



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

**“ESTUDIO DEL POTENCIAL DEGRADATIVO DE HONGOS
LIGNOCELULOLÍTICOS SOBRE CORTEZA DE PINO Y SU
EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE BOCASHI”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: LUIS MIGUEL MIRANDA CORONEL

DIRECTOR: Ing. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO Ph.D

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Luis Miguel Miranda Coronel

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, Luis Miguel Miranda Coronel, declaro que el presente trabajo de titulación 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 autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de enero del 2021



Luis Miguel Miranda Coronel

060483315-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**ESTUDIO DEL POTENCIAL DEGRADATIVO DE HONGOS LIGNOCELULOLÍTICOS SOBRE CORTEZA DE PINO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE BOCASHI**”, realizado por la señor: **LUIS MIGUEL MIRANDA CORONEL**”, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Hugo Rodríguez Guerra M.Sc PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firma digitalizada por JUAN HUGO RODRIGUEZ GUERRA FIRMA: 2021.03.31 10:30:52 C03W	2021-marzo-31
Ing. Pablo Álvarez Romero Ph.D DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION	 Firma digitalizada por PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO FIRMA: 2021.03.31 513045-2E3D	2021-marzo-31
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M.Sc MIEMBRO DE TRIBUNAL	 Firma digitalizada por CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA	2021-marzo-31

DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial en especial a mi Señor de Cobshe Jesús de Nazareth por guiarme y bendecirme por el camino del bien por saber escuchar mis oraciones en mis momentos malos y buenos. Con mucho amor y respeto, A Edison Miranda Silva y Fanny Coronel Hernández, quienes han sido los mejores padres y un ejemplo a seguir, me han enseñado los valores de la superación y la humildad a ellos que son mi horizonte. A mi hermano Cristian por ser mi segundo padre por sus consejos quien me ha enseñado que todo sacrificio algún día tiene su recompensa. A mi pareja Erika Romero quien es la persona incondicional durante toda esta formación como profesional, por su amor y cariño. A mis Hermanos Pilar, Eugenia, Lorena, Brayan, Katherine y Diego ellos significan amor, cariño y unión, por sus consejos y estar en los momentos difíciles y no dejarme solo, los amo y les respeto.

Luis

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme y llevarme por el camino del bien y sobre todo por bendecirme en toda mi vida estudiantil para cumplir mis metas y objetivos. A mi querida Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, principalmente a la Escuela de Ingeniería Forestal por mi formación estudiantil.

Al Doctor Pablo Álvarez como director de mi trabajo de titulación por compartir su conocimiento y sobre todo por la paciencia y las ganas de ayudarme a formar profesionalmente y al Ingeniero Carlos Carpio como miembro del trabajo de titulación por confiar en las ganas de superarme, por el aprendizaje brindado durante toda mi carrera como Ingeniero Forestal.

Un agradecimiento sincero a los Ingenieros Álvaro Rivera y Anita Cunachi por brindarme su amistad y su ayuda durante el desarrollo de este proyecto investigativo.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi padre Edison Miranda por su colaboración durante la fase de campo de este Proyecto mil gracias por el sacrificio y ayuda.

Luis

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
SUMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	4
HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO I	5
1.1 Corteza de pino.....	5
1.2 La lignina y la celulosa	5
1.3 Degradación de la lignina y la celulosa	6
1.1.1 <i>Hongos lignocelulolíticos</i>	6
1.1.2 <i>Enzimas producidas por hongos lignocelulolíticos.</i>	6
1.1.3 <i>Pleurotus spp.</i>	7
1.1.4 <i>Ganoderma spp.</i>	7
1.4 Bocashi	8
1.1.5 <i>Proceso de elaboración</i>	9
1.1.6 <i>Materiales a Utilizar</i>	9
CAPÍTULO II	10
1.1 Materiales y métodos	10
2.1.1. <i>Caracterización del lugar</i>	10
<i>Ubicación Geográfica</i>	10
2.1.2. <i>Características climáticas</i>	10
1.2 Materiales y metodología.....	10
1.2.1 <i>Obtención de corteza de pino</i>	10

2.2.3	Reactivación de los hongos	11
2.2.3.1	<i>Crecimiento micelial en PDA y Agar malta modificado de Pleurotus sp. y Ganoderma sp.</i>	11
2.2.3.2	<i>Crecimiento micelial en medio Agar corteza de pino de Pleurotus sp. y Ganoderma sp. a diferentes concentraciones.</i>	11
2.2.4	Determinación cualitativa de enzimas lignocelulíticas usando medios diferenciales.	12
2.2.5	Modificaciones en volumen y peso determinado mediante experimento de pudrición acelerada.	12
2.2.6	Elaboración de diferentes inóculos basados en Pleurotus sp, Ganoderma sp. en la elaboración de bocashi.	13
2.2.6.1	<i>Elaboración del inóculo de Pleurotus sp, Ganoderma sp. y levadura a utilizar</i>	13
2.2.6.2	<i>Elaboración de bocashi</i>	13
2.2.6.3	<i>Toma de temperatura</i>	14
2.2.6.4	<i>Análisis del suelo</i>	14
2.2.7	Efecto de las diferentes formulaciones de bocashi en la germinación de especies agrícolas y forestales.	14
2.2.8	Análisis de datos.	14

CAPÍTULO III

3.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	15
3.1	Resultados de los parámetros de evaluación	15
3.1.1	Degradación de la lignina y celulosa de la corteza de pino por Ganoderma sp. y Pleurotus sp.	15
3.1.1.1	<i>Crecimiento micelial en medio PDA y Agar malta modificado</i>	15
3.1.1.2	<i>Crecimiento micelial en medio agar corteza de pino en diferentes concentraciones de corteza de pino</i>	19
3.1.1.2	<i>Determinación cualitativa de enzimas ligninasas usando medio diferencial Agar guayacol</i>	26

3.1.1.3	<i>Determinación cualitativa de enzimas celulasas usando medio Agar carboximetilcelulosa.</i>	28
3.1.1.4	<i>Modificaciones del volumen Pleurotus sp, Ganoderma sp. y el Testigo determinado mediante experimento de pudrición acelerada a los 30 días.</i>	30
3.1.1.5	<i>Modificación del peso Pleurotus sp, Ganoderma sp. y el Testigo determinado mediante experimento de pudrición acelerada a los 30 días.</i>	31
3.1.2	Efecto de los hongos lignocelulolíticos en la producción de bocashi.	32
3.1.2.1	<i>Análisis Químico de las muestras de bocashi con diferentes inóculos basados en Pleurotus sp, Ganoderma sp. y Levadura</i>	32
3.1.2.2	<i>Efecto del inóculo de Pleurotus sp, Ganoderma sp. en el bocashi durante la germinación de Alnus acuminata. y Raphanus sativus.</i>	39
3.2	Discusión	42
	CONCLUSIONES	44
	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del Hongo <i>Pleurotus</i> spp.....	7
Tabla 2-1: Clasificación taxonómica del Hongo <i>Ganoderma</i> spp.....	8
Tabla 3-1: Preparación de 10 quintales de Bocashi se necesitan, los siguientes materiales.....	9
Tabla 1-3: Medidas de tendencia central y dispersión del crecimiento micelial <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio PDA y Agar malta modificado.....	19
Tabla 2-3: Medidas de tendencia central y dispersión del crecimiento micelial <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio Agar corteza de pino.....	24
Tabla 3-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del crecimiento del halo de inhibición de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio diferencial Agar guayacol.....	30
Tabla 4-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del halo de degradación de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp en medio diferencial Agar caboxilmetilcelulosa.....	32
Tabla 5-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del cambio de volumen de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganodermasp</i>	34
Tabla 6-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del cambio de peso de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp.....	35
Tabla 7-3: Medidas de tendencia central y dispersión del pH en bocashi.....	36
Tabla 8-3: Medidas de tendencia central y dispersión del contenido de fósforo (P) en los tratamientos de bocashi.....	37
Tabla 9-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido de Nitrógeno (N) de los tratamientos de bocashi.....	38

Tabla 10-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido de Potasio (K) en los tratamientos de bocashi.....	39
Tabla 11-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido del contenido de Calcio (Ca) en los tratamientos de bocashi.....	40
Tabla 12-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido de Magnesio (Mg) en los tratamientos de bocashi.....	41
Tabla 13-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del porcentaje de Carbono Orgánico (CO) en los tratamientos de bocashi.....	42
Tabla 14-3. Medidas de tendencia central y de dispersión del del porcentaje de germinación de <i>Alnus acuminata</i> . y <i>Raphanus sativus</i> con distintos inóculos de bocashi.....	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Crecimiento diametral (mm) de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio PDA y Agar malta modificado en diferentes tiempos evaluados.....	17
Gráfico 2-3: Crecimiento diametral del micelio (mm) de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio Agar corteza de pino a diferentes concentraciones.....	21
Gráfico 3-3: Halo de inhibición (mm) de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en la producción cualitativa de ligninasas en medio diferencia Agar guayacol.....	29
Gráfico 4-3: Halo de inhibición (mm) de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en la producción cualitativa de celulasas en medio diferencial Agar caboxilmetilcelulosa.....	31
Gráfico 5-3: Cambio de volumen en cuerpos de prueba mediante el experimento de pudrición acelerada.....	33
Gráfico 6-3: Modificaciones del cambio de peso en cuerpos de prueba mediante el experimento de pudrición acelerada.....	34
Gráfico 7-3: pH de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.....	35
Gráfico 8-3: Contenido de fósforo de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.....	36
Gráfico 9-3: Contenido de Nitrógeno de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.	37
Gráfico 10-3: Contenido de Potasio de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.....	38

Gráfico 11-3: Contenido de Calcio de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.....	39
Gráfico 12-3: Contenido de Magnesio de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.....	40
Gráfico 13-3: Contenido de Carbono Orgánico de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.....	41
Gráfico 14-3: Porcentaje de germinación de <i>Alnus acuminata</i> . y <i>Raphanus sativus</i> en bocashi con inóculo de <i>Pleurotus</i> sp, <i>Ganoderma</i> sp.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3: Crecimiento micelial de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio PDA.....	20
Figura 2-3: Crecimiento micelial de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. Agar malta.....	20
Figura 3-3: Crecimiento micelial de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio Agar corteza de pino.....	26
Figura 4-3: Halo de inhibición de <i>Pleurotus</i> spp. y <i>Ganoderma</i> spp. en medio diferencial Agar guayacol.....	30
Figura 5-3: Halo de inhibición de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio diferencial agar caboxilmetilcelulosa a las 0 h.....	32
Figura 6-3: Halo de inhibición de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Ganoderma</i> sp. en medio diferencial Agar caboxilmetilcelulosa después de la revelación a las 24 h.....	33
Figura 7-3: Germinación de <i>Alnus acuminata</i> y <i>Raphanus sativus</i> en bocashi con inóculo de <i>Pleurotus</i> sp.....	43
Figura 8-3: Germinación de <i>Alnus acuminata</i> y <i>Raphanus sativus</i> en bocashi con inóculo de <i>Ganoderma</i> spp.....	44
Figura 9-3: Germinación de <i>Alnus acuminata</i> y <i>Raphanus sativus</i> en inóculo de Levadura.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE LABORATORIO

ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE SIEMBRA

ANEXO D: ELABORACION DE AGAR MALTA MODICADO.

ANEXO E: ELABORACION DE AGAR CORTEZA DE PINO.

ANEXO F: ELEMENTOS Y CANTIDADES USADAS PARA LA ELABORACIÓN DE
AGAR GUAYACOL MODIFICADO

ANEXO G: ELEMENTOS Y CANTIDADES USADAS PARA LA ELABORACIÓN DE
AGAR CARBOXILMETILCELULOSA MODIFICADO

ANEXO H: PROTOCOLO CON ELEMENTOS Y CANTIDADES USADAS EN LA
ELABORACIÓN DE BOCASHI.

ANEXO I: GRAFICO DE LA TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS DE BOCASHI
CON INÓCULOS DE *Pleurotus* sp., *Ganoderma* sp. Y LEVADURA.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar el potencial degradativo de hongos lignocelulolíticos sobre corteza de pino y su efecto en la producción de bocashi. Para el desarrollo del trabajo investigativo se obtuvieron cepas comerciales de los hongos *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. asociados a descomposición de madera según la literatura. La corteza de *Pinus radiata* se obtuvo de un aserradero comercial. Para la estandarización de los medios de soporte y crecimiento de los hongos se evaluaron dos medios de cultivo. Papa Dextrosa Agar (PDA) y Agar malta modificado. Para determinar la adaptabilidad y crecimiento de los hongos en la corteza de pino, se utilizó agar enmendado con distintas concentraciones (0, 5, 10, 15, 20 y 25 g/L) de corteza de pino pulverizada. Se realizó un experimento de pudrición acelerada, para determinar el potencial de descomposición usando cuerpos de prueba de corteza de pino inoculados con los diferentes hongos en estudio determinando el cambio de peso y volumen después de 30 días después de la inoculación. Para la cuantificación enzimática (ligninasas y celulasas) se utilizaron medios de cultivo diferenciales para cuantificación cualitativa. Finalmente, para analizar el efecto de *Pleurotus* spp. y *Ganoderma* spp. como inóculos en la elaboración de bocashi utilizando como uno de los materiales corteza de pino, se siguió una receta estándar en la elaboración de bocashi. El medio agar malta modificado fue el mejor medio de soporte y crecimiento *in vitro* para los hongos evaluados, y el hongo que mejor desarrollo presentó en los medios de soporte y crecimiento fue *Ganoderma* sp. sin embargo, *Pleurotus* sp. creció mejor en cualquier concentración de agar corteza de pino que, produjo más cantidad de enzimas lignocelulolíticas, modificó de manera significativa el volumen y peso de los cuerpos de prueba, influyó importantemente las propiedades químicas del bocashi y no afectó la germinación de las especies vegetales evaluadas.

Palabras clave: < HONGO REISHI (*Ganoderma* sp)>, <CORTEZA DE PINO>, <PUDRICION>, <LIGNINASAS>, <CELULASAS>, < HONGO OSTRA (*Pleurotus* sp)>.



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



06-05-2021

1101-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

This research aimed to study the degradative potential of lignocellulolytic fungi on pine bark and its effect on the production of bocashi. Commercial strains of the fungi *Pleurotus sp.* and *Ganoderma sp.* were obtained for the development of the research work. These ones were associated with wood decomposition according to literature. *Pinus radiata* bark was obtained from a commercial sawmill. Two culture media were evaluated for the standardization of the support and growth media of the fungi: Potato Dextrose Agar (PDA) and Modified Malt Agar. Amended Agar with different concentrations (0, 5, 10, 15, 20 and 25 g / L) of bark of pulverized pine was used in order to determine the adaptability and growth of the fungi in the pine bark. An accelerated rotting experiment was carried out in order to determine the decomposition potential using pine bark test bodies inoculated with the different fungi under study, determining the change in weight and volume after 30 days after inoculation. Differential culture media were used for qualitative quantification for enzyme quantification (ligninases and cellulases). Finally, a standard recipe was followed in the elaboration of bocashi to analyze the effect of *Pleurotus spp.* and *Ganoderma spp.* as inoculums in the elaboration of bocashi using as one of the materials pine bark. The modified malt agar medium was the best in vitro growth and support medium for the evaluated fungi, and the *Ganoderma sp.* was the fungi that presented the best development in the growth and support media. However, *Pleurotus sp.* grew better at any concentration of pine bark agar, which produced a greater quantity of lignocellulolytic enzymes, significantly modified the volume and weight of the test bodies, significantly influenced the chemical properties of the bocashi and did not affect the germination of the evaluated plant species.

Key words: <REISHI FUNGUS (*Ganoderma sp.*)>, <PINE BARK>, <ROT>, <LIGNINASES>, <CELLULAS>, <OSTRA FUNGUS (*Pleurotus sp.*)>

Riobamba, May 10, 2021

Translated by:

 Firmado digitalmente
por DENNYS VLADIMIR
TENELANDA LOPEZ
Fecha: 2021.05.10
09:52:15 -05'00'

Mgs. Denny Tenelanda López

PROFESSOR OF EFL

INTRODUCCIÓN

La lignina es un compuesto químico complejo de la madera, cuya degradación en la naturaleza se realiza por medio de microorganismos lignocelulíticos. Los hongos de la pudrición blanca, grupo al que pertenece *Ganoderma* spp y *Pleurotus* spp, son una clase de estos microorganismos, los cuales han sido estudiados por sus propiedades medicinales, alimenticias y su capacidad para degradar la lignina y celulosa de los lodos residuales que se generan en la producción de papel (Montoya y Muñoz, 2014). Por otro lado, estos hongos también pueden causar pérdidas económicas en la industria maderera, ya que alteran las propiedades físicas y químicas de este material.

La hidrólisis enzimática de la celulosa requiere celulasas obtenidas de bacterias y hongos. Las condiciones de operación son menos críticas que en los procesos ácidos, temperaturas cercanas a la ambiente y pH entre 4 y 6, no hay problemas de corrosión, los impactos ambientales son menores y la reacción es más selectiva. La principal desventaja es el alto costo de la enzima, como consecuencia del proceso de obtención y purificación, y la necesidad de un pre-tratamiento biológico o químico para degradar la lignina presente en las paredes de los residuos vegetales, que al asociarse con la celulosa constituye una barrera física para la acción de las celulasas (Quevedo, 2011).

La tasa de descomposición de la madera depende en parte del contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina del tronco y la actividad enzimática de los hongos determina la rapidez de descomposición. Sin embargo, aún se desconocen específicamente cómo influyen algunos procesos físicos y químicos relacionados a la pudrición de la madera. Los estudios realizados sobre hongos del filo Basidiomycota *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp., sobre su capacidad degradativa de la lignina aún son escasos.

En vista del potencial degradativo de hongos lignocelulolíticos sobre los restos de la industria maderera como lo es la corteza de pino, en el presente estudio se analizaron los procesos enzimáticos de descomposición de los hongos *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp.

A. ANTECEDENTES

Los abonos orgánicos constituyen un elemento decisivo para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Pinos, 2020).

La biodegradación fúngica tiene la gran habilidad de colonizar el rastrojo, degradarlo y utilizar la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa. Estos hongos son considerados descomponedores primarios porque son capaces de utilizar los desechos de las plantas en su forma original sin que hayan sido sujetos previamente a algún proceso de degradación bioquímica o microbiológica. Los residuos sólidos orgánicos, sean de origen vegetal o animal, al ser descompuestos por microorganismos en diferentes condiciones, completan su ciclo natural quedando aptos para la elaboración de abonos orgánicos, así se genera una optimización de procesos de fermentación para la obtención de enzimas lignocelulolíticas y el relevamiento de nuevas especies en la búsqueda de organismos más eficientes para utilizarlos en la industria forestal, del papel y en la biodegradación de diferentes contaminantes ambientales (Pinos, 2020).

B. PROBLEMA

Los hongos son los principales agentes de descomposición en ecosistemas forestales, además son organismos versátiles con una gran habilidad para subsistir en ambientes adversos. Basidiomycetos es uno de los géneros de hongos más importantes en la descomposición de materiales lignocelulolíticos, incluso su capacidad degradativa puede llegar a mineralizar la celulosa y lignina, y de esta forma estar disponible como sustancias simples para su posterior absorción por las plantas.

Las industrias madereras utilizan grandes cantidades de pinos dentro de su gama de materia prima para la manufactura de diversos productos de valor agregado, sin embargo, una vez extraída la madera del tronco del árbol, queda la corteza como residuo, la cuál es desechada muchas veces junto a la basura común o depositada para ser acumulada. Esto implica de una u otra forma un mal manejo de los residuos, que podrían ser mejor aprovechados e incluso revalorizados como componentes para la producción de abonos orgánicos, como lo es el bocashi.

La corteza de los árboles está conformada por un complejo lignocelulítico, el cual tarda mucho tiempo en ser degradado. Los hongos son organismos claves para acelerar este proceso. La falta de investigación sobre el potencial degradativo de hongos lignocelulolíticos sobre corteza de pino y su efecto trae como consecuencia un vacío de conocimiento en la utilización tanto de *Pleurotus*

spp y *Ganoderma* spp, y de los diferentes beneficios que brinda el aprovechamiento de la corteza de pino en el campo forestal.

C. JUSTIFICACION

La utilización de un desperdicio de la explotación forestal como la corteza de *Pinus* spp., es una iniciativa que, con un adecuado tratamiento biológico, puede proveer un sustrato de calidad, aprovechando de esta forma el recurso forestal al máximo y disminuyendo los desechos. Un sustrato de buena calidad es esencial para la producción de plántulas de diferentes cultivos tanto agrícolas como forestales.

La corteza de pino es un importante componente que proporciona el drenaje, y la aireación que necesitan las raíces de las plantas. Sin embargo, el alto contenido de compuestos lignocelulolíticos en la corteza de pino pueden interferir en los procesos de descomposición necesarios para convertir estos desechos en un sustrato idóneo.

El potencial degradativo que tienen hongos basidiomicetes como *Pleurotus* spp. y *Ganoderma* spp. pueden mejorar las condiciones y tiempos de descomposición de la corteza de pino, convirtiéndola en un fertilizante y/o sustrato de buenas condiciones para la producción de las plantas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar el potencial degradativo de hongos lignocelulolíticos sobre corteza de pino y su efecto en la producción de bocashi.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la capacidad de degradación de *Ganoderma* spp de la lignina en corteza de pino.
- Identificar la capacidad de degradación de *Pleurotus* spp. de la lignina en corteza de pino.
- Determinar el efecto de los hongos lignocelulolíticos en la producción de bocashi.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA – H0

Ninguno de los dos hongos lignocelulolíticos tienen potencial degradativo sobre corteza de pino.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA – H1

Al menos uno de los dos hongos lignocelulolíticos tienen potencial degradativo sobre corteza de pino.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Corteza de pino

La corteza de pino tiene propiedades físicas y químicas que sirve de gran ayuda como sustrato para la producción de plantas de diversas especies. El uso de este material beneficia en la reducción de daños ocasionados por organismos patógenos, debido a la baja retención de humedad. La corteza mezclada con otros sustratos minerales o industriales aumenta la disponibilidad de agua y eficiencia de nutrientes sin afectar la raíz o el crecimiento de las plantas (Fregoso-Madueño et al., 2017).

1.2 La lignina y la celulosa

La lignina representa una media del 25% de la biomasa de las plantas terrestres, está directamente asociada con los polisacáridos de la pared celular, como son la celulosa y la hemicelulosa; en el caso de los herbívoros, limita la digestibilidad y por lo tanto los rendimientos energéticos. Esto se debe a la enorme lignificación que limita la capacidad de las enzimas digestivas hidrolíticas a los polisacáridos de la pared celular (Montoya y Muñoz, 2014).

La lignina junto con la celulosa y la hemicelulosa conforma la pared celular de las mismas en una disposición regulada a nivel nano-estructural, dando como resultado redes de lignina-hidratos de carbono. La distribución de los tres componentes en esas redes varía dependiendo del tipo de planta. En el caso de la composición de la madera, los rangos más comúnmente encontrados son: Celulosa: 38-50%; Hemicelulosa: 23-32% y Lignina: 15-25% (Marcelo et al., 2013).

El apareamiento de hongos con enzimas capaces de degradar la lignina de la madera al final del período Carbonífero (hace unos 300 millones de años) contribuyó al fin de la acumulación de carbón propia de este período geológico (Csic, 2019). Los hongos saprófitos o parásitos que intervienen en la degradación de la madera actúan colonizando la parte superficial de la corteza que básicamente está constituida por lignina, celulosa y hemicelulosa, los principales microorganismos colonizadores de este sustrato son hongos pertenecientes a los grupos Basidiomycota y Ascomycota (Galván, 2018).

Los hongos basidiomicetos de la pudrición blanca (HPB) son organismos capaces de degradar lignocelulosa y constituyen los organismos más eficientes para mineralizar la lignina; un biopolímero que cubre la celulosa y hemicelulosa en la madera y otros tejidos vasculares, que

presenta una amplia variedad y tipos de enlaces con una naturaleza recalcitrante altamente resistente a la biodegradación (Calderón-tenorio et al., 2017).

1.3 Degradación de la lignina y la celulosa

1.1.1 Hongos lignocelulolíticos

Los hongos lignocelulolíticos son capaces de degradar todos los componentes de las paredes celulares vegetales (pectina, celulosa, hemicelulosa y lignina) (Levin y Forchiassin, 2006). Estos hongos han perfeccionado un sistema enzimático único que funciona en el ambiente extracelular. El mecanismo del sistema degradador de la lignina está basado en la producción de radicales libres, lo que permite a estas enzimas que sean catalíticamente activas sobre una gran diversidad de sustratos orgánicos, siendo así que la diversidad estructural de los compuestos que son degradados por estos hongos, les confiere un uso potencial en biorremediación, y por ello han sido efectivos en la degradación de varios contaminantes ambientales peligrosos como fenoles clorinados, bifenilos policlorinados, plaguicidas, dioxinas, cloroanilinas, colorantes, alquil halidos y clorolignina. (Quevedo, 2011).

Los hongos lignocelulolíticos son los que pertenecen en mayor cantidad al grupo de los basidiomicetes, más conocidos como los hongos de la pudrición blanca, o white rot fungus, con más de 22 000 especies entre las que se encuentran: *Planerochaete* spp., *Pleurotus* spp., *Ganoderma* spp., *Phellinus* spp., *Eucalyptus* spp., *Daedalea* spp., *Puccinia* spp. (Galván, 2018).

Los vegetales y sus residuos, las agroindustrias y los subproductos que generan constituyen un excelente sustrato para el crecimiento fúngico. Los hongos cumplen un rol muy importante, ya que este tipo de materiales está compuesto principalmente de polímeros que no pueden ser degradados por la mayoría de los otros microorganismos presentes en algunos ecosistemas. Los hongos de la degradación blanca son los degradadores de lignocelulosa más eficientes en el planeta (Galván, 2018). Los hongos degradadores de lignina más conocidos son: *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium* y *Pleurotus*, que tienen la capacidad de secretar enzimas extracelulares que degradan al polímero de lignina, los cuales han despertado gran interés en los últimos años por su potencial biorremediador y de los cuales en su mayoría también muestran actividad celulolítica (Galván, 2018).

1.1.2 Enzimas producidas por hongos lignocelulolíticos.

Las enzimas responsables de los procesos lignocelulolíticos son tres: la lignina peroxidasa (LiP), manganeso peroxidasa (MnP), y lacasa, a las cuales se refieren frecuentemente como enzimas modificadoras de lignina (LMEs) (Galván, 2018).

1.1.3 *Pleurotus* spp.

Pleurotus spp. es un hongo causante de la pudrición blanca, este hongo es un gran productor de enzimas de tipo lacasas. Esta enzima ha sido empleada de forma inmovilizada para remover compuestos xenobióticos de residuos acuosos, la detoxificación de compuestos fenólicos en vinos y en la obtención de hidrolizados de lignocelulosa antes de ser usados para la fermentación alcohólica, encontrándose la participación de esta enzima en la decoloración de melazas y colorantes (Coello Paredes, Jessica Marisol, 2011). Para catalizar estas reacciones poderosas la enzima requiere peróxido de hidrógeno, la cual el hongo produce. Los hongos son además, muy buenos en la acumulación de metales pesados como cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc (Coello Paredes, Jessica Marisol, 2011).

Dentro de los organismos capaces de aprovechar estos materiales encontramos a los hongos de la pudrición blanca que degradan la celulosa y lignina de troncos a través de enzimas que secretan al medio en el que crecen obteniendo así sus nutrientes en este grupo encontramos especies cultivadas a nivel mundial como *Agaricus bisporus* "champiñón", *Lentinula edodes* "shiitake", *Flammulina velutipes* "aguja de oro" o *Pleurotus* spp "hongo ostra", que usan como sustrato para su producción diversos residuos lignocelulósicos (Muñoz et al., 2019).

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del Hongo *Pleurotus* spp.

Reino	Fungi
División	Basidiomycotina
Clase	Homobacidiomicete
Subclase	Hymenomicete
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomataceae
Genero	<i>Pleurotus</i>

Fuente: Sánchez, J. y Royce, D. (2008).

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

1.1.4 *Ganoderma* spp.

Ganoderma hongo promotor de la pudrición blanca que remueven la lignina antes o al mismo tiempo que remueven el componente de celulosa de la madera. Ya que la lignina es marrón o de color oscuro, su degradación deja la madera de un blanco pálido o decolorado aspecto en los últimos estadios del proceso de pudrición. *Ganoderma applanatum*, también es responsable de la pudrición blanca en árboles de hoja caduca (Luley, 2016).

Los hongos del género *Ganoderma* spp. pueden ser anuales o perennes, y se adhieren fuertemente a su sustrato, la madera. Este género de hongos posee tres de las mayores familias de enzimas modificadoras de lignina: lacasas, peroxidasas dependientes de magnesio y peroxidasas de

lignina; por esta razón, el género *Ganoderma* spp. es considerado uno de los principales agentes involucrados en la descomposición de madera de los bosques tropicales, jugando un papel importante en su dinámica (Salazar, 2014).

Ganoderma es un género que crecen en madera, incluye cerca de 80 especies, muchas de origen tropical. Gracias a su extensivo uso en la medicina tradicional asiática y su potencial de bioremediación, es un muy importante género de hongos, económicamente hablando. Son especies lignícolas, saprófitos, parásitos o parásitos facultativos de troncos vivos o muertos. Tienen un carpóforo de consistencia dura, de colores ocre, amarillos, rojizos, y textura opaca o brillante. (Bosque, 2021).

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica del Hongo *Ganoderma* spp.

Reino	Fungi
División	Basidiomycotina
Clase	Agaricomycetes
Subclase	Hymenomicete
Orden	Polyporales
Familia	Ganodermataceae
Genero	<i>Ganoderma</i>

Fuente: BOSQUE, 2021

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

1.4 Bocashi

Es un abono o fertilizante orgánico sólido, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos; que se obtiene a partir de la fermentación de materia orgánica favorablemente mezclados (FAO, 2011). La denominación bocashi es de origen japonés que significa materia orgánica fermentada y consiste en incorporar una serie de materiales, orgánicos e inorgánicos, en determinadas proporciones, y ciertos aditivos que aceleran el proceso de producción (Tsukamoto, 2017).

Los nutrientes que se obtienen de la fermentación de los materiales contienen elementos mayores y menores, los cuales forman un fertilizante completo superior a las fórmulas de fertilizantes químicos (FAO, 2011). Para suministrar los nutrientes necesarios y adecuados al suelo, donde son absorbidos por las raíces de los cultivos para su normal desarrollo. Se debe utilizar la mayor diversidad posible de materiales, para garantizar un mayor equilibrio nutricional del fertilizantes (FAO, 2011).

1.1.5 Proceso de elaboración

Para la elaboración de este tipo de fertilizante, se debe tomar en cuenta el lugar y tipo de terreno donde va a ser empleado, los materiales disponibles en la zona, y los cultivos que serán fertilizados. Es importante usar materiales altos en fibra, para poder así mantener los suelos más sueltos, lo que aporta una mejor infiltración de las aguas y del aire, con este tipo de materiales también buscamos que los abonos sean ricos en carbono y bajos en nitrógeno (FAO, 2011).

1.1.6 Materiales a Utilizar

Tabla 3-1: Preparación de 10 quintales de Bocashi se necesitan, los siguientes materiales.

Material/descripción	Cantidad
Rastrojos verdes: pichones de huerta, malezas (cuidar que no lleven semillas), follaje de leguminosas, desperdicios de frutas y hortalizas.	3 qq.
Rastrojos secos de: maíz, arroz, maicillo, cascarilla de arroz, maleza seca (cuidar que no lleven semillas), aserrín, carbón en partículas pequeñas, etc	4 qq.
Estiércol fresco de ganado	1 qq.
Gallinaza seca	1 qq.
Cal o ceniza	10 lb.
Melaza. (Bagacillo de caña previamente humedecido por un período de 3 - 5 días)	1 galón
Pulimento de arroz ya seco (abono ya fermentado u hojarasca de bosque ya descompuesta)	2 qq.
Levadura de pan (de preferencia en perdigones) o se pueden utilizar 1 ó 2 galones de suero de leche sin cocer.	100 g
Agua	5 a 6 vasijas (25 botellas)

Fuente: FAO,(2011)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Materiales y métodos

2.1.1. *Caracterización del lugar*

Localización

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en espacio implantado en el sector el Batán, localizado en la provincia de Chimborazo cantón Riobamba para las labores en campo.

Ubicación Geográfica

Latitud: 78°38'49.63"

Longitud: 40' 15.53"

Altitud: 3250 msnm

2.1.2. **Características climáticas**

El clima de Riobamba por lo general es frío por estar en el centro del callejón interandino, teniendo como datos los siguientes:

Temperatura promedio anual: 14.0 °C

Precipitación promedio anual: 561 mm

1.2 Materiales y metodología

1.2.1 *Obtención de corteza de pino*

La corteza de pino se obtuvo de los desperdicios en los diferentes procesos de la empresa Haro Maderas ubicada en la parroquia de Calpi cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

1.2.2 Obtención de los hongos *Pleurotus sp.* y *Ganoderma sp.*

Los hongos fueron adquiridos en la empresa “Reino Fungi” en estado activo crecidos, ubicada en el cantón Quito provincia de Pichincha.

1.2.3 Reactivación de los hongos

La reactivación se la realizó en medio papa dextrosa agar (PDA) y medio agar malta modificado.

1.2.3.1 Crecimiento micelial en PDA y Agar malta modificado de *Pleurotus sp.* y *Ganoderma sp.*

Se preparó 1000 mL de medio PDA en donde fueron distribuidos para el crecimiento micelial de *Pleurotus sp.* y *Ganoderma sp.* Se tomó una caja de *Pleurotus sp.* y *Ganoderma sp.* de un tiempo de cultivo de 528 h en el interior de la cámara de flujo marca (BBS, H1300), usando sorbetes esterilizados se tomó un disco de 5 mm de micelio y con la utilización de palillos estériles se transfirieron los discos a cajas petri con medio de cultivo PDA. Adicionalmente, los mismos hongos fueron cultivados en medio Agar malta modificado (ANEXO D). Posteriormente se colocaron las cajas Petri en incubadora a una temperatura de 28 °C en un régimen de oscuridad y se evaluó el crecimiento diametral en dos direcciones mediante la utilización de un calibrador digital marca (TWIN-CAL, IP40) se obtuvieron lecturas a las 24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 192h, 216h y 240h.

1.2.3.2 Crecimiento micelial en medio Agar corteza de pino de *Pleurotus sp.* y *Ganoderma sp.* a diferentes concentraciones.

Para el crecimiento micelial de *Pleurotus sp.* y *Ganoderma sp.* en medio Agar corteza de pino se tomó un disco de micelio de 5 mm de cada uno de los hongos crecido en PDA con sorbetes y se replicó con palillos de madera esterilizados hacia medio Agar corteza de pino en concentraciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 g/L, de corteza de pino, posteriormente se pusieron en la incubadora marca (Memmert, B 30 792 875) a 28°C en un régimen de oscuridad, se valoró el crecimiento diametral a las 72 h, 96 h 120 h, 192 h, 264 h, 288 h, 312 h, 336 h, 360 h, 432 h, 456 h, 480 h, 504 h y a las 528 h con un calibrar digital marca (TWIN-CAL, IP40). Para el detalle de las formulaciones de concentraciones de Agar corteza de pino observar el (ANEXO E).

1.2.4 Determinación cualitativa de enzimas lignocelulíticas usando medios diferenciales.

Para la determinación de la actividad lignocelulítica se utilizaron medios diferenciales. Para determinar la producción de ligninasas se utilizó el medio Agar guayacol (ANEXO F) según descrito por (Castillo Avila, 2010), en donde los hongos crecidos en Agar maltan de 240 h a temperatura de 28°C fueron transferidos al medio Agar guayacol, luego, se evaluó el crecimiento del halo de inhibición en dos direcciones horizontal y vertical con la ayuda de un calibrador digital marca (TWIN-CAL, IP40) en donde sus datos fueron medidos a las 48 h, 120 h, 144 h, 168 h, 192 h, 216 h, 240 h.

Para determinar la producción de celulasas se utilizó medio Agar carboximetilcelulosa (ANEXO G) según descrito por (Castillo Avila, 2010) para lo cual se repicó micelio de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio Agar malta y se incubó a 28°C, posteriormente este nuevo cultivo en medio Agar carboximetilcelulosa y se dejó en incubación por 96 h, la degradación de los halos fueron revelados con rojo congo al 0.1% y NaCl (Cloruro de sodio) 0,1M, el cual consistió en agrega 3 mL de rojo congo, se dejó actuar por 15 min posteriormente se decantó el exceso, luego se agregó 2 mL de NaCl 0.1M por 15 min pasado este tiempo se eliminó nuevamente el exceso, luego de esto se llevaron las cajas a la nevera marca (DUREX) por 24 h. Pasado este tiempo se realizaron las lecturas correspondientes del diámetro de los halos de degradación.

1.2.5 Modificaciones en volumen y peso determinado mediante experimento de pudrición acelerada

Se elaboraron 30 cubos de 1,5 cm x 2 cm en este experimento se utilizaron 15 frascos de vidrio con tierra negra previamente esterilizada donde se distribuyeron 5 frascos para *Pleurotus* sp. se pusieron dos cuerpos de prueba o cubos de corteza de pino en cada frasco. Para *Ganoderma* sp. se utilizó 5 frascos con tierra negra autoclavada al interior se pusieron 2 cuerpos de prueba por cada frasco, posteriormente se cogieron 5 frascos con 2 cuerpos de prueba para el tratamiento Testigo estos se sumergieron en agua estéril. Se generó la suspensión de 200 mL de los dos tipos de hongos adicional el testigo fue básicamente agua esterilizada en distintos vasos de precipitación, esta suspensión se la realizó en base a micelio ya cultivado de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. el mismo que se raspó con una espátula de vidrio generando una suspensión de 200 mL, en esta suspensión se sumergieron los cubos para luego incubarlos a 28 °C.

El volumen y la masa se evaluó de 4 frascos de cada experimento a los 0 días y 30 días mediante la utilización de un calibrador digital marca (TWIN-CAL, IP40) y la balanza digital marca (Rawdag, AS 220.R2) respectivamente, para el análisis de datos se calculó el cambio de su volumen

utilizando la siguiente fórmula: Volumen Final-Volumen Inicial $Vv = VF - VI$ mientras que para el peso final se utilizó la fórmula: peso final-peso inicial $Vp = PF - PI$

1.2.6 Elaboración de diferentes inóculos basados en Pleurotus sp, Ganoderma sp. en la elaboración de bocashi.

1.2.6.1 Elaboración del inóculo de Pleurotus sp, Ganoderma sp. y levadura a utilizar

Se elaboró utilizando el micelio de cada hongo en medio Agar corteza de pino el cultivo tuvo un tiempo de crecimiento de 528 h, se utilizó 14 cajas con micelio en un volumen de agua estéril de 1 L tanto de *Pleurotus* sp. como de *Ganoderma* sp. posteriormente con la ayuda de una espátula drigalski se raspó el micelio para la formación de la suspensión de los hongos descritos. Para la levadura se disolvió 400 g de la misma en 1 L de agua tibia.

1.2.6.2 Elaboración de bocashi

Se determinaron 3 tratamientos, para el tratamiento 1 todas las capas de material seco, se humedeció con 3 L de melaza diluido en 18 L de agua, aquí también se colocó 6,6 lb de urea y 1 L de suspensión de *Ganoderma* sp. Para el tratamiento 2 todas las capas de material seco, se humedeció con 3 L de melaza diluido en 18 L de agua, aquí también se colocó 6,6 lb de urea y 1 L de suspensión de *Pleurotus* sp. Y para el tratamiento 3 todas las capas de material seco, se humedeció con 3 L de melaza diluido en 18 L de agua, aquí también se colocó 6,6 L de urea y 1 L de suspensión de levadura.

El agua se aplicó uniformemente mientras se fue haciendo la mezcla de todos los ingredientes y solamente la necesaria. Se aplicó con una regadera realizada caseramente para su mejor distribución de la humedad el agua no se aplicó nuevamente. Para el riego del bocashi se hizo la prueba del puño para verificar la humedad de la mezcla, la misma que se realizó tomando un puño de la mezcla y apretándolo en donde al realizarlo no fue necesario añadir nuevamente agua ya que se formó un puñado que fácilmente se desmoronó. Se realizó 6 vueltas a todas las mezclas para que cada una de estas quedara uniforme. Una vez que se mezcló, se extendió hasta una altura de 50 cm. Se cubrió todos los tratamientos con plástico, para luego dejarle sin voltear los dos primeros días de la fermentación. Al tercer día se verificó la humedad durante este mismo día se volteó todos los días hasta el décimo día. A partir del décimo día, se volteó pasando un día hasta el día 18 de su finalización. Para el detalle de los materiales utilizados en el bocashi observe en el ANEXO H.

1.2.6.3 Toma de temperatura

A las 0 horas se procedió a tomar la temperatura durante 18 días y fueron evaluadas a las 13h00 utilizando un geotermómetro profesional; la misma que se tomó a los 10 cm de profundidad °C (°C) ANEXO I.

1.2.6.4 Análisis del suelo

Se tomaron 500 g de cada montículo de bocashi como muestra para la realización del análisis en el INIAP Estación Experimental Santa Catalina ubicada en el cantón Mejía provincia de Pichincha que mediante metodología estandarizadas se analizó el pH, fósforo (P), nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), relación (Ca/Mg), relación (Mg/K), relación (Ca+Mg/K) y el porcentaje de carbono orgánico (%CO)

1.2.7 Efecto de las diferentes formulaciones de bocashi en la germinación de especies agrícolas y forestales.

Para la determinación del efecto de las diferentes formulaciones de bocashi se sembró por cada tratamiento 3 terrinas *Alnus acuminata* (aliso) 10 semillas por cada tarrina de 300 mL y *Raphanus sativus* (rábano) 30 semillas en cada tarrina en donde fueron sembradas 3 tarrinas de 300 mL por cada tratamiento con muestras de bocashi. Se evaluó el efecto de los diferentes inóculos sobre la germinación de estas especies. Al final del proceso se evaluó el porcentaje de germinación el cual se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% E = \frac{\text{Número de semillas emergidas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

1.2.8 Análisis de datos.

Los datos obtenidos de los diferentes experimentos están presentados en tablas y gráficos de diagramas de caja y bigote. Todas las variables analizadas están presentadas con sus medidas de tendencia central y medidas de dispersión. Las diferenciaciones de los diferentes tratamientos fueron realizadas mediante la comparación de los intervalos de confianza de los promedios.

CAPÍTULO III

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Resultados de los parámetros de evaluación

3.1.1 Degradación de la lignina y celulosa de la corteza de pino por *Ganoderma* sp. y *Pleurotus* sp.

3.1.1.1 Crecimiento micelial en medio PDA y Agar malta modificado

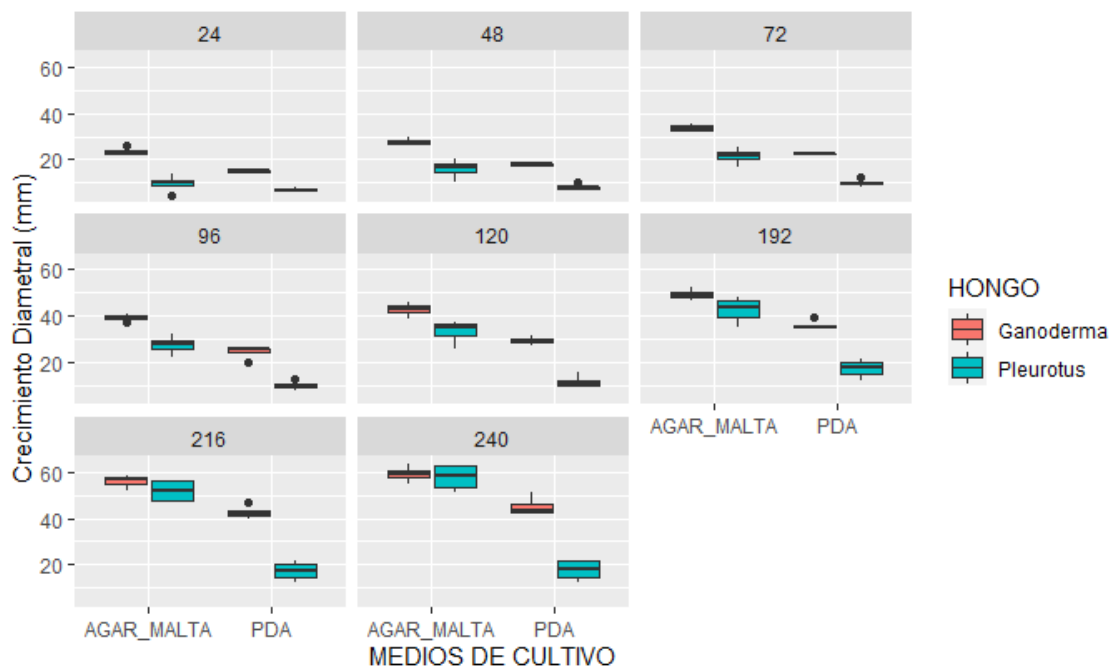


Gráfico 1-3: Crecimiento diametral (mm) de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio PDA y Agar malta modificado en diferentes tiempos 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h, 192 h, 216 h y 240 h.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

A las 24 h el promedio del crecimiento de *Pleurotus* sp. fue de $6,85 \pm 0,71$ mm y este fue menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $14 \pm 0,92$ mm. A las 48 h el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* spp. fue $8,01 \pm 1,61$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $17,77 \pm 0,7$ mm. El promedio del crecimiento de *Pleurotus* sp. a las 72 h fue $10,05 \pm 1,90$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio

fue de $21,41 \pm 0,37$ mm. A las 96 h el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. fue $10,05 \pm 1,90$ mm siendo menor al crecimiento a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $24,38 \pm 2,86$ mm. El crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. a las 120 h presentó un promedio de $11,72 \pm 2,60$ mm siendo menor al crecimiento a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $29,17 \pm 1,75$ mm. A las 192 h el promedio del crecimiento de *Pleurotus* sp. fue $17,16 \pm 4,21$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $35,96 \pm 2,18$ mm. A las 216 h *Pleurotus* sp. su promedio fue $17,16 \pm 4,21$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $42,74 \pm 3,1$ mm. A las 240 h el promedio del crecimiento de *Pleurotus* sp. fue $17,59 \pm 4,63$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $45,22 \pm 3,97$ mm. De manera general, en medio PDA el hongo que mejor se adaptó y creció notablemente en todos los tiempos fue *Ganoderma* sp. (Gráfico 1-3)

Como se muestra en la tabla 1-3 al finalizar el segundo experimento en medio Agar malta modificado *Pleurotus* sp. a las 24 h se evidenció un promedio de crecimiento de $9,71 \pm 3,89$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $23,53 \pm 1,87$ mm. A las 48 h el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. fue $16,01 \pm 4,06$ mm siendo menor al crecimiento a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $27,70 \pm 1,44$ mm. El promedio del crecimiento de *Pleurotus* sp. a las 72 h fue de $21,47 \pm 3,67$ mm siendo menor del crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $33,64 \pm 1,50$ mm. A las 96 h el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. fue $27,4 \pm 4,32$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $39,16 \pm 1,53$ mm. El crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. a las 120 h presentó un promedio de $33,17 \pm 5,19$ mm siendo menor el crecimiento a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $42,69 \pm 2,94$ mm. A las 192 h el promedio del crecimiento de *Pleurotus* sp. fue $42,48 \pm 5,62$ mm siendo menor crecimiento a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $49,33 \pm 2,36$ mm. A las 216 h *Pleurotus* sp. su promedio fue de $51,81 \pm 5,03$ mm siendo menor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $55,86 \pm 2,78$ mm. A las 240 h el promedio de crecimiento de *Pleurotus* sp. fue $57,56 \pm 5,87$ mm siendo menor el crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $59,16 \pm 3,53$ mm. En medio Agar malta modificado el hongo que mejor se adaptó también fue *Ganoderma* sp. (Gráfico 1-3).

Existe diferencia estadística en relación al crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio PDA y Agar malta modificado

Tabla 1-3: Medidas de tendencia central y dispersión del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio PDA y Agar malta modificado

Medio	Hongo	Promedio del diámetro	del tiempo h	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	23,53 a*	24	20,55	26,50
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	9,71 b	24	3,53	15,89
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	27,70 a	48	25,41	29,98
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	16,01 a	48	9,55	22,46
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	33,64 a	72	31,26	36,02
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	21,47 b	72	15,63	27,31
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	39,16 a	96	36,73	41,58
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	27,46 b	96	20,59	34,33
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	42,69 a	120	38,01	47,37
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	33,17 b	120	24,90	41,43
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	49,33 a	192	45,58	53,08
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	42,48 a	192	33,54	51,43
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	55,86 a	216	51,44	60,29
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	51,81 a	216	43,81	59,81
AGAR_MALTA	<i>Ganoderma</i>	59,16 a	240	53,55	64,77
AGAR_MALTA	<i>Pleurotus</i>	57,56 a	240	48,22	66,89
PDA	<i>Ganoderma</i>	15,00 a	24	13,54	16,46
PDA	<i>Pleurotus</i>	6,85 b	24	5,72	7,98
PDA	<i>Ganoderma</i>	17,77 a	48	16,54	18,99
PDA	<i>Pleurotus</i>	8,01 b	48	5,45	10,57
PDA	<i>Ganoderma</i>	22,41 a	72	21,82	23,00
PDA	<i>Pleurotus</i>	10,05 b	72	7,02	13,07
PDA	<i>Ganoderma</i>	24,38 a	96	19,83	28,94
PDA	<i>Pleurotus</i>	10,05 b	96	7,02	13,07
PDA	<i>Ganoderma</i>	29,17 a	120	26,39	31,95
PDA	<i>Pleurotus</i>	11,72 b	120	7,58	15,86
PDA	<i>Ganoderma</i>	35,96 a	192	32,50	39,42
PDA	<i>Pleurotus</i>	17,16 b	192	10,45	23,86
PDA	<i>Ganoderma</i>	42,74 a	216	37,79	47,69
PDA	<i>Pleurotus</i>	17,16 b	216	10,45	23,86
PDA	<i>Ganoderma</i>	45,22 a	240	38,90	51,55
PDA	<i>Pleurotus</i>	17,59 b	240	10,22	24,96

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)
Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

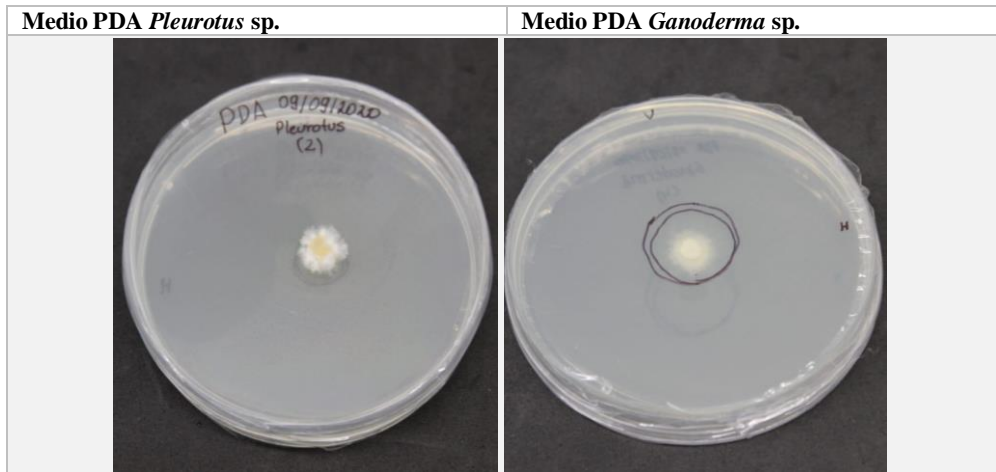


Figura 1-3: Crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio PDA

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

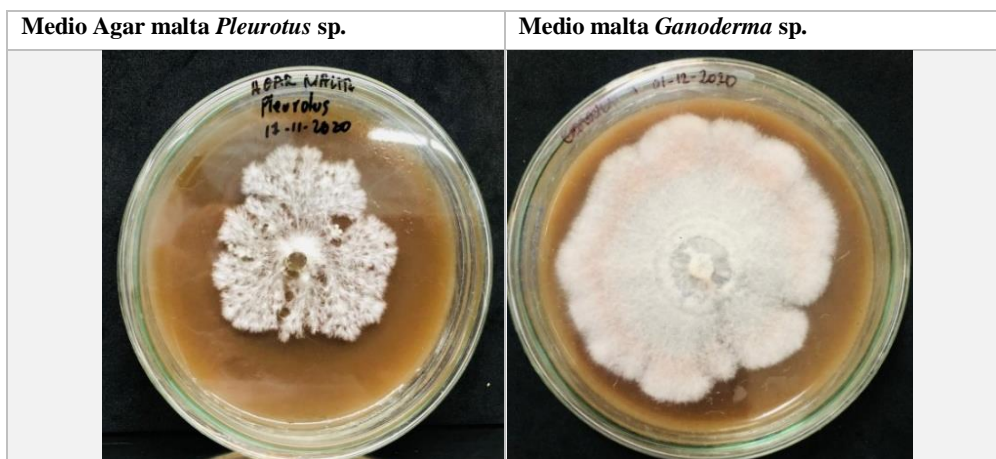


Figura 2-3: Crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. Agar malta.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

3.2.1.2 Crecimiento micelial en medio agar corteza de pino en diferentes concentraciones de corteza de pino

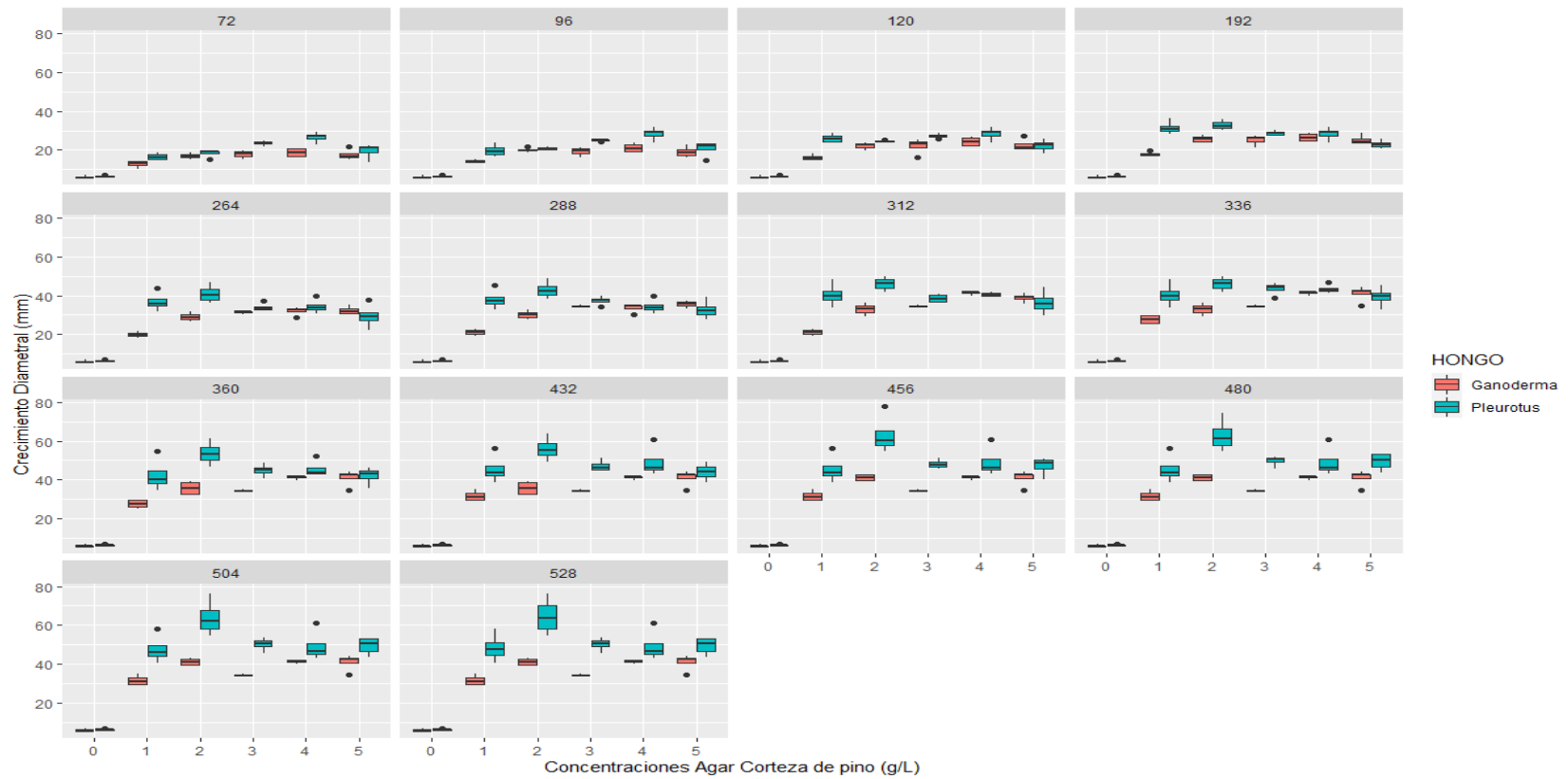


Gráfico 2-3: Crecimiento diametral del micelio (mm) de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio Agar corteza de pino a diferentes concentraciones.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

En la concentración 0 g/L de corteza de pino el promedio crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. a las 72 h, 96 h, 120 h, 192 h, 264 h, 288 h, 312 h, 336 h, 360 h, 432 h, 456 h, 480 h, 504 h y a las 528 h fue $6,47 \pm 0,52$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $6,06 \pm 0,06$ mm y constante a las 72 h, 96 h, 120 h, 192 h, 264 h, 288 h, 312 h, 336 h, 360 h, 432 h, 456 h, 480 h, 504 h y a las 528 h. De manera resumida el hongo *Pleurotus* sp. superó levemente a *Ganoderma* sp. (Gráfico 2-3).

En la concentración 5 g/L de corteza de pino *Pleurotus* sp. presentó un promedio de crecimiento de $16,58 \pm 1,84$ mm a las 72 h, siendo mayor al crecimiento micelial de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $12,87 \pm 1,74$ mm. A las 192 h el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. fue de $31,47 \pm 3,45$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $17,99 \pm 1,36$. A las 312 h el promedio de *Pleurotus* sp. fue de $40,21 \pm 5,93$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $21,12 \pm 1,51$ mm. Mientras que a las 432 h *Pleurotus* sp. presentó un promedio de crecimiento de $45,64 \pm 7,35$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue $31,62 \pm 2,73$ mm. Finalmente a las 528 h *Pleurotus* sp. presentó un promedio de crecimiento micelial de $48,50 \pm 7,43$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio de crecimiento fue de $31,62 \pm 2,73$ mm. De manera general a esta concentración, *Pleurotus* sp. creció más en comparación a *Ganoderma* sp, en todos los tiempos evaluados. (Gráfico 2-3)

En la concentración 10 g/L de corteza de pino *Pleurotus* sp. presentó un promedio de crecimiento de $18,24 \pm 1,99$ mm a las 72 h, siendo mayor al crecimiento micelial de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $16,87 \pm 1,57$ mm. A las 192 h el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. fue de $32,73 \pm 2,39$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $25,68 \pm 1,89$. A las 312 h el promedio de *Pleurotus* sp. fue de $45,82 \pm 3,54$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $32,89 \pm 3,11$ mm. Mientras que a las 432 h *Pleurotus* sp. presentó un promedio de crecimiento de $55,99 \pm 6,20$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue $35,68 \pm 3,74$ mm. Finalmente a las 528 h *Pleurotus* sp. presentó un promedio de crecimiento micelial de $64,59 \pm 9,67$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio de crecimiento fue de $41,11 \pm 1,81$ mm. De manera general a esta concentración, *Pleurotus* sp. creció más en comparación a *Ganoderma* sp, en todos los tiempos evaluados (Gráfico 2-3).

Para la concentración de 15 g/L de corteza de pino el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* spp. fue de $23,41 \pm 1,23$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* spp. a las 72 h cuyo promedio fue de $17,96 \pm 2,09$ mm; a las 192 h de incubación de *Pleurotus* spp. el promedio de crecimiento fue de $28,75 \pm 1,29$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $25,26 \pm 2,75$ mm. A las 312 h el promedio de crecimiento de *Pleurotus* sp. fue $38,44 \pm 2,28$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $34,39$

$\pm 0,68$ mm. De manera general en los demás tiempos evaluados el crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. a esta concentración fue mayor que el de *Ganoderma* sp. (Gráfico 2-3).

En la concentración 20 g/L de corteza de pino el promedio crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. a las 72 h fue $26,51 \pm 2,87$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $18,68 \pm 2,30$ mm. A las 192 h el promedio de crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. fue de $28,40 \pm 3,37$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $26,52 \pm 2,15$ mm, posteriormente a las 312 h de incubación de *Pleurotus* sp. el promedio de crecimiento micelial fue de $40,46 \pm 1,06$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $41,29 \pm 0,97$ mm. El crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. a las 432 h fue de $49,21 \pm 8,05$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $41,29 \pm 0,97$ mm. (Gráfico 2-3).

Finalmente, en la concentración 25 g/L de corteza de pino el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. a las 72h fue de $19,42 \pm 3,99$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $17,61 \pm 2,87$ mm. Por otro lado, a las 192 h *Pleurotus* sp. tuvo un promedio de crecimiento de $22,91 \pm 2,12$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $25,35 \pm 2,34$ mm. A las 312 h *Pleurotus* sp. presentó un promedio de crecimiento micelial de $36,48 \pm 6,17$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $38,88 \pm 2,14$ mm, posteriormente a las 432 h la media de *Pleurotus* sp. fue $44,07 \pm 4,39$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $41,00 \pm 4,17$ mm. A las 528 h el promedio del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. fue de $49,46 \pm 4,59$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $41,00 \pm 4,17$ mm. De manera general en todos los tiempos y concentraciones de agar corteza de pino evaluados *Pleurotus* sp. tuvo mayor crecimiento en comparación a *Ganoderma* sp. (Gráfico 2-3).

No existe diferencia estadística en relación al crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en las concentraciones de 0 g y 25 g en medio agar corteza de pino, mientras que en las concentraciones 5 g, 10 g, 15 g y 20 g en medio agar corteza de pino existe diferencia estadística en relación al crecimiento micelial.

Tabla 2-3: Medidas de tendencia central y dispersión del crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio agar corteza de pino.

Dosis en L	Concentración en 200 mL	Hongo	Tiempo (h)	Media	Intervalo inicial	intervalo final
0	0	<i>Ganoderma</i>	72	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	72	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	96	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	96	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	120	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	120	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	192	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	192	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	264	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	264	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	288	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	288	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	312	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	312	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	336	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	336	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	360	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	360	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	432	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	432	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	456	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	456	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	480	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	480	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	504	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	504	6,47 a	5,64	7,30
0	0	<i>Ganoderma</i>	528	6,06 a	5,02	7,09
0	0	<i>Pleurotus</i>	528	6,47 a	5,64	7,30
1	5	<i>Ganoderma</i>	72	12,87 a	10,09	15,65
1	5	<i>Pleurotus</i>	72	16,58 a	13,66	19,50
1	5	<i>Ganoderma</i>	96	14,23 a	13,02	15,43
1	5	<i>Pleurotus</i>	96	19,76 a	14,96	24,57
1	5	<i>Ganoderma</i>	120	16,17 a	13,94	18,39
1	5	<i>Pleurotus</i>	120	26,11 a	22,72	29,49
1	5	<i>Ganoderma</i>	192	17,99 a	15,82	20,16
1	5	<i>Pleurotus</i>	192	31,47 b	25,98	36,96
1	5	<i>Ganoderma</i>	264	19,82 a	17,41	22,23
1	5	<i>Pleurotus</i>	264	36,84 b	28,83	44,85
1	5	<i>Ganoderma</i>	288	21,12 a	18,72	23,52
1	5	<i>Pleurotus</i>	288	38,05 b	29,49	46,62

1	5	<i>Ganoderma</i>	312	21,12 a	18,72	23,52
1	5	<i>Pleurotus</i>	312	40,21 b	30,77	49,65
1	5	<i>Ganoderma</i>	336	27,64 a	23,78	31,50
1	5	<i>Pleurotus</i>	336	40,21 b	30,77	49,65
1	5	<i>Ganoderma</i>	360	27,64 a	23,78	31,50
1	5	<i>Pleurotus</i>	360	42,55 b	28,75	56,34
1	5	<i>Ganoderma</i>	432	31,62 a	27,28	35,97
1	5	<i>Pleurotus</i>	432	45,64 b	33,95	57,33
1	5	<i>Ganoderma</i>	456	31,62 a	27,28	35,97
1	5	<i>Pleurotus</i>	456	45,64 b	33,95	57,33
1	5	<i>Ganoderma</i>	480	31,62 a	27,28	35,97
1	5	<i>Pleurotus</i>	480	45,64 b	33,95	57,33
1	5	<i>Ganoderma</i>	504	31,62 a	27,28	35,97
1	5	<i>Pleurotus</i>	504	47,79 b	35,82	59,76
1	5	<i>Ganoderma</i>	528	31,62 a	27,28	35,97
1	5	<i>Pleurotus</i>	528	48,50 b	36,68	60,32
2	10	<i>Ganoderma</i>	72	16,87 a	14,38	19,36
2	10	<i>Pleurotus</i>	72	18,24 a	15,07	21,41
2	10	<i>Ganoderma</i>	96	20,02 a	18,24	21,80
2	10	<i>Pleurotus</i>	96	20,86 a	19,82	21,90
2	10	<i>Ganoderma</i>	120	22,24 a	19,34	25,13
2	10	<i>Pleurotus</i>	120	24,61 a	23,92	25,30
2	10	<i>Ganoderma</i>	192	25,68 a	22,67	28,69
2	10	<i>Pleurotus</i>	192	32,73 b	28,93	36,54
2	10	<i>Ganoderma</i>	264	29,12 a	25,57	32,67
2	10	<i>Pleurotus</i>	264	40,86 b	33,43	48,30
2	10	<i>Ganoderma</i>	288	30,06 a	26,56	33,55
2	10	<i>Pleurotus</i>	288	42,86 b	35,71	50,01
2	10	<i>Ganoderma</i>	312	32,89 a	27,93	37,84
2	10	<i>Pleurotus</i>	312	45,82 b	40,19	51,45
2	10	<i>Ganoderma</i>	336	32,89 a	27,93	37,84
2	10	<i>Pleurotus</i>	336	45,82 b	40,19	51,45
2	10	<i>Ganoderma</i>	360	35,68 a	29,73	41,63
2	10	<i>Pleurotus</i>	360	53,66 b	43,88	63,43
2	10	<i>Ganoderma</i>	432	35,68 a	29,73	41,63
2	10	<i>Pleurotus</i>	432	55,99 b	46,13	65,86
2	10	<i>Ganoderma</i>	456	41,11 a	38,23	43,98
2	10	<i>Pleurotus</i>	456	63,18 b	47,23	79,13
2	10	<i>Ganoderma</i>	480	41,11 a	38,23	43,98
2	10	<i>Pleurotus</i>	480	62,92 b	49,43	76,41
2	10	<i>Ganoderma</i>	504	41,11 a	38,23	43,98
2	10	<i>Pleurotus</i>	504	63,73 b	48,81	78,64
2	10	<i>Ganoderma</i>	528	41,11 a	38,23	43,98
2	10	<i>Pleurotus</i>	528	64,59 b	49,21	79,97

3	15	<i>Ganoderma</i>	72	17,96 a	14,63	21,28
3	15	<i>Pleurotus</i>	72	23,41 b	21,45	25,37
3	15	<i>Ganoderma</i>	96	19,22 a	15,84	22,60
3	15	<i>Pleurotus</i>	96	25,08 b	24,36	25,80
3	15	<i>Ganoderma</i>	120	22,16 a	15,93	28,38
3	15	<i>Pleurotus</i>	120	27,18 b	25,19	29,17
3	15	<i>Ganoderma</i>	192	25,26 a	20,89	29,63
3	15	<i>Pleurotus</i>	192	28,75 b	26,69	30,81
3	15	<i>Ganoderma</i>	264	31,38 a	29,93	32,82
3	15	<i>Pleurotus</i>	264	33,86 a	30,40	37,33
3	15	<i>Ganoderma</i>	288	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	288	37,41 a	33,51	41,30
3	15	<i>Ganoderma</i>	312	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	312	38,44 a	34,81	42,06
3	15	<i>Ganoderma</i>	336	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	336	43,37 a	38,14	48,60
3	15	<i>Ganoderma</i>	360	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	360	44,94 b	39,58	50,29
3	15	<i>Ganoderma</i>	432	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	432	47,12 b	42,42	51,82
3	15	<i>Ganoderma</i>	456	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	456	48,11 b	44,29	51,94
3	15	<i>Ganoderma</i>	480	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	480	49,72 b	45,24	54,19
3	15	<i>Ganoderma</i>	504	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	504	50,24 b	44,74	55,74
3	15	<i>Ganoderma</i>	528	34,39 a	33,30	35,48
3	15	<i>Pleurotus</i>	528	50,24 b	44,74	55,74
4	20	<i>Ganoderma</i>	72	18,68 a	15,01	22,34
4	20	<i>Pleurotus</i>	72	26,51 b	21,94	31,08
4	20	<i>Ganoderma</i>	96	21,08 a	17,20	24,96
4	20	<i>Pleurotus</i>	96	28,40 b	23,05	33,76
4	20	<i>Ganoderma</i>	120	24,18 a	19,93	28,42
4	20	<i>Pleurotus</i>	120	28,40 b	23,05	33,76
4	20	<i>Ganoderma</i>	192	26,52 a	23,09	29,95
4	20	<i>Pleurotus</i>	192	28,40 a	23,05	33,76
4	20	<i>Ganoderma</i>	264	32,07 a	28,57	35,58
4	20	<i>Pleurotus</i>	264	34,38 a	28,44	40,32
4	20	<i>Ganoderma</i>	288	33,64 a	29,97	37,30
4	20	<i>Pleurotus</i>	288	34,38 a	28,44	40,32
4	20	<i>Ganoderma</i>	312	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	312	40,46 a	38,78	42,15
4	20	<i>Ganoderma</i>	336	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	336	43,39 a	39,60	47,17

4	20	<i>Ganoderma</i>	360	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	360	45,66 a	38,77	52,54
4	20	<i>Ganoderma</i>	432	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	432	49,21 a	36,40	62,03
4	20	<i>Ganoderma</i>	456	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	456	49,21 a	36,40	62,03
4	20	<i>Ganoderma</i>	480	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	480	49,21 a	36,40	62,03
4	20	<i>Ganoderma</i>	504	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	504	49,21 a	36,40	62,03
4	20	<i>Ganoderma</i>	528	41,29 a	39,75	42,83
4	20	<i>Pleurotus</i>	528	49,21 a	36,40	62,03
5	25	<i>Ganoderma</i>	72	17,61 a	13,03	22,18
5	25	<i>Pleurotus</i>	72	19,42 a	13,06	25,77
5	25	<i>Ganoderma</i>	96	19,13 a	14,84	23,43
5	25	<i>Pleurotus</i>	96	20,81 a	14,50	27,11
5	25	<i>Ganoderma</i>	120	22,52 a	17,48	27,55
5	25	<i>Pleurotus</i>	120	22,33 a	17,50	27,16
5	25	<i>Ganoderma</i>	192	25,35 a	21,63	29,08
5	25	<i>Pleurotus</i>	192	22,91 a	19,54	26,28
5	25	<i>Ganoderma</i>	264	32,36 a	28,99	35,72
5	25	<i>Pleurotus</i>	264	29,50 a	19,54	39,47
5	25	<i>Ganoderma</i>	288	35,55 a	32,71	38,39
5	25	<i>Pleurotus</i>	288	32,81 a	25,22	40,40
5	25	<i>Ganoderma</i>	312	38,88 a	35,48	42,28
5	25	<i>Pleurotus</i>	312	36,48 a	26,66	46,30
5	25	<i>Ganoderma</i>	336	41,00 a	34,35	47,64
5	25	<i>Pleurotus</i>	336	39,35 a	31,08	47,61
5	25	<i>Ganoderma</i>	360	41,00 a	34,35	47,64
5	25	<i>Pleurotus</i>	360	42,20 a	34,92	49,47
5	25	<i>Ganoderma</i>	432	41,00 a	34,35	47,64
5	25	<i>Pleurotus</i>	432	44,07 a	37,07	51,06
5	25	<i>Ganoderma</i>	456	41,00 a	34,35	47,64
5	25	<i>Pleurotus</i>	456	47,02 a	39,40	54,63
5	25	<i>Ganoderma</i>	480	41,00 a	34,35	47,64
5	25	<i>Pleurotus</i>	480	49,46 a	42,15	56,77
5	25	<i>Ganoderma</i>	504	41,00 a	34,35	47,64
5	25	<i>Pleurotus</i>	504	49,46 a	42,15	56,77
5	25	<i>Ganoderma</i>	528	41,00 a	34,35	47,64
5	25	<i>Pleurotus</i>	528	49,46 a	42,15	56,77

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021

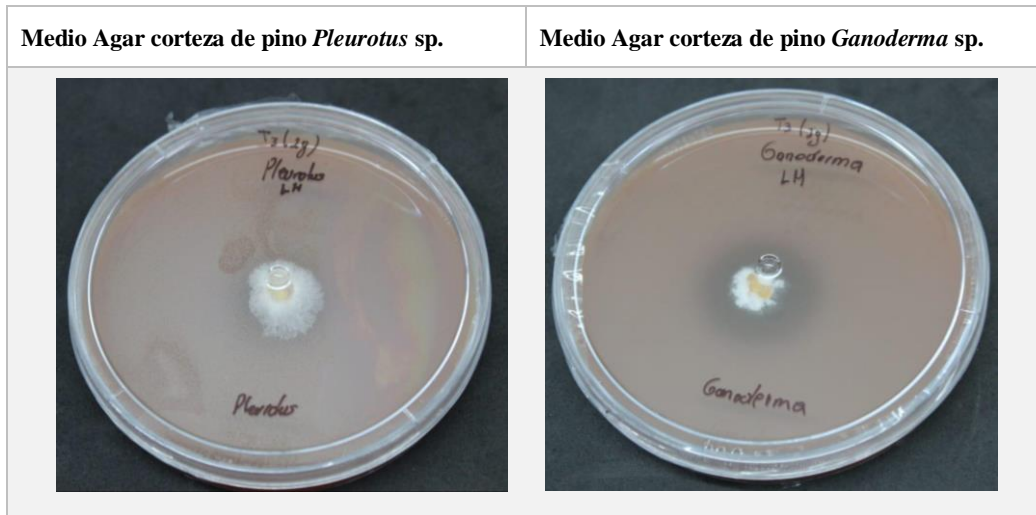


Figura 3-3: Crecimiento micelial de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio Agar corteza de pino.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021

3.1.1.2 Determinación cualitativa de enzimas ligninasas usando medio diferencial Agar guayacol

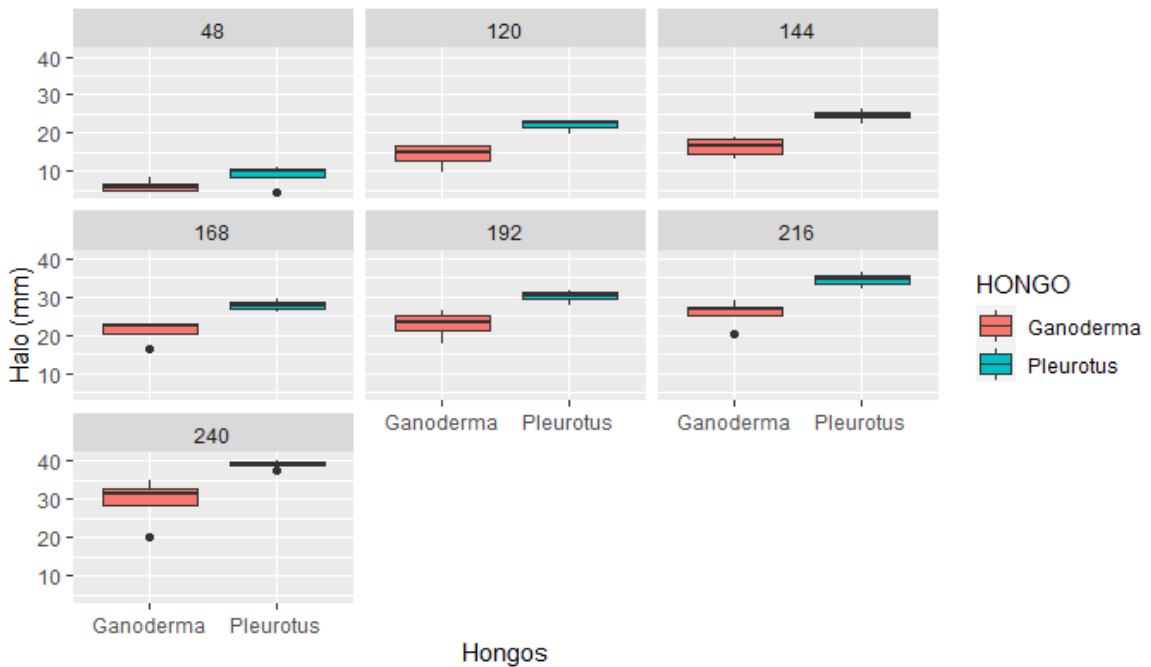


Gráfico 3-3: Halo de inhibición (mm) de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en la producción cualitativa de ligninasas en medio diferencia Agar guayacol.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021

Como se ilustra en la tabla 3-3 la producción de ligninasas de *Pleurotus* sp. en medio diferencial agar guayacol se observó que la media del halo de inhibición a las 48 h fue de $8,84 \pm 2,99$ mm siendo mayor al halo de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $5,97 \pm 1,69$ mm. Posteriormente a las 120 h la media del halo de inhibición de *Pleurotus* sp. fue de $22,01 \pm 1,71$ mm siendo mayor al halo de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $14,14 \pm 3,34$ mm. A las 144 h el halo de *Pleurotus* sp. fue de $24,45 \pm 1,60$ mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $16,29 \pm 2,71$ mm. A las 168 h la media del halo de inhibición de *Pleurotus* sp. fue de $27,87 \pm 1,47$ mm siendo mayor al halo de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $21,09 \pm 3,24$ mm. (Gráfico 3-3). A las 192 h el promedio del halo de *Pleurotus* sp. fue de $30,23 \pm 1,69$ mm siendo mayor al halo de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $22,81 \pm 3,74$ mm. Luego a las 216 h el promedio del halo de *Pleurotus* sp. fue de $25,80 \pm 1,82$ mm siendo mayor al halo de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $34,46 \pm 3,81$ mm. El crecimiento del promedio del halo de inhibición de *Pleurotus* sp. a las 240 h fue de $29,48 \pm 1,09$ mm siendo mayor al halo de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $39,23 \pm 6,37$ mm. (Gráfico 3-3).

No existe diferencia estadística en relación al halo de inhibición de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio diferencial Agar guayacol.

Tabla 3-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del crecimiento del halo de inhibición de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio diferencial Agar guayacol.

Hongo	Promedio halo de producción	tiempo	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	5,97 a	48 h	3,28	8,67
<i>Pleurotus</i>	8,84 a	48 h	4,09	13,59
<i>Ganoderma</i>	14,14 a	120 h	8,82	19,46
<i>Pleurotus</i>	22,01 a	120 h	19,29	24,74
<i>Ganoderma</i>	16,29 a	144 h	11,98	20,61
<i>Pleurotus</i>	24,45 a	144 h	21,91	26,99
<i>Ganoderma</i>	21,09 a	168 h	15,93	26,24
<i>Pleurotus</i>	27,87 a	168 h	25,53	30,22
<i>Ganoderma</i>	22,81 a	192 h	16,85	28,76
<i>Pleurotus</i>	30,23 a	192 h	27,53	32,92
<i>Ganoderma</i>	25,80 a	216 h	19,74	31,86
<i>Pleurotus</i>	34,46 a	216 h	31,56	37,35
<i>Ganoderma</i>	29,48 a	240 h	19,34	39,62
<i>Pleurotus</i>	39,23 a	240 h	37,49	40,97

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis.

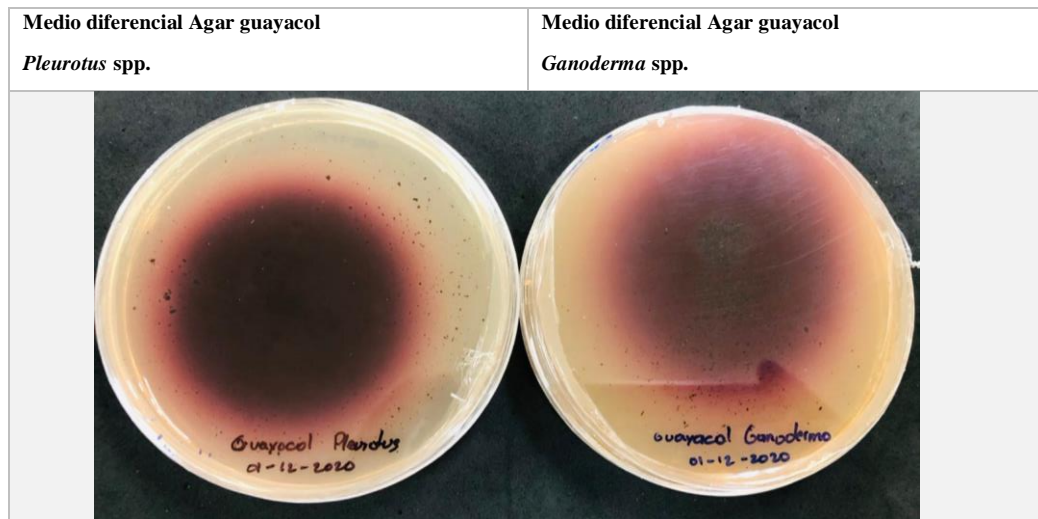


Figura 4-3: Halo de inhibición de *Pleurotus* spp. y *Ganoderma* spp. en medio diferencial Agar guayacol.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

3.1.1.3 Determinación cualitativa de enzimas celulasas usando medio Agar carboximetilcelulosa.

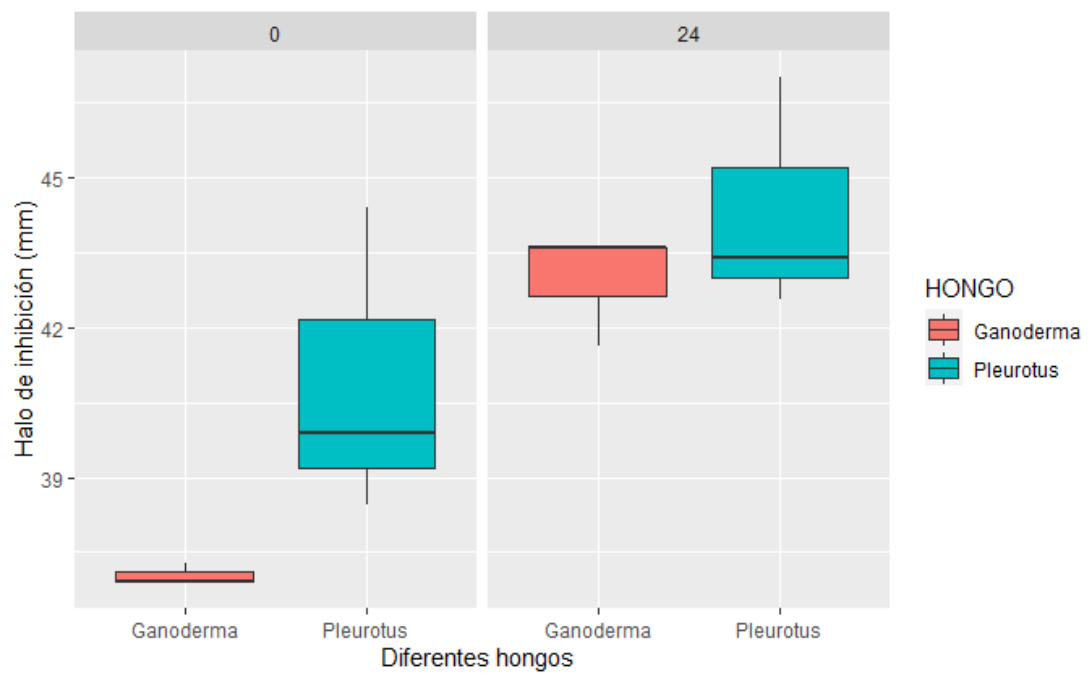


Gráfico 4-3: Halo de inhibición (mm) de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en la producción cualitativa de celulasas en medio diferencial Agar caboximetilcelulosa

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como se muestra en la tabla 4-3 la producción de celulasas en medio diferencial Agar carboxilmetilcelulosa en *Pleurotus* sp. a las 0 h el promedio del halo de degradación fue de 40,91 \pm 3,11 mm siendo mayor al halo de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de 37,03 \pm 0,23 mm. Luego de 24 h el promedio del halo de degradación de *Pleurotus* sp. fue de 44,32 \pm 2,37 mm siendo mayor al crecimiento de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de 42,95 \pm 1,15 mm. El hongo con mayor producción de celulasas en medio diferencial agar carboxilmetilcelulosa fue *Pleurotus* sp. (Gráfico 4-3).

No existe diferencia estadística en relación al halo de degradación de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp en medio diferencial Agar caboxilmetilcelulosa.

Tabla 4-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del halo de degradación de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp en medio diferencial Agar caboxilmetilcelulosa.

Hongo	Promedio halo de degradación	Tiempo	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	37,03 a	0 h	36,47	37,60
<i>Pleurotus</i>	40,91 a	0 h	33,20	48,63
<i>Ganoderma</i>	42,95 a	24 h	40,09	45,80
<i>Pleurotus</i>	44,32 a	24 h	38,44	50,21

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

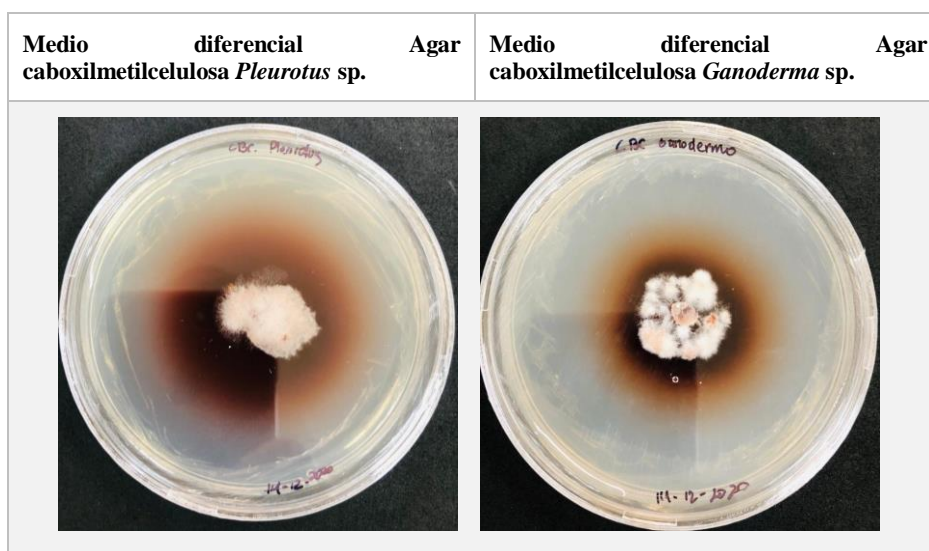


Figura 5-3: Halo de inhibición de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio diferencial agar caboxilmetilcelulosa a las 0 h.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

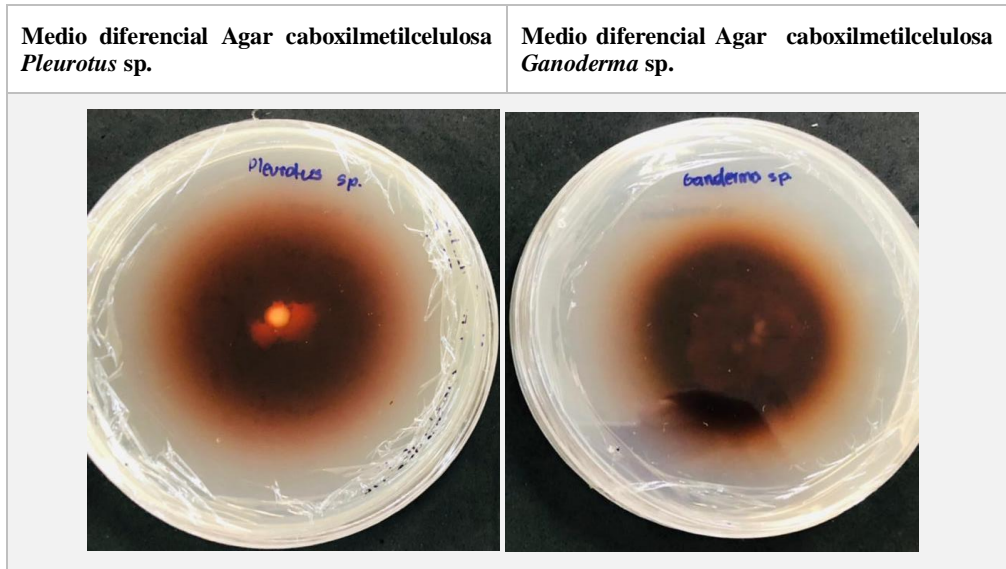


Figura 6-3: Halo de inhibición de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. en medio diferencial Agar caboxilmetilcelulosa después de la revelación a las 24 h.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

3.1.1.4 Modificaciones del volumen *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y el Testigo determinado mediante experimento de pudrición acelerada a los 30 días.

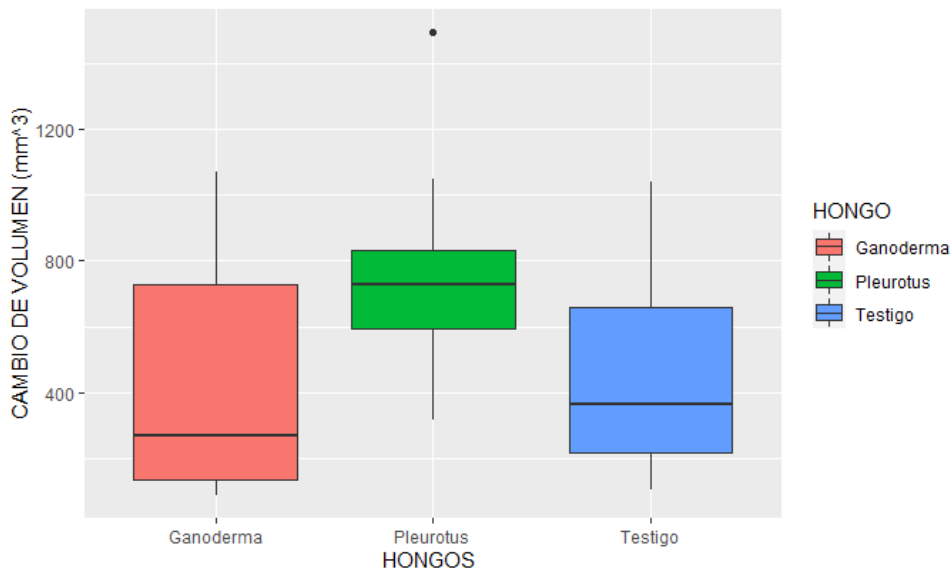


Gráfico 5-3: Cambio de volumen en cuerpos de prueba mediante el experimento de pudrición acelerada.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como se indica en la tabla 5-3 el cambio de volumen en cuerpos de prueba con inóculo de *Pleurotus* sp. a los 30 días fue $772,21 \pm 363,59 \text{ mm}^3$ fue mayor al cambio de volumen de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $445,85 \pm 402,57 \text{ mm}^3$ (Gráfico 5.3).

No existe diferencia estadística en relación al cambio de volumen de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. y el testigo absoluto de Levadura.

Tabla 5-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del cambio de volumen de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp.

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Tratamiento	Promedio del Volumen	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	445,85 a	109,30	782,41
<i>Pleurotus</i>	772,21 a	468,24	1.076,18
Testigo	476,08 a	176,19	775,97

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

3.1.1.5 Modificación del peso *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y el Testigo determinado mediante experimento de pudrición acelerada a los 30 dias.

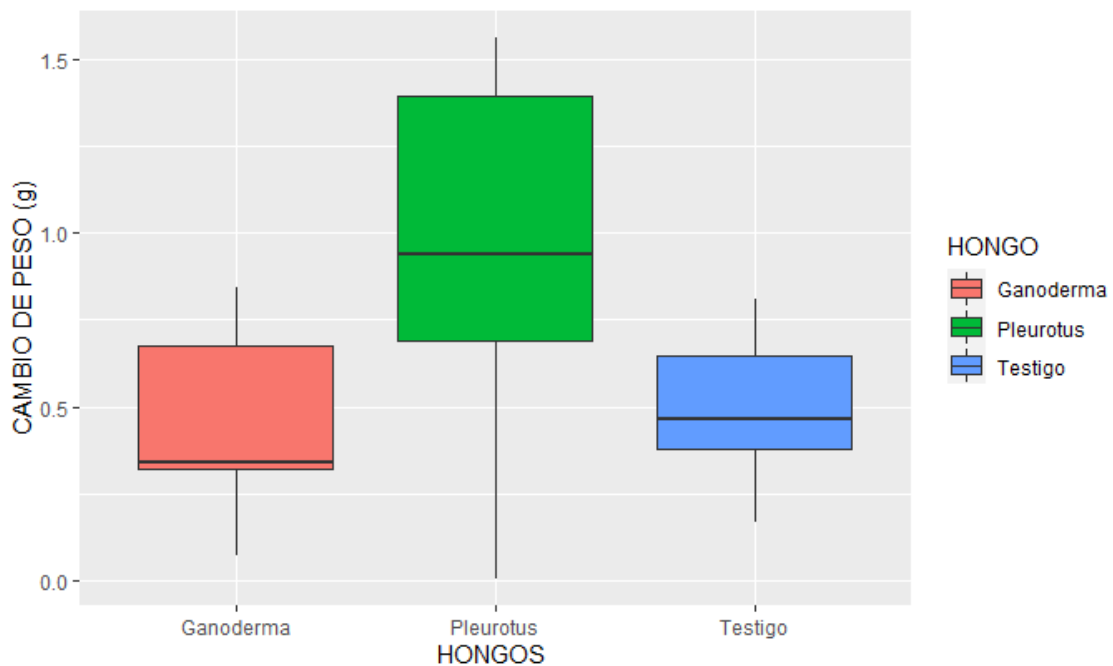


Gráfico 6-3: Modificaciones del cambio de peso en cuerpos de prueba mediante el experimento de pudrición acelerada.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

La variación del peso a los 30 días en cuerpos de prueba con inóculo de *Pleurotus* sp. el promedio fue de $0,95 \pm 0,52$ g siendo mayor a la variación de peso de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $0,45 \pm 0,26$ g y siendo mayor a la variación de peso del testigo absoluto cuyo promedio fue de $0,49 \pm 0,21$ g (Gráfico 6-3).

No existe diferencia estadística en relación al cambio de peso de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. y el testigo absoluto de Levadura.

Tabla 6-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del cambio de peso de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp.

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Tratamiento	Promedio del Volumen	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	0,45 a	0,23	0,67
<i>Pleurotus</i>	0,95 a	0,52	1,39
Testigo	0,49 a	0,32	0,67

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

3.1.2 Efecto de los hongos lignocelulolíticos en la producción de bocashi.

3.1.2.1 Análisis Químico de las muestras de bocashi con diferentes inóculos basados en *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura

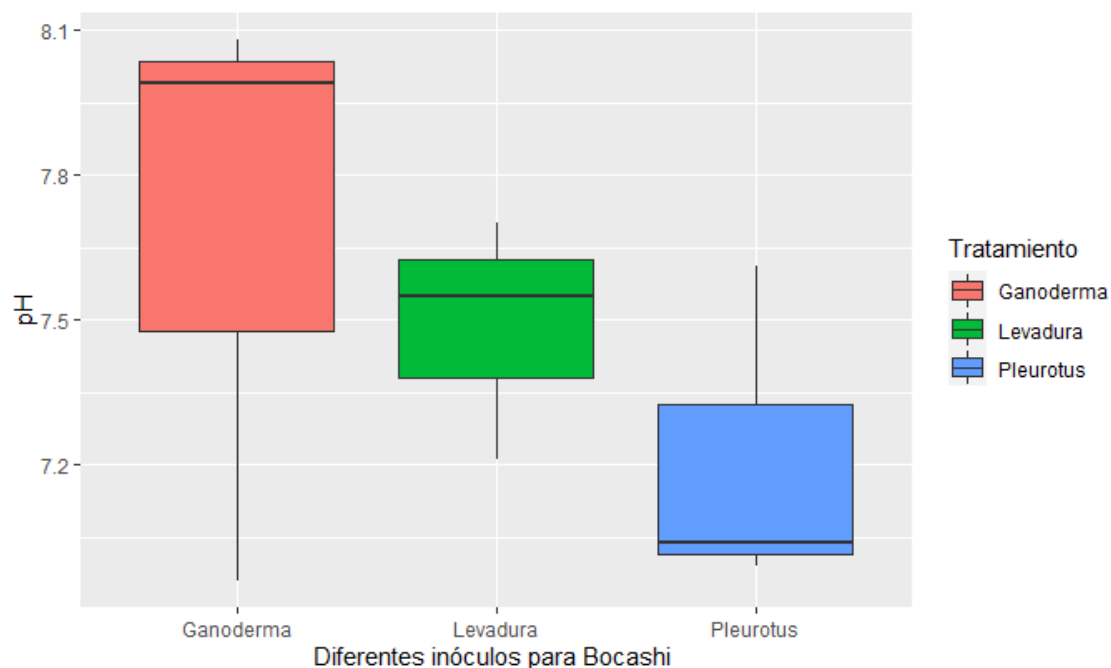


Gráfico 7-3: pH de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como muestra en la tabla 7-3 durante este proceso el promedio del pH en los tratamientos de 12 días de elaboración con inóculo de *Pleurotus* sp. fue de $7,21 \pm 0,34$ siendo menor al pH del tratamiento con *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $7,68 \pm 0,68$ (Gráfico 7-3).

No existe diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura en relación al porcentaje de pH en bocashi.

Tabla 7-3: Análisis estadístico del porcentaje de pH en bocashi.

Tratamiento	Promedio del de pH	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	7,68 a	6,13	9,22
Levadura	7,49 a	6,86	8,11
<i>Pleurotus</i>	7,21 a	6,36	8,07

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

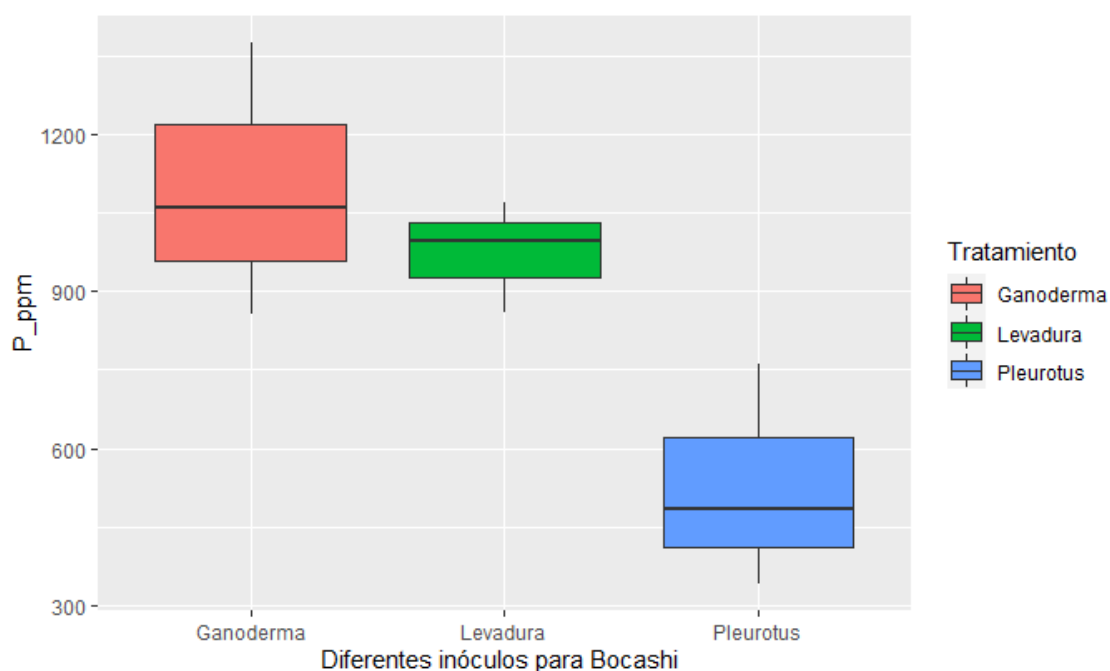


Gráfico 8-3: Contenido de fósforo de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como se muestra en la tabla 8-3 la media del contenido de fósforo en el tratamiento de bocashi con inóculo del hongo *Pleurotus* sp. de 12 días de elaboración fue de $528,67 \pm 213,20$ ppm siendo menor al contenido a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $1.097,33 \pm 261,40$ ppm (Gráfico 8-3).

No existe diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura en relación al promedio del contenido de fósforo (P) en los tratamientos de bocashi.

Tabla 8-3: Medidas de tendencia central y dispersión del contenido de fósforo (P) en los tratamientos de bocashi.

Tratamiento	Promedio del contenido de P (ppm)	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	1.097,33 a	447,98	1.746,69
Levadura	975,00 a	709,91	1.240,09
<i>Pleurotus</i>	528,67 a	-0,95	1.058,29

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

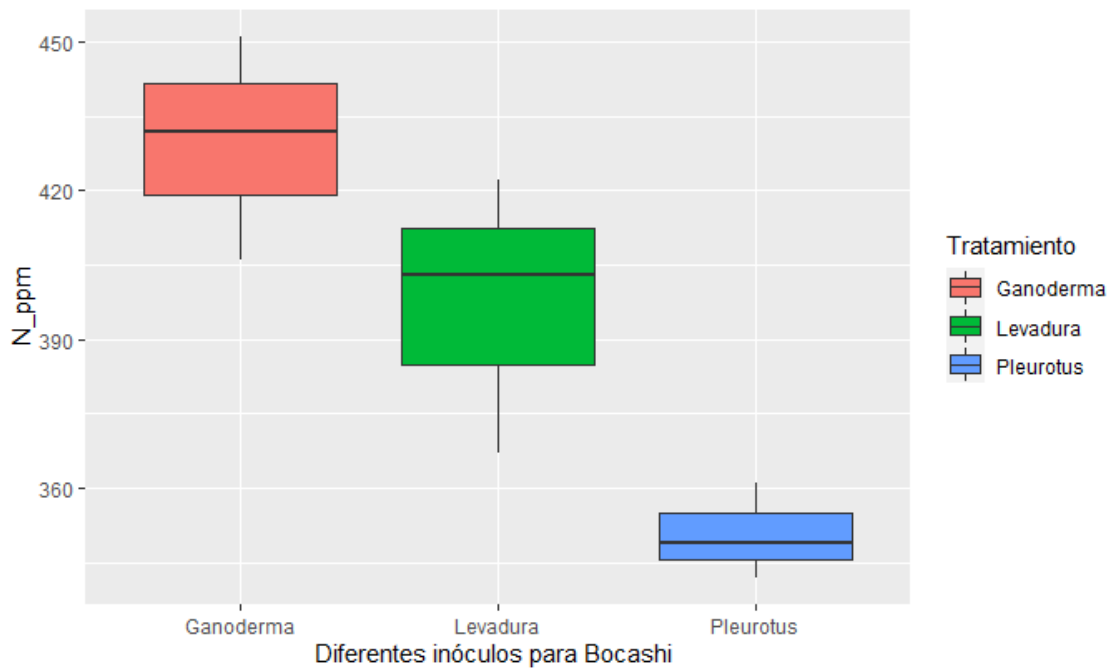


Gráfico 9-3: Contenido de Nitrógeno de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como indica la tabla 9-3 el promedio del contenido de nitrógeno a los 12 días de elaboración del bocashi del tratamiento con inóculo de *Pleurotus* sp. fue de $350,67 \pm 9,61$ ppm siendo menor al contenido de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue $429,67 \pm 22,59$ ppm (Gráfico 9-3).

No existe diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura en relación al promedio del contenido de Nitrógeno (N) de los tratamientos de bocashi.

Tabla 9-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido de Nitrógeno (N) de los tratamientos de bocashi.

Tratamiento	Promedio del contenido de N (ppm)	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	429,67 a	373,55	485,78
<i>Levadura</i>	397,33 a	327,94	466,73
<i>Pleurotus</i>	350,67 a	326,80	374,54

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

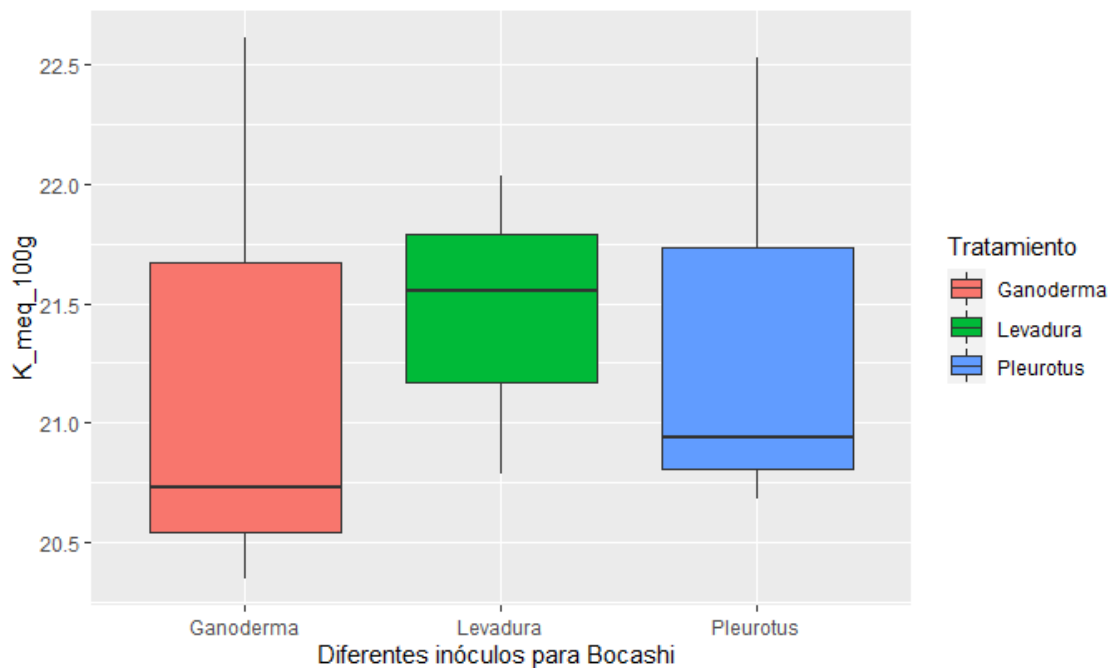


Gráfico 10-3: Contenido de Potasio de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

La tabla 10-3 mostró promedio del contenido de potasio que tuvo el tratamiento con inóculo de *Pleurotus* sp. y este fue $21,38 \pm 1$ meq/100 g fue igual el contenido a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $21,23 \pm 1,21$ meq/100 g e igual el contenido al tratamiento con inóculo cuyo

promedio fue de $21,46 \pm 0,63$ meq/100 g. Por lo cual los tres tratamientos mantienen un equilibrio con el contenido de potasio en bocashi (Gráfico 10-3).

No existe diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura en relación al promedio del contenido de Potasio (K) en los tratamientos de bocashi.

Tabla 10-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido de Potasio (K) en los tratamientos de bocashi.

Tratamiento	Promedio del contenido de K	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	21,23 a	18,22	24,24
<i>Levadura</i>	21,46 a	19,90	23,01
<i>Pleurotus</i>	21,38 a	18,90	23,87

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

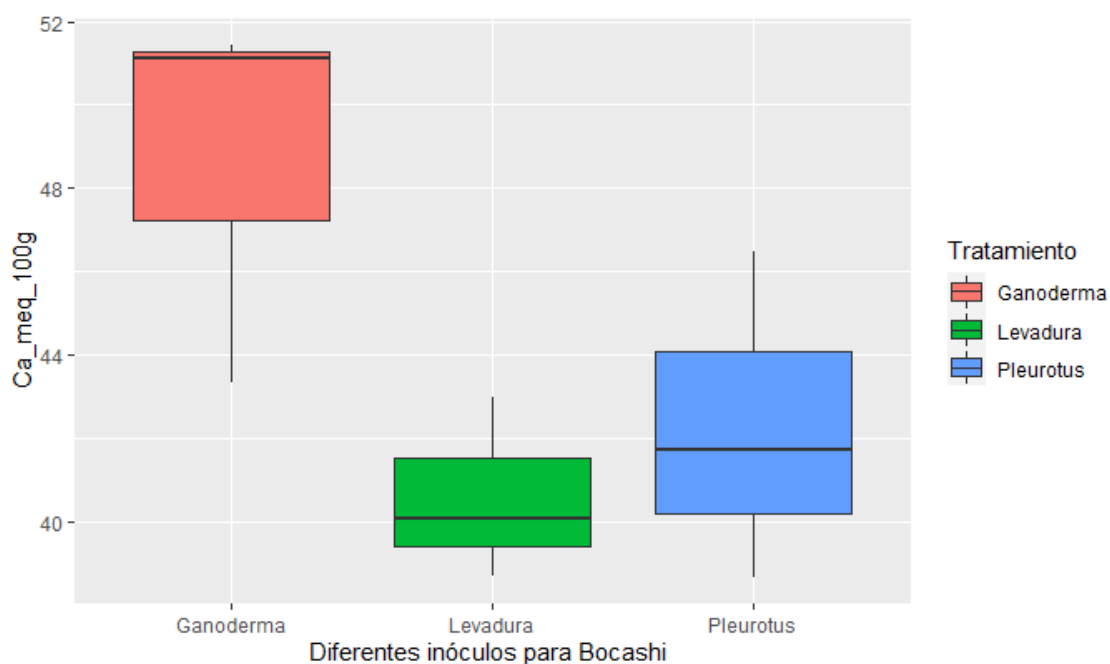


Gráfico 11-3: Contenido de Calcio de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como indica la tabla 11-3 el promedio del contenido de calcio a los 12 días de elaboración del bocashi el tratamiento con inóculo de *Pleurotus* sp. fue de $42,29 \pm 3,93$ meq/100 g siendo menor al contenido de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue $48,62 \pm 4,58$ meq/100 g (Gráfico 11-3).

No existe diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura en relación al promedio del contenido de Calcio (Ca) en los tratamientos de bocashi.

Tabla 11-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido del contenido de Calcio (Ca) en los tratamientos de bocashi.

Tratamiento	Promedio del contenido de Ca	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	48,62 a	37,23	60,01
<i>Levadura</i>	40,60 a	35,18	46,02
<i>Pleurotus</i>	42,29 a	32,54	52,04

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

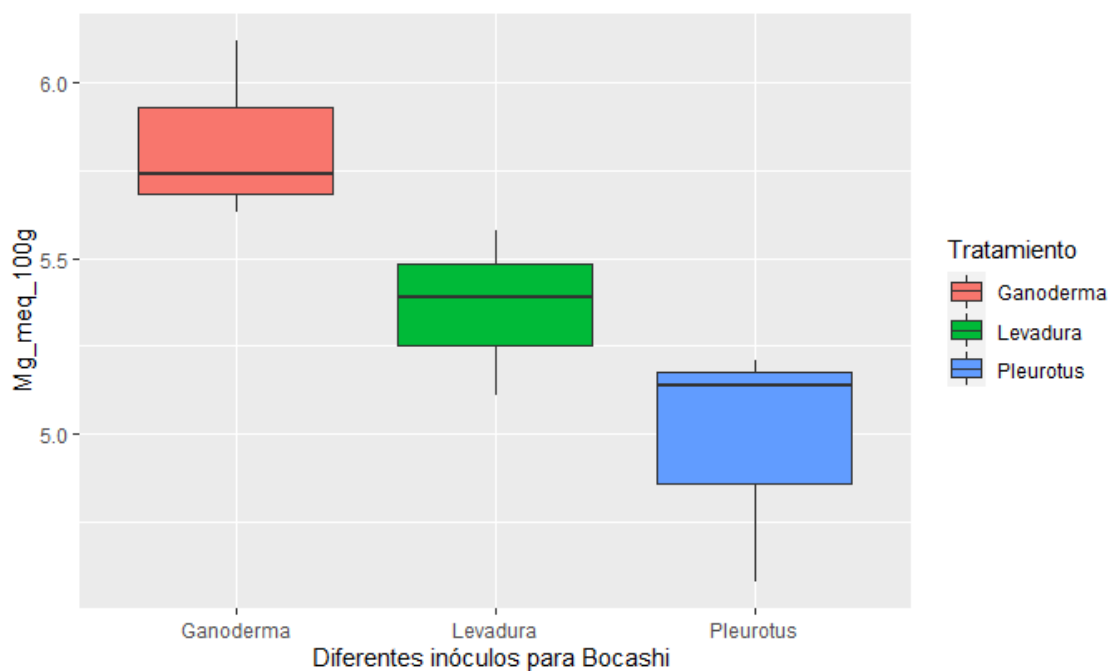


Gráfico 12-3: Contenido de Magnesio de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como indica la tabla 12-3 la media del contenido de Magnesio a los 12 días de elaboración del bocashi el tratamiento con inóculo de *Pleurotus* sp. fue de $4,98 \pm 0,35$ meq/100 g siendo menor al contenido de *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue $5,83 \pm 0,26$ meq/100 g (Gráfico 12-3).

No existe diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y *Levadura* en relación al promedio del contenido de Magnesio (Mg) en los tratamientos realizados.

Tabla 12-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del contenido de Magnesio (Mg) en los tratamientos de bocashi.

Tratamiento	Promedio del contenido de Mg	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	5,83 a	5,19	6,47
<i>Levadura</i>	5,36 a	4,77	5,95
<i>Pleurotus</i>	4,98 a	4,12	5,83

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

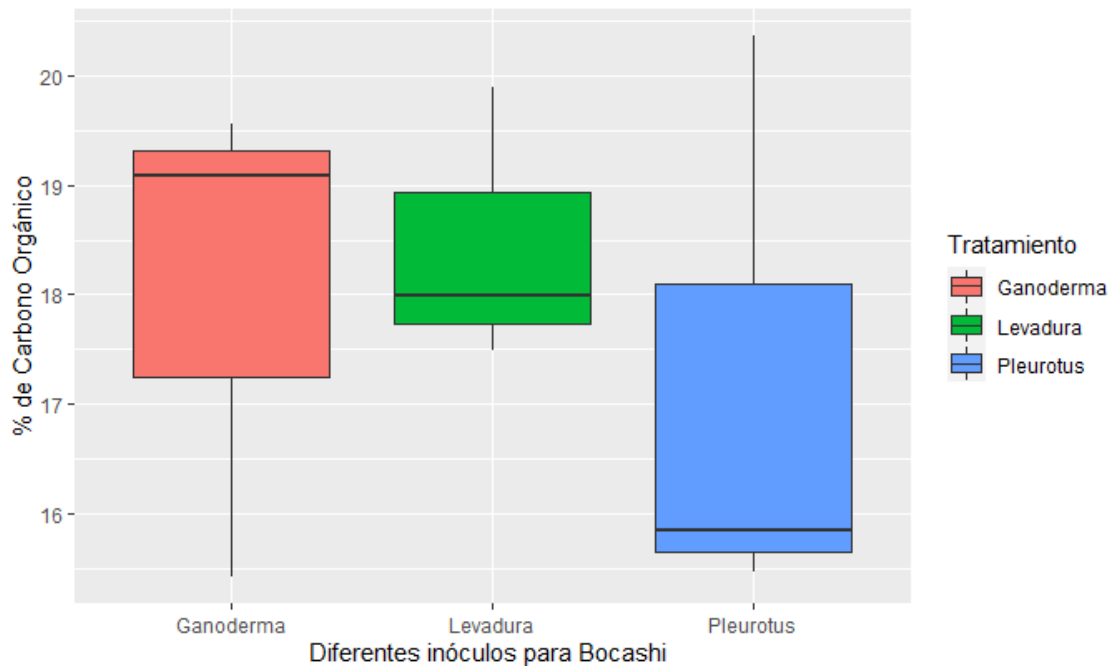


Gráfico 13-3: Contenido de Carbono Orgánico de las muestras de bocashi con diferentes inóculos a los 12 días de elaboración

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como indica la tabla 13-3 el promedio del porcentaje de carbono orgánico a los 12 días de elaboración del bocashi con el tratamiento de inóculo de *Pleurotus* sp. fue $17,23 \pm 2,72$ siendo menor al contenido a *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $18,02 \pm 2,26$ (Gráfico 13-3).

No existe diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura en relación al promedio del porcentaje Carbono Orgánico (CO) en los tratamientos mencionados.

Tabla 13-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del porcentaje de Carbono Orgánico (CO) en los tratamientos de bocashi.

Tratamiento	Promedio del porcentaje de CO	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
Ganoderma	18,02 a	12,42	23,62
Levadura	18,46 a	15,31	21,60
Pleurotus	17,23 a	10,47	23,98

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

3.1.2.2 Efecto del inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. en el bocashi durante la germinación de *Alnus acuminata*. y *Raphanus sativus*.

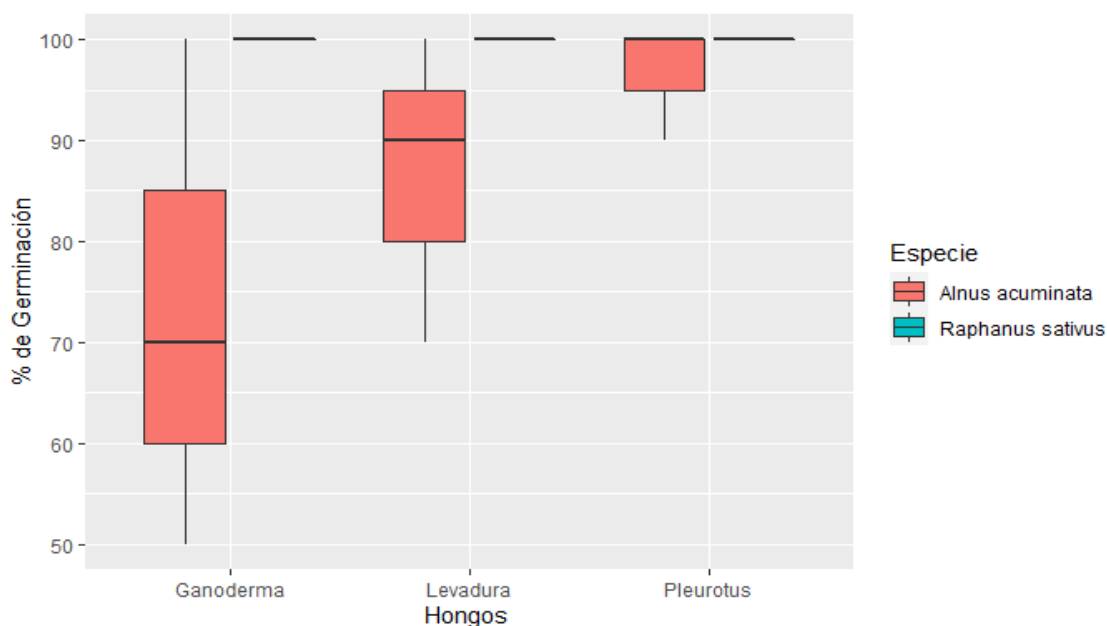


Gráfico 14-3: Porcentaje de germinación de *Alnus acuminata*. y *Raphanus sativus* en bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

Como indica en la tabla 14-3 en el promedio del porcentaje de germinación de *Alnus acuminata* en bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp. fue de $96,67 \pm 5,77$ siendo mayor al porcentaje de germinación en el tratamiento con *Ganoderma* sp. cuyo promedio fue de $73,33 \pm 25$ (Gráfico 14-3). Como indica la tabla 8-3 el porcentaje de germinación de *Raphanus sativus* en bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp. cuyo promedio fue de 100 ± 0 % fue igual al porcentaje de germinación

al tratamiento con inóculo de *Ganoderma* sp. y al tratamiento con inóculo de levadura cuyo porcentaje fue de 100 ± 0 %. La especie que mejor se adaptó en todos los tratamientos fue *Raphanus sativus* seguido de *Alnus acuminata* con la mínima diferencia del porcentaje germinativo (Gráfico 14-3).

No hay diferencia estadística entre los tratamientos de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura en relación al promedio del porcentaje de germinación de *Alnus acuminata* y *Raphanus sativus*.

Tabla 14-3: Medidas de tendencia central y de dispersión del porcentaje de germinación de *Alnus acuminata*. y *Raphanus sativus* con distintos inóculos de bocashi.

Hongo	Especie	Promedio del porcentaje de germinación	tiempo de germinación (días)	Intervalo de confianza inicial	Intervalo de confianza final
<i>Ganoderma</i>	<i>Alnus acuminata</i>	73,33 a	8	10,82	135,85
<i>Ganoderma</i>	<i>Raphanus sativus</i>	100,00 a	4	100,00	100,00
Levadura	<i>Alnus acuminata</i>	86,67 a	8	48,72	124,61
Levadura	<i>Raphanus sativus</i>	100,00 a	4	100,00	100,00
<i>Pleurotus</i>	<i>Alnus acuminata</i>	96,67 a	8	82,32	111,01
<i>Pleurotus</i>	<i>Raphanus sativus</i>	100,00 a	4	100,00	100,00

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$)

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

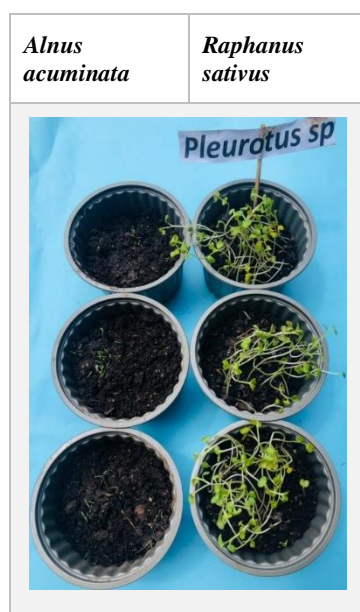


Figura 7-3: Germinación de *Alnus acuminata* y *Raphanus sativus* en bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp.

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021

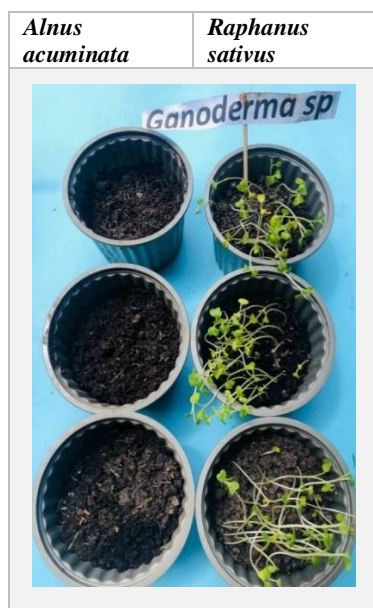


Figura 8-3: Germinación de *Alnus acuminata* y *Raphanus sativus* en bocashi con inóculo de *Ganoderma spp.*

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.



Figura 9-3: Germinación de *Alnus acuminata* y *Raphanus sativus* en inóculo de Levadura

Realizado por: Miranda Coronel, Luis, 2021.

3.2 Discusión

Para evaluar la potencial adaptabilidad de los hongos en corteza de pino se estudió el crecimiento micelial en diferentes concentraciones de corteza de pino, dando como resultado que *Pleurotus* creció mucho más en diferentes concentraciones de corteza de pino, a pesar de que *Ganoderma* se adapta muy bien a diferentes sustratos, este hongo no logro adaptarse al sustrato utilizado como medio de cultivo.

Durante la producción de ligninasas en el trabajo de (Agr, 2008) afirma:

“Después del período de incubación de los hongos en los medios selectivos, la existencia del halo de crecimiento rojizo (ámbar) en el medio de bagazo triturado, esta coloración se debe a la oxidación del guayacol, presente en el medio, en tetraguayacol.” (DOERGE, 1997)

Eso confirma la capacidad de actividad lignolítica del hongo, ya que se produce la oxidación del guayacol por medio de peroxidasa, lo que se asemeja al presente trabajo ya que la producción de enzimas de tipo ligninasas de los hongos *Pleurotus* spp. y *Ganoderma* spp. se evaluó en Agar guayacol en donde se evidenció significativamente la actividad lignolítica de los hongos.

Para la producción de celulasas se evaluó en Agar carboximetilcelulosa con la ayuda de rojo Congo y posterior su revelación a las 24 h a diferencia del trabajo presentado por (Castillo Avila, 2010) quien destaca que los resultados fueron poco perceptibles, por ello, los hongos fueron cultivados en un medio mínimo al que luego se aplicó una segunda capa de agar conteniendo el sustrato carboximetilcelulosa (CMC) y revelando posteriormente la actividad celulolítica con una solución de rojo Congo. Esto tampoco produjo buenos resultados; el tiempo de incubación que se requirió fue suficiente para que los hongos no sólo llenaran la caja Petri, sino para que el micelio sobresaliera de la segunda capa de agar, lo cual impidió la penetración de la solución de rojo Congo y no permitió una visualización confiable del hidrólisis de la CMC.

Para determinar la durabilidad de la corteza de pino y el potencial degradativo físico sobre la misma en este estudio se realizó el experimento de pudrición acelerada en donde cuerpos de prueba de corteza de pino fueron incubados con inóculo de hongos de podredumbre blanca o parda *Pleurotus* spp. y *Ganoderma* spp. por 30 días los mismos que se evidenciaron crecimiento micelial en abundancia, evidenciándose cambio de volumen y peso, lo cual demostró potencial degradativo físico por parte del hongo *Pleurotus* spp.

El efecto de los hongos lignocelulolíticos en bocashi se evaluó mediante análisis químico a los 12 días de la elaboración del fertilizante orgánico, de manera general el inóculo que más influenció en los diferentes parámetros evaluados fue el de *Pleurotus* sp., modificando principalmente los parámetros del pH, nitrógeno, fosforo, calcio y magnesio en relación al inóculo de *Ganoderma* sp. y Levadura.

En el caso del Carbono cabe recalcar que se observa por parte del inóculo basado en *Pleurotus* sp. mayor consumo de carbono en relación a los otros tratamientos, esto podría indicar mayor degradación de la corteza de pino incluida en los materiales de la elaboración de bocashi, lo que coincide por lo reportado por (Labarca, et al 2018), que menciona que los microorganismos más eficientes en la degradación de celulosa y lignina tienen gran capacidad de consumo de carbono.

Durante la revisión bibliográfica no se encontró registros donde exista germinación de *Raphanus sativus* y *Alnus acuminata* en bocashi realizado a base de corteza de pino con inóculo de hongos lignocelulolíticos como es el caso de *Pleurotus* spp. y *Ganoderma* spp. pero en el presente trabajo se evidenció el porcentaje germinación de *Raphanus sativus* y *Alnus acuminata* en bocashi siendo así que en inóculo de los hongos mencionados el porcentaje de germinación de *Raphanus sativus* fue el 100 % mientras que la media del porcentaje germinación de *Alnus acuminata* en el bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. fue 85,56 % lo que tiene una leve similitud con (Bautista, 2015) realizó tratamientos como compost, testigo, humus, ecoabonaza y bocashi que fue el mayor porcentaje de emergencia con un valor promedio de 84.38 %. De manera general no se ve un efecto negativo en la germinación de las especies vegetales utilizadas por parte de los inóculos microbianos basados en levadura y *Pleurotus* sp. sin embargo el inóculo basado en *Ganoderma* sp. si influyó la germinación de *Alnus acuminata*, lo cual no sería tan beneficioso para su uso como inóculo en la elaboración de fertilizantes orgánicos basados en restos de pino.

CONCLUSIONES

- *Ganoderma* sp. presentó adaptabilidad a diferentes sustratos usados *in vitro*, lo cual fue evidenciado según su crecimiento micelial en medio PDA, agar malta modificado y agar corteza de pino, de la misma manera produjo enzimas de tipo ligninasas y celulasas, pero en menor porcentaje que *Pleurotus* sp.
- *Pleurotus* sp. se adaptó mejor y creció eficientemente a diferentes concentraciones de corteza de pino, produjo de manera cualitativa más enzimas lignocelulolíticas (ligninasas y celulasas), se evidenció el cambio de volumen y peso (degradación física) de los cuerpos de corteza de pino, se evidenció mayor consumo de carbono en la elaboración de bocashi con corteza de pino.
- El efecto de los hongos lignocelulolíticos en la producción de bocashi se evidenció que *Pleurotus* sp. y *Ganoderma* sp. influenciaron positivamente en la germinación *Alnus acuminata* y *Raphanus sativus* el mejor en la germinación a los 8 días de la siembra de *Alnus acuminata* con un porcentaje de 96,67 % y 100 % respectivamente, la metodología implementada y adaptada en este estudio, permitirá nuevos estudios para el uso biotecnológico de productos de hongos en la industria forestal.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio experimental en la producción a mediana y larga escala de sustrato y fertilizantes orgánicos basados en restos de la industria forestal con *Pleurotus* sp.
- Aislar cepas nativas de bosques de pino, de *Pleurotus* sp. y otros hongos asociados a la pudrición blanca, y aplicar la metodología adaptada en este estudio para estudiar el potencial degradativo en restos industriales forestales.
- Mejorar el estudio de degradación de corteza de pino con estos hongos y por ende la eficacia de la producción de plantas forestales u hortícolas realizando un equilibrio de las dosis de los productos utilizados para la producción de bocashi con inóculo de *Pleurotus* sp, *Ganoderma* sp. y Levadura.

GLOSARIO

Lignina: La lignina es uno de los biopolímeros más abundantes en las plantas y junto con la celulosa y la hemicelulosa conforma la pared celular. (Sustainable Forestry for Bioenergy & Bio-based Products, 2007).

Celulosa: Es un homopolímero de cadena lineal formado por unidades de Dglucopiranosas, con enlaces β -1, 4 glicosídico. Es el principal componente de la pared celular de las plantas representando generalmente un 35 o 50%. El porcentaje puede variar de acuerdo al tipo de planta (Torres, 2019).

Enzimas: Las enzimas son proteínas, polímeros formados por aminoácidos covalentemente unidos entre sí, que catalizan en los organismos una gran variedad de reacciones químicas. La actividad catalítica de las enzimas depende de que mantengan su plegamiento, es decir, su estructura tridimensional (Ramírez y Ayala, 2014).

Ligninasas: es una de las enzimas más importantes involucradas en la degradación de la lignina (CASTRO, 2013).

Celulasas: Las celulasas son enzimas que degradan celulosa (La Facultad De Química Farmacéutica, Rodríguez y Piñeros, 2007).

Germinación: proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta.

Melaza: Conocida también como miel final y constituye el principal subproducto en la Industria azucarera, llevándola a un proceso de fermentación con levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae* para obtener el alcohol etílico (Gilces y Veloz, 2006).

Bocashi: El Bocashi (término del idioma japonés que significa, abono orgánico fermentado), incorpora al suelo materias orgánicas y nutrientes esenciales como, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; los cuales, mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo; estos abonos tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas (Agüero et al., 2014).

Sustrato: es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedores, entendiendo por contenedor cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se halle en presión atmosférica. (Barros, 2012).

Fertilizante: Son sustancias que contienen elementos o compuestos químicos nutritivos para los vegetales, en forma tal que pueden ser absorbidos por las plantas (FAO, 2011).

Basidiomycota: son una división del reino Fungi que incluye los hongos que producen basidios con basidiosporas (Infante & Gonzale, MECANISMOS DE ACCIÓN DE Trichoderma FRENTE A HONGOS FITOPATÓGENOS, 2009).

Ascomycota: constituyen el taxon fúngico con mayor número de especies (más de 90.000), desde levaduras microscópicas hasta hongos con esporocarpos tan complejos como las colmenillas y las trufas. (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, M., & Rengifo, 2007).

BIBLIOGRAFÍA

AGÜERO, D.R; et al. "*Bocashi: Abono Orgánico Elaborado a Partir De Residuos De La Producción De Plátanos En Bocas Del Toro*", 2014, (Panamá).

BAUTISTA, A. Evaluacion De La Aplicación De Cuatro Tipos De Abonos Orgánicos, En La Productividad Del Cultivo De Papa *Solanum Tuberosum*, Variedad Chola, En San Agustín, Parroquia Pintag, Canton Quito, Provincia Pichincha. (Loja-Ecuador). 2015.

BOSQUE, E. "*Ganoderma sp (01ES)*" . *Ecos del Bosque*, 2021

CALDERÓN, Tenorio; et al. "Producción de enzimas ligninolíticas y biodegradación del herbicida diuron por hongos de la pudrición blanca colectados en Costa Rica, cultivados sobre rastrojo de piña". 2017. pp. 1-23.

CASTRO, Y. "Estudio De La Bioquímica De Enzimas Lignocelulolíticas" [en línea]. Disponible: <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/954/Yasneira%20Castro%20Saya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

COELLO PAREDES, Jessica Marisol, Aplicación del hongo *Pleurotus ostreatus* como alternativa para la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados [en línea], 2011, (Ecuador) [Consulta: 25 de febrero 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/MASTER/Desktop/TESIS SEGUNDA/resvistas/pluoro.pdf>.

CSIC, C. "La lignina de las plantas y las enzimas de los hongos que la degradan han evolucionado paralelamente". *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 2019, vol. 12, no. 1, pp. 1-2.

FAO. "Elaboración Y Uso Del Bocashi". *Ministerio De Agricultura Y Ganadería* [en línea], 2011. pp. 1- 12. [Consulta: 25 de febrero 2020]. Disponible en: www.pesacentroamerica.org.

FREGOSO, Madueño; et al. "Alternative uses of sawmill industry waste". *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 2017. vol. 23, no. 02, pp. 243-260.

GALVÁN, B., *Aislamiento, Purificación Y Caracterización De Actividad Celulolítica De*

Hongos De Corteza De Pinus Hartwegii [en línea]. Mexico. 2018. [Consulta: 23 de febrero 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/MASTER/Desktop/TESIS SEGUNDA/resvistas/microorganismos.pdf>.

GILCES, P; & VELOZ, P. Estudio Del Uso De Los Nutrientes Para La Levadura En Fermentación Con El Propósito De Mejorar La Producción Del Alcohol Etflic. (Trabajo de titulación) (Doctorado). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Facultad de Ingeniería Química. (Guayaquil-Ecuador). 2006.

LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA, R. DE, RODRÍGUEZ, I.G; & PIÑEROS, Y.C., "Production Of Enzymatic Complex In Solid State Fermentation By *Trichoderma* Sp. Using Palm Oil Empty Fruit Bunch (Efb) As Substrate" , ISSN 0121-4004.

LEVIN, L.N; & FORCHIASSIN, F. "Aplicaciones biotecnológicas de los hongos lignocelulolíticos". *Industria y Química*, 2006, vol. 12, no. 1, p. 1.

LULEY, C.J. "Identificación del tipo de pudrición de la madera y hongos xilófagos en árboles urbanos". *Arborist News* [en línea], 2016, p. 1. [Consulta: 25 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.isahispana.com/treecare/articles/decay-fungi>.

MARCELO, E. "Lignina, Estructura Y Aplicaciones: Métodos De Despolimerización Para La Obtención De Derivados Aromáticos De Interés Industrial" *Executive Business School Chile* [en línea], 2013, (Santiago-Chile). [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323629266003.pdf>.

MONTOYA, M; & MUÑOZ, G. "Degradación De Lignina En Lodos Provenientes De La Industria Papelera Mediante Del Empleo Del *Ganoderma Lucidum*" [en línea], 2014, (Colombia) pp. 11-13. [Consulta: 20 de febrero 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4966/615321M798.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MUÑOZ, K.D. ; et al. "(*Pleurotaceae*) ICFC 153 / 99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos Production of *Pleurotus ostreatus* (*Pleurotaceae*) ICFC 153 / 99 grown on different waste lignocellulosic", 2019, vol. 26, no. 3, pp. 1177-1184.

PIEDRAITA, C; & CAVIEDES, A. Elaboración de un abono tipo "bocashi" a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria láctea (lacto suero). Universidad de San Buenaventura Cali

Facultad de Ingeniería, Ingeniería agroindustrial. (Cali-Colombia). 2012

QUEVEDO, B., "Evaluación de la degradación de residuos de floricultura para la obtención de azúcares con el uso de tres hongos lignocelulolíticos" [en línea]. 2011, (Colombia). [Consulta: 25 de febrero 2020]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6486/1/299036.2011.pdf>.

RAMÍREZ, J; & AYALA, M. "Enzimas: ¿qué son y cómo funcionan?" *Revista Digital Universitaria* [en línea], 2014, vol. 15, no. 12, pp. 1-13. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art91/#>.

SALAZAR, W. "Diversidad de los géneros *Ganoderma* y *Amauroderma* en el Ecuador", [en línea], 2014, (Ecuador). [Consulta: 25 de febrero 2020]. Disponible en: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9027/Diversidad de los géneros Ganoderma y Amauroderma en el Ecuador - Andres Salazar 2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9027/Diversidad_de_los_géneros_Ganoderma_y_Amauroderma_en_el_Ecuador_-_Andres_Salazar_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

RESTREPO, J. "El suelo, la vida y los abonos orgánicos colección de agricultura orgánica para principiantes". 1998, (Managua-Nicaragua)

TORRES, M., Obtención de celulosa a partir de la cáscara de cacao ecuatoriano (*Theobroma cacao* L.) mediante hidrólisis térmica para la elaboración de pulpa de papel [en línea]. 2019, (Quito-Ecuador). Disponible en: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.reg>.

Sustainable Forestry for Bioenergy & Bio-based Products. [en línea]. 2007. Disponible en: <http://learn.forestbioenergy.net/>, fecha de acceso: Mayo, 2013




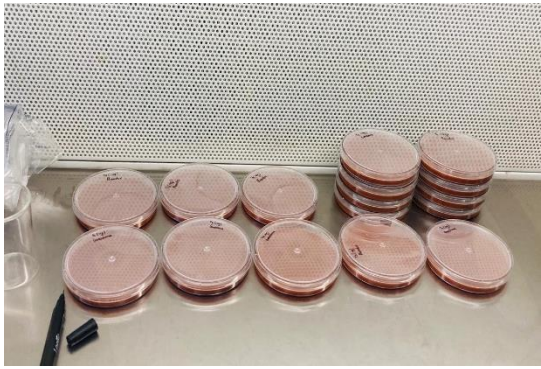

TSUKAMOTO, N. "Bocashi. *Glacoxan*". [en línea]. 2017. vol. 2346-9323, p.1 [Consulta: 26 de febrero 2020]. Disponible en: http://www.economiayviveros.com.ar/mayo2017/actualidad-floricultura_paisajismo_jardineria_y_arte_floral-2.html.



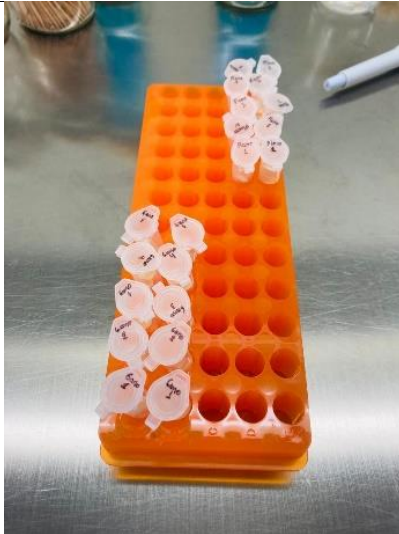
Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS

ANEXOS

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE LABORATORIO

<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE LABORATORIO</p>		
<p>Reactivación de <i>Pleurotus</i> sp.</p>	<p>Reactivación de <i>Ganoderma</i> sp</p>	
		
<p>Crecimiento micelial en Agar Corteza de pino en diferentes concentraciones.</p>	<p>Conservación de Hongos <i>Ganoderma</i> sp. y <i>Pleurotus</i> sp.</p>	
		
<p>Preservación de <i>Ganoderma</i> sp. y <i>Pleurotus</i> sp. en microtubos.</p>	<p>Pudrición acelerada de corteza de pino con suspensión de <i>Pleurotus</i> y <i>Ganoderma</i>.</p>	

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE LABORATORIO



Pudrición acelerada de corteza de pino Testigo.



Crecimiento micelial Agar Malta *Pleurotus* y *Ganoderma*.

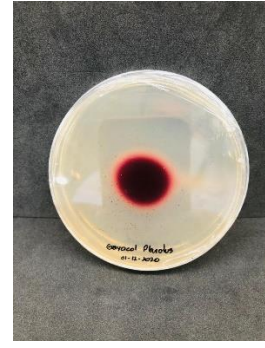
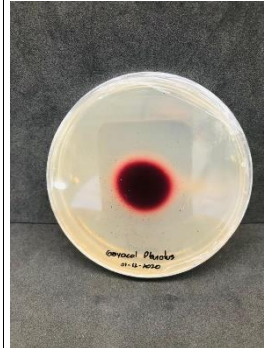
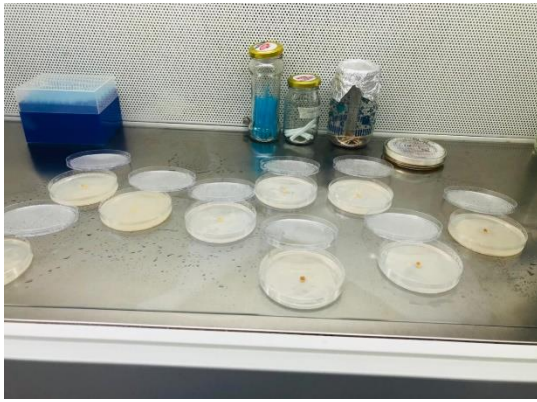


Preparación de medio de Agar Guayacol y Carboximetilcelulosa para y repique de *Ganoderma* sp. y *Pleurotus* sp.



Crecimiento del halo de Hongos *Ganoderma* sp. y *Pleurotus* sp. en medio Agar Guayacol

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE LABORATORIO





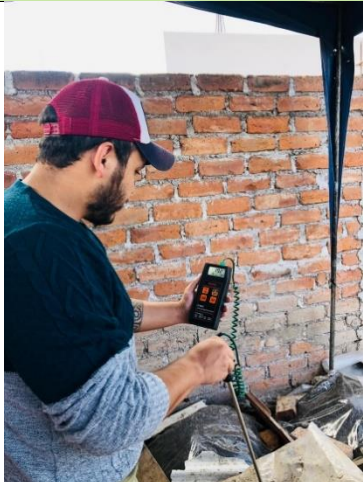


Revelación del halo de Hongos *Ganoderma* sp. y *Pleurotus* sp. en medio Agar Carboximetilcelulosa.


Preparación de materiales para la determinación microbiana de *Ganoderma* sp. y *Pleurotus* sp.



ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Recolección de la corteza de pino	Trituración de la corteza de pino	
		
Volteo de los tres tratamietos <i>Ganoderma</i> sp., <i>Pleurotus</i> sp. y Levadura	Toma de temperatura	
		

ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE SIEMBRA

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Recolección de semillas	Lavado de bandejas	
		
		
Siembra de <i>Alnus acuminata</i> y <i>Raphanus sativus</i>	Germinación de <i>Alnus acuminata</i> y <i>Raphanus sativus</i>	

ANEXO E: ELABORACION DE AGAR MALTA MODICADO.

PRODUCTOS	DOSIS
Pony Malta	100 mL
harina de cebada (machica)	40 g
Agar Bacteriológico	20 g
Agua destilada	250 mL
Cloranfenicol	6 cápsulas

ANEXO F: ELABORACION DE AGAR CORTEZA DE PINO.

DOSIS (CORTEZA DE PINO)	TRATAMIENTO	CORTEZA PINO	AGAR BACTEREOLÓGICO	AGUA
0g	1	0 g	5g	200 mL
5g	2	1g	5g	200 mL
10g	3	2g	5g	200 mL
15g	4	3g	6g	200 mL
20g	5	4g	6g	200 mL
25g	6	5g	6g	200 mL

ANEXO G: ELEMENTOS Y CANTIDADES USADAS PARA LA ELABORACIÓN DE AGAR GUAYACOL MODIFICADO

ELEMENTO	DOSIS
fosfato monopotásico	0.5g/L
sulfato de magnesio	0.2g/L
nitrate de amonio	0.1g/L
nitrate de potasio	0.1g/L
sulfato de hierro	0.02g/L
nitrate de calcio	0.04g/L
pony malta	100 mL
Agar	20g/L
Corteza de pino	2g/ml
Guayacol	25ml

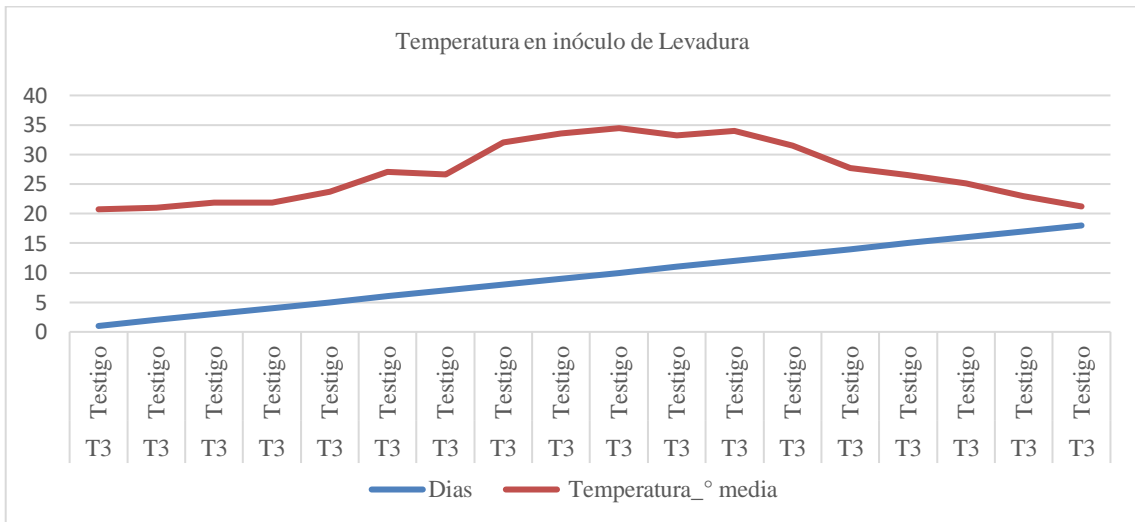
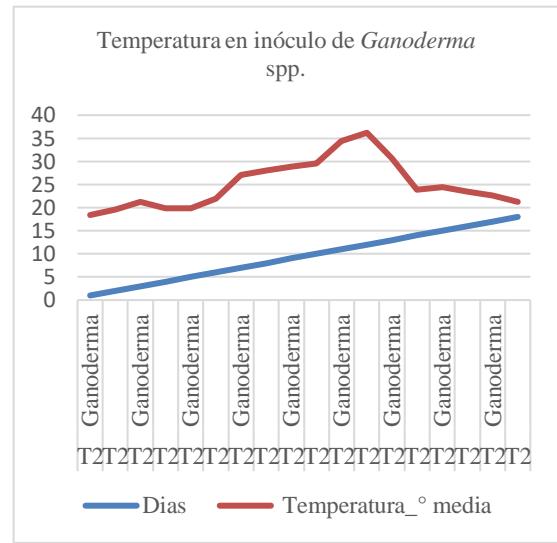
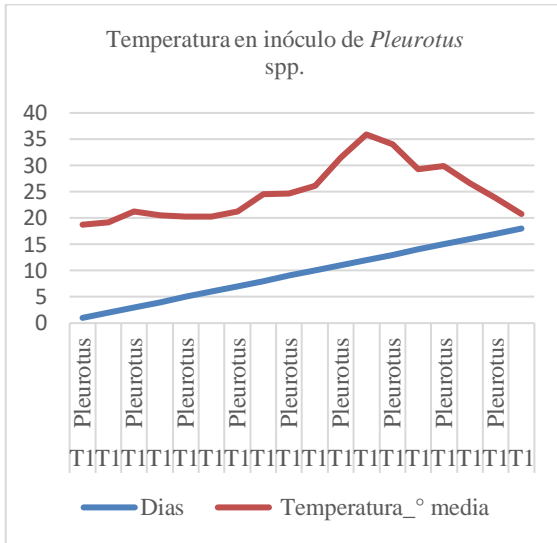
ANEXO I: ELEMENTOS Y CANTIDADES USADAS PARA LA ELABORACIÓN DE AGAR CARBOXILMETILCELULOSA MODIFICADO

ELEMENTO	DOSIS
Agua	250 mL
Agar	5 g/L
Carboxilmetilcelulosa	2,5 g/L
Monopótasico	0,04 g/L
Nitrato de calcio	0,16 g/L
Sulfato de magnesio	0,04 g/L
Sulfato amonio	0,04 g/L

ANEXO K: PROTOCOLO CON ELEMENTOS Y CANTIDADES USADAS EN LA ELABORACIÓN DE BOCASHI.

CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
1	Litro	Suspensión de <i>Ganoderma</i> sp	Suspensión de <i>Pleurotus</i> sp	
6,6	Libra	Urea	Urea	Urea
3	Litro	Melaza diluida en 18 litros de agua	Melaza diluida en 18 litros de agua	Melaza diluida en 18 litros de agua
6,6	Libra	Cal	Cal	Cal
50	Libra	Tierra negra	Tierra negra	Tierra negra
42,9	Libra	Gallinaza	Gallinaza	Gallinaza
30	Libra	corteza pino fino	corteza pino fino	corteza pino fino
6,6	Libra	Carbón molido	Carbón molido	Carbón molido
400	Gramo			Levadura

ANEXO T: GRAFICO DE LA TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS DE BOCASHI CON INÓCULOS DE *Pleurotus* sp., *Ganoderma* sp. Y LEVADURA.






ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

FECHA DE ENTREGA: 14 / 05 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
NOMBRES – APELLIDOS: LUIS MIGUEL MIRANDA CORONEL
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
FACULTAD: RECURSOS NATURALES
CARRERA: INGENIERÍA FORESTAL
TÍTULO A OPTAR: INGENIERO FORESTAL
F. ANALISTA DE BIBLIOTECA RESPONSABLE: ING. CPA. JHONATAN RODRIGO PARREÑO UQUILLAS. MBA.
 Firmado electrónicamente por: JHONATAN RODRIGO PARREÑO UQUILLAS
 14-05-2021 1101-DBRA-UTP-2021