes tuvieron desarrollo en medio de cultivo PDA provenientes de hojas de teca.

Las hojas frescas de teca presentaron mayor desarrollo de los 5 hongos estudiados, siendo el de mayor crecimiento el hongo de *Trichoderma* considerándose como degradador de lignina, y empleado en la degradación de celulosa.

La diferencia entre extractos tanto de hojas frescas como secas fue mínima, sin embargo los taninos de las hojas frescas puede ser mucho más concentradas que las secas pero nada de esto se puede constatar debido que en ambos procesos fueron iguales en el momento de la extracción de los componentes químicos que la hoja de teca contiene. Por otro lado, el hongo que mayormente ocupó la superficie del medio de cultivo combinado con el extracto fue el del género *Trichoderma*., cubriendo en su totalidad la caja a partir del 4to hasta el 6to día de ser evaluado.

Los hongos tienen mayor desarrollo en hojas trituradas debido a la dispersión de los retazos de las hojas de la cual colonizan más rápido, a diferencia de las hojas completas las hojas trituradas mantienen su humedad entre en un 45 %, brindándole las condiciones favorables para el desarrollo de los hongos evaluados

Mediante el análisis de suelo se constató la desfavorable acidez que proporciona los árboles de teca en plantaciones que no se practica la quema, sin embargo al realizar la quema este mantiene el pH en un estado neutro así como la fijación de la mayor parte de nutrientes en el suelo como la materia orgánica.

Con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis donde los hongos degradadores de lignina en la hojarasca de teca permitieron una rápida degradación de los tejidos foliares, los mismos que incorporan nutrientes necesarios para la recuperación de suelos en plantaciones de teca, siendo *Trichoderma* quien tiene mayor grado de colonización debido a su agresividad.

5.2. RECOMENDACIONES

Para encontrar hongos que se encarguen del proceso de degradación sería recomendable realizar estudios en época lluviosa recolectando tejido vegetal desde las hojas en proceso de degradación desde las mismas plantaciones de teca, y así conocer los géneros de hongos que estén presentes en la etapa climática ya mencionada.

El uso de otros microorganismos como el hongo *Pleurotus sapidus* y otros hongos del género Basidiomycetes de degradación de las hojas de teca. Además de los mencionados en esta investigación aportarían más evidencia sobre el proceso.

Es recomendable encontrar y aplicar un método o técnica que favorezca la descomposición de las hojas de Teca en la época de verano y debido a las elevadas temperaturas los taninos y resinas que contiene las hojas se secan convirtiéndolas en un hábitat desfavorable para el desarrollo de los microorganismos encargados de la descomposición de la hojarasca de teca.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Plan piloto para el manejo ambiental y recuperación de suelos en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L) con el uso de inoculante de hongos degradadores de lignina en el cantón Quevedo de la provincia de Los Ríos.

6.2. JUSTIFICACIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación mediante el empleo de inoculante que ayuda a la descomposición de la hojarasca de teca a base de hongos lignolíticos permite elaborar un compost a base de hojarasca de teca debido a su lenta descomposición. Conociendo las condiciones que requiere el hongo para su colonización y descomposición en la materia orgánica presente en la superficie del suelo.

El uso de inoculantes como del hongo *Trichoderma* considerado como degradador de celulosa por su actividad enzimática que este posee, y mediante la aspersión de agua sobre tejido foliar disperso en el suelo permitiría las condiciones microclimáticas donde el hongo será capaz de desarrollarse y lograr descomponer y colonizar en la materia orgánica presente en el suelo.

El fin principal de la propuesta es realizar la descomposición de los tejidos foliares con el uso del inoculante de *Trichoderma* sp., siendo el principal problema en verano las altas temperaturas y la resequeidad que muestra las hojas impidiendo la degradación y colonización del hongo que está en la superficie del suelo.

El empleo de la quema de las hojas en suelos es uno de los beneficios de la destrucción de las hojas y la incorporación de los nutrientes de forma directa al suelo, sin embargo es una mal práctica cultural realizadas por los agricultores de esta especie forestal, ya que de esta forma van destruyendo

el hábitat microbiológico que por naturaleza está presente en el suelo además de la gran producción de CO₂ hacia la atmosfera induciendo al deterioro de la capa de ozono.

La lenta degradación de los residuos vegetales de teca ocasionan problemas tal como degradación del sitio, la reducción del crecimiento y rendimiento de otras especies, no mejora el suelo y sus hojas no forman fácilmente humus (Saw, 1997 citado por Alcivar y Vera, 2013).

6.3. FUNDAMENTACIÓN

Por medio del estudio y la observación directa que fue realizado, se pudo determinar la escasa presencia de hongos en época de verano sobre hojarasca de plantaciones de teca provocando una disminución considerable en la degradación de las mismas afectando considerablemente al suelo. Por lo tanto, debido a las condiciones las cuales las hojas se presentan en el verano se plantearía la inoculación con el hongo estudiado así como el uso de un inóculo comercial para medir parámetros de eficacia y con la utilización de aspersión de agua durante la época seca se induciría la descomposición e incorporación de la materia orgánica en el suelo.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. General

Desarrollar de un plan piloto para la recuperación de suelos en plantaciones de teca (*T. grandis*) con el uso de inoculantes de *Trichoderma* en la degradación de hojarasca.

6.4.2. Específicos

- Elaborar plan de trabajo con cámaras de compost para la recuperación de suelos en época de verano con ayuda de inoculante natural y de uso comercial.
- Determinar el grado de colonización y descomposición de hojas empleando diferentes porcentajes de humedad.
- Medir la incorporación de nutrientes en el suelo mediante la degradación de las hojas inoculadas.

6.5. IMPORTANCIA

Mediante el proceso de observación y con los resultados obtenidos en la tesis es indispensable realizar ensayos a nivel de campo mediante el uso directo e indirecto de cámaras de compostaje con la ayuda de inoculantes y una sin inoculante así como el riego constante empleando recolectas en varias plantaciones de teca, esto permitirá obtener un compost para diversos usos en pequeñas proporciones de suelo o grandes extensiones.

El beneficio directo que se pretende obtener es el recuperar suelos resquebrajados y sin capa de humus en la época de verano a través de la inoculación de hongos que ayuden a degradar hojas de teca ya que al secarse endurece su tejido siendo pocos los hongos colonizadores para su degradación. Sin embargo, el uso adecuado de buenas prácticas culturales y métodos tradicionales ayudarán con la incorporación de macro y micronutrientes en los suelos que conlleva las plantaciones de teca.

6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

La propuesta alternativa para esta investigación será en la Finca experimental “La Represa” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en las coordenadas longitud 79° 25' 24" y latitud sur 1°

03'18", ubicada en el recinto Faita en el kilómetro 7,5 vía Quevedo - San Carlos, Provincia de Los Ríos - Ecuador.

6.7. FACTIBILIDAD

El proyecto es factible en cuanto a concurso de investigación sea este mediante el FOCICYT o la SENESCYT y a la predisposición de la autoridades, debido al impacto y beneficios del trabajo en cuanto a la calidad del suelo reduciendo las afectaciones que las plantaciones de teca proporcionan en suelos donde se desarrollan.

6.8. PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo contempla una serie de etapas descritas a continuación como se aprecia en la tabla 6.1.

Tabla 6.1. Plan de trabajo para la recuperación de suelos en plantaciones de teca mediante la aplicación de inóculos de hongos degradadores de lignina y taninos.

No.	ACTIVIDADES	OBJETIVO	RESPONSABLE	FECHA INICIO/ TERMINACIÓN	COSTO (USD)
1	Técnicas de compostaje con uso de microorganismos investigados.	Verificar técnicas de compostaje	Técnicos de investigación UTEQ	03/08/2015	800,00
2	Plan de trabajo y preparación de cámaras de compostaje y monitoreo constante.	Diseñar plan de trabajo para la elaboración de cámaras de compostaje	Técnicos de investigación UTEQ	04/09/2015	1500,00
3	Análisis foliar de micro y macronutrientes que contiene las hojas de teca.	Analizar el contenido de nutrientes de las hojas antes del proceso de degradabilidad con inoculantes.	Técnicos de investigación UTEQ	04/09/2015	300,00
4	Preparación de inoculantes a base de los hongos estudiados.	Preparar inoculante	Técnicos de investigación UTEQ	07/09/2015	2000,00
5	Aplicación de inóculos en cámaras de compostajes y evaluación semanal del estado de compostaje de hojas de teca.	Aplicar inóculo y evaluación semanal de la degradación de las hojas de teca aplicando diferentes porcentajes de humedad.	Técnicos de investigación y pasantes UTEQ	08/09/2015	80,00
6	Determinación de nutrientes y materia orgánica en compostaje mediante análisis de laboratorio.	Comprobar factibilidad y el rendimiento de degradación e incorporación de nutrientes en el suelo.	Técnicos de investigación y pasantes UTEQ	05/10/2015	420,00
7	Análisis resultados y elaboración de informe técnico.	Difundir resultados obtenidos en el plan de degradación	Técnicos de investigación y pasantes UTEQ	16/10/2015	200,00
TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO					5300,00

Elaboración propia del autor

6.9. ACTIVIDADES

A continuación se detallan los programas contemplados en el Plan de Trabajo donde se describe las actividades a ejecutarse:

6.9.1. Técnicas de compostaje con uso de microorganismos investigados.

Se realizarán revisiones bibliográficas referidas a técnicas y métodos para la aplicación de cámaras de compostaje donde se determinará la degradación de las hojarascas de teca mediante inoculación

6.9.2. Plan de trabajo y preparación de cámaras de compostaje y monitoreo constante.

El compostaje se lo realizará directamente en el suelo en un área determinada dentro de la plantación donde se elaborará por cuadrantes y aplicará remoción del suelo del cual facilitará la mezcla con las hojas de teca y una sin mezcla se distribuirá en diferentes porcentajes de humedad mediante aplicación por tiempos y una sin humedad.

6.9.3. Análisis foliar de micro y macronutrientes que contiene las hojas de teca.

Previa a la aplicación de los inóculos se realizara una análisis foliar mediante un muestreo de las hojas recolectadas donde se analizara en el laboratorio de suelos del INIAP-Pichilingüe, cuyos datos serán referenciales para medir la incorporación de nutrientes en el suelo.

6.9.4. Preparación de inoculantes a base de los hongos estudiados.

El inóculo se lo multiplicará en medio de cultivo PDA semisólido donde se dejará madurar por el lapso de 7 días a pesar de la agresividad del hongo de *Trichoderma* sp., ya maduro se realizará la solución acuosa mediante licuado y

filtrado de la solución a través de cuatro capas de gasas para evitar impurezas una vez obtenida la solución está lista para la aplicación sobre las muestras a inocular.

6.9.5. Aplicación de inóculos en cámaras de compostajes y evaluación semanal del estado de compostaje de hojas de teca.

Los inóculos se prepararán en el laboratorio de Microbiología Ambiental de Suelo y Aire de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, donde se realizará la solución acuosa para la aplicación del inóculo sobre las hojas a descomponer con el material de compostaje. Cada semana se evaluará el desarrollo del hongo y la degradabilidad de las hojas.

6.9.6. Determinación de nutrientes y materia orgánica en compostaje mediante análisis de laboratorio.

Se realizará un submuestreo en la cámara de compostaje donde se llevara al laboratorio del INIAP-Pichilingüe para la realización del análisis macro y micronutrientes donde se determinará la incorporación de los nutrientes.

6.9.7. Análisis resultados y elaboración de informe técnico.

Una vez obtenido y elaborado el trabajo se elaborara un previo informe técnico donde se acote los resultados eficaces del ensayo de campo.

6.10. RECURSOS

Entre los recursos humanos y materiales necesarios para la implementación de la propuesta, se necesita contar con uno 5300,00 USD (Valor estimado).

6.11. IMPACTO

El impacto que causaría sería la de descomponer hojas de teca siendo este de carácter positivo por la nutrición e incorporación de nutrientes en los suelos, cumpliendo con el ciclaje de nutrientes en verano mediante la aplicación de inoculantes de *Trichoderma* sp., natural y comercial en las hojas y con la presencia de humedad distribuida en el ensayo proporcionará las condiciones requeridas para el desarrollo del hongo permitiendo en si la descomposición de la celulosa que contiene las hojas de teca, esto reduciría la quema de las hojas evitando la producción de dióxido de carbono que ocasionan problemas ambientales.

6.12. EVALUACIÓN

Los datos o resultados obtenidos en la evaluación del ensayo ayudarán ampliar más alternativas para el uso de los hongos en cuanto a la aceleración de la descomposición de la hojarasca de la superficie del suelo las mismas que se incorporarían al suelo. Para la evaluación y efectividad del ensayo es indispensable el seguimiento semanal por un prolongado tiempo para medir rangos como el tiempo de descomposición, grado de agresividad del *Trichoderma* sp., ante diversidad y densidad de otros hongos en el suelo del cultivo de teca, presencia de insectos y contenido de humedad. El seguimiento será realizado por técnicos y los ejecutores del proyecto así como tesisistas y pasantes.

BIBLIOGRAFÍA

Alcívar, M. y Vera, V. 2013. Aislamiento de bacterias celulolíticas a diferentes profundidades en plantación de teca (*Tectona grandis*) y Pechiche (*Vitex gigantea*). Calceta, Ec. Tesis de grado. Escuela superior politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". 76p.

Alvarado, A. S/F. Producción de madera con bajos insumos: reciclaje de nutrimentos en plantaciones y bosques tropicales. (en línea). Consultado 14 sep 2012. Disponible en: <http://www.una.ac.cr/inis/docs/suelos/Prodalfr.pdf>

_____. 2006. Informaciones Agronómicas. Nutrición y Fertilización de la Teca. En línea. Consultado 12 Jul 2015. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31A0615834C27F92852579A3006D8237/\\$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Teca.pdf2](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31A0615834C27F92852579A3006D8237/$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Teca.pdf2)

Aciego, J. S/F. Indicadores microbianos de la calidad del suelo. Venezuela (en línea). Consultado 25 ago 2014. Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/propiedades_procesos/PPS46.pdf

Arias, E.; Piñeros, P. 2008. Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de guasca y cruz verde. Tesis de grado. Pontificia universidad javeriana. Facultad de ciencias. Carrera de microbiología industrial. Bogota, D.C. 155p.

Barnett, L. & Hunter, B. 1986. Illustrated genera of imperfect fungi. Tercera edición. Burgess Publishing Company. USA. 242 p.

Bautista, A.; Etchevers, J.; del Castillo, R.; Gutiérrez, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Asociación Española de Ecología Terrestre. España. Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. ISSN: 1132-6344. Ecosistemas, vol. XIII, núm. 2

Borrero, C. y Silva, M. 2005. Efectos de *Trichoderma* (in vitro) en los microorganismos no patógenos descomponedores de la materia orgánica de un suelo oxisol clase iv del piedemonte llanero. Publicado: Revista ORINOQUIA. ISSN 0121-3709 VOL. 9 No. 2/2005. I.I.O.C. Universidad de los Llanos

Caldas, A. 2012. OPTIMIZACIÓN, ESCALAMIENTO Y DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO DE EXTRACCIÓN SÓLIDO LÍQUIDO. Tesis de grado. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Escuela de Ingeniería Química. 48p.

Cañedo, V.; Ames, T. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 62p

Carrillo, L. 2003. Microorganismos. Microbiología agrícola. (en línea). Consultado 25 ago 2014. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap1.pdf>

Constitución de la República del Ecuador. 2008. Asamblea constituyente. Ecuador. (en línea). Consultado 10 Nov 2014. Disponible en: <http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf>

Dávila, G.; Vázquez, R.; Flores, O.; Rendón, E.; Velázquez, I.; Oria, J. 2006. Enzimas ligninolíticas fúngicas para fines ambientales (en línea). Consultado 27 ago 2014. Disponible en: <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedesDependencias/unidadesAcademicas/CorporacionAcademicaAmbiental/BibliotecaDiseno/Archivos/Degradacionlignina.pdf>

De la Salas, G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América tropical. 362 – 363p. Consultado 12 Jul 2015. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=jOkNAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=Nitrogeno+en+el+desarrollo+de+especies+forestales&ots=U7G4MH9d0T&>

sig=N1WetmeNuxt7naAlmyTHzyUMDn0#v=onepage&q=Nitrogeno%20en%20el%20desarrollo%20de%20especies%20forestales&f=false

Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f). Costa Rica. Heredia, CR. (en línea). Consultado 10 Jul 2014. Disponible en: http://www.fonafifo.go.cr/text_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf

Frey, O.; García, Y. 2012. MANEJO INTEGRADO DEL ACARO BLANCO CAUSANTE DEL VANEAMIENTO DEL ARROZ *Steneotarsonemus spinki* Smiley, 1967 EN EL MUNICIPIO DE AMBALEMA – TOLIMA. Tesis de Grado. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica. 52p.

Giraldo, G. 2003. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Cortura del suelo con rastros y restos de cosecha. Proyecto Comunidades y Cuencas. (en línea). Consultado 15 Mar 2014. Disponible en: http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/COBERTURA%20DEL%20SUELO%20CON%20RASTROJOS%20Y%20RESTOS%20DE%20COSECHA.pdf

González, E.; Rodríguez, R.; Aguilar, C. 2009. Biodegradación de Taninos. Artículo publicado en CIENCIACIERTA No.17. (en línea). Consultado 8 Mar 2014. Disponible en: <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC17/cc17taninos.html#REFERENCIAS>

Guarnizo, J.; Palacios, B. 2007. Respuesta inicial de una plantación de *Tectona grandis* L.f. a la fertilización con N – P - K; N - P y Muriato de Potasio en los predios de la empresa fideicomiso PALMAR DEL RÍO cantón Coca provincia de Orellana. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja, Ec. 93p.

Herrera, J. 2001. El asombroso reino de los hongos. Departamento de Ingeniería Genética de la Unidad Irapuato del Cinvestav. Avance y Perspectiva vol. 20. 278p.

(En línea). Consultado 05 Ago 2015. Disponible en: <http://www.cyd.conacyt.gob.mx/229/Articulos/Hongos/Elasombrosomundodeloshongos.pdf>

Kumar, K. 2003. XII World Forestry Congress. Temporal Pattern of Dry Matter and Nutrient Dynamics in Young Tea Plantations. Quebec, Canada. Registro 0029-B1.

KANNANGARA, B. and DESHAPPRIYA, N. 2005. Microfungi associated with leaf litter decomposition of *Michelia lagirica* and *Semecarpus coriacea* at Hakgala montane forest. J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka 2005 33(2): 81-91

Landeta, A. 2009. Producción de biomasa y fijación de carbono en plantaciones de teca (*Tectona grandis* Lin F.) en la Espol Campus "Ing. Gustavo Galindo. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Mecánica y en Ciencias de la Producción. Guayaquil, Ec. 109p.

Martinez, E. 2003. ESTUDIO DE ESPECIES MICOTOXÍGENAS DEL GÉNERO *Penicillium*: *Penicillium verrucosum* Dierckx. Tesis de grado. Universidad Autónoma de Barcelona. Departament de Sanitat id'Anatomia Animals. Facultat de Veterinària. 288p.

Martínez, B; Infante, D; y Reyes, Y. 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Rev. Protección Veg., vol.28, n.1, pp. 1-11. ISSN 1010-2752.

Meléndez, G.; y Soto, G. 2003. Taller de Abono Orgánico. El proyecto NOS del CATIE/GTZ, el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos. Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), UCR. Sabanilla. (en línea). Consultado 28 Jul 2014. Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>

Mendive, F. 2011. Extractos de plantas medicinales. El poder curativo de las plantas transformadas en medicina. Laboratorio Takiwasi. Perú. (en línea). Consultado 05 Ago 2015. Disponible en: <http://www.laboratorio.takiwasi.org/esp/extract.php>

Mondino, P. 2009. Preparación de medios de cultivo. Curso métodos en fitopatología. (en línea). Consultado 05 Ago 2015. Disponible en: http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursometodosfito/03-Medios_de_cultivos.pdf

Montaña, N.; Sandoval, A.; Camargo, S; Sánchez, J. 2010. Los Microorganismos: pequeños gigantes. México. Elementos 77(2010). 15-23pp.

Mora, J. 2006. La actividad microbiana un indicador integral de la calidad del suelo (en línea). Consultado 25 ago 2014. Disponible en: http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/9cc8db94Revista5_6_9.pdf

Núñez, C. 2008. Pulpa y papel I química de la madera. Argentina (en línea). Consultado 25 ago 2014. Disponible en: <http://www.cenunez.com.ar/archivos/67-PulpayPapellOctava Parte.pdf>

Ortiz, M. 2010. Evaluación preliminar de la abundancia de hongos lignolíticos cultivables y su actividad peroxidasa obtenida a partir de suelos con diferentes usos agrícolas en zona rural de Villavicencio. Colombia. Revista Orinoquia (1):171-177

_____. 2009. Aproximaciones a la comprensión de la degradación de la lignina. Colombia. Revista Orinoquia 13(2):137-144, 2009

Pandey D. y Brown, C. 2000. La teca: una visión global. Costa Rica. (en línea). Consultado 19 sep 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x4565s/x4565s03.htm>

Payán, C. 2011. Aislamiento, identificación y conservación de Microorganismos presentes en residuos lignocelulósicos (pulpa) provenientes del beneficio del café. Universidad Católica De Manizales. Trabajo de grado para la obtención de Especialista en Microbiología Industrial. 68p.

Proaño, C. 2012. Identificación de áreas y variedades de arroz con alto contenido de hierro (fe) en las zonas arroceras del Ecuador. Universidad Técnica de Manabí. Tesis De Grado. Facultad De Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Ec. 101p.

Ramírez, A. 2012. Transferencia de nutrientes por descomposición de hojas diez especies forestales en la finca experimental “La Represa”. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Rios, Ec. 91p.

Rey, A. 2007. Los Hongos en el ecosistema. Agrupación Micológica A Zarrota. (en línea). Consultado 25 ago 2014. Disponible en: http://www.azarrota.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=49

Rivas, C. 2004. Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura-IICA. Idea de proyecto establecimiento de plantaciones forestales comerciales en los departamentos de Chinandega y Matagalpa, Nicaragua. (en línea). Consultado 27 ene 2014. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Rivas2004.pdf>

Rodríguez, R.; Hernández, R. 1994. Agricultura Sostenible: Inventario Tecnológico, 1ra. Ed. El Salvador. 225p.

Saenz, M. 2009. Evaluación del papel de los microorganismos lignocelulolíticos sobre los residuos vegetales en suelos rizosfericos de papa criolla *Solanum phureja* en municipios de Cundinamarca. Maestría en ciencias-microbiología. Bogotá D.C.

Santambrosio, E.; Ortega, M.; Garibaldi, P. 2009. Siembra y recuento de microorganismos. Universidad tecnológica nacional. Facultad regional rosario. Consultado 28 Ago 2015. Disponible en: http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/practicoIII.pdf

Sergio, I. 2008. Estudio de procesos ecológicos para el desarrollo sostenible del castaño (*Castanea sativa* Mill.) de la sierra de Francia. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. Departamento de Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química agrícola. 340p

Ortiz, M. 2010. Evaluación preliminar de la abundancia de hongos lignolíticos cultivables y su actividad peroxidasa, obtenidos a partir de suelos con diferentes usos agrícolas en zona rural de Villavicencio. Artículo Original. Publicado en Orinoquia 14 sup (1):171-177p.

_____; y Uribe, D. 2010. Determinación de la actividad lignocelulolítica en sustrato natural de aislamiento fúngicos obtenidos de sabana de pastoreo y bosque secundario de sabana inundable tropical. CI. SUELO (ARGENTINA) 28(2): 169-180p.

Villegas, M. S/F. *Trichoderma* pers. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y SU POTENCIAL BIOLÓGICO EN LA AGRICULTURA SOSTENIBLE. (en línea). Consultado 16 sep 2015. Disponible en: <http://www.oriusbiotecnologia.com/trichoderma-pers-caracteristicas-generales-y-su-potencial-biologico-en-la-agricultura-sostenible>

Von Arx, J. 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. Ed. J. Cramer. Alemania. 424 p.

ANEXO

ANEXO 1. ANOVA DE LA EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE HONGOS LIGNOLITICOS EN MEDIO DE CULTIVO PDA

	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Media	Valor F Calculada	Nivel de Significancia
Tratamiento	4	36261,85	9065,46	95,7731	0,000000
Bloque	6	4687,71	781,28	8,2540	0,000000
Error	129	12210,57	94,66		
Total	139	53160,13			

ANEXO 2. PROMEDIO DE CRECIMIENTO DE LOS HONGOS ESTUDIADOS EN 7 DÍAS DE EVALUACIÓN

Días	Promedio de crecimiento	
Día 7	15,39148	a
Día 6	14,69794	a
Día 5	14,04430	a
Día 4	13,75370	a
Día 3	7,89620	a b
Día 2	2,76965	b
Día 1	0,18556	b

Letras distintas indican diferencias, según la prueba de Tukey al 95 %

ANEXO 3. EVALUACIÓN DESARROLLO DE HONGOS LIGNOLÍTICOS EN EXTRACTO COMBINADOS EN MEDIO DE CULTIVO ARTIFICIAL A PARTIR DE HOJARASCA SECA Y FRESCA DE TECA

	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Media	Valor F Calculada	Nivel de Significancia
Factor A (Extracto Seco y Húmedo)	1	43,76	43,76	5,500	0,021214 **
Factor B (Hongos Lignolíticos)	4	26237,92	6559,48	824,471	0,000000 **
Bloque (Tiempo de evaluación)	2	1331,28	665,64	83,665	0,000000 **
Factor A * Factor B	4	52,58	13,15	1,652	0,168098 NS
Factor A * Bloque	2	39,65	19,82	2,492	0,088479 NS
Factor B * Bloque	8	3701,92	462,74	58,162	0,000000 **
Factor A*Factor B*Bloque	8	74,37	9,30	1,169	0,326917 NS
Error	90	716,04	7,96		
Total	119	32197,52			

Coefficiente de Variación = 30,84 %

ANEXO 4. DESARROLLO DEL HONGO EN HOJAS PICADAS Y COMPLETAS

	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Media	Valor F Calculada	Nivel de Significancia
Bloque	1	8,1000	8,1000	19,4629	0,000098
Tratamiento	4	2,1500	0,5375	1,2915	0,292771
Error	34	14,1500	0,4162		
Total	39	24,4000			

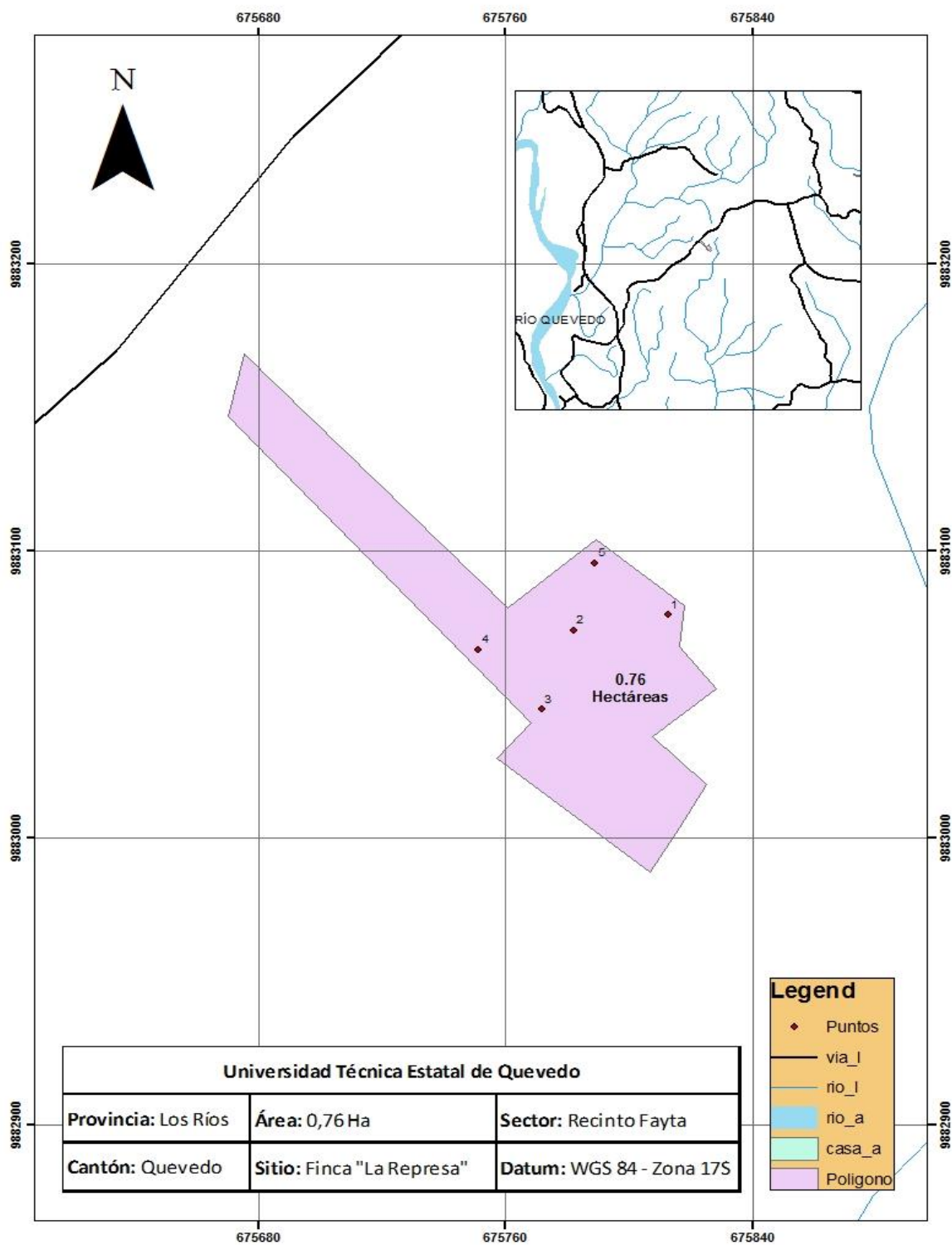
Coefficiente de variación = 36%

ANEXO 5. CONTENIDO DE HUMEDAD EN HOJAS COMPLETAS Y PICADAS DE TECA

	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Media	Valor F Calculada	Nivel de Significancia
Bloque	1	5,62500	5,62500	16,2766	0,000293
Tratamiento	4	2,40000	0,60000	1,7362	0,164815
Error	34	11,75000	0,34559		
Total	39	19,77500			

Coefficiente de variación = 41,28%

ANEXO 6. DISTRIBUCIÓN DE MUESTREO FOLIAR PARA AISLAMIENTO DE HONGOS DEGRADADORES DE LIGNINA



Quevedo noviembre 04, 2015

Ingeniero

Roque Vivas Moreira, MSc.

DIRECTOR UNIDAD DE POSGRADO

En su despacho.-

De mi consideración:

Mediante la presente cumpla en presentar a usted, el informe de tesis del **Ingeniero MORA SILVA WASHINGTON FERNANDO**, Posgradista de la Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente, cuyo tema es: "**EFECTOS DE HONGOS DEGRADADORES DE LIGNINA SOBRE LA RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN PLANTACIONES DE (Tectona grandis L.) (TECA). QUEVEDO. AÑO 2014. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**", la misma que fue analizada mediante la herramienta antiplagio URKUND, el cual avala los niveles de originalidad en un 92% y de similitud un 8%, para lo cual se adjunta imagen de resultados.

← <https://secure.arkund.com/view/15930257-973427-211862#FcxwDsJAETRu2w9Qms7ydq5CqJAEaAUpEn>

URKUND

Document	tesis W. Mora.docx (D15882159)
Submitted	2015-10-27 11:07 (-05:00)
Submitted by	Yopez Yanez Angel Bolívar (byepez@uteq.edu.ec)
Receiver	byepez.uteq@analysis.arkund.com
Message	tesis MOra Show full message

8% of this approx. 28 pages long document consists of text present in 14 sources.

Atentamente,


Ing. Antonio Veliz Mendoza, M. Sc.
Director de Tesis



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Mora Washington Sr.	Nombre	: Sin Nombre	Cultivo Actual	: Teca
Dirección	: Cooperativa 15 de Noviembre	Provincia	: Los Ríos	N° Reporte	: 004182
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 21/01/2014
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 21/01/2014
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 04/02/2014

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
70265	Lote 1 Vía a San Carlos		6,6 PN	19 B	25 A	1,66 A	14 A	3,7 A	20 M	20,8 A	5,1 A	63 A	37,6 A	1,62 A
70266	Lote 2 La Represa		5,4 Ac RC	21 M	21 A	0,54 A	11 A	1,1 M	10 M	4,3 M	7,3 A	144 A	8,0 M	1,28 A



INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH					= Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	Elementos: de N a B		N,P,B	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		B = Bajo		S	Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		M = Medio		K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	Absorción atómica	
				A = Alto			B,S	

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					PARA USO DEL LABORATORIO				
Nombre	:	Mora Washington Sr.			Nombre	:	Sin Nombre			Cultivo Actual	:	Teca		
Dirección	:	Cooperativa 15 de Noviembre			Provincia	:	Los Ríos			N° de Reporte	:	004182		
Ciudad	:	Quevedo			Cantón	:	Quevedo			Fecha de Muestreo	:	21/01/2014		
Teléfono	:				Parroquia	:				Fecha de Ingreso	:	21/01/2014		
Fax	:				Ubicación	:				Fecha de Salida	:	04/02/2014		

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l) ^{1/2}	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
70265					5,4 A	3,7	2,23	10,66	19,36						
70266					4,2 M	10,0	2,04	22,41	12,64						



INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	M = Medio	A = Alto
T = Tóxico					

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Welkey Bla
Al+H	= Titulación con NaOH

[Firma]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán
 reclamos en los resultados

[Firma]
RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Mora Washignton Sr.
Dirección :
Ciudad : Quevedo
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Lote La Represa
Provincia : Los Ríos
Cantón : Quevedo
Parroquia : San Carlos
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
N° Reporte : 004319
Fecha de Muestreo : 20/03/2014
Fecha de Ingreso : 20/03/2014
Fecha de Salida : 03/04/2014

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			S	ppm				
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg		Zn	Cu	Fe	Mn	B
70867	Muestra 1		6,0 MeAc	32 M	43 A	0,46 A	12 A	1,1 M	12 M	6,6 M	8,4 A	155 A	9,1 M	0,17 E



INTERPRETACION				Elementos: de N a B	
pH					
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobá
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

[Signature]
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán
 reclamos en los resultados

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Mora Washignton Sr.	Nombre :	Lote La Represa	Cultivo Actual :	
Dirección :		Provincia :	Los Ríos	Nº de Reporte :	004319
Ciudad :	Quevedo	Cantón :	Quevedo	Fecha de Muestreo :	20/03/2014
Teléfono :		Parroquia :	San Carlos	Fecha de Ingreso :	20/03/2014
Fax :		Ubicación :		Fecha de Salida :	03/04/2014

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
70867					6,2	10,9	2,39	28,48	13,56						



INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y Cl		C.E.	C.E.	M.O.	Al+H
B = Bajo M = Medio T = Tóxico	NS = No Salino LS = Lig. Salino	S = Salino MS = Muy Salino	B = Bajo M = Medio A = Alto	C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio	C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Welkley Black Al+H = Titulación con NaOH		

X W. [Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán
 reclamos en los resultados

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Mora Washington Sr.	Nombre	: La Represa	Cultivo Actual	: Teca
Dirección	: Cooperativa 15 de Noviembre	Provincia	: Los Ríos	N° Reporte	: 004444
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 21/01/2014
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 21/01/2014
Fax	:	Ubicación	: Vía a San Carlos	Fecha de Salida	: 21/05/2014

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml				ppm				
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
71327	Lote 2		6,2 LAc	50 A	14 M	0,46 A	11 A	1,3 M	13 M	5,0 M	4,9 A	113 A	5,2 M	0,30 B

La muestra será guardada en el Laboratorio,
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán
 reclamos en los resultados



INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				pH		Olsen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	Fosfato de Calcio Monobásico		
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	B,S		
				K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		Absorción atómica	

W. ...
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					PARA USO DEL LABORATORIO				
Nombre	:	Mora Washington Sr.	Nombre	:	La Represa	Cultivo Actual	:	Teca						
Dirección	:	Cooperativa 15 de Noviembre	Provincia	:	Los Ríos	Nº de Reporte	:	004444						
Ciudad	:	Quevedo	Cantón	:	Quevedo	Fecha de Muestreo	:	21/01/2014						
Teléfono	:		Parroquia	:		Fecha de Ingreso	:	21/01/2014						
Fax	:		Ubicación	:	Vía a San Carlos	Fecha de Salida	:	21/05/2014						

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
71327					5,0 M	8,4	2,83	26,74	12,76			33	48	19	Franco



INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino			
T = Tóxico					

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Welkley Black
Al+H = Titulación con NaOH

[Signature]
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO