



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA INGENIERIA FORESTAL

**EVALUACION DE LA DURABILIDAD NATURAL DE MADERA
ASERRADA DE LA ESPECIE *Pinus radiata* DE LA EMPRESA
AGLOMERADOS COTOPAXI EN REACCION A UN HONGO
XILOFAGO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA:

TAYNA LIZBETH UQUILLAS GUERRERO

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA INGENIERIA FORESTAL

**EVALUACION DE LA DURABILIDAD NATURAL DE MADERA
ASERRADA DE LA ESPECIE *Pinus radiata* DE LA EMPRESA
AGLOMERADOS COTOPAXI EN REACCION A UN HONGO
XILOFAGO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: TAYNA LIZBETH UQUILLAS GUERRERO

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA, MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Tayna Lizbeth Uquillas Guerrero

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **TAYNA LIZBETH UQUILLAS GUERRERO**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular: el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 1 de diciembre de 2022.



Tayna Lizbeth Uquillas Guerrero

2100181466

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACION DE LA DURABILIDAD NATURAL DE MADERA ASERRADA DE LA ESPECIE *Pinus radiata* DE LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI EN REACCION A UN HONGO XILOFAGO**, realizado por la señorita: **TAYNA LIZBETH UQUILLAS GUERRERO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Miguel Guallpa, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022/12/01
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022/12/01
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda, MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAE		2022/12/01

DEDICATORIA

Dios sin ti esto no sería posible. Gratitud a mis padres, Dina Guerrero y Maximiliano Uquillas, por dárme todo y hacer de mi la persona que soy, por su amor, paciencia, apoyo y esfuerzo que me han permitido cumplir un sueño más, gracias porque a pesar de las adversidades nunca dejaron de creer y confiar en mí, esto es por y para ustedes. A mis hermanas Andrea y Paulina, por su amor y apoyo incondicional en este proceso, por confiar en mí y nunca abandonarme. A José Andrés mi hijo, llegaste en el momento adecuado, eres el mayor tesoro en mi vida y mi fuente de inspiración, sin ti no hubiera podido llegar hasta aquí, gracias por todas tus sonrisas, por iluminarme con tu amor y ayudarme a ser mejor cada día, estoy orgullosa de ser tu madre. Mis amigas de carrera, mi combo, Jomayra, Monse, Blanquita, Evelyn gratitud eterna por todos los buenos momentos que hemos compartido, por su apoyo en los momentos difíciles, gracias por compartir un poquito de su vida conmigo.

Tayna

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a los ingenieros, Carlos Carpio y Eduardo Salazar quienes me guiaron durante todo este proceso.

A la ingeniera Anita Cunachi por su paciencia y ayuda todo este tiempo y brindarme sus conocimientos durante la elaboración de mi proyecto.

A la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, en especial a la ingeniería María Gallardo, por darme la oportunidad de poder realizar mi trabajo de integración curricular en tan prestigiosa empresa.

Tayna

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCION.....	1

CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	3
1.1.	Planteamiento del Problema.....	3
1.2.	Limitaciones y delimitaciones.....	3
1.3.	Problema General de Investigación.....	3
1.4.	Problemas específicos de investigación.....	4
1.5.	Objetivos.....	4
1.5.1.	<i>Objetivo General</i>	4
1.5.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	4
1.6.	Justificación.....	4
1.6.1.	<i>Justificación Teórica</i>	4
1.6.2.	<i>Justificación Metodológica</i>	5
1.6.3.	<i>Justificación Práctica</i>	5
1.7.	Hipótesis.....	6
1.7.1.	<i>Hipótesis Nula</i>	6
1.7.2.	<i>Hipótesis Alternativa</i>	6

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	7
2.1.	Antecedentes de investigación.....	7
2.1.1.	<i>Aglomerados Cotopaxi S.A.</i>	7
2.1.2.	<i>DOLE Ecuador</i>	8
2.2.	Referencias Teóricas.....	8
2.2.1.	<i>Introducción del género Pinus en Ecuador</i>	8
2.2.2.	<i>Generalidades</i>	9
2.2.3.	<i>Provincias donde se planta el género Pinus</i>	9

2.2.4.	Rango altitudinal	9
2.2.5.	Plantaciones	9
2.2.5.1.	<i>Plantaciones forestales en Ecuador</i>	9
2.2.6.	Propósitos de las plantaciones de Pinus en Ecuador	10
2.2.7.	Descripción de la especie en estudio	10
2.2.7.1.	<i>Taxonomía</i>	10
2.2.7.2.	<i>Características de la especie</i>	10
2.2.8.	Degradación de la madera	11
2.2.9.	Hongo Xilófago	12
2.2.9.1.	<i>Pudrición parda o cubica</i>	13
2.2.9.2.	<i>Pudrición blanca o fibrosa</i>	13
2.2.9.3.	<i>Pudrición blanda</i>	13
2.2.10.	Durabilidad de la madera	14
2.2.10.1.	<i>Tablas de índice de la durabilidad</i>	15
2.2.10.2.	<i>Durabilidad natural de la madera</i>	15
2.2.10.3.	<i>Clasificación de Findlay</i>	16
2.2.10.4.	<i>Clasificación de la Norma ASTM D-2017</i>	16
2.2.10.5.	<i>Métodos para determinar la durabilidad de la madera</i>	16
2.2.10.6.	<i>Pruebas aceleradas en laboratorio</i>	17
2.2.10.7.	<i>Requisitos de prueba</i>	17
2.2.10.8.	<i>Densidad Aparente</i>	18
2.2.11.	Preservante de madera	18

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	19
3.1.	Enfoque de investigación	19
3.2.	Nivel de Investigación	19
3.3.	Diseño de investigación	19
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	19
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo (transversal, longitudinal)</i>	19
3.4.	Tipo de estudio (documental/de campo)	19
3.5.	Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	19
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	20
3.6.1.	<i>Localización</i>	20
3.6.2.	<i>Madera</i>	20
3.6.3.	<i>Temperatura</i>	20

3.6.4.	<i>Hongo</i>	20
3.6.5.	<i>Medio de cultivo</i>	20
3.6.5.1.	<i>Preparación del medio de cultivo</i>	21
3.6.6.	<i>Prueba de resistencia de la madera</i>	21
3.6.6.1.	<i>Preparación de las probetas de madera</i>	21
3.6.6.2.	<i>Acondicionamiento de probetas de madera</i>	21
3.6.6.3.	<i>Cálculo de la pérdida de peso</i>	22
3.6.6.4.	<i>Resistencia natural de la madera de Pinus radiata frente al hongo xilófago</i>	22
3.6.7.	<i>Cálculo de la densidad básica</i>	22
3.7.	Diseño Experimental	23
3.7.1.	<i>Análisis estadístico</i>	23
3.7.2.	<i>Comparación y análisis de datos</i>	23

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	24
4.1.	Identificación del hongo xilófago	24
4.2.	Pérdida de peso de la madera de Pinus radiata ante el hongo xilófago	24
4.3.	Resistencia natural de la especie Pinus radiata frente al hongo xilófago	26
4.4.	Influencia de la densidad básica en la resistencia de pudrición de la especie Pinus radiata	26

	CONCLUSIONES	28
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	29
--	------------------------------	----

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Taxonomía <i>Pinus radiata</i>	10
Tabla 2-2:	Clasificación de la durabilidad natural de la madera	15
Tabla 3-2:	Clasificación de Findlay para maderas	16
Tabla 4-2:	Clasificación según la Norma ASTM D-17 para maderas	16
Tabla 1-3:	Características climáticas	20
Tabla 1-4:	Clasificación de <i>Aspergillus</i> spp.....	24
Tabla 2-4:	Pérdida de peso de la madera de <i>Pinus radiata</i> (1060 horas – 6 semanas)	24
Tabla 3-4:	Análisis de varianza de los tratamientos aplicados.....	25
Tabla 4-4:	Clasificación de la madera de <i>Pinus radiata</i> , norma ASTM D-2017.....	26
Tabla 5-4:	Clasificación de Findlay para madera de <i>Pinus radiata</i>	26
Tabla 6-4:	Densidad y grado de resistencia de la madera de <i>Pinus radiata</i>	26

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MUESTRAS DE BLOQUES DE MADERA DE *Pinus radiata*, HIDRATACIÓN Y DESINFECCIÓN
- ANEXO B:** ELABORACIÓN DE FRASCOS DE ESTUDIO
- ANEXO C:** MUESTRAS DE MADERA EN ESTUDIO BAJO LA ACCIÓN DEL HONGO
- ANEXO D:** HONGO *Aspergillus niger*
- ANEXO E:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)
- ANEXO F:** ESTUDIO DE PREVENTOL POR PARTE DE AGLOMERADOS COTOPAXI

RESUMEN

La presente investigación consistió en evaluar la durabilidad natural de madera aserrada de la especie *Pinus radiata* de la empresa Aglomerados Cotopaxi, en reacción a un hongo xilófago. La investigación es de tipo experimental en base a un diseño completo al azar de un solo factor con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, el factor en estudio consistió en la dosificación del hongo, donde se estudiaron las dosis de 100, 50 y 10 μ l del hongo xilófago reproducidos en un medio de agar papa-dextrosa, junto con un tratamiento control de 10 μ l de agua destilada; dichos factores fueron sometidos cada uno sobre cinco cubos de 2 cm^3 de madera aserrada de *P. radiata* procedente de los patios de la empresa Aglomerados Cotopaxi, los cuales se desinfectaron para luego ser dejados por seis semanas en los frascos con las dosificaciones del hongo sobre el medio de cultivo; después de la acción xilófaga del hongo sobre la madera se determinó la pérdida de peso de los cubos, este porcentaje de pérdida se la comparó con tablas de clasificación de la resistencia de la madera a la pudrición para determinar la resistencia natural de la especie forestal en estudio, también se determinó la densidad de la madera para relacionarla con la resistencia natural. El hongo resultó ser de la especie *Aspergillus niger*, el análisis demostró que, si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero no hay diferencias en las diferentes concentraciones que se aplicó el hongo xilófago, teniendo un promedio 2,05 %, *Pinus radiata* tiene una clase A de resistencia, definiéndolo como altamente resistente a *A. niger* con una vida útil de 15 a 25 años. A mayor densidad de la madera, se determinó mayor resistencia a *Aspergillus niger*, se recomiendan estudios similares con otros hongos xilófagos del país.

Palabras clave: <*Aspergillus niger*>, <DENSIDAD DE LA MADERA>, <PÉRDIDA DE PESO>, <PINO (*Pinus radiata*)>, <RESISTENCIA NATURAL>, <XILOFAGIA>.



DBRA

Ing. Cristian Castro



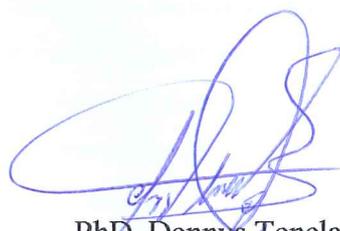
2347-DBRA-UPT-2022

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the natural durability of sawn wood of the *Pinus radiata* species from Aglomerados Cotopaxi in reaction to a xylophagous fungus. The study was experimental based on a completely random design of a single factor with four treatments and five repetitions. The factor under study consisted of the fungus dosage, where 100, 50, and 10 μl of the fungus were studied. Xylophage reproduced on a potato-dextrose agar medium, together with a control treatment of 10 μl of distilled water. These factors were each subjected to five cubes of 2 cm^3 of sawn wood of *P. radiata* from Aglomerados Cotopaxi, which were disinfected and then left for six weeks in the jars with the dosages of the fungus on the culture medium. After the xylophagous action of the fungus on the wood, the weight loss of the cubes was determined. This loss percentage was compared with classification tables of the resistance of the wood to rot to determine the natural resistance of the forest species in the study, the density of the wood was also determined to relate it to the natural resistance. The fungus turned out to be of the *Aspergillus niger* species. The analysis showed that there were statistically significant differences between the treatments, but there were no differences in the different concentrations that the xylophagous fungus was applied, having an average of 2.05 %, *Pinus radiata* has a resistance class A, defining it as highly resistant to *A. niger* with a lifespan of 15 to 25 years. The higher the density of the wood, the more excellent the resistance to *Aspergillus niger* was determined. Similar studies with other xylophagous fungi in the country are recommended.

Keywords: <*Aspergillus niger*>, <WOOD DENSITY>, <WEIGHT LOSS>, <PINE (*Pinus radiata*)>, <NATURAL RESISTANCE>, <XYLOPHAGY>.

Riobamba, December 13th, 2022



PhD. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCION

Al cierre de 2016 había aproximadamente 123720 hectáreas de plantaciones forestales en Ecuador, de las cuales *Pinus radiata*, *Pinus patula* representaban el 75% del área plantada. Aproximadamente el 90% de las plantaciones están ubicadas en la Sierra y el 10% restante se ubica en la costa y la amazonia, donde se cultivan *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* y *Ochroma pyramidale* (MAE y FFLA, 2006; citado en Aguirre y Díaz, 2019, p. 945).

Holguín y Delgado (2018, p. 3) mencionaron que en 2013 las exportaciones de productos forestales de Ecuador generaron ingresos por USD 171 294 miles de dólares. La madera ecuatoriana tiene diferentes destinos, entre ellos países como Colombia, Estados Unidos, China, Perú, Japón, Dinamarca, Alemania y México. Sin embargo, Sánchez et al. (2019, p. 2) mencionaron que, según los datos del Banco Central del Ecuador en 2019, el 80,5% de los destinos de exportación fueron América y Asia, creando un valor de US \$ 22.294 millones. contribución 5,7%, ocupando el sexto lugar entre 22 productos; además, los productos primarios representaron el 36,4% de las exportaciones no tradicionales. La madera, las flores naturales, los productos minerales y las frutas representaron el 86,4% de las exportaciones de productos primarios no tradicionales.

Vaca (2003, p. 7) mencionó que, para entender el propósito de la madera, es necesario comprender sus propiedades físicas y mecánicas, así como cómo la vida útil de la madera se ve limitada de acuerdo con los factores de degradación a los que estará expuesta la madera.

Aunque existen muchos tipos de patógenos que atacan la madera, seres vivos que ocupan un lugar importante tales como hongos xilófagos, insectos y animales entre otros son los agentes que causan mayores alteraciones en la madera (Bobadilla, 2004, p. 1).

Sin embargo, De la Cruz et al. (2018, p. 104) mencionan que ninguna especie de madera tiene la capacidad de resistir indefinidamente cualquier ataque microbiano, la madera por ser considerado como un material de la naturaleza orgánica ya no es fisiológicamente funcional, es decir que está sujeta a deteriorarse y descomponerse fácilmente. También menciona los hongos xilófagos son los principales descomponedores porque son más efectivos en el proceso de descomposición en el proceso de degradación de la madera. Estos hongos se han estudiado extensamente porque son causas de la pudrición blanca, marrón y blanda, porque degradan las paredes celulares de la madera.

Según Paes (2002, p. 762), en ausencia de cualquier otro tratamiento preservante, la capacidad de la madera para resistir el ataque de agentes químicos, físicos y biodegradables se denomina

durabilidad natural, que depende de la composición química de la pared celular. La presencia, permeabilidad, contenido de humedad y temperatura de otros compuestos en la cavidad celular, así como las condiciones finales de uso de la madera.

Por tanto, estos reactivos juntos o individualmente aceleran el proceso de deterioro de la madera, por lo que la durabilidad de este elemento se ve afectada por la interacción de la composición química de su agente protector natural (extracto) con las condiciones ambientales (Brischke, 2014, p. 109).

Cabe mencionar también que, entre estos reactivos degradadores de la madera, el mayor daño lo ocasionan los hongos devoradores de madera (xilófagos), debido a los efectos de la madera, principalmente podredumbre, manchas y moho, se provocan enormes pérdidas económicas (Guevara y Lluncor, 1993, p. 2).

Además, los hongos xilófagos pueden degradar moléculas complejas como celulosa, hemicelulosa, pectina, almidón y lignina. Estos agentes se pueden dividir en diferentes grupos según el estilo de vida y el tipo de deterioro que provocan.

La mayoría de los hongos en descomposición pertenecen a la clase de los basidiomicetos; entre ellos, los hongos xilófagos son los más importantes porque pueden descomponer las paredes celulares, descomponer la lignina por oxidación (podredumbre blanca) y descomponer la celulosa por hidrólisis (podredumbre parda) y cambiar la química de la madera.

Composición y propiedades físicas, mecánicas y anatómicas, la desintegración de la materia producirá un estado llamado decaimiento. Por esta razón, el término "durabilidad" suele relacionarse con la resistencia a la degradación fúngica (Intini y Tello, 2003, p. 278).

En cuanto a la especie en estudio, los resultados de los estudios han dado lugar a algunas características de la madera, que indican el propósito que se le debe dar; sin embargo, aspectos como su durabilidad natural, alta temperatura, precipitación y humedad relativa aún se mantienen desconocidos. Por tanto, es necesario evaluar esta variable para sugerir su uso en lugares con estas características climáticas (Arévalo y Londoño, 2005, p. 152; WWF, 2013, p. 52; MAE y FAO, 2014, p. 105).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del Problema

El incremento de apariciones de hongos xilófagos en la madera aserrada de *Pinus radiata* que se encuentra en la zona de pallets de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, ha sido preámbulo para que se busque una manera de controlar dichos agentes patógenos. Ya que se ha encontrado algunos hongos xilófagos, siendo estos los principales causantes del deterioro de la madera.

Las especies forestales poseen su durabilidad natural, con esto podemos conocer el uso que se le puede dar y la vida útil de cada especie, sin embargo, ciertas especies son las únicas que poseen la resistencia biológica al ataque de agentes patógenos externos.

La madera de *Pinus radiata* no posee resistencia al ataque de insectos y hongos xilófagos, y en uso exterior posee una duración de solo un año, en Ecuador, existe escases en estudios relacionados al tema de la durabilidad natural de la madera, esto ha complicado que se pueda tener un conocimiento más exacto de la resistencia o de cuánto tiempo duraría la madera de cada especie almacenada sin presentar alteraciones o ataques de agentes patógenos en su estructura.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

El presente trabajo de investigación está dentro del interés del área forestal que va a resolver un problema local de la empresa Aglomerados Cotopaxi, que presenta acerca de la contaminación de hongos xilófagos en su madera aserrada perteneciente a la especie *Pinus radiata*, que se encuentra en los patios de dicha empresa.

1.3. Problema General de Investigación

El principal causante del deterioro de la madera son los hongos xilófagos, al ser considerada la madera como un ser vegetal se encuentra expuesta al ataque de estos microorganismos y estos lo deterioran con el pasar del tiempo.

¿Cuál es la durabilidad natural de la madera aserrada de *Pinus radiata* frente a un hongo xilófago?

1.4. Problemas específicos de investigación

En Ecuador no existe demasiada información relacionada acerca de la durabilidad natural de la madera aserrada de *Pinus radiata*, lo cual dificulta tener conocimiento acerca de la durabilidad y resistencia al ataque de hongos xilófagos en esta especie forestal.

- ¿Qué cantidad de peso pierde la madera aserrada de *Pinus radiata* frente al ataque de un hongo xilófago?
- ¿Cuál es la resistencia natural de la madera de *Pinus radiata* frente a este tipo de hongos?
- ¿Cómo se ve influenciada la resistencia a la pudrición de la madera de *Pinus radiata* en relación a la densidad de su madera?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la durabilidad natural de madera aserrada de la especie *Pinus radiata*, en reacción a un hongo xilófago.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la pérdida de peso de la especie *Pinus radiata* al ataque de un hongo xilófago.
- Identificar la resistencia natural de la especie *Pinus radiata* frente al ataque de un hongo xilófago.
- Examinar la influencia de la densidad básica en la resistencia de pudrición de la especie *Pinus radiata*.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación Teórica

En el presente trabajo de investigación, se propuso investigar la durabilidad natural de la madera aserrada de *Pinus radiata*, en tanto consideramos que la investigación realizada ha obtenido resultados que podrán sistematizarse en una propuesta, para así poder ser incorporado como conocimientos a las ciencias forestales, ya que estaríamos demostrando el tiempo en que coloniza el hongo xilófago a las probetas de madera de *Pinus radita*.

1.6.2. Justificación Metodológica

La elaboración y aplicación de la solución del hongo xilófago se colocó en el medio de cultivo (PDA) esto dependió de cada uno de sus tratamientos y así pudo propagarse en cada una de las probetas de madera, hecho que nos ayudó a comprobar en cuanto tiempo se colonizo cada una de ellas, con la aplicación de la metodología científica aplicada, en donde se observó qué condiciones se pueden investigar tanto en peso como en densidad de cada una de las probetas de madera de *Pinus radita*, finalmente demostrada su validez y confiabilidad, se podrá utilizar en otros trabajos de investigación.

1.6.3. Justificación Práctica

En Ecuador los últimos años, la industria forestal ha tenido una gran relevancia la cual ha aportado al país en su desarrollo económico, por estos motivos es importante conocer la durabilidad natural de la madera, la eficiencia de cierto tratamiento de protección ante agentes patógenos, de cada una de las especies forestales, ya que todos estos datos son primordiales para que se pueda maximizar la conservación de la madera.

La empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, envía sus pallets de *Pinus radiata* a la empresa DOLE, dichos pallets previamente para ser enviados son sumergidos en un preservante PREVENTOL ON EXTRA y son entregados con una garantía de 15 días, los pallets al llegar a la costa, comienza a aparecer los hongos xilófagos, se pretende investigar cual es el hongo que más contamina y así poder saber en cuanto tiempo contamina a la madera.

Por esta razón el presente estudio se plantea evaluar la durabilidad natural de *Pinus radiata* expuestas al ataque de un hongo xilófago, empleando una metodología de cultivar y propagar al hongo mediante un medio de cultivo modificado (PDA), se colocará 100, 50, 10 μ l de micelio del hongo en frascos de vidrio en condiciones de asepsia en la cámara de flujo laminar, pasado dos semanas estarán aptas para ser colocadas las probetas de la especie, que serán acondicionadas para el estudio cumpliendo así los tres objetivos propuestos en el estudio.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis Nula

No existe influencia positiva de la durabilidad natural de la madera de *Pinus radiata* frente al ataque de hongos xilófagos.

1.7.2. Hipótesis Alternativa

Existe una influencia positiva de la durabilidad natural de la madera de *Pinus radiata* frente al ataque de hongos xilófagos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. *Aglomerados Cotopaxi S.A.*

La empresa Aglomerados Cotopaxi S.A fue creada en el año de 1978, por un grupo de jóvenes emprendedores liderados por el Sr. Juan Manuel Durini Palacios, quien ya había incursionado en la industria forestal 30 años atrás, esta es una empresa ecuatoriana que fabrica productos de madera como son: MDF, madera sólida, aglomerados y molduras, en este mismo año la empresa realiza la primera compra de bosques de pino y tierras para plantaciones forestales con la intención de fomentar la forestación y la reforestación (COTOPAXI.COM, 2019, párr. 1).

Para el año de 1979, inicia su producción, introducción en el país el tablero de partículas aglomeradas, con una moderna tecnología, importada desde Alemania, a finales del año se incorpora la primera línea para recubrimiento de tableros, así se consiguió dar un mayor valor agregado a sus productos y expandiendo la gama de colores según el requerimiento del mercado tanto nacional como internacional (COTOPAXI.COM, 2019, párr. 2).

Con el fin de aprovechar al máximo el recurso forestal, en 1995 Aglomerados Cotopaxi S.A crea su primer aserradero industrial para satisfacer la demanda del mercado de madera sólida de pino, para el año de 1996 instala su segunda prensa, con esta se pudo recubrir los tableros con elegantes chapas de madera, al siguiente año se inaugura la planta más grande e importante planta de MDF en la región andina (COTOPAXI.COM, 2019, párr. 3).

Para el año 2002 la empresa inicia el ciclo de certificaciones, obteniendo así la certificación de su sistema de gestión de calidad ISO 9001, en el año 2007 adquiere un ERP de Orade que ayuda el mejoramiento y la integración de los procesos, en el mismo año renueva su marca y su imagen y genera su nuevo eslogan “Sembrando Futuro”, donde la empresa obtiene la certificación forestal FSC en el 2011, para el año 2015 la empresa se certifica bajo el sistema de gestión ambiental ISO14001 y el sistema de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001 (COTOPAXI.COM, 2019, párr. 4).

2.1.2. DOLE Ecuador

DOLE es una empresa reconocida mundialmente por la excelente calidad de sus productos, cooperan localmente con la fruta ecuatoriana para hacerla llegar a cualquier parte del mundo (Dole Food Company Inc., 2014, párr. 1).

DOLE Ecuador es una subsidiaria de DOLE Food Company, Inc. Corporation, y su oficina corporativa se encuentra en West Lake, EE. UU. Ecuador pertenece a la región de América Latina y la sede se encuentra en San José, Costa Rica. Dole Foods es una empresa de renombre mundial que produce y vende más de 170 tipos de frutas y verduras frescas y procesadas, con productos en todo el mundo. DOLE Corporation fue fundada por James Drummond Dole en Hawái, EE. UU en 1851. Inicialmente, la empresa se dedicó al cultivo de piña y formó una industria tecnológica para la producción, procesamiento y exportación. Posteriormente, la producción se diversificó y se involucró en la comercialización de diferentes frutas y vegetales (Dole Food Company Inc., 2014, párr. 2).

2.2. Referencias Teóricas

2.2.1. Introducción del género *Pinus* en Ecuador

Las especies de pino más plantadas en Ecuador son *Pinus radiata* y *Pinus patula* originarios de California y México, respectivamente. En Ecuador la especie *P. patula* es la segunda especie forestal más plantada (Añazco, 2006; citado en Carrión et al., 2019, p. 84).

La especie *Pinus* fue introducida en el país en el año de 1925 por el Sr. Luciano Andrade Marín y desde entonces el cultivo de esta especie ha ido creciendo, de tal manera que después del eucalipto el pino es la especie forestal más utilizada en la sierra (Manchecno, 2011; citado en Tabango, 2020, pp. 16-17).

El Servicio Forestal es creado en el Ecuador en el año de 1952, esto a través de la forestación busca reducir los índices de la pérdida de bosque, entre la década de los 70 y 80 se realizó proyectos forestales, el estado ecuatoriano siembra miles de hectáreas de plantaciones forestales, con especies exóticas en el país (Granda, 2006, p. 22).

2.2.2. Generalidades

Las coníferas son reconocidas como la especie más predominante de las angiospermas. *Pinus* es un género de plantas que pertenece a la familia de las Pináceas, esta familia está conformada por más de 100 especies (Bernal et al., 2019, p. 6).

La mayor parte de la especie de *Pinus*, son originarias de las zonas templadas de Europa, Asia y Norteamérica, son usadas por su madera y rápido crecimiento, el género *Pinus* necesita un suelo bien drenado y su rango de acidez puede ir desde muy ácido hasta suelos calizos (Geilfus y Bailon, 1994; citado en Mancheno, 2011, p. 55).

2.2.3. Provincias donde se planta el género *Pinus*

El género *Pinus* se encuentra localizado en diferentes provincias de la sierra ecuatoriana, pero la mayoría se encuentra en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha y Loja (Ramos et al., 2005, p. 3).

2.2.4. Rango altitudinal

El género *Pinus* se desarrolla muy bien entre los rangos de 450 a 2 400 m s.n.m., es adaptable en una gran variedad de suelos, en condiciones climáticas requiere de una temperatura que oscila entre 14 a 22 °C, necesita precipitaciones anuales de 1 000 a 2 400 mm (Vinueza, 2013, párr. 4).

2.2.5. Plantaciones

La Normativa No. 040 emitida por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (Acuerdo ministerial del 4 de junio del 2004), esta especifica que: “Normas para el Aprovechamiento de madera en Bosques cultivados y de Árboles en Sistemas Agroforestales” y se determina lo que se entiende como plantaciones forestales:

2.2.5.1. Plantaciones forestales en Ecuador

Una plantación forestal es aquella conformada por una masa arbórea con una o más especies forestales, se puede decir que las plantaciones forestales son el resultado de plantar árboles con fines comerciales, creando un plan de deforestación o reforestación siempre y cuando este cumpla con un adecuado manejo silvicultural (MAE, 2004, p. 17).

2.2.6. Propósitos de las plantaciones de *Pinus* en Ecuador

En Ecuador las plantaciones forestales tienen propósitos industriales como madera de aserrío, pulpa, madera de triplex, tableros aglomerados, resinas, entre otros (MAE, 2007; citado en Velástegui, 2017, p. 14).

2.2.7. Descripción de la especie en estudio

2.2.7.1. Taxonomía

La especie *Pinus radiata* fue descrita por David Don en el año de 1836, y tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1-2: Taxonomía *Pinus radiata*

REINO	Plantae
DIVISION	Pinophyta
CLASE	Pinopsida
ORDEN	Pinales
FAMILIA	Pinaceae
GENERO	<i>Pinus</i>
SUBGENERO	Pinus
ESPECIE	<i>Pinus radiata</i> D.Don

Fuente: Vinueza, 2013

2.2.7.2. Características de la especie

La altura del árbol es de 60 m, el diámetro a la altura del pecho es de 100 cm, el tronco es recto, el interior es de color blanco lechoso, la corteza es rosada y segrega resina. Las hojas tienen forma de aguja, con 3 y 12 flores masculinas, con estambres en forma de escudo, y flores femeninas en conos o estróbilos (Vinueza, 2013, párr. 8).

Los frutos aparecen en forma de conos, hasta 4 o 5, con apariencia de corona, no tienen pedúnculo visible y parecen estar adheridos a las ramas. La base es muy asimétrica porque las escamas del otro lado de la rama son relativamente voluminosas. Pueden permanecer en el árbol durante varios años sin abrirse (Galán, 2007; citado en Velástegui, 2017, p. 12).

Las semillas ortodoxas se pueden almacenar durante varios años con un contenido de humedad del 8 % y 4 ° C. Para aumentar la tasa de germinación, remoje las semillas durante 24 horas. Hay aproximadamente 22.000 semillas por kilogramo, y su germinación comienza el día 9 y finaliza el día 20 (MAE, 2009; citado en Velástegui, 2017, p. 12).

Según Martínez (2005; citado en Velástegui, 2017, p. 12) el principal uso que se da a la madera de *Pinus radiata* son para: Pulpa de madera, muebles, tableros contrachapados, aglomerados, tableros de fibra, ebanistería, papel y tapicería.

2.2.8. Degradación de la madera

La descomposición puede debilitar la madera y hacer que los árboles se rompan, y es una de las enfermedades más importantes. Esta se considera una enfermedad porque causa el deterioro gradual de la pared celular y la resistencia de la madera, e interrumpe el flujo de savia en la albura cuando las células mueren o responden al desarrollo de la descomposición. Algunos hongos que comen madera se denominan canchales de podredumbre porque pueden matar la corteza y el cambium, al igual que la madera en descomposición (Boddy y Rayner, 1983, p. 624).

La descomposición generalmente está relacionada con otros defectos de los árboles y está relacionada con la mayoría de las fallas de los árboles. La pudrición puede afectar raíces, troncos y ramas lignificados. Por lo tanto, los arbolistas y administradores de árboles urbanos deben comprender la descomposición de los árboles urbanos y ser capaces de reconocer los signos y síntomas (Boddy y Rayner, 1983, p. 624).

Robert Hartig, es el padre de la patología forestal y en 1847 demostró que la pudrición no causa hongos. - De hecho, toda la descomposición de la madera que tiene consecuencias para los árboles vivos es causada por hongos (Boddy y Rayner, 1983, p. 625).

Hay dos tipos principales de hongos comedores de madera; los incluidos en los basidiomicetos pueden llamarse basidiomicetos y los incluidos en los ascomicetos o ascomicetos (Gilbertson y Ryvarde, 1986, p. 282).

Los basidiomicetos son la causa más común de la mayoría de la pudrición de la madera. La mayoría de los arbolistas están familiarizados con los hongos de este grupo, como los hongos y los hongos shiitake que se esporulan en los troncos de los árboles, para uso externo y/o adheridos a las raíces de los árboles. Como todos sabemos, los ascomicetos causan principalmente úlceras

en las hojas, marchitamiento y sequedad, pero varios ascomicetos son tan importantes como la pudrición de la madera (Gilbertson y Ryvardeen, 1986, p. 282).

Si bien conocemos, los hongos xilófagos se caracterizan por la frecuencia e intensidad de sus ataques, así dentro de sus diferentes patologías fungi, que se encuentran asociadas a la industria forestal son las siguientes (Gilbertson y Ryvardeen, 1986, p. 282):

- Hongos.
- Manchas.
- Pudriciones.

Dentro de las pudriciones existen 3 tipos: Blanca, blanda y parda, se considera que la pudrición blanca es la que más afecta a los productos forestales, ya que este tipo de podredumbre afecta la degradación de los componentes de la pared celular tanto como la lignina y la holocelulosa (Gilbertson y Ryvardeen, 1986, p. 282).

2.2.9. Hongo Xilófago

Los requisitos más relevantes para su comportamiento son su dependencia de la humedad. El contenido mínimo de humedad en la madera que le permite crecer es del 18% al 20%. Toda madera con un contenido por encima de este valor será atacada por hongos, por el contrario, si el contenido de humedad está por debajo de este umbral, no se desarrollará. El contenido óptimo de agua está entre el 35 % y el 50 % (Hepting, 1971, p. 1).

Entre los hongos que comen madera, se pueden distinguir dos categorías principales. Primero encontramos mohos y hongos cromogénicos, y luego encontramos hongo podrido (Hepting, 1971, p. 1).

Los mohos y los hongos cromogénicos se alimentan de los materiales almacenados de madera y no causarán la degradación de la pared celular, por lo que no afectarán las propiedades mecánicas. Su función es cambiar el color de la madera (Hepting, 1971, p. 1).

Cuando la superficie se oscurece o el cuerpo del fruto forma una pelusa transparente (proliferación de algodón) o tiene una sombra de blanco a negro en la superficie, se puede detectar su crecimiento. Lo más característico es el hongo azul de la madera y la sorpresa de la haya (Hepting, 1971, p. 1).

Aunque no son peligrosos en absoluto por su mínima degradación, indican un mayor riesgo porque crean las condiciones necesarias para el desarrollo de hongos en descomposición, los hongos de pudrición son hongos xilófagos que causan graves daños a la madera. Se alimentan de los componentes de la pared celular y provocan daños. - Las hifas producen sustancias químicas (enzimas) que disuelven los nutrientes de la madera de la que dependen. Su función es la pérdida de densidad y resistencia (Luley, 2005, p. 12).

Existen varios tipos de hongos xilófagos que son:

- ✓ Pudriciones pardas o cubicas
- ✓ Pudriciones blancas o fibrosas
- ✓ Pudriciones blandas

2.2.9.1. Pudrición parda o cubica

La pudrición marrón o cúbica es la más grave y peligrosa, es causada por hongos que se alimentan preferentemente de celulosa y hemicelulosa, dando como resultado un residuo marrón oscuro formado principalmente por lignina. A medida que la obra se seca, el material restante tiende a agrietarse, formando un pequeño cubo o estructura prismática, que se rompe fácilmente entre los dedos, como si fuera polvo. El ataque inicial de estos hongos conduce al ataque posterior de los insectos del ciclo larvario (generalmente anaeróbicos) (Luley, 2005, p. 13).

2.2.9.2. Pudrición blanca o fibrosa

La podredumbre blanca o fibrosa es producida por hongos que se alimentan preferentemente de lignina, pero en menor medida también de celulosa. Debido al compuesto de celulosa resultante (un compuesto de celulosa más o menos blanco con poca tonalidad uniforme, aparecen rayas blancas en él, separadas por áreas de madera normal), la madera erosionada aparece blanca (Luley, 2005, p. 13).

2.2.9.3. Pudrición blanda

La pudrición blanda se da por hongos inferiores, se desarrollan en el interior de la pared celular de las células de la madera, estos tipos de hongos atacan principalmente la celulosa de la pared secundaria. La madera atacada por este hongo tiene un aspecto final blando o esponjoso, parecido al de queso fresco. Esta pudrición se produce cuando existen altas condiciones de humedad, tanto en el ambiente como en la madera (Luley, 2005, p. 14).

2.2.9.4. *Aspergillus* sp.

De los hongos xilófagos que atacan con más frecuencia a la madera, son los que pertenece al género *Aspergillus* spp., familia Trichocomaceae, según Polacheck:

El hongo Aspergillus spp. pertenece al grupo de los aspergilos negros, este se clasifica dentro de la familia Trichocomaceae, orden Eurotiales, clase Eurotiomycetes del Filo Ascomycota (el Filo más numeroso de hongos) componente finalmente del Reino Fungi (Polacheck et al., 1992, p. 3291).

Es importante tener en cuenta las características del hongo para su identificación, según Raper:

El hongo Aspergillus, tiene cabezas conidiales de tonos, negro a negro grisáceo, son globosas, radiadas o divididas formando columnas de cadenas de conidios irregulares o definidas. Los conidióforos son de color hialino a café, típicamente lisos o en pocas especies ligeramente granulares, de paredes robustas, quebradizas, dividiéndose longitudinalmente al ser trituradas. Vesículas globosas o casi globosas, hialinas o de color café claro a oscuro. Esterigmata en una o dos series dependiendo de las especies, con frecuencia profundamente coloreadas. Los conidios son globosos o subglobosos, elípticos o achatados horizontalmente, lisos o casi lisos, espinosos, o con estriaciones longitudinales marcadas. Esclerotia globosa o subglobosa, de coloración crema cuando es joven, tornándose rosada, gris o café (Raper, 1965; citado en Sáez et al., 2002, p. 34).

Cruz (2014, p. 176) dice que el hongo *Aspergillus niger* tiene las siguientes características para su identificación a nivel de especie: “Colonias de color café oscuro, con diámetro en CYA entre 50 y 70 mm; cabezas conidiales café oscuras a negras, biseriadas; conidios globosos, irregularmente rugosos a finamente rugosos, con crestas y surcos de 3,5-5 μm de diámetro”.

2.2.10. *Durabilidad de la madera*

La durabilidad natural de la madera se entiende como la resistencia de determinadas especies a la degradación ambiental, pudiendo observarse la podredumbre (Carrillo et al., 2011, p. 8).

Claros et al. (2017, pp. 70-71) también mencionan que esto dependen de los componentes orgánicos e inorgánicos que fijan las especies leñosas durante su formación y de las condiciones favorables para el desarrollo de organismos destructivos en el medio donde se utiliza la madera. El medio para la degradación de la madera son los hongos, que pueden causar descomposición y cambios,

elementos estructurales, como lignina y celulosa, y sustancias de reserva llamadas fagos de la madera. Las maderas muestran diversos grados de resistencia; las sustancias de reserva como el azúcar y el almidón se encuentran en la albura, lo que la hace susceptible a los hongos que se alimentan de la madera.

La madera ha sido expuesta al ataque de hongos u otros organismos sin ningún tratamiento, y ciertas características de su propia resistencia atestiguan su durabilidad natural. La mayoría de las maderas tienen una durabilidad diferente al organismo que las causó, hay maderas más duraderas. De igual forma, se ha mencionado que la durabilidad de la madera se verá afectada por el medio ambiente y el tiempo que estén expuestas a estos organismos inútiles (Parrales, 2018, pp. 7-8).

2.2.10.1. Tablas de índice de la durabilidad

Para poder interpretar la durabilidad se realiza mediante el cálculo del porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera utilizada, la fórmula que empleada esta citada por González y Yataco (2016, p. 5).

$$\%PP = \frac{PSI - PSF}{PSI} * 100\%$$

Donde:

%PP: Pérdida de peso en (%)

PSI: Peso seco inicial (gr) antes del proceso de pudrición

PSF: Peso seco final (gr) después del proceso de pudrición

2.2.10.2. Durabilidad natural de la madera

Se establece un sistema de categorías para definir la durabilidad natural de cada especie de madera frente a los diversos agentes xilófagos. La durabilidad frente a los hongos xilófagos es la del duramen, ya que la albura de cualquier especie de madera se considera no durable, mientras no se disponga de datos concretos (Bobadilla, 2004, p. 32).

Tabla 2-2: Clasificación de la durabilidad natural de la madera

Clase de durabilidad	Descripción	Duración en años
1	Muy durable	Mas de 20 años
2	Durable	15 a 20 años
3	Moderadamente durable	15 a 10 años

4	Poco durable	5 a 10 años
5	No durable	Menos de 5 años

Fuente: Bobadilla, 2004

2.2.10.3. Clasificación de Findlay

La clasificación de Findlay es conocida como la tabla de cinco grados de la durabilidad de la madera, en un tiempo equivalente entre los 5 y 25 años, esto con respecto a la pérdida de masa en la madera, como se muestra en la Tabla 3-2 (Ruiz, 2017, p. 10).

Tabla 3-2: Clasificación de Findlay para maderas

Grado	Pérdida de masa (%)	Tiempo de vida útil esperada (años)
Altamente resistente	0-1	25
Resistente	1-5	15-25
Moradamente resistente	5-10	10-15
Poco resistente	10-30	5-10
No resistente	30	5

Fuente: Ruiz, 2017

2.2.10.4. Clasificación de la Norma ASTM D-2017

Al igual que Findlay, esta tabla también considera cuatro niveles de pérdida de peso La durabilidad natural de la madera es causada por los hongos comedores de madera que se muestran en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Clasificación según la Norma ASTM D-17 para maderas

Clase	Pérdida de peso (%)	Grado de resistencia a los hongos xilófagos
A	0-10	Altamente resistente
B	11-24	Resistente
C	25-44	Moderadamente resistente
D	>45	No resistente

Fuente: Norma ASTM D-2017

Realizo por: Ruiz, 2017

2.2.10.5. Métodos para determinar la durabilidad de la madera

La durabilidad de la madera está determinada por métodos de laboratorio y de campo.

Aunque la tecnología es diversa, el método más común es en el laboratorio se denomina "prueba acelerada" debido a su corta duración. Las pruebas realizadas en el lugar o en un "cementerio" son pruebas deterministas de durabilidad, la desventaja es que requieren más tiempo, los datos obtenidos en el laboratorio se denominan "índice" y la información debe ser comparado con los logros en el cementerio, es más confiable (Fabián, 2020, pp. 8-9).

2.2.10.6. Pruebas aceleradas en laboratorio

Las pruebas para determinar la durabilidad o la resistencia natural de la madera en el laboratorio pueden obtener información sobre la efectividad de los productos conservantes o el desempeño de las cepas fúngicas en un período de tiempo relativamente corto (Fabián, 2020, pp. 8-9).

El método o ensayo de laboratorio más utilizado en América del Norte consiste en cultivos de hongos xilófagos en extracto de agar de malta, envasados en matraces de cultivo o matraces cónicos. Cuando la cepa fúngica está perfectamente desarrollada, en él se coloca una muestra de madera cuya durabilidad se va a estudiar. En estos métodos humedad, oxígeno, alimento, pH y la temperatura es crítica para el desarrollo de hongos (Luna et al., 2010, p. 157).

2.2.10.7. Requisitos de prueba

1. Controlar estrictamente la tecnología y los procedimientos de laboratorio y establecer el trabajo en condiciones asépticas.
2. Las variables más importantes involucradas en el proceso de control, por ejemplo, temperatura, humedad relativa, ventilación.
3. El objeto de investigación se simplifica y el material es pequeño, en este caso una pequeña cantidad, algunos tubos de ensayo y cepas de hongos.

Hay varios métodos conocidos para las pruebas de laboratorio. Para este proyecto se va a seguir la técnica sugerida, Básicamente se denominan dos métodos: método agar / bloque según la norma EN 350-1, y Método suelo/bloque según la norma ASTM D-2017. La duración de ambos es de tres a los seis meses, el mismo principio es exponer la madera a ciertos tipos de hongos (Fabián, 2020: pp. 8-9).

Cada norma describe los procedimientos a seguir y proporcionan información en una tabla que clasifica la madera en función del porcentaje de pérdida de peso de la madera después del ataque de hongos. La información disponible sobre la resistencia a la descomposición de la madera, así como la experiencia adquirida en varios países hasta el momento, pueden demostrar que existe

una buena correlación entre los resultados obtenidos en el cementerio de pilotes y los resultados obtenidos en el laboratorio (Fabián, 2020: pp. 8-9).

2.2.10.8. Densidad Aparente

La densidad aparente de la madera está determinada por la relación masa-volumen. La masa de una muestra se determina midiendo en gramos y midiendo su volumen en centímetros cúbicos, ya sea directa o indirectamente. La densidad aparente se calcula con la fórmula siguiente (NTE INEN 1160:1983):

$$D = \frac{M}{V}$$

Donde:

D= densidad aparente, en gramos sobre centímetros cúbicos.

M= masa de la pieza de ensayo, en gramos

V= volumen de la pieza de ensayo, en centímetros cúbicos

2.2.11. Preservante de madera

En la empresa Aglomeradas Cotopaxi S.A, utilizan el preservante PREVENTOL ON EXTRA. Este es un preservante con un amplio espectro de actividad que cubre bacterias, levaduras, hongos y virus envueltos.

PREVENTOL ON EXTRA cuenta con un ingrediente, activo para desinfectantes para uso en hospitales, consultorios médicos, industria, instituciones, establos y galpones. Para la formulación de desinfectantes de uso general y jabones líquidos desinfectantes. Para la conservación de productos acuosos como colas, dispersiones de adhesivos, aditivos para hormigón, suspensiones de masillas, lechadas de pigmentos y espesantes para estampados textiles. Para la fabricación de retardantes de llama libres de halógenos para resinas epoxi y como monómeros funcionales para aplicaciones ópticas (ANEXO E).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

Es una investigación propuesta para dar respuesta a problemas que presentan los productores.

3.2. Nivel de Investigación

En una investigación básica de tercer nivel para la obtención de título de pregrado.

3.3. Diseño de investigación

El diseño experimental para usar es un Diseño Completo al Azar (DCA), con un solo factor en estudio en 4 tratamientos consistentes en niveles de dosificación y con 5 repeticiones, las variables a evaluar son el peso y el volumen de la madera.

3.3.1. *Según la manipulación o no de la variable independiente*

Es una investigación de tipo experimental.

3.3.2. *Según las intervenciones en el trabajo de campo (transversal, longitudinal)*

La investigación tendrá una intervención de tipo longitudinal.

3.4. Tipo de estudio (documental/de campo)

La investigación es de campo, realizado el análisis en laboratorio.

3.5. Población y Planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

Unidad experimental con la que se trabajó son probetas de madera de 2x2x2.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. Localización

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), la investigación se realizó con muestras infectadas en las instalaciones de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.

3.6.2. Madera

Para el presente estudio se empleó la madera infectada de *Pinus radiata*, provenientes desde la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A, se tomaron pruebas de los hongos que se contagian en dicha empresa.

3.6.3. Temperatura

Tabla 1-3: Características climáticas

Temperatura medio anual	Precipitación media anual	Humedad relativa medio anual
24,1 °C	2321 mm	85 %

Elaborado por: Uquillas Tayna, 2022

3.6.4. Hongo

Para poder identificar al hongo en estudio, se procedió a elaborar el medio de cultivo, en 500 ml de agua destilada colocamos 19,50 g de PDA, se agito por 5 minutos y se colocó en el autoclave por 15 min, se vierte en 20 cajas petri, ya que estuvo solidificado se procedió a colocar el hongo esparciéndolo con un palillo por todo el medio de cultivo, se colocó en la incubadora a una temperatura de $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 2 semanas. Teniendo las muestras de hongos se las identifica en base a referencias bibliográficas.

3.6.5. Medio de cultivo

El Medio de cultivo que se empleo es Agar de Dextrosa y Papa es de la marca DIBICO, y es conocido como PDA.

3.6.5.1. Preparación del medio de cultivo

1. En 700 ml de agua destilada se colocó 27,30 g de PDA (Agar de Dextrosa y Papa)
2. Se agitó la solución por 5 minutos y se colocó en la autoclave por 10 minutos.
3. Se vertió 35 ml de solución de PDA (Agar de Dextrosa y Papa) en cada uno de los frascos con su respectiva tapa, volver a colocar en la autoclave por 5 minutos y dejar enfriar hasta que solidifique.

3.6.6. Prueba de resistencia de la madera

Para poder conocer la resistencia de la madera al ataque del hongo xilófago la conoceremos a través de la durabilidad natural de esta especie, se realiza un análisis de la pérdida de peso de las probetas, entonces en esta metodología los objetivos 1 y 2 están relacionados y se seguirá los siguientes pasos:

3.6.6.1. Preparación de las probetas de madera

Las muestras de madera aserrada de *Pinus radiata* se cortó en tubos de ensayo de 2 x 2 x 2 cm. Después de la orientación adecuada, realizaremos unos 3 métodos de desinfección externa:

1. Solución de cloro de 120 ml en 880 ml de agua destilada, colocamos las probetas de madera en la solución de cloro por 24 horas y luego se enjuaga continuamente con agua destilada hasta que el olor a cloro se elimine por completo.
2. Se colocó las probetas de madera por 5 minutos en infusión a 100 °C.
3. En un plato de aluminio se colocó las probetas de madera dentro de la cámara de desinfección por 10 minutos en luz UV.
4. Como siguiente paso, la muestra se secó en un horno a 105 °C durante 30 minutos hasta un peso constante para obtener el peso seco inicial y así se obtuvo el peso seco inicial (PSI) de las probetas de madera antes de ser expuestas al hongo.

3.6.6.2. Acondicionamiento de probetas de madera

La solución del hongo se preparó en un blanco de 90ml de agua destilada estéril y 10g de esporas del hongo. - Se incubó el hongo según su dosificación (100, 50 y 10 μ l) sobre el medio de cultivo y se colocó la probeta de madera, por un espacio de 6 semanas a una temperatura ambiente ($22\pm 2^\circ\text{C}$) así se inicia nuestro proceso de pudrición. Los niveles de humedad de las probetas son

mantenidos mediante la adición de volúmenes de entre 100 µl de agua destilada estéril por día, dependiendo de la pérdida de humedad durante el tiempo de incubación.

3.6.6.3. Cálculo de la pérdida de peso

Al final del período de incubación se ablanda o pierde dureza, se limpió la muestra para eliminar los grumos de hongos en la superficie, y luego se colocó en un horno a 105 °C ± 1 °C durante 24 horas hasta alcanzar un peso seco constante. Estos valores se registran como el peso seco final (PSF) producto de la destrucción del hongo xilófago. Utilice la siguiente relación para calcular el porcentaje de pérdida de peso (% PP) de cada muestra de madera (González y Yataco, 2016, p. 5):

$$\%PP = \frac{PSI - PSF}{PSI} * 100\%$$

Donde:

%PP: Pérdida de peso en (%)

PSI: Peso seco inicial (gr) antes del proceso de pudrición

PSF: Peso seco final (gr) después del proceso de pudrición

Estos valores son interpretados según la Norma ASTM D-2017.

3.6.6.4. Resistencia natural de la madera de Pinus radiata frente al hongo xilófago

Para comprender la resistencia de la especie forestal a estudiar, se considera la diferencia entre el peso inicial (PSI) de los hongos xilófagos antes de la exposición y el peso final (PSF) de los hongos xilófagos después de la exposición.

La interpretación de los resultados del ablandamiento de la madera o la pérdida de durabilidad se realiza utilizando la norma ASTM D-2017 (Método estándar para pruebas de laboratorio aceleradas de la resistencia natural a la corrosión de la madera) (Tabla 4-2).

Estos datos también se interpretan en clasificación de Findlay para maderas (Tabla 3-2).

3.6.7. Cálculo de la densidad básica

Por ello, se considera el método citado en González y Yataco (2016, p. 6), que toma como referencia a la norma IRAN 954, que utiliza 4 muestras 2 * 2 * 2 rodajas de la especie estudiada (con la cara

bien pulida), las mismas colocadas en un horno a 105 °C durante 24 horas para obtener su peso seco.

Para el volumen verde, mida los 3 lados del cubo y consulte la fórmula del volumen (alto * ancho * largo).

El cálculo de la densidad básica se obtiene utilizando datos de peso seco y volumen, utilizando la siguiente fórmula (González y Yataco, 2016, p. 6):

$$D = \frac{Psh}{Vv}$$

Donde:

Psh: Peso seco

Vv: Volumen

3.7. Diseño Experimental

Para realizar el análisis de varianza de la resistencia de la madera de *Pinus radiata*. D. Don a la pudrición se empleó un arreglo factorial de un factor: hongo xilófago, con un total de 4 dosis de concentración (tratamientos), siendo estas de: 100, 50 y 10 µl de la solución con el hongo y una dosis de 10 µl de agua destilada, con 5 repeticiones en un diseño completamente al azar (DCA).

3.7.1. Análisis estadístico

Se utilizó el software IBM SPSS Statistics 25. Se introdujeron los valores de los resultados obtenidos y así se hizo el análisis de varianza de los datos. Además, se aplicó una prueba de rango múltiple y se graficaron las medias para cada indicador analizado.

3.7.2. Comparación y análisis de datos

Cuando el análisis de varianza mostró una significancia mayor al 5% (valor $p > 0,05$) se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Identificación del hongo xilófago

Se ha identificado que, el hongo empleado pertenece al género *Aspergillus* spp., familia Trichocomaceae, según Polacheck et al.:

Tabla 1-4: Clasificación de *Aspergillus* spp.

GRUPO	Aspergilos negros
FAMILIA	Trichocomaceae
ORDEN	Eurotiales
CLASE	Eurotiomycetes del Filo Ascomycota (el Filo más numeroso de hongos) componente finalmente del Reino Fungí

Fuente: Polacheck et al., 1992

Según todas estas características, se pudo determinar que el hongo empleado fue *Aspergillus niger* (ANEXO D).

4.2. Pérdida de peso de la madera de *Pinus radiata* ante el hongo xilófago

Habiendo transcurrido seis semanas del experimento donde se sometieron las muestras de madera al hongo bajo condiciones de temperatura ambiente de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ e intentando mantener un nivel constante de hidratación de 100 μl , se tomaron los datos con los que, de acuerdo con la Tabla 2-4, se obtuvo que el tratamiento 1 de 100 μl de dosificación del hongo xilófago *Aspergillus niger* produjo la mayor cantidad de pérdida de peso en las muestras de madera analizadas con un promedio del 2,43 %, seguido por la dosificación de 50 μl con 2,17 % y finalmente la dosificación de 10 μl con 1,6 %; dando un promedio de pérdida de peso por acción del hongo del 2,05 %. El tratamiento 4 no mostró variación entre los valores del peso seco inicial y final, por lo que no hubo pérdida de peso.

Tabla 2-4: Pérdida de peso de la madera de *Pinus radiata* (1060 horas – 6 semanas)

TRATAMIENTO	PESO SECO INICIAL (g)	PESO SECO FINAL (g)	% PÉRDIDA DE PESO	% PROMEDIO POR TRATAMIENTO
1	4,25	4,14	2,59	2,43

1	4,78	4,69	1,88	
1	4,61	4,52	1,95	
1	3,54	3,42	3,39	
1	4,31	4,21	2,32	
2	4,14	4,06	1,93	
2	3,80	3,70	2,63	
2	4,00	3,91	2,25	2,17
2	4,56	4,49	1,54	
2	3,58	3,49	2,51	
3	4,44	4,38	1,35	
3	3,73	3,66	1,88	
3	3,41	3,39	0,59	1,56
3	4,41	4,33	1,81	
3	4,12	4,03	2,18	
4	4,11	4,11	0,00	
4	3,54	3,54	0,00	
4	5,40	5,40	0,00	0,00
4	7,31	7,31	0,00	
4	4,01	4,01	0,00	
PROMEDIO (1, 2, 3)				2,05

Elaborado por: Uquillas Tayna, 2022

La Tabla 3-4 del análisis de varianza de los valores del porcentaje de pérdida de peso de las muestras de madera de pino dio como resultado una significancia del 0,0001 entre tratamientos, El análisis demostró que, si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero no hay diferencias en las diferentes concentraciones a las que se aplicó el hongo xilófago.

Tabla 3-4: Análisis de varianza de los tratamientos aplicados

Trat.	Medianas	n	E.E	
Conc. 100ul	8,91	5	0,48	A
Conc. 50ul	8,44	5	0,48	A
Conc. 10ul	7,04	5	0,48	A
H ₂ O esteril.10ul	0	5	0,48	B

Elaborado por: Uquillas Tayna, 2022

4.3. Resistencia natural de la especie *Pinus radiata* frente al hongo xilófago

De acuerdo a la norma ASTM D-2017, para una pérdida de peso del 2,05 % frente al hongo xilófago *Aspergillus niger*, durante seis semanas de exposición, la madera de *Pinus radiata* se la clasificaría como una madera de Clase A: “Altamente resistente” (Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Clasificación de la madera de *Pinus radiata*, norma ASTM D-2017

Especie Forestal	Pérdida de peso (%)	Grado de resistencia al hongo xilófago	Clase
<i>Pinus radiata</i>	2,05	ALTAMENTE RESISTENTE	A

Elaborado por: Uquillas Tayna, 2022

En tanto que, la clasificación de Findlay describe a la madera de *Pinus radiata* como “Resistente”, pudiendo tener una vida útil de 15 a 25 años, en caso de ser atacado por las dosis estudiadas de *Aspergillus niger* (Tabla 5-4).

Tabla 5-4: Clasificación de Findlay para madera de *Pinus radiata*

Especie Forestal	Descripción	Tiempo de vida útil esperada
<i>Pinus radiata</i>	RESISTENTE	15 a 25 años

Elaborado por: Uquillas Tayna, 2022

4.4. Influencia de la densidad básica en la resistencia de pudrición de la especie *Pinus radiata*

La norma NTE INEN 2580:2011 clasifica a las maderas de 0,55 a 0,70 g/cm³ como maderas semipesadas o maderas semiduras, denominándolas “Clase de uso B”; por lo tanto, la madera de *Pinus radiata* entraría en esta categoría (Tabla 6-4). La madera semidura de *Pinus radiata* permite una alta resistencia al ataque *Aspergillus niger*, durante seis semanas de exposición al hongo.

Tabla 6-4: Densidad y grado de resistencia de la madera de *Pinus radiata*

TRATAMIENTO	Densidad Básica (g/cm ³)	Grado de resistencia al hongo xilófago	Clasificación de la Resistencia
1	0,61	ALTAMENTE RESISTENTE	A
2	0,62	ALTAMENTE RESISTENTE	A
3	0,59	ALTAMENTE RESISTENTE	A
4	0,55	ALTAMENTE RESISTENTE	A

Elaborado por: Uquillas Tayna, 2022

Vasconez (2021, pp. 34-37) en un estudio similar con madera de las especies *Gmelina arborea* y *Tectona grandis* frente al ataque del hongo *Ganoderma* sp., menciona no encontrar una relación entre las densidades de las maderas y su influencia en la pudrición por el hongo xilófago. Pero, analizando las densidades obtenidas por Vasconez para estas especies, 0,31 a 0,35 g/cm³ para *Gmelina arborea* y 0,43 a 0,53 g/cm³ para *Tectona grandis*, según la norma NTE INEN 2580:2011 se las clasificaría como maderas: muy liviana (muy blanda) y liviana (blanda), respectivamente.

A diferencia de la densidad de *Pinus radiata* que se clasificó como semidura, se podría decir que, si hay una influencia en cuanto a la densidad de la madera, debido a que Vasconez (2021, pp. 34-37) presentó valores de pérdida de peso superiores al 50 % en maderas de densidad blanda y muy blanda, mientras que con densidad semidura se obtuvieron pérdidas de peso por debajo del 3 % en este estudio, pudiendo decir que a mayor densidad de la madera existe menor pérdida de peso por acción de un hongo xilófago. Este resultado cae en un supuesto debido a las diferencias entre los hongos en estudio y los tiempos a los que fueron sometidas las muestras de madera, siendo para Vasconez (2021, pp. 34-37) de 12 semanas, mientras que en la presente investigación solo se las sometió a 6 semanas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

El hongo xilófago que ataca a la madera aserrada de *Pinus radiata* de la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. pertenece a la familia Trichocomaceae, género *Aspergillus*, especie *Aspergillus niger*.

El análisis estadístico mostró que, si existieron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque no hay diferencias en las diferentes concentraciones a las que se aplicó el hongo xilófago. Existe un mayor porcentaje de pérdida de peso de la madera en concentraciones mayores del hongo xilófago, que podría llegar a ocasionar pérdidas de peso y volumen considerables en la madera aserrada de *Pinus radiata* a concentraciones más altas del hongo y por lapsos de tiempo mucho más largos.

La madera de *Pinus radiata* presentó una resistencia alta a la pudrición ocasionada por *Aspergillus niger* de acuerdo con la norma ASTM D-2017, pero, según la clasificación de Findlay, la madera de pino solo se la describe como “resistente”, dándole una vida útil de 15 a 25 años.

La densidad de la madera de *Pinus radiata*, clasificada como madera semidura, pudo ser un factor determinante para su elevada resistencia a la pudrición ocasionada por *Aspergillus niger*.

RECOMENDACIONES

Para evitar la pérdida de peso en la madera aserrada de *Pinus radiata* por efecto de hongos xilófagos se recomienda aplicar periódicamente productos que la protejan, como el Preventol O Extra, dependiendo del tiempo que pasará la madera al aire libre. En caso de ser periodos muy largos, se recomienda un techado para evitar humedad por lluvias.

Determinar el tipo de resistencia natural de *Pinus radiata* frente a otros hongos xilófagos presentes en el Ecuador, como pueden ser *Panus strigellus*, *Ganoderma* sp., *Lenzites betulina*, entre otros.

También se deben estandarizar los tiempos de acción del hongo xilófago sobre las muestras de madera para poder comparar adecuadamente diferentes estudios del mismo tipo.

Realizar estudios comparativos del nivel de pudrición entre especies forestales de diferentes densidades categorizadas por la norma NTE INEN 2580:2011, frente a distintos hongos xilófagos.

Comparar la resistencia de distintos productos destinados a la protección de la madera aserrada que se encuentra al aire libre.

GLOSARIO

Degradación: acción de degradar, reducir o desgastar las cualidades inherentes a alguien o algo (RAE, 2019, párr. 1).

Densidad aparente: es la relación entre la sustancia de la pared celular y el espacio hueco en la madera y es un valor proporcional que se puede calcular (Spax, 2022, párr. 2).

Durabilidad natural: capacidad que la madera presenta para resistir la acción del intemperismo y el ataque de organismos biológicos que la deterioran, tales como bacterias, algas, hongos, insectos y perforadores marinos (Salazar et al., 2001, p. 86).

Hongo xilófago: es aquel que se alimenta de los componentes que estructuran la madera, provocando severos daños. Los hongos de la pudrición blanda, parda y blanca son los más comunes (Sanite, 2016, párr. 1).

Lignina: heteropolímero que forma parte de la pared celular del tejido vascular de las plantas y provee rigidez estructural, así como resistencia a la tensión y presión hídrica; además, confiere soporte a células especializadas en sostén (Maceda et al., 2021, pp. 1-2).

Medio de cultivo: conjunto de componentes que crean las condiciones necesarias para el desarrollo de los microorganismos (Doménech, 2011, p. 1).

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Z.; & DÍAZ, E. “Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae), en el sur del Ecuador”. *Arnaldoa* [en línea], 2019, (Ecuador) 26(3), pp. 943-964. [Consulta: 19 octubre 2021]. ISSN: 2413-3299. Disponible en: <http://dev.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n3/a06v26n3.pdf>.

ARÉVALO, R.; & LONDOÑO, A. *Manual para la identificación de maderas que se comercializan en el departamento del Tolima*. 1 ed. Ibagué-Colombia: Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2005. ISBN: 958-33-8849-1, p.152.

BERNAL, L.; et al. “Usos y conocimiento tradicional de las gimnospermas en el noreste de Oaxaca, México”. *Acta Botánica Mexicana* [en línea], 2019, (México) 1(126), pp. 1-19. [Consulta: 03 noviembre 2021]. ISSN: 2448-7589. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n126/2448-7589-abm-126-e1471.pdf>.

BOBADILLA, E. Durabilidad natural de la madera de cinco especies aptas para la industria de la construcción (Tesis) (Maestría) [en línea]. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Secretaría de Investigación y Postgrado. Maestrías en Madera, Celulosa y Papel. Posadas-Colombia. 2004, pp. 1-32. [Consulta: 19 octubre 2021] Disponible en: https://rid.unam.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12219/2448/BOBADILLA%20Elisa%20Alicia%20_2004_%20Durabilidad%20natural%20de%20la%20madera.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

BODDY, L.; & RAYNER, A. “Origins of decay in living deciduous trees: the role of moisture content and a re-appraisal of the expanded concept of tree decay”. *New Phytologist* [en línea], 1983, (Reino Unido) 1(94), pp. 623-641. [Consulta: 06 noviembre 2021]. ISSN: 0028-646X. Disponible en: http://www.historictreecare.com/wp-content/uploads/2015/02/Decay-Boddy_and_Raynor_19831.pdf.

BRISCHKE, C.; et al. “Durability of wood exposed in ground-comparative field trials with different soil substrates”. *International Biodeterioration and Biodegradation* [en línea], 2014, (Alemania) 86(3), pp. 108-114. [Consulta: 20 octubre 2021]. ISSN: 9648305. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830513002473>.

CARRILLO, A.; et al. “Durabilidad de la madera de *Prosopis laevigata* y efecto de sus extractos en hongos que degradan la madera”. *Madera y Boques* [en línea], 2011, (México), 17(1), pp. 7-21. [Consulta: 10 noviembre 2021]. ISSN: 2448-7597. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v17n1/v17n1a1.pdf>.

CARRIÓN, J.; et al. “Productos forestales no maderables (PFNM) de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yacuri, Espíndola, Loja, Ecuador”. *Bosques Latitud Cero* [en línea], 2019, (Ecuador) 9(1), pp. 83-93. [Consulta: 28 octubre 2021]. ISSN: 1390 – 3683. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/589/527>.

CLAROS, J.; et al. “Durabilidad natural de la madera de *Pinus oocarpa* y *Pinus tecunumanii*, proveniente de plantaciones forestales en San Alberto, Oxapampa”. *Revista Forestal del Perú* [en línea], 2017 (Perú), 32(2), pp. 70-77. [Consulta: 09 noviembre 2021]. ISSN: 2523-1855. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v32i2.1038>.

COTOPAXI.COM. *Historia de Aglomerados Cotopaxi* [en línea]. Quito-Ecuador: Aglomerados Cotopaxi S.A., 2019. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.cotopaxi.com.ec/nosotros/historia>.

CRUZ, R. “Guía para el diagnóstico de laboratorio de enfermedad fúngica invasora por hongos filamentosos”. *Revista chilena de infectología* [en línea], 2014, (Chile) 31(2), pp. 173-179. [Consulta: 07 junio 2022]. ISSN: 0716-1018. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v31n2/art08.pdf>.

DE LA CRUZ, R.; et al. “Durabilidad natural de la madera de siete especies forestales de El Salto, Durango”. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], 2018, (México), 9(46), pp. 102-130. [Consulta: 02 octubre 2021]. ISSN: 2007-1132. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v9n46/2007-1132-remcf-9-46-102.pdf>.

DOLE FOOD COMPANY INC. *Historia de Dole Food Company* [en línea]. Guayaquil-Ecuador: Dole Food Company Inc., 2019. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.dole.com.ec/compania.php>.

DOMÉNECH, A. *Medio de cultivo* [en línea]. Palma-España: Universitat de les Illes Balears, 2011, p. 1. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.uib.cat/depart/dba/microbiologia/seminarios/1%20Medios%20de%20cultivo.pdf>.

FABIÁN, K. Durabilidad de la madera de Teca (*Tectona grandis* L.f.) procedente Chanchamayo-Junín (Tesis) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima-Perú. 2020, pp. 8-9. [Consulta: 13 noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4388/fabian-hidalgo-karen-nathaly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GILBERTSON, R.; & RYVARDEN, L. “North American Polypores”. *Journal of Basic Microbiology* [en línea], 1986, (Noruega) 1(1), p. 282. [Consulta: 05 noviembre 2021]. ISSN: 0233-111X. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jobm.3620270513>.

GONZÁLES, V.; & YATACO, A. “Durabilidad natural de diez maderas de madre de dios a la acción de tres hongos xilófagos”. *Revista Forestal del Perú* [en línea], 2016, (Perú) 14(1), pp. 1-14. [Consulta: 11 noviembre 2021]. ISSN: 2523-1855. Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/141/139>.

GRANDA, P. *Monocultivos de árboles en Ecuador* [en línea]. Montevideo-Uruguay: Movimiento Mundial por los Bosques, 2006, p. 22. [Consulta: 03 noviembre 2021]. ISBN: 9974-7969-2-X. disponible en: <https://www.wrm.org.uy/pt/files/2013/02/Libro2.pdf>.

GUEVARA, L.; & LLUNCOR, D. “Durabilidad natural y adquirida de 27 maderas tropicales en condición de campo”. *Folia Amazónica* [en línea], 1993, (Perú) 5(2), pp. 203-215. [Consulta: 20 octubre 2021]. ISSN: 1018-5674. Disponible en: <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/fofiaamazonica/article/view/242/295>.

HEPTING, G. *Diseases of forest and shade trees of the United States* [en línea]. Washington D.C.-Estados Unidos: Servicio Forestal del USDA, 1971, p. 1. [Consulta: 05 noviembre 2021]. Disponible en: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT86859738/pdf>.

HOLGUÍN, B.; & DELGADO, D. “Estudio económico del comportamiento de la madera en el Ecuador en los últimos años. 2009-2017”. *Revista OIDLES* [en línea], 2018, (Ecuador) 12(25), pp. 1-14. [Consulta: 22 octubre 2021]. ISSN: 1988-2483. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oidles/25/madera-ecuador.zip>.

INTINI, M.; & TELLO, M. “Investigations on the Xylophagous fungi of urban trees in Europe: *Inonotusrickii* (Pat.). Reidfound in Spain”. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas* [en línea], 2003, (España) 29(2), pp. 277-279. [Consulta: 21 octubre 2021]. ISSN: 0213-6910. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277262063_Comunicacion_investigaciones_sobre_ho

ngos_xilofagos_de_arboles_urbanos_en_Europa_primera_cita_de_Inonotus_rickii_Pat_Reid_en_Espana.

LULEY, C. *Hongos de descomposición de la madera comunes a los árboles urbanos en el noreste y centro de los Estados Unidos* [en línea]. Nueva York-Estados Unidos: Urban Forestry LLC, 2005, pp. 12-14. [Consulta: 06 noviembre 2021]. Disponible en: https://www.treerot.com/wp-content/uploads/2016/04/Decay_Arborist_News_Luley.pdf.

LUNA, F.; et al. “Hongos xilófagos causantes de la pudrición de la madera del caucho, *Hevea brasiliensis*, en Venezuela”. *Revista Forestal Venezolana* [en línea], 2010, (Venezuela) 54(2), pp. 155-160. [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN: 0556-6606. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/32521/art3_florangelluna.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MACEDA, A.; et al. “Lignina: composición, síntesis y evolución”. *Madera y Bosques* [en línea], 2021, (México) 27(2), pp. 1-16. [Consulta: 09 octubre 2022]. ISSN: 1405-0471. Disponible en: <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/2137/2284>.

MAE. *Normas para el aprovechamiento de madera en bosques cultivados* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2004, p. 17. [Consulta: 05 noviembre 2021]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/NORMAS-PARA-EL-APROVECHAMIENTO-DE-MADERA-EN-BOSQUES-CULTIVADOS.pdf>.

MAE; & FAO. *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2014, p. 105. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4407s.pdf>.

MANCHENO, A. Análisis de los impactos en la calidad del suelo causados por el pino (*Pinus patula*) en comparación con el suelo ocupado por polylepis (*Polylepis reticulata*) en el Parque Nacional Cajas (Tesis) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Carrera de Ingeniería Ambiental. Cuenca-Ecuador. 2011, p. 55. [Consulta: 03 noviembre 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1086/15/UPS-CT002204.pdf>.

NORMA ASTM D-2017. *Método estándar de pruebas de laboratorio aceleradas de resistencia natural a la pudrición de la madera.*

NTE INEN 1160:1983. *Maderas. Determinación del contenido de humedad.*

NTE INEN 2580:2011. *Sistema de clasificación y calificación de madera aserrada proveniente de bosques húmedos tropicales.*

PAES, B. “Resistência natural da madeira de *Corymbia maculata* (Hook.) KD Hill y LAS Johnson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratorio”. *Revista Arvore–Brazilian Journal of Forest Science* [en línea], 2002, (Brasil) 26(6), pp. 761-767. [Consulta: 20 octubre 2021]. ISSN: 1806-9088. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n6/a12v26n6.pdf>.

PARRALES, B. Comportamiento de probetas de madera de tres especies forestales frente al ataque de *Lenzites betulina* (L.) en condiciones de laboratorio (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal. Manabí-Ecuador. 2018, pp. 7-8. [Consulta: 09 noviembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1338/1/UNESUM-ECU-ING.FORES.-2018-10.docx>.

POLACHECK, I.; et al. “*Aspergillus quadrilineatus*, a New Causative Agent of Fungal Sinusitis”. *Journal of Clinical Microbiology* [en línea], 1992, (Israel) 30(12), pp. 3290-3293. [Consulta: 06 noviembre 2021]. ISSN: 0095-1137. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC270654/pdf/jcm00036-0272.pdf>.

RAE. *Degradar* [en línea]. Madrid-España: Real Academia Española, 2019. [Consulta: 09 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.rae.es/drae2001/degradar>.

RAMOS, I.; et al. *Símbolos de un modelo destructivo: Pinos y eucaliptos* [en línea]. Quito-Ecuador: Acción Ecológica, 2005, p. 3. [Consulta: 04 noviembre 2021]. ISBN: 9974-77853-9-1. Disponible en: <https://biblioteca.hegoa.ehu.es/downloads/16527/%2Fsystem%2Fpdf%2F1947%2Fsimbolosmodelo.pdf>.

RUIZ, D. Determinación de la durabilidad natural de la madera de *Carapa morphocarpa* W. Palacios y *Alnus nepalensis* D. Don. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ingeniería Forestal. Ibarra-Ecuador. 2017, pp. 10-12. [Consulta: 12 noviembre 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6641/1/03%20FOR%20251%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.

SÁEZ, A.; et al. “Caracterización de una cepa nativa de *Aspergillus niger* y evaluación de la producción de ácido cítrico”. Revista Universidad EAFIT [en línea], 2002, (Colombia) 1(128), pp. 33-42. [Consulta: 06 noviembre 2021]. ISSN: 0120-341X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/215/21512804.pdf>.

SALAZAR, J.; et al. “Durabilidad natural de la madera de cinco especies de *Quercus* del estado de Puebla”. Polibotánica [en línea], 2001, (México) 1(12), pp. 85-100. [Consulta: 09 octubre 2022]. ISSN: 1405-2768. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/621/62101205.pdf>.

SÁNCHEZ, A.; et al. Sector Maderero Ecuador [blog]. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2019, p. 2. [Consulta: 23 octubre 2021]. Disponible en: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wpcontent/uploads/sites/7/2020/06/Sector-maderero-Ecuador-aprobado.pdf>.

SANITE. *Guía de hongos xilófagos* [en línea]. Barcelona-España: Sanite, 2016. [Consulta: 09 octubre 2022]. Disponible en: <https://diagnosisdelamadera.com/diagnosis-de-la-madera-guia-de-hongos-xilofagos/>.

SPAX. *Densidad aparente* [en línea]. Ennepetal-Alemania: SPAX International GmbH & Co. KG, 2022. [Consulta: 09 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.spax.com/es/servicio/diccionario-tecnico/densidad-aparente/>.

TABANGO, B. Determinación del carbono aéreo almacenado en dos sistemas agroforestales en la granja de Yuyucocha (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra-Ecuador. 2020, pp. 16-17. [Consulta: 03 noviembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10386/3/03%20FOR%20306%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.

VACA, R. *Técnicas para la Preservación de Maderas* [en línea]. Bermejo-Bolivia: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, 2003, p. 7. [Consulta: 19 octubre 2021]. Disponible en: https://rmportal.net/library/content/Forestry_Silviculture_CBNRM/documentos-bolfor/documentos-tecnicos/tecnicas-para-la-preservacion-de-maderas-febrero-1998/at_download/file.

VASCONEZ, D. Durabilidad natural de la madera de dos especies forestales a la acción de un hongo xilófago con pruebas aceleradas en laboratorio (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2021, pp. 34-37. [Consulta: 27 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15834/1/33T00276.pdf>.

VELÁSTEGUI, C. Evaluación de tres dosis de fertilizante en plantación de *Pinus radiata* D. Don en la Escuela de Formación de Soldados del Ecuador, parroquia Pisque, cantón Ambato (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2017, pp. 12-14. [Consulta: 05 noviembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7662/1/33T0169.pdf>.

VINUEZA, M. *Ficha Técnica No. 13 Pino (Pinus radiata)* [en línea]. Quito-Ecuador: Ecuador Forestal, 2013. [Consulta: 04 noviembre 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/#:~:text=%C3%81rbol%20que%20alcanza%20hasta%2060m,Tronco%20c%C3%B3nico%20y%20recto.&text=Copa%20alargada%20y%20c%C3%B3nica%20monop%C3%B3dica>.

WWF. *Maderas de Colombia. Programa Subregional Amazonas Norte y Chocó Darién* [en línea]. Bogotá-Colombia: Fondo Mundial para la Naturaleza, 2013, p. 52. [Consulta: 21 octubre 2021]. ISBN: 978-958-8353-53-1. http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/maderas_de_colombia_15_version_aprobada.pdf.



D.B.R.A.I.

Ing. Cristian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: MUESTRAS DE BLOQUES DE MADERA DE *Pinus radiata*, HIDRATACIÓN Y DESINFECCIÓN



ANEXO B: ELABORACIÓN DE FRASCOS DE ESTUDIO



ANEXO C: MUESTRAS DE MADERA EN ESTUDIO BAJO LA ACCIÓN DEL HONGO



ANEXO D: HONGO *Aspergillus niger*



ANEXO E: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	257,25	3	85,75	73,90	<0,0001
TRATAMIENTO	257,25	3	85,75	73,90	<0,0001
Error	18,56	16	1,16		
Total	275,81	19			

ANEXO F: ESTUDIO DE PREVENTOL POR PARTE DE AGLOMERADOS COTOPAXI

Product Information

Preventol[®] O extra / ON extra



Preventol[®] O extra / ON extra

Use

For the preservation of aqueous products such as glues and adhesives, thickener solutions, concrete additives, filler suspensions, pigment slurries.

As a preservative for the leather industry. For the preservation of textile auxiliaries. For the preservation of whole citrus fruit. As an active ingredient for disinfectants.

For the manufacture of plastics additives such as heat stabilisers.

Chemical and physical data

Preventol[®] O extra

Active ingredient:	approx. 99 % ortho-phenylphenol, 2-phenylphenol, (OPP)
Product description:	flakes or fused

Specification

The specification parameters can be found in the currently valid product specification.

The product (E 231) fulfills the special purity requirements of the appendix of EU guideline 96/77/EG from 2 December 1996 (definition of specific purity criteria for food additives other than dyes and sweeteners).

Characteristic data*

Density (20 °C):	approx. 1.24 g/cm ³
Bulk density (flakes):	approx. 650 kg/m ³
Vapour pressure(20 °C, calc.): (100 °C):	approx. 0.0007 mbar approx. 1 mbar
Boiling point (1013 mbar):	approx. 287 °C
Flash point:	approx. 138 °C (DIN 51758)
pH (0.01 % in water):	approx. 7
Stability range:	pH 1–14



Preventol[®] O extra / ON extra

*Characteristic data provide further information about the product and are not subject to constant monitoring. They are therefore not binding.

Solubility (20 °C) in:

water	0.5 - 0.6 g/l
ethanol	5900 g/l
isopropanol	3300 g/l
10 % NaOH	500 g/l

Storage

Provided the product is correctly stored and kept in the original sealed package, the shelf life is 2 years. The product may change its colour slightly when exposed to air, but this does not affect its effectiveness.

Preventol[®] ON extra

Active ingredient:	approx. 70 % sodium-2-phenylphenolate (Na-OPP)
Product description:	flakes; the product contains water of crystallisation

Specification

The specification parameters can be found in the currently valid product specification.

The product (E 232) fulfills the special purity requirements of the appendix of EU guideline 96/77/EG from 2 December 1996 (definition of specific purity criteria for food additives other than dyes and sweeteners).

Preventol® O extra / ON extra
Characteristic data*

Bulk density (flakes):	approx. 400 – 450 kg/m ³
pH (2 % in water)	11.1 – 11.8
Stability range:	up to pH 14

*Characteristic data provide further information about the product and are not subject to constant monitoring. They are therefore not binding.

Solubility (20 °C) in:

ethanol	2000 g/l
isopropanol	1500 g/l
water	1200 g/l (at 25 °C)

Storage

Provided the product is correctly stored and kept in the original sealed package, its shelf life is 2 years. The product may discolour (turn slightly red) when exposed to air, light, moisture or heat. This does not impair its effectiveness.

Application

The halogen-free grades Preventol® O extra and ON extra have a particularly broad spectrum of activity covering bacteria, yeasts and mould fungi (see Table I).

Before use, Preventol® O extra must be dissolved in either caustic soda solution, a low alcohol (e.g. glycol) or a water/alcohol mixture. To produce a 30 % stock solution of Preventol® O extra in a caustic soda solution, 1 kg Preventol® O extra is dissolved in a solution based on 1.85 l water and 0.5 kg 50 % caustic soda solution. It is not necessary to predissolve Preventol® ON extra because this, being a sodium salt, naturally dissolves easily in water. In aqueous media with a pH below 9, the solubility of Preventol® O extra may be too low to create the concentrations necessary for reliable preservation. The same is true for Preventol® ON extra which, in solutions with a pH below 9, releases Preventol® Oextra. In such cases, it is recommended that Preventol® CMK or Preventol® CMKNa is used, either alone or in combination with Preventol® O extra or ON extra. Alternatively, Preventol® WB, a combination of active ingredients, can be used. Preventol® O extra and Preventol® ON extra have outstanding thermal stability.



Preventol[®] O extra / ON extra

Nonetheless, the release of active ingredient during the manufacture, for example, of dry glues is unavoidable, since phenolic active ingredients are fairly steam-volatile. The higher the pH of the solution, the lower the release of active ingredient.

Preventol[®] O extra and Preventol[®] ON extra can also be incorporated into solid products such as print thickeners and powdered glues. An even distribution of the active ingredient in the finished product, which is necessary to guarantee a reliable effect, can be achieved by mixing and grinding the product. It is more beneficial, however, to use Preventol[®] ON-S, a finely ground grade of Preventol[®] ON extra, which can be easily mixed with powders.

Applications and guide additions for Preventol[®] O extra and Preventol[®] ON extra are listed in Table II.

Preventol® O extra / ON extra
Spectrum of activity

Minimum inhibitory concentrations (mg/l) of Preventol® O extra in nutrient agar

Table I

Bacteria	
<i>Aeromonas punctata</i>	200
<i>Bacillus mycoides</i>	100 - 300
<i>Bacillus subtilis</i>	100 - 200
<i>Desulfovibrio desulfuricans</i>	50
<i>Enterobacter aerogenes</i>	200
<i>Escherichia coli</i>	200
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	100 - 200
<i>Proteus mirabilis</i>	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1500
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1000
<i>Staphylococcus aureus</i>	200 - 300
Yeasts	
<i>Candida albicans</i>	200
<i>Candida krusei</i>	200
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	100
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	200
<i>Saccharomyces bailii</i>	100
<i>Torula rubra</i>	100
<i>Torula utilis</i>	100 - 200

Preventol® O extra / ON extra

Mould fungi			
Alternaria tenuis	100 - 200	Penicilliumbrevicaule	50 - 100
Aspergillus flavus	100	Penicilliumcitrinum	35
Aspergillus niger	50 - 100	Penicilliumdigitatum	35
Aspergillus terreus	200	Penicillium funiculosum	75
Aspergillus ustus	150	Penicilliumglaucum	50
Aureobasidiumpullulans	35	Penicillium italicum	85
Cephaloascusfragrans	200	Phanerochaetesanguinea	100
Ceratocystispilifera	100	Phialophorafastigiata	200
Chaetomiumglobosum	50 - 100	Coriolus versicolor	65
Cladosporiumherbarum	60	Rhizopus stolonifer	200
Cladosporium sphaerospermum	40	Stereum sanguinolentum	100
Gliocladium virens	200	Trichoderma viride	75
Lentinus tigrinus	100	Trichophyton mentagrophytes	50
Mucor racemosus	200		

Preventol® O extra / ON extra

Fields of application for Preventol® O extra

Table II

Fields of application	Use	Suggested additions*
Disinfectants and cleaning agents	Disinfection	10 - 15 % 0.075 - 0.15 %
Disinfectant concentrates		
Ready-to-use disinfectant concentrates		
Timber	Temporary protection	1 - 3 %
Sawn timber		
Leather	Preservation	0.15 - 0.25 %
Chrome leather		
Glues and adhesives	Preservation	0.10 - 0.20 % 0.10 - 0.20 % 0.10 - 1.0 %
Dextrine and cellulose glues		
Starch glues (liquid)		
Starch glues (dry)		
Paper Filler suspensions, coating compounds	Preservation	0.07 - 0.15 % 0.025 - 0.050 %
Pigment slurries		
Textile Auxiliaries	For the preservation in theready-to-use dilution	1.0 - 2.0 %
Print thickeners (dry)		
Citrus fruits	Whole fruit preservation	0.15 - 1.3 % in the dipping bath
Various	Preservation	0.20 - 0.30 % 0.1 - 0.3 %
Polishes, wax emulsions		
Concrete additives		
Special reprints are available on request		

* Where not indicated otherwise, the additions refer to the total weight. Recommended Preventol® ON extra concentrations are



Preventol[®] O extra / ON extra

1.6 times the Preventol[®] O extra concentration. Please note that the level of the addition depends on a large number of factors such as the germ content of the material, the formulation and production and storage conditions. The ideal concentration should be determined by on-site tests.



Preventol[®] O extra / ON extra

Registration / Approval / Recommendation

The products (E 231 and E 232) meet the purity requirements for food additives prescribed by EC Directives. They have been awarded the special purity mark named in the Federal German Regulation on Food Additives of July 10, 1984 (Appendix 2, List 2). Their content of arsenic, lead, copper and zinc do not exceed the maximum levels listed in Appendix 1 (general purity requirements).

11th Federal German Regulation on Cosmetics of 1988, Appendix VI, Part 1: Preventol[®] O extra and its salts are included in the list of approved preservatives. The maximum addition is 0.2 %, calculated as phenol-derivate.

BgVV* Recommendation List XIV: o-phenylphenol and its sodium and potassium salts are listed as preservatives for plastics dispersions.

BgVV* Recommendation List XXXVI: o-phenylphenol and its sodium and potassium salts are listed as preservatives for auxiliaries for the manufacture of paper and cardboard for foodstuff packaging.

* German Federal Institute for Consumer Health and Veterinary Medicine, previously BGA

In the United States, 2-phenylphenol and/or its sodium salt is registered by the EPA and approved for use as a preservative or for other purposes by the Food and Drug Administration (FDA), including in the sections:

175.105 adhesives

175.300 coatings

176.170 paper and cardboard in contact with aqueous and fatty foods (only ON extra)

176.180 with dry food (only ON extra)

176.210 antifoaming agent for the manufacture of paper and cardboard 177.2600 products based on rubber

178.1010 disinfectant solutions

178.3120 glues based on animal products.

Preventol[®] O extra

EPA Registration 39967-3 (manufacturing-use) EPA Registration 39967-11 (end-use)



Preventol[®] O extra / ON extra

Preventol[®] ON extra

EPA Registration 39967-24 (end-use)

Up-to-date information on the registration status of our products can be obtained from:

LANXESS Deutschland GmbH Business Unit Material ProtectionRegulatory Affairs

51369 Leverkusen / GermanyFax: (+49 214) 30-7 23 39



Preventol[®] O extra / ON extra

Precautions

Preventol[®] O extra and ON extra are solid products which must be prevented from coming into contact with the skin. Care should be taken to prevent the dust being inhaled. The precautions generally recommended for handling chemicals should be observed, e.g. wearing of protective gloves, safety goggles and suitable protective clothing. If the product comes into contact with the skin, the affected area should be washed immediately with large amounts of soap and plenty of water; splashes in the eyes should be rinsed out immediately with plenty of water. If irritation persists, medical attention should be obtained. Contaminated clothing should be changed at once.

The current safety data sheet should be observed. This contains further information on labelling, transport and storage as well as information on handling, product safety, toxicity and ecology.

Use biocides safely. Always read the label and product information before use.

Labelling

This product information must be used in conjunction with section 15 of the currently valid safety data sheet for the product which indicates labelling according to the German Hazardous Substances Regulation and the corresponding EU Directive.



Preventol[®] O extra / ON extra

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to verify the information currently provided - especially that contained in our safety data and technical information sheets - and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold and our advisory service is given in accordance with the current version of our General Conditions of Sale and Delivery.

LANXESS Deutschland
GmbH Business Unit
Material Protection
51369
Leverkusen/Germany
www.protectedbypreventol.com

Edition: 2007-03-12

Ficha de datos de seguridad

Fecha de edición: 13 de mayo de 2011 Página 01 de 04

1. Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa PREVENTOL ON EXTRA SOLUCIÓN

Bayer AG, SP-KT QUS Produktsicherheit D-51368 Leverkusen, teléfono: (0214) 3071681

En caso de urgencia: (0214) 3099300 (Werkfeuerwehr Bayer Leverkusen)

*2. Composición/información sobre los componentes preparación que contiene:

Óxido de sodio y de bifenil-2-ilo

% en peso 20

Nº CAS: 13707-65-8 Nº índice: --

Símbolo del peligro: C Nº EINECS: 205-055-6 Frases R: 22-34

Hidróxido de sodio

% en peso 10

Nº CAS: 1310-58-3 Nº índice: 019-002-00-8

Símbolo del peligro: C Nº EINECS: 215-185-5 Frases R: 22-35

3. Identificación de los peligros Provoca quemaduras.

4. Primeros auxilios

INSTRUCCIONES GENERALES: Despojarse inmediatamente de la ropa contaminada /impregnada (incluida ropa interior y zapatos). Observar las medidas de protección personal.

DESPUÉS DE CONTACTO CON LA PIEL: En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua y jabón, a ser posible, también con polietileno glicol 300 y etanol (2:1). En caso de reacción cutánea, consúltese a un médico.

DESPUÉS DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar los ojos con agua durante un tiempo suficiente y manteniendo los párpados abiertos. A continuación acudir de inmediato a la consulta de un médico (oculista).

DESPUÉS DE LA INHALACIÓN: En caso de inhalación de niebla / aerosol, hay que sacar a la persona afectada al aire libre. En caso de disnea, administrar oxígeno. Consultar en cualquier caso al médico.

DESPUÉS DE LA INGESTIÓN: Enjuagar la boca con agua abundante. NO provocar el vómito, pedir la asistencia médica.

INSTRUCCIONES PARA EL MÉDICO:

Acciones terapéuticas: Primeros auxilios, descontaminación, tratamiento sintomático.

Ficha de datos de seguridad

Fecha de edición: 13 de mayo de 2011 Página 02 de 04 PREVENTOL ON EXTRA SOLUCIÓN

5. Medidas de lucha contra incendios

Agente extintor: Todos los productos extintores son apropiados.

En caso de lucha contra incendios es necesario llevar una protección respiratoria con alimentación de aire independiente.

6. Medidas que deban tomarse en caso de vertido accidental

Recoger con material absorbente, p.ej. arena. Recoja mecánicamente y envase en recipientes etiquetados provistos de cierre.

Durante todos los trabajos usar el debido equipo personal de protección.

*7. Manipulación y almacenamiento

Almacenarlo en el envase original herméticamente cerrado.

Durante la aplicación hay que procurar una buena aspiración en el puesto de trabajo. Dirigir el aire residual industrial a la atmósfera sólo a través de separadores o lavadores idóneos.

No son necesarias medidas especiales de protección contra al fuego o explosión.

Clase de almacenaje según VCI: 8BL Tiempo de almacenaje: 24 meses.

8. Control de exposición/protección individual

Protección respiratoria: filtro mixto, p.e., s. DIN 3181, ABEK, si se forman vapores de producto.

Protección de los ojos: gafas herméticas

Protección de las manos: p.e. con guantes de goma o de PVC Otras medidas de protección: ropa protectora

Evitar la inhalación de aerosoles y vapores. Evítese el contacto con los ojos y la piel. Mantener alejado de alimentos y bebidas.

No comer, beber ni fumar durante el trabajo. Guardar la ropa de trabajo separada.

Antes de las pausas y una vez concluidos los trabajos, lávense las manos y úsense una buena crema cutánea.

*9. Propiedades físicas y químicas método de ensayo Estado físico: líquido

Color: pardo

Olor: ligeramente fenólico Punto de solidificación: inferior a $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ Pto. de ebullición inicial: aprox. $107\text{ }^{\circ}\text{C}$

Densidad: aprox. $1,13\text{ g/cm}^3$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Presión de vapor: aprox. 96 mbar a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Viscosidad: aprox. $22\text{ mPa}\cdot\text{s}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Solubilidad en agua: miscible

pH: aprox. $13,5$ a 33 g/l de agua

Punto de inflamación: no inferior a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ DIN 51758

(no inflamable, porque es una solución acuosa)

Ficha de datos de seguridad

Fecha de edición: 13 de mayo de 2011 Página 03 de 04 PREVENTOL ON EXTRA SOLUCIÓN

10. Estabilidad y reactividad

Descomposición térmica: Si se almacena y manipula adecuadamente no se produce descomposición térmica.

Productos de descomposición peligrosos: Ningún producto de descomposición peligroso si se almacena y maneja correctamente. En caso de incendio o descomposición térmica, formación de monóxido de carbono, dióxido de carbono y otros gases tóxicos.

Reacciones peligrosas: Ninguna reacción peligrosa, si se utiliza adecuadamente.

11. Informaciones toxicológicas Toxicidad aguda:

LD₅₀ oral, rata (macho): aprox. 2573 mg/kg LD₅₀ oral, rata (hembra): aprox. 2118 mg/kg

DL₅₀ cutánea, rata: superior a 2000 mg/kg Con una dosis de 2000 mg/kg no se produjeron casos de muerte.

Irritación de la piel/conejo (exposición 24 horas): corrosivo Irritación de los ojos/conejo: corrosivo

12. Informaciones ecológicas

Para evaluar el riesgo, datos relativos a o-fenilfenol, sal sódica:

Eliminación del agua:

degradación	!	valoración	!	método de ensayo	!	método de
!	!	!	!	análisis	!	!

-----!

por encima de!	fácilmente	!	test en frasco	!	determinación	
80 %	!	degradable	!	cerrado	!	BSB (DBO)

-----!

100 %	!	fácilmente	!	OECD-Screening-Test	!	determinación
!	!	degradable	!	(modificado)	!	de la DOC

Toxicidad aguda para los peces:

CL₀ para *Leuciscus idus*: 20 mg/l. Duración del ensayo: 96 h CL₀ para *Brachydanio rerio*: 11 mg/l. Duración del ensayo: 96 h

CL₅₀ para *Brachydanio rerio*: 16 mg/l. Duración del ensayo: 96 h

Toxicidad aguda para las especies *Daphnia*:

CE₀ *Daphnia magna*: 3,0 mg/l. Duración del ensayo: 48 h EC₅₀ *Daphnia magna*: 7,0 mg/l. Duración del ensayo: 48 h

Toxicidad aguda para bacterias:

Test de inhibición de la respiración de oxígeno en las bacterias de los lodos activados, CE₅₀ 157 mg/l (OECD 209 = ISO 8192)

CE₀ para *Pseudomonas fluorescens*: 1000 mg/l

Clase de contaminación (WGK): 2 – contamina el agua WGK = Clasificación según la Ley alemana de aguas (según anexo 4 VwVwS = Directiva sobre sustancias peligrosas para el agua)

Ficha de datos de seguridad

Fecha de edición: 13 de mayo de 2011 Página 04 de 04 PREVENTOL ON EXTRA SOLUCIÓN

13. Consideraciones relativas a la eliminación

Comprobar la reutilizabilidad. Empaquetar los residuos de productos y cerrar los recipientes vacíos sucios, marcarlos y conducirlos a una instalación adecuada de incineración de residuos contemplando la normativa legal correspondiente. Tratándose de grandes cantidades, hablar con el proveedor. Al traspasar los envases vacíos sin limpiar, debe avisarse al usuario de los posibles peligros debido a restos del producto.

*14. Informaciones relativas al transporte

GGVSee/Código IMDG: 8 N° UN: 1760 EmS: 8 15PG: III MPO: NO

GGVSE: Clase 8 PG: III RID/ADR: Clase 8 PG: III

Placa de aviso: Peligro n° 80 Producto n° 1760

ADNR: Clase 8 PG: III Cat. — ICAO/IATA-DGR: 8 1760 III

Reglamentación relativa a los productos acondicionados en pequeñas cantidades según el capítulo 3.4 RID/ADR

Declaración envío por tierra: Corrosive liquid, n.o.s

(CONTAINS SODIUM-O-PHENYL-PHENOLATE)

Declaración envío por mar: Corrosive liquid, n.o.s

(CONTAINS SODIUM-O-PHENYL-PHENOLATE)

Declaración envío por aire: Corrosive liquid, n.o.s

(CONTAINS SODIUM-O-PHENYL-PHENOLATE)

Otras indicaciones:

Débilmente corrosivo. Mantener separado de los productos alimenticios.

Informaciones reglamentarias

Etiquetado según las directivas de la CEE:

Símbolo: C, designación del peligro: corrosivo Contiene: sal sódica del 2-fenilfenol

34: Provoca quemaduras.

26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

S 28: En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua y jabón.

S 36/37/39: Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S 45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta).

No está sujeto al Decreto alemán sobre líquidos inflamables (Vbf).

Véase también el folleto de la "Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie" (Mutualidad Laboral Química) M 004 "Reizende Stoffe – Ätzende Stoffe" (Substancias irritantes – Sustancias corrosivas) y M 053 "Allgemeine Arbeitsschutzmaßnahmen für den Umgang mit Gefahrstoffen" (Medidas generales de seguridad laboral relativas a la manipulación de sustancias peligrosas).

16. Otras informaciones

Las indicaciones se basan en las informaciones y experiencias actuales. La Hoja de Datos de Seguridad describe los productos según las normas de seguridad. Sus informaciones no significan garantía de propiedades.



INFORME EVALUACION PRUEBAS PREVENTOL ON EXTRA

TEMA:

PRUEBAS DE PRESERVANTE PARA MADERA “PREVENTOL ON EXTRA”

Objetivo:

Realizar pruebas para evaluar el preservante Preventol On Extra con dosificación al 2% para control de hongos en muestras de kits de madera.

Materiales:

Preservante de madera Preventol On Extra (0,64) kg. (Escamas u hojuelas).

Muestra de kits de madera para pallets.

Agua

Metodología:

Se dosificó el preservante (0,64 kg.), en 32 lt. de agua al 2%.

Al obtener la mezcla homogénea se realizó la inmersión de los kits, se prepararon tres repeticiones de muestras y se enviaron a tres zonas:

Hda. María José - Dole (Babahoyo)

Nokcha (Durán)

Acosa - Lasso.

Dosis y tratamientos:



4. Se evaluó el control de hongos en la madera a los dos meses de preservada.

Resultados:

El control en los kits de madera de las muestras en Lasso, no evidencia mayor incidencia de hongos en los 3 tratamientos.



INFORME EVALUACION PRUEBAS PREVENTOL ON EXTRA

En María José, es más evidente la diferencia entre los tres tratamientos: T0 (Absoluto), tiene un alto brote fungal, contaminada toda la superficie de la madera. T2 (NF), presenta baja incidencia de brote de hongos, no muestra mayor severidad de ataque. T1 (Preventol), presenta buen control, no existe presencia de hongos, mostrándose la madera limpia en la superficie y los costados.



INFORME EVALUACION PRUEBAS PREVENTOL ON EXTRA



Las muestras en Nokcha se presentaron los siguientes resultados, T0 está contaminado, se puede evidenciar que la madera tiene menor humedad a diferencia de las muestras de María José. T1 y T2 presentaron buen control sobre los kits, casi no se puede ver ataque de hongos.





INFORME EVALUACION PRUEBAS PREVENTOL ON EXTRA

Conclusiones:

El preservante Preventol On Extra presenta control en la madera en las tres zonas donde se evaluaron las muestras a los 54 días de preservadas, no se evidencia brotes fungales.

El testigo comercial NF, presenta control en Lasso y Nokcha, y se evidencia el 25 a 30% de brote de hongos sobre la superficie de la madera en las muestras de María José.

El testigo absoluto presenta contaminación en las tres zonas, siendo más agresivo en María José, esto se puede atribuir a las condiciones más adversas que se dan en esta zona, tiene mayor humedad permitiendo el desarrollo de hongos fácilmente, en Nokcha las condiciones son distintas siendo el ambiente más seco.

Es importante considerar que la dosis utilizada (2%), funciona en esta época del año (meses de Agosto-Septiembre en los que se realizaron y evaluaron las muestras) que se la puede denominar verano, para las pruebas posteriores se debe tomar en cuenta que los meses son próximos al invierno y es muy posible que se deba aumentar la dosis, o probar si la dosis utilizada funciona para estas condiciones también.



María Gallardo V.

Jefe de Investigación y Desarrollo

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A.



esPOCH

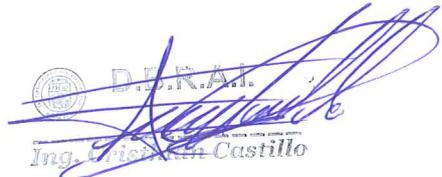
Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13 / 12 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Tayna Lizbeth Uquillas Guerrero
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: INGENIERÍA FORESTAL
Título a optar: INGENIERA FORESTAL
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Fernando Castillo



2347-DBRA-UTP-2022