

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**



**RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS COMO SUSTRATOS EN EL CULTIVO DE
Ganoderma lucidum Y *Ganoderma applanatum***

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PRESENTADO POR:

WENDY CECILIA ARIZA MIRAVAL

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°40 -2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 08 de mayo del 2023 a horas 06:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS COMO SUSTRATOS EN EL CULTIVO DE *Ganoderma lucidum* Y *Ganoderma applanatum*”

Presentado por la Bachiller: **WENDY CECILIA ARIZA MIRAVAL**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**EXCELENTE**”.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del título correspondiente.

Tingo María, 23 de mayo de 2023


Dr. YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE
PRÉSIDENTE


Dr. CÉSAR SAMUEL LÓPEZ LÓPEZ
MIEMBRO


Ing. M.Sc. WARREN RIOS GARCIA
MIEMBRO




Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 164 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS COMO SUSTRATOS EN EL CULTIVO DE <i>Ganoderma lucidum</i> Y <i>Ganoderma applanatum</i>	WENDY CECILIA ARIZA MIRAVAL	21% Veintiuno

Tingo María, 21 de junio de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS COMO SUSTRATO EN EL CULTIVO DE
Ganoderma lucidum Y Ganoderma applanatum

Autor	: ARIZA MIRAVAL, Wendy Cecilia
Asesores	: Dr. RUIZ RENGIFO, LADISLAO
Programa de investigación	: Valoración de la biodiversidad y recursos naturales.
Línea de Investigación	: Manejo, conservación de la biodiversidad y recursos naturales.
Eje temático	: Micología
Lugar de ejecución	: Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María
Duración	: 6 meses
Financiamiento	: 5.548.20 soles
FEDU	: No
Propio	: Si
Otros	: No

Tingo María – Perú

2023

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis	: Residuos lignocelulósicos como sustrato en el cultivo de <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> .
Autor	: Ariza Miraval, Wendy Cecilia.
Asesor de tesis	: . Dr. Ruiz Rengifo, Ladislao
Escuela Profesional	: Ingeniería en Recursos Naturales Renovables.
Programa de investigación	: Valoración de la biodiversidad y recursos naturales.
Línea(s) de investigación	: Manejo, conservación de la biodiversidad y recursos naturales.
Eje Temático	: Micología.
Lugar de ejecución	: Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.
Duración	: 06 meses.
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/5.548.20 Otros : S/0.00

Tingo María, Perú, junio 2023.

Handwritten signature of Wendy Cecilia Ariza Miraval.

Wendy Cecilia Ariza Miraval

Tesista

Handwritten signature of Dr. Ladislao Ruiz Rengifo.

Dr. Ladislao Ruiz Rengifo

Asesor

DEDICATORIA

Esta tesis lo dedico a:

- En primer lugar, a Dios, por ser quien me inspiró y dio las fuerzas para continuar con todo el proceso de mi investigación; y así poder obtener como resultados mi título profesional.

- A mi madre, Luisa Miraval Alvarez, por el apoyo y amor incondicional que me brindó en todo este año, el cual me permitió cumplir mi sueño, y gracias a ello he logrado llegar hasta donde estoy y convertirme en una gran profesional, gracias por seguir motivándome a cumplir mis metas y por cuidar de mi hija cada vez que me encontraba en el laboratorio.

- A mi padre, Basilio Ariza Espinoza, por el apoyo en todo este proceso de investigación, el cual me ayudó a poder terminar y cumplir un sueño más, gracias por el apoyo brindado.

- A mis hermanos, por el apoyo moral e incondicional para lograr todo este éxito, gracias al cariño, los consejos, las palabras de aliento que han sido de mucha ayuda para mí y de una u otra manera están apoyándome en mis metas y proyectos.

- A mi asesor, Dr. Ladislao Ruiz Rengifo, por el apoyo incondicional, las palabras de aliento de seguir adelante y de que no me rindiera, gracias por los consejos brindados y los conocimientos en cada etapa de esta investigación.

- A, todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito; en especial a aquellos que me extendieron su mano en momentos difíciles y abrieron las puertas para compartirme sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar, doy gracias a Dios por permitirme estar con vida en estos tiempos de pandemia, soy tan dichosa de poder disfrutar de mi familia y de mi hermosa hija, gracias por toda la bendición regada sobre mí y sobre toda en las decisiones tomadas, gracias a la vida que cada día me demuestra lo valiosa que es.
- Gracias a la Universidad Nacional Agraria de la selva y sus docentes por la obtención de conocimientos y creer en mí.
- Asimismo, decir que no me fue nada sencillo este camino, fallé, me derrumbé, me sentí fracasada pero ahí estuvieron mi familia mi asesor para brindarme su apoyo y alentarme a seguir con mi investigación, tome fuerzas y dije lo lograré por mi hija para que ella se sienta orgullosa de lo que he logrado o de lo que hemos logrado; lo complicado de todo este proceso ha terminado, hago presente mi afecto y mi amor a mi familia en especial a mi pequeña hija, mi compañera de vida.
- Por último, quiero agradecer a la técnica de laboratorio Ing. Koily Karina Sandoval Rojas y al Sr. Michel Abendaño, por darme soporte con los ánimos y buenas vibras que a veces lo necesitaba mucho durante esta investigación; siempre estuvieron ahí con sus palabras de apoyo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Hongos	3
2.1.1. Generalidades de los hongos	3
2.1.2. Hongos en estudio	4
2.2. Medio de cultivo	7
2.3. Preparación del medio de cultivo	7
2.6. Reproducción	10
2.7. Técnicas de cultivo de <i>Ganoderma lucidum</i>	10
2.8. Investigaciones sobre <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i>	11
2.9. Investigación relacionada a la salud humana.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Lugar de ejecución	16
3.1.1. Ubicación política	16
3.1.2. Ecología y clima.....	16
3.2. Materiales y métodos.....	16
3.2.1. Materiales y equipos.....	16
3.2.2. Metodología... ..	17
3.3. Variable en estudio	16
3.4. Calculo de las variables	22
3.4.1. Tiempo de corrida de la siembra.....	22
3.4.2. Peso fresco (g) de los cuerpos fructíferos del hongo <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> en diferentes sustratos.....	22
3.4.3. Rendimiento (%).....	22
3.4.4. Tasa de producción (%).....	23
3.4.5. Eficiencia biológica (%).....	23
3.5. Procesamiento y analisis de datos	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24

4.1. Crecimiento radial de micelio de <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> en medio Agar Papa Dextrosa (PDA) y en medio Extracto Agar Malta (EMA)	24
4.1.1. Crecimiento radial del micelio de <i>Ganoderma lucidum</i>	24
4.2. Características morfológicas del micelio de <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> en dos medios de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA) y Extracto Agar Malta (EMA).....	25
4.3. Producción en peso fresco de <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> en cinco tipos de sustrato agrícola	27
4.3.1. Producción en peso fresco de <i>Ganoderma lucidum</i>	27
4.3.2. Producción en peso fresco de <i>Ganoderma applanatum</i>	29
4.4. Tiempo de corrida del micelio de <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> en los diferentes sustratos agrícolas.....	30
4.4.1. Tiempo de corrida del micelio de <i>Ganoderma lucidum</i>	30
4.4.2. Tiempo de corrida del micelio de <i>Ganoderma applanatum</i>	32
4.5. Eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> en los diferentes tipos de sustratos	32
4.5.1. Eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de <i>Ganoderma lucidum</i>	32
4.5.2. Eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de <i>Ganoderma applanatum</i>	35
V. CONCLUSIONES	39
VI. PROPUESTAS PARA EL FUTURO	40
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXO	45

NDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Condiciones de cultivo para obtener los óptimos crecimientos de <i>G. lucidum</i>	10
2.	Evaluación de las características morfológicas de colonias de <i>G. lucidum</i> y <i>G. applanatum</i> en dos medios de cultivo.	19
3.	Características morfológicas del micelio de <i>Ganoderma lucidum</i> y <i>Ganoderma applanatum</i> en dos medios de cultivo.	26
4.	Estadísticos descriptivos para la producción de <i>G. lucidum</i> en cinco tipos de sustratos.	27
5.	ANVA para la producción de <i>G. lucidum</i> en cinco tipos de sustratos.	27
6.	Prueba Tukey para la producción de <i>G. lucidum</i> en cinco tipos de sustratos.	28
7.	Estadísticos descriptivos para la producción de <i>G. applanatum</i> en cinco tipos de sustratos.	29
8.	ANVA para la producción de <i>G. applanatum</i> en cinco tipos de sustratos.	29
9.	Prueba Tukey para la producción de <i>G. applanatum</i> en cinco tipos de sustratos.	30
10.	Estadísticos descriptivos para el inicio de fructificación de <i>G. lucidum</i> en cinco tipos de sustratos.	31
11.	ANVA para el inicio de fructificación de <i>G. lucidum</i> en cinco tipos de sustratos.	31
12.	Prueba Tuckey para el inicio de fructificación de <i>G. lucidum</i> en cinco tipos de sustratos.	31
13.	Estadísticos descriptivos para el inicio de fructificación de <i>G. applanatum</i> en cinco tipos de sustratos.	32
14.	El ANVA de la E.B. de la producción de <i>G. lucidum</i> en diferentes sustratos. ...	33
15.	Prueba Tukey para la E.B (%) en la producción de <i>G. lucidum</i> por efecto de distintos tipos de sustratos.	33
16.	ANVA del rendimiento en la producción de <i>G. lucidum</i> por efecto en diferentes sustratos.	33

17.	Prueba Tukey para el rendimiento (%) en la producción de <i>G.lucidum</i> por efecto de distintos tipos de sustratos.	34
18.	ANVA, la tasa de producción de hongo medicinal <i>G. lucidum</i> por efecto de diferentes tipos de sustratos.....	34
19.	Prueba Tukey para el T.P. (%) en la producción de <i>G.lucidum</i> por efecto de distintos tipos de sustratos.....	35
20.	El ANVA de la E.B. en la producción de <i>G. applanatum</i> en diferentes sustratos.....	36
21.	Prueba Tukey para la E.B (%) en la producción de <i>G. applanatum</i> por efecto de distintos tipos de sustratos	36
22.	ANVA del rendimiento en la producción de <i>G. applanatum</i> por efecto en diferentes sustratos.	37
23.	Prueba Tukey para el rendimiento (%) en la producción de <i>G. applanatum</i> por efecto de distintos tipos de sustratos	37
24.	Crecimiento micelial del hongo <i>G. lucidum</i> en medio de cultivo Agar Papa Dextrosa.....	46
25.	Crecimiento micelial del hongo <i>G. lucidum</i> en medio de cultivo Agar Extracto de Malta.	46
26.	Crecimiento micelial del hongo <i>G. applanatum</i> en medio de cultivo Agar Papa Dextrosa	47
27.	Crecimiento micelial del hongo <i>G. applanatum</i> en medio de cultivo Agar Extracto de Malta.	48
28.	Evaluación de la producción de basidiocarpos de <i>G. lucidum</i> en sustrato aserrín de cajonería	49
29.	Evaluacion de la produccion de basidiocarpos de <i>G. lucidum</i> en sustrato fibra de coco.....	50
30.	Evaluacion de la produccion de basidiocarpos de <i>G. lucidum</i> en sustrato bagazo de caña.....	51
31.	Evaluacion de la produccion de basidiocarpos de <i>G. lucidum</i> en sustrato tusa de maiz.	52
32.	Evaluacion de la produccion de basidiocarpos de <i>G. lucidum</i> en sustrato rastrojo de arroz.....	53

33.	Evaluacion de la produccion de basidiocarpos de <i>G. applanatum</i> en sustrato aserrin de cajonera.....	54
34.	Evaluacion de la produccion de basidiocarpos de <i>G. applanatum</i> en sustrato fibra de coco	54
35.	Evaluación de la producción de basidiocarpos de <i>G. applanatum</i> en sustrato bagazo de caña.	55
36.	Evaluacion de la produccion de basidiocarpos de <i>G. applanatum</i> en sustrato tusa de maiz.	55
37.	Evaluación de la producción de basidiocarpo de <i>G. applanatum</i> en restrojo de arroz.....	56
38.	Evaluacion diaria de la temperatura en la produccion de basidiocarpos del hongo <i>G.lucidum</i> y <i>G. applanatum</i>	57
39.	Evaluación diaria de la humedad en la producción de basídicarpos del hongo <i>G. lucidum</i> y <i>G. applanatum</i>	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1.	Medición radial de crecimiento de micelio del hongo en placas Petri con medio de cultivo..... 18
2.	Crecimiento radial de <i>G. lucidum</i> en medio PDA..... 24
3.	Crecimiento radial de <i>G. lucidum</i> en medio EMA. 24
4.	Crecimiento radial de <i>G. applanatum</i> en medio PDA..... 24
5.	Crecimiento radial de <i>G. applanatum</i> en medio EMA..... 24
6.	Tasa de producción en (%) del hongo medicinal <i>G. lucidum</i> en cinco sustratos diferentes... .. 35
7.	Preparación del medio de cultivo... .. 59
8.	Activación y propagación de micelio del hongo <i>G. lucidum</i> 59
9.	Extracción de fragmentos del hongo <i>G. applanatum</i> para ser introducidos en placas conteniendo medio de cultivo..... 60
10.	Activación y propagación de micelio del hongo <i>G. applanatum</i> 60
11.	Preparación de los granos de trigo para la producción de semilla... .. 61
12.	Inoculación de micelio del hongo de <i>G. lucidum</i> y <i>G. applanatum</i> . en las bolsas de polipropileno conteniendo granos de trigo. 61
13.	Acondicionamiento y limpieza del área de producción. 62
14.	Sustrato (tusa de maíz y aserrín de cojonería) humedecido. 62
15.	Sustrato (bagazo de caña) humedecido. 63
16.	Sustrato (fibra de coco) humedecido. 63
17.	Sustrato (restrojo de arroz) humedecido 64
18.	Llenado de sustrato en bolsas esterilización. 64
19.	Siembra de semilla del hongo <i>G. lucidum</i> y <i>G. applanatum</i> en los sustratos..... 65
20.	Incubación 65
21.	Activación y producción del hongo <i>G. lucidum</i> y <i>G. applanatum</i> 66
22.	Cosecha y evaluación de los basidiocarpos..... 66
23.	Basidiocarpos de <i>G. applanatum</i> 67
24.	Alta cantidad de emisión de esporas por <i>G. lucidum</i> , impregnadas en las paredes y en el piso del área de producción 67

RESUMEN

Tingo María, cuenta con una serie de subproductos que provienen de la agricultura y la pequeña industria, que son residuos generados en gran cantidad y que en muchos casos son descartados de manera impropia o quemados, pero que, son una alternativa de aprovechamiento para producir hongos como en este caso *Ganoderma*, los cuales están en una creciente demanda debido a sus beneficios asociados a la salud. El objetivo fue conocer los residuos lignocelulósicos como sustrato en el cultivo de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum*. Para tal fin, obtener el micelio del fungo *G. Applanatum*, lo que se hizo fue coleccionar el hongo nativo de la zona, aislar y purificar los cultivos realizados en placas Petri conteniendo medio agar papa dextrosa (PDA) y agar extracto de malta (EMA). El micelio de *Ganoderma lucidum* se obtuvo a través de compra para ser repicado en medio de cultivo, realizado en el laboratorio de Micología y Tecnología de la Propagación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. Las evaluaciones de crecimiento y la caracterización morfológica del micelio fueron de manera diaria. Para el experimento se utilizaron cinco tipos de sustratos ricos en celulosa y lignina, como son el bagazo de caña, rastrojo de arroz, tusa de maíz, fibra de coco y aserrín de cajonería; logrando tener mejores resultados en producción de *G. lucidum* en el sustrato a base de tusa de maíz, aserrín de cajonería y bagazo de caña; en cuanto a la producción de *G. applanatum* se obtuvo mejores resultados en el sustrato a base de aserrín de cajonería. Se ha obtenido mejores respuestas en cuanto a eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción para basidiocarpos de *G. lucidum* con los sustratos a base de aserrín de cajonería, tusa de maíz y bagazo de caña; con respecto a *G. applanatum* se obtuvo mejores respuestas en cuanto a eficiencia biológica y rendimiento con los sustratos a base de aserrín de cajonería, bagazo de caña y rastrojo de arroz.

Palabras clave: *Ganoderma*, hongos medicinales, lignocelulósicos, fungo.

ABSTRACT

Tingo María, has a series of by-products that come from agriculture and small industry, which are residues generated in large quantities and that in many cases are improperly discarded or burned, but which are an alternative to use to produce mushrooms. as in this case *Ganoderma* sp, which are in increasing demand due to their benefits associated with health. The objective was to know the lignocellulosic residues as a substrate in the cultivation of *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma applanatum*. To this end, to obtain the mycelium of the fungi *G. applanatum*, what was done was to collect the native fungus of the area, isolate and purify the cultures made in Petri dishes containing medium potato dextrose agar (PDA) and malt extract agar (EMA). The *Ganoderma lucidum* mycelium was obtained through purchase to be replicated in a culture medium, carried out in the laboratory of Mycology and Propagation Technology of the National Agrarian University of La Selva - Tingo María. The growth evaluations and the morphological characterization of the mycelium were daily. For the experiment, five types of substrates rich in cellulose and lignin were used, such as sugarcane bagasse, rice stubble, corn cob, coconut fiber and drawer sawdust; achieving better results in production of *G. lucidum* in the substrate based on corncob, drawer sawdust and sugarcane bagasse; Regarding the production of *G. applanatum*, better results were obtained in the substrate based on drawer sawdust. Better responses have been obtained in terms of biological efficiency, yield and production rate for basidiocarps of *G. lucidum* with substrates based on sawdust, corncob and sugarcane bagasse; Regarding *G. applanatum*, better responses were obtained in terms of biological efficiency and yield with substrates based on sawdust, sugarcane bagasse and rice stubble.

Keywords: *Ganoderma*, medicinal mushrooms, lignocellulosic, fungí.

I. INTRODUCCIÓN

El reino fungí, es uno de los reinos más numerosos que existen en la tierra después de los insectos (Hawthorn, 1991), pero también ciertamente es uno de los reinos menos estudiados especialmente en nuestro país, donde hay pocas o escasas investigaciones, más aun sabiendo que tenemos una alta diversidad de estas especies, por cuanto no es comprendido por la mayoría de la población y en consecuencia lo que no se conoce es poco lo que se puede aprovechar, el cual es necesario iniciar investigaciones sobre hongos en el rubro alimenticio y medicinal principalmente, a fin de aprovechar y darle el valor a los recursos naturales de nuestra biodiversidad para mejorar el nivel de vida de nuestros ciudadanos.

La actividad agrícola e industrial generan alta cantidad de residuos que proviene de sus procesos, estos residuos en muchos casos generan serios problemas ambientales principalmente por la quema de dichos residuos. En nuestro medio solo por mencionar algunos residuos se indican a continuación: desechos de la producción de maíz, cáscaras de cacao, café y arroz, desechos de la producción de plátano, bagazo de caña de azúcar; así como desechos generados de la actividad forestal por la transformación en manufactura especialmente de la fabricación de cajones para embalaje de frutas que se producen en la zona de Tingo María. Dichos residuos siguen siendo buena fuente de recursos, por lo que, es necesario darle un uso para procesar y generar otros productos o subproductos, en este caso particular, se podrían utilizar como sustratos para la producción de hongos medicinales, tal como lo menciona (Jie et al., 2007), referido a *Ganoderma lucidum* y otras *Ganoderma* nativa que tienen componentes activos en su composición, por lo que poseen propiedades medicinales que ayudan al organismo a combatir enfermedades.

Existen una variedad de hongos con muchos beneficios para la salud humana, uno de ellos es *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum*, que aportan una gran cantidad de proteínas y vitaminas, muy bueno para tratar la tuberculosis, cáncer de esófago y otros tipos de enfermedades, debido a que poseen propiedades antibióticas, antihemorrágicas e inmunológicas. Son muy buenos para personas que tiene bajas las defensas, padezcan de diabetes, entre otras enfermedades y que deseen reforzar su sistema inmunológico (Roa et al., 2018).

La importancia como recurso natural en la amazonia peruana es aprovechar los desechos orgánicos contaminantes más comunes en la industria relacionada a la agricultura para la

producción de hongos medicinales y/o comestibles, ya que Tingo María cuenta con condiciones favorables para su producción.

Actualmente en la Universidad Nacional Agraria de la Selva no se ha realizado investigaciones referentes a producción de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum*, por tales razones se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál de los residuos lignocelulósicos tendrá mayor capacidad para producir *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum*?

Objetivo general

- Conocer los residuos lignocelulósicos como sustrato en el cultivo de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum*.

Objetivos específicos

- Caracterizar el crecimiento micelial in vitro de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en dos medios de cultivo sintéticos.
- Determinar las características morfológicas del micelio de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en dos medios de cultivo sintéticos
- Determinar el tiempo de corrida del micelio de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en los diferentes sustratos lignocelulósicos
- Determinar la producción en peso fresco de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en cinco tipos de sustratos lignocelulósicos.
- Determinar la eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en cinco tipos de sustratos lignocelulósicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Hongos

Moreno et al. (1986), los hongos eucariotas desarrollan una asimilación externa de su sustento, expulsando enzimas el cual contiene moléculas resultado de la asimilación o digestión, a esto se le llama osmotrofia. Estos hongos son fundamental en el uso antrópico, porque su función es descomponer los compuestos orgánicos, dinámica de la naturaleza; a su vez estos hongos sirven como alimento para el hombre, algunos son venenosos, muchos de estos organismos son patógenos que provocarían enfermedad a su huésped y otros hongos son beneficiosos que intervienen en el desarrollo de algunos productos, juegan un papel fundamental en el equilibrio del bosque. Estas se encuentran formadas por células que forman las hifas, que se encuentran en fracciones por tabiques transversales denominadas septos, todo ello constituye llamada hifa septada.

La coloración del basidiocarpo se muestra cuando están formadas las estructuras productivas, en donde presentan esporas que son encargados de la desimianación, donde su mejor adaptación es en lugares oscuros y húmedos. Estos organismos son eficaces en generar la materia muy nutritiva en células. Las materias nutricionales son conservadas en los micelios; algunos de estas sustancias excesivas son expulsadas al medio ambiente (Alexopulus, 1985).

2.1.1. Generalidades de los hongos

Para producir los basidiocarpos, se realiza mediante las esporas (cuerpos microscópicos), es decir como semillas de los vegetales, la diferencia es por tener un tamaño reducido (micrones) (Herrera y Ulloa, 1990).

Rodríguez y Jaramillo (2005), indican que, la producción a nivel global de basidiocarpos y los sub agregados de basidiocarpos, hasta la actualidad en valor se tasa un aproximado de catorce millones de dólares. Su reconocimiento y la utilización como propiedad medicinal en los estados orientales.

Los organismos están constituidos de un reino del ecosistema, pero muy independiente de los animales y plantas, porque decimos esto ya que el hongo comparte propiedades de ambos, también pertenece al grupo heterogéneo y polimórfico ya que su habitad es en todos los ambientes (Rosales y Vásquez, 2013).

El ambiente y el desarrollo de los organismos basidiocarpos es muy simple, ya que el volumen aprovechable está organizado de células independientes denominadas hifas, su suministro de alimento es mediante la secreción que transporta enzimas, las células llamadas

hifas constituyen el micelio y son los grandes destructores de las fibras celulósicas del árbol (Martínez, 1991).

Se calcula que la existencia de hongos en el mundo se aproxima a un millón, de las cuales está registrada 70,000, aun así, en los países americanos con territorios tropicales por la cantidad de existencia de estos organismos apenas se conoce el 5% de nivel global, este porcentaje merma cuando se refiere a la diversidad micológica en los trópicos. Aproximadamente 150 especies de hongos son conocidas como comestibles y muchas de éstas contienen propiedades medicinales, pero tan sólo unas cuantas especies son cultivadas con fines comerciales, por lo que muchas especies aún no tienen una tecnología de cultivo y están de manera silvestre (Rosales y Vásquez, 2013).

2.1.2. Hongos en estudio

2.1.2.1. *Ganoderma lucidum*

El género *Ganoderma* se encuentra su distribución en abundancia desde sur de norte América hasta el Amazonas y en el continente asiático. Su mayor ambiente climático y frecuentemente habita en las regiones subtropicales (Stamets, 1993).

G. lucidum es un descomponedor de madera, conocido como medicinal y nutraceutico cuyo concentrado se denomina “Lingzhi” en China, “Yeongji” en Corea y “Reishi” en Japón, éstos nombres son denominados en la actualidad a nivel global. Su contenido medicina es muy apreciable en la salud y longevidad en la medicina típica costumbrista oriental. En los últimos acontecimientos se ha extendido a nivel mundial. Está comprobado su efecto sobre la fuerte actividad antioxidante y su eminente elevada defensa (Chang y Miles, 2004).

G. lucidum, posee atributos antialérgicos, analgésicas, antifúngicas, antiinflamatorias, antivirales, antiparasitarias, antidiabéticas, hepatoprotectoras, reguladora de la tensión arterial y tónico nervioso. Sin embargo, se ha utilizado con el fin de mejorar la capacidad intelectual, de potencializar la sexualidad, fomentar la agilidad y la longevidad, realizar tratamientos hepáticos, distrofia muscular, artritis, asma, bronquitis, úlcera gástrica (Chang y Miles 2004; Wasser 2005; Russell y Paterson 2006).

Este es un hongo saprofito que increíblemente cumple su actividad como parásito. Habitualmente podemos encontrar en las maderas frondosas pero que raramente puede aparecer en coníferas (Bernichia, 2005).

Rodríguez y Jaramillo (2005), consideran que cuando se desea cultivar esta especie de hongo bajo condiciones de laboratorio se tiene que emplear un sustrato conformado por aserrín de madera dura con virutas de madera en una proporción de 50-50.

2.1.2.1.1 Taxonomía *G. lucidum* (Curtis) P. Karst. 1881

Reino	: Fungí
División	: Basidiomycota
Clase	: Agaricomycetes
Orden	: Polyporales
Familia	: Ganodermataceae
Género	: <i>Ganoderma</i>
Especie	: <i>G. lucidum</i>

2.1.2.1.2 Características morfológicas de *Ganoderma lucidum*

G. lucidum posee basidiocarpo anual con cutícula laqueada de color amarillo rojizo y está cubierta la parte superior suavemente y están paralelamente concéntricas como superior e inferior. Los bordes de los basidiocarpos son de colores blanco oscuro hacia amarillo amarronado y cuando está maduro cambia a color rojo amarronado. La forma es heterogéneo, circular, semicircular y arriñonada. El área superficial a veces está cubierta de esporas (color, polvo amarronado). También posee al lado inferior poros blancos de torna marrón al ser manipulado. El color de estípite es blanco a amarillo, eventualmente oscuro a marrón o negro, es de forma excéntrico al sombrero. El basidiocarpo cuando está fresco es suave y finalmente pasa a madurar y se encuentra seco y duro (leñoso) (Stamets 1993; Upton 2006).

Sombrero: sus dimensiones podrían superar los 10cm de diámetro, y llegar hasta los 15 cm. Tiene un color marrón rojizo al madurar solo varía el color en el borde, la superficie es lisa y ondulada, cubierta de una especie de barniz que hace que el basidiocarpo se brille.

Himenio: Formados por tubos alargados de un color blanco que van oscureciendo particularmente a tonos canela, y poros redondos, anguloso de viejos, teniendo un tamaño de 5 mm.

Pie: Tiene una longitud regular, naturalmente larga de forma cilíndrico con algunos engrosamientos, su color natural es marrón rojizo, que está cubierto con una especie de barniz así como el barniz dándole brillo.

Carne : Dura y fibrosa el color cambia según la edad inicia con el color crema y termina mas claro. En general *G. lucidum* presenta 06 colores, la mas utilizada de estos organismos es la variedad roja y sembrada en los países como China, Taiwan, Japon y Corea. El estepite presenta un color blanco amarillento y podría estar oscuro como a pardo negro. Y está palalelamente unido al pileo de lateral. Su tamaño puede llegar hasta los 10 cm y su diametro de 0,5 a 5 cm, las esposas presentan un color rojizo, las esporas presentan como berrugas de una pared doble y unas como soportes de paredes que son internamente (Wasser,2002).

2.1.2.2. *Ganoderma applanatum*

Los organismos polyporales se denominan así porque contienen poros muy pequeños en el cuerpo fructífero de la parte inferior, el cual muestra sus esporas leñosas o coriácea. Se desarrollan en maderas de estado de descomposición, el cual busca nutrientes para su desarrollo de sus pequeños tubos denominados hifas, y se encuentran encima de maderas en descomposición. Y estas especies rompen el umbral optimo del ambiente porque su habitad se encuentran en los lugares muy húmedos o también en lugares muy calurosos, tropicales y subtropicales (Tello, 2010).

2.1.2.2.1. Taxonomía *G. applanatum* (PERS.) Pat. 1887

Reino	: Fungí
División	: Basidiomycota
Clase	: Agaricomycetes
Orden	: Polyporales
Familia	: Ganodermataceae
Género	: <i>Ganoderma</i>
Especie	: <i>G. applanatum</i>

2.1.2.2.2. Características morfológicas de *Ganoderma applanatum*

La *G. applanatum* presenta en general un cuerpo fructífero perennial de formación achatado en repisas, superficialmente la base superior de color marrón-rojizo, debido a la amplitud de existencia de esporas ferruginosas sus bordes son de color blanco-carne. Cuando completa su desarrollo la textura es firme y dura. En el interior de la superficie (himenóforo) encontramos poros muy pequeños de color blanco, los micelios de color blanco. Las hifas son de características de pared fina de hialina con nudos setas, fibulas de ojal abierto, las ramificaciones se generan a partir de las setas. Las pudriciones blancas se generan gracias a la oxidasa de reacción positiva (Escuza, 1987).

Este organismo presenta varios compuestos como: ergosterol, triterpenoides así como también el ácido Ganoderenico y furanoganoderico, además de ello contiene atributos inmunoestimulantes, desarrollados en investigaciones con animales. La *G. applanatum* es usada para combatir el cáncer estomacal en la tradición China que en sus atributos contiene antimicrobianas e hipoglucemiantes (Ying, 1987).

2.2. Medio de cultivo

Gaitán (2006), menciona que, los medios de cultivo son una combinación proporcionada de nutriente que, en concentraciones idóneos de condición física ideal permite un buen desarrollo de hongos. Su contenido permite una base mineral, fuentes de carbono, N, S, atmosfera idónea, y los factores adecuados en desarrollo, estas ventajas podrían ser de manera natural o artificial, el organismo o célula de identidad diferente dentro de un grupo impide el normal desarrollo de otros organismos. A esto los factores complementarios podrían ayudar su desarrollo como: agua, nutrientes, extracto, infusión, así como los carbohidratos (azúcar, agar, almidón), sal mineral (orgánica e inorgánica) y finalmente colorantes.

Guzmán (2000), indica que, los medios de cultivo y crecimiento de los microorganismos en lugares controlados, su desarrollo del micelio en materiales de placa Petri o tubo de ensayo tendrá efecto siempre en cuando controles la proporción optima de nutriente para su formación. Generalmente se realizan cultivos solidos de agar, el cual se desarrolla mediante sustrato a solidificar ejemplo como una gelatina. Para una determinada especie de hongo posee requerimientos propios en nutrición, el cual dependerá de cada especie, porque sus características son diferentes.

2.3. Preparación del medio de cultivo

Rodríguez (2005), menciona que, los medios de cultivo se realizan cumpliendo los requerimientos establecidos por el fabricante. Detallaremos por ejemplo medir el agua destilada estéril en una probeta graduada, luego se traspa a un Erlenmeyer con el medio preparado, y se lo lleva a la estufa, mientras se realiza una agitación o movimiento con una varilla hasta que el medio esté hervida. Luego se vierte en tubos o placas, junto a mechero se realizan las siguientes actividades:

- En la preparación de los tubos, se utilizan 5ml del medio de cultivo para tubos de 15x100mm. Si se utilizan tubos de mayor dimensión se puede utilizar una relación lineal para el cálculo del volumen del medio que se debe adicionar. Los tubos se cierran suavemente y luego se esterilizan dentro del autoclave y al terminar el proceso se retiran,

se adjuntan las tapas y se disponen de forma inclinada hasta que se solidifiquen, con el fin de incrementar el área de contacto, en una zona previamente desinfectada.

- En la preparación de placas Petri se coloca a esterilizar el medio de cultivo en un matraz (Erlenmeyer) con tapón de algodón y se sirve caliente bajo cámara de flujo laminar, adicionar 15 ml de agar por placa Petri, las cuales deben estar estériles y se colocan a enfriar en un área cerrada y previamente desinfectada. Si las placas no se van a utilizar, tan pronto el agar se solidifique, se sellan con papel y se refrigeran, por un tiempo máximo de 15 días.
- En la preparación de las botellas planas se utilizan 60ml del medio de cultivo se les coloca un tapón de algodón y se esterilizan, disponiéndolas en forma vertical y luego se enfrían horizontalmente. Es importante colocar a esterilizar tapones de algodón dentro de una bolsa de polipropileno termo resistente, en caso de tener que reemplazar algún tapón de las botellas que resulte impregnadas de medio y que puede favorecer el asentamiento de microorganismos contaminados.
- Se debe incubar una placa Petri, tubo o botella con medio nutritivo estéril y sin sembrar para verificar la esterilidad del medio de cultivo, y se denomina “control medio”.

2.4. Incubación del micelio

Fernández (2004), menciona que, en la etapa de incubación el propósito es que el micelio se esparce por completo al medio (sustratos) progresando naturalmente a la condición ambiental. En este caso los cultivos son sometidos a incubadora y en oscuridad. Las condiciones ambientales pueden variar en las características de crecimiento de cada hongo.

2.5. Producción de semilla

Chimey y Palomo (2012), mencionan que, la actividad se deberá llevar a cabo en circunstancias asépticas de lugares controlados que permita la siembra y propagación de micelio de condición original (cepa de cultivo puro) en buenas circunstancias fisiológicas e indican que, técnica apropiada o básica para producir semillas de micelio es utilizar en grano, el cual como insumo primordial utilizaron diversos granos de cereales, entre todos los granos el más óptimo fue el trigo, porque su condición en disponibilidad y rendimiento es aceptable. Si deseamos separar a partir de cultivo, se desarrolla la actividad de repique en diferentes placas Petri, separando medios de cultivo (PDA), se colocan en proporciones menores el medio cultivo en sustratos de trigo, que estas serán previamente en estado precocido y esterilizado en envases. Y estos envases con cultivo aislados se incubarán a 23 °C en ofuscamiento, al lapso de dos

semanas serán expandidos y tendrán una apariencia algodonosa de color blanco, si existiera una coloración diferente al mencionado indicará contaminación y deberá ser invalidado.

2.5.1. Factores que influyen en la fructificación

Según Steyaert (1972), indica que, los organismos (hongos) necesitan una condición ambiental óptima, controlada para poder desarrollar y fructificarse. Un cambio de factor podría ocasionar impedimento de fructificación.

2.5.1.1. La temperatura

La temperatura interviene en el metabolismo de la célula y esta afecta en la suficiencia de energía enzimática y la rápida fluidez de lípidos de la membrana celular. Y son muy sensibles a las temperaturas ya que una cepa consta o requiere de una temperatura diferentes a la otra cepa, esta requerirá según etapa de desarrollo.

2.5.1.2. El pH

Bodegain (2017), indica que, en su investigación, el pH óptimo para el desarrollo en producción de organismos (hongos) el sustrato constará de 6,10 unidades.

2.5.1.3. El sustrato

Este elemento de vital importancia para el desarrollo del organismo, deberá contener nutrientes suficientes de acuerdo al requerimiento de cada característica de la especie, para que la especie sintetice sus metabolitos que requiere energía para su desarrollo. Pero en realidad no existe los requerimientos bien especificados para cada especie en medio sólido, se utilizaban medios (sustrato) de fase sólida en combinación múltiple.

2.5.1.4. La humedad del sustrato

Otro de los componentes influyentes directamente al crecimiento del organismo es la humedad, el cual afecta la asimilación óptima del hongo. Por ejemplo, humedad inferior a 50% y superior a 80% no serán propicios para un buen desarrollo de los organismos, sin embargo, la humedad afecta la reserva de oxígeno.

2.5.1.5. La aireación

El organismo para su desarrollo óptimo de los basidiomicetos necesita de oxígeno, ya que este es aerobio. Sin embargo, cada especie necesita oxígeno depende de su estado fisiológico.

2.5.1.6. La luz

Estos organismos (basidiomicetos) requieren de la luz para poder fructificarse, pero algunos se desarrollan en oscuridad, así como en cuevas y la mayoría de los hongos necesitan luz.

2.6. Reproducción

Los hongos en su gran mayoría se reproducen por esporas, estas son diminutas partículas de protoplasma que rodea la pared celular.

Estas esporas tienen dos tipos de formaciones, la primera se origina después de la unión de dos a más núcleos, lo que ocurre en el centro de varias células especializadas. Estas esporas suelen tener características diferentes, germinan en el centro de las hifas. Las diferentes esporas se producen de esta manera (oósporas, zigosporas, ascosporas y basidiosporas) el cual concretan los cuatro grupos de los hongos. Las zigosporas, se forma por la unión de dos células sexuales femeninas y masculinas.

La segunda producción de esporas implica en la transformación de las hifas en segmentos reducidos o estructuras complicadas. Este proceso de unión sucede sin la necesidad de dos núcleos (Encarta, 2006).

2.7. Técnicas de cultivo de *Ganoderma lucidum*

Según Rodríguez y Jaramillo (2005), indica que, el cultivo desarrollado en condiciones de laboratorio reporta un ciclo rápido para el cual se usa una mezcla de 50 % de aserrín de madera dura, con virutas de madera, y un 5% de salvado de arroz para así incrementar el rendimiento.

Para tener un crecimiento óptimo de *G. lucidum* deben tenerse en cuenta las condiciones de cultivo. En el ciclo de cosecha se obtiene dos recolecciones durante un periodo de tiempo comprendido entre los 90 y 120 días después de la inoculación.

Tabla 1. Condiciones de cultivo para obtener los óptimos crecimientos de *G. lucidum*.

Condiciones de proceso	Etapa de proceso			
	Incubación	Formación de primordios	Formación de sombrero joven	Desarrollo del sombrero
Temperatura	21 - 27°C	18 - 24°C	21 - 27 °C	22 - 27 °C
Humedad relativa	95 - 100%	96 - 100%	97 - 100%	98 - 100%
Duración	10 - 20 días	14 - 28 días	15 - 28 días	60 días
CO2	hasta 50.0000 ppm	20.000 - 40.000 ppm	2.000 a 5.000 ppm	<2.000 ppm
Cambios de aire fresco	0 - 1 por hora	0 - 1 por hora	cómo se requiere para mantener el nivel de CO2	cómo se requiere para mantener el nivel de CO2
Requerimiento de luz	no requiere	200 - 500 lux (de 4 a 8 has)	12 horas a 500-1.000 lux	12 horas a 750- 1.500 lux

Fuente: Curvetto (2005).

2.8. Investigaciones sobre *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum*

Madriagnac y Flecha (2019), al desarrollar cultivos de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *G. lucidum* con cinco sustratos y distintas proporciones de mezclas, utilizando como semillas granos de porotos, garbanzos, avena y cebada invadidos de micelio del hongo, en sustratos a base de virutas de madera, bagazo de caña, hojarasca y enriquecidos con granos de avena y las mezclas de aserrines, los sustratos fueron incubados en oscuridad a una temperatura de 18/25 °C y aproximadamente 70% de humedad del ambiente. Al cabo de 30 a 35 días obtuvieron la producción de basidiocarpos con una eficiencia biológica (EB) de 53,20% en el sustrato a base de mezcla de virutas con avena y de 45,20 % en sustrato a base de hojarasca, y una producción de peso fresco de *G. lucidum* en los sustratos de aserrín más avena 111 ± 0.58 , aserrín más hojarasca 118 ± 0.50 y viruta de cedro 121 ± 0.51 . En todos los sustratos obtuvieron fructificaciones a excepción del bagazo de caña.

Bijalwan et al., (2021), La semilla de *G. lucidum* se inoculó en palanquillas de madera de álamo y estas palanquillas se instalaron en suelo bien preparado. Los resultados demostraron que el ciclo de cultivo de *G. lucidum* fue más corto (132–136 días) en Sherpur Village (Dehradun) como en comparación con la aldea de Manjgaun (141–145 días) en Tehri Garhwal.

Se determinó que disminuyó el rendimiento en los lavados posteriores. En Village Sherpur, los cuerpos fructíferos de *G. lucidum* fueron cosechados entre 64-66 días, 100-101 días y 135-136 días durante el primer, segundo y tercer brote después de la instalación de palanquillas, respectivamente. En Manjgaun, los cuerpos fructíferos de *G. lucidum* se cosecharon entre 69 y 71 días, 107-108 días y 144-145 días en primera, segunda y tercera después la instalación de palanquillas respectivamente. La temperatura más cálida en el pueblo de Sherpur dio como resultado la aparición y el desarrollo tempranos de los cuerpos fructíferos en comparación con el pueblo de Manjgaun, donde el desarrollo del cuerpo fructífero se retrasó debido a la temperatura más baja durante el ciclo de cultivo.

La EB máxima es 25,5 % para formulación uno, sin embargo, la formulación dos está entre 20,76 y 11,03%. El cuerpo fructífero obtenido con las 03 formulaciones está entre los valores 2,89, 2,80, 2,83 ppm, y de estas muestras no había migraciones de manganeso en los cultivos (sólido) *G. lucidum* a los basidiomas.

Curvetto (2014), Crecimiento de micelio el análisis de formulaciones de sustrato en un sistema de fermentación en estado sólido mostró un buen rendimiento de crecimiento en sustratos que contenían 57-69 % paja de arroz, 25-30 % cáscara de arroz, 5-10 % salvado de arroz y 0-1 % aceite de oliva. El total de la producción de champiñones secos aumentó del 2,9 % al 3,7 % al usar 5 % frente al 8 % de micelio en la tasa de inoculación, y del 3,6% al 4,1% cuando se añadió un 1% de aceite de oliva a la formulación del sustrato. La adición de 100 ppm de Cu como suplemento de sustrato aumentó la actividad de lacasa en residuos de hongos. sustrato de 150 a 267 U/Kg de sustrato se produjo un aumento de tres veces en cobre de hongo contenido. La actividad de lacasa extraída se mantuvo estable después de cuatro meses de almacenamiento en congelador (18 C) y después de 16 ciclos de congelación/descongelación.

Morales (2015), Se utilizaron dos cepas nativas: *Ganoderma oerstedii*, *G. subincrustatum* su control fue una cepa comercial de *G. lucidum*. Metodología se desarrolló en tronco de vid los tratamientos fueron: vid 100% (V), encino 100% (E), combinaciones VE-70/30% y VE-30/70%. Su aceleración en colonizar fue de quince días en V-100% y el surgimiento de los primordios a los 21 a 22 días en los primeros 04 sustratos. La eficiencia biológica más elevado en % de *G. oerstedii* es de 34,1% en la cepa de V-100%, en la producción y rendimiento existe diferencias de sustratos, se cuantificó los fenoles totales y se analizó. Los carpóforos con cepas nativas presentaron % de proteína, grasas y humedad con valores altos en V-100%, sin embargo, en cepa control el más beneficioso salió la combinación de VE-30/70%. Los minerales en gran cantidad se encuentran en VE-70/30%. La concentración de azúcar está entre 241-838mg/g en fenoles de 6,36-11,49mg EAG/g. Referente al compuesto sustrato, la mayor concentración de grasa, proteína y hemicelulosa está en V-100%, mientras tanto en E-100% mayor concentración de celulosa y lignina.

Álvaro (2007), menciona que la investigación que realizaron sobre el experimento utilizando un diseño factorial a * b, los sustratos agrícolas de la andina ecuatoriana así como paja de cebada, aserrín de eucalipto, son muy buenos para el desarrollo de Reishi, por lo tanto, no todo sustrato tiene las mismas características en eficiencia. Los resultados muestran que la paja de cebada es buena en la eficiencia bilógica, su cálculo se demostró mediante la relación de áreas entre micelio y las áreas del sustrato, la recolección de datos se tomó a 72, 144 y 216 hrs. Como resultado se podría indicar que los bajos costos de sustratos podrían ser rentable para la producción y comercialización de hongo Reishi.

Dueñas (2016), indica que las variables evaluadas son A) sustrato: control [A0], sulfato de manganeso adicional [A1] y melaza adicional [A2]; B) área de micelio en contacto directo con el ambiente: 20,27 cm² [B0], 81,07 cm²[B1] y 182,41 cm² de área con funda abierta [B2]; y C) tiempo de maduración micelial: de 15 días [C0], 30 días [C1] y 45 días [C2] después de terminar la colonización. Las variables fueron ordenadas en un experimento factorial 3x3x3, para un total de 27 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, resultado en 108 ensayos.

Los tratamientos A0B0C1, A2B0C1, A1B1C1 y A0B0C0, produjeron primordios en menor tiempo posible en 31 días y el testigo en 59 días, no se encontró diferencias en sustrato, área de micelio o el medio ambiente, las diferencias se encontraron en peso fresco (g) tratamiento C1 peso total 56,7g y en el tratamiento C0 12,3 g, C2 peso total 28,1. El más efectivo de uno de los tratamientos fue cerrar las fundas de fructificación con cinta adhesiva. Los resultados son *G. ecuadoriense* sería efectivo con sustrato sin adherir en la maduración micelial de 30 días y con el cierre de funda (cinta adhesiva).

Bodegain (2017), indica la investigación utilizaron la cascara de semilla de girasol CSG, utilizó como sustrato para cultivo de hongos y los resultados fueron mejores. En el experimento *G. lucidum* se desarrolló muy poco en consideración a los organismos comestibles. Para ello se utilizó distintos agregados para la mejora en rendimiento y productividad de *G. lucidum* en sustrato de CSG, la metodología fue que, a cada sustrato (experimento) se agregó distintos aceites vegetales y cobre a cada grupo, en la primera regada con aceite de oliva incremento el rendimiento hasta un 30 %, sin embargo, aplicando el agregado cobre II, aceleró el desarrollo normal de la cosecha de 35 a 28 días. También se realizó la combinación, incrementando en la productividad de 78%.

La productividad de una cosecha mejor dependerá no solo de la cepa del hongo introducida, tomará varios factores primero composición del sustrato, segundo condición y manejo, los resultados a prueba piloto se muestran en la tabla 1, el cual muestra 900 kg de sustrato para 1000 bolsas (troncos sintéticos). La composición del sustrato, manejo y condición ayudo a acelerar el tiempo de producción. Finalmente, los resultados fueron significativamente mejores en productividad.

Montoya et al., (2018), evaluó la eficiencia biológica (EB) y la tasa de producción (TP) como variables de productividad de *Ganoderma lucidum* bajo irradiación de los sustratos con luz emitida por diodos azules (LED) con dos periodos de foto estímulo de 12 y 24 horas, en el transcurso de las etapas de cultivo con el fin de persuadir el desarrollo micelial y la

transformación del cuerpo, utilizando como sustrato: aserrín de roble cincuenta por ciento, cascarilla de café veintisiete por ciento, salvado de maíz veinte por ciento, carbonato de calcio dos por ciento, azúcar uno por ciento y 0,05% de sulfato de manganeso, a 62% de humedad y empacados en bolsas de polipropileno de 1 kg y llevados a esterilizar a 121°C por dos horas. Logrando como resultado cuerpos fructíferos más desarrollados en diámetros, a los tratamientos con luz azul, asimismo, mostraron que el cultivo de *G. lucidum* con exposición a la luz azul es útil para la inducción de cuerpos fructíferos de alta calidad, logrando una EB de 28,04% y TP de 0,64.

Ruiz (2016), al aislar cuatro hongos de pudrición blanca en Tingo María con la finalidad de determinar la biomasa micelial y capacidad de remoción de cobre y zinc con medio mínimo de sales minerales. Los hongos que aísla para dicho fin son *G. applanatum*, *Pycnoporus sanguineus*, *Schizophyllum commune* y *Pleurotus ostreatus*. Para el caso específico de *G. applanatum* al evaluar el crecimiento del micelio usando como medios de cultivo PDA y EMA reporta 15 días en ambos medios, tiempo en que logró desarrollarse en la placa de 90 mm de diámetro.

2.9. Investigación relacionada a la salud humana

Rodríguez et al., (2022), la incidencia es cada vez mayor en todo el mundo del carcinoma oral de células escamosas (COCE) se convirtió en un problema de salud pública con una alta tasa de metástasis y una mala calidad de vida de los pacientes durante y después del tratamiento. Objetivo del estudio: evaluar los efectos in vitro de los polisacáridos de *G. lucidum*, centrándose en las características asociadas con la tumorigénesis utilizando el SCC-9, un linaje de carcinoma de células escamosas de la lengua.

Materiales y métodos: las células SCC-9 se trataron in vitro durante 72 h con diferentes concentraciones de polisacáridos de *G. lucidum* (GLPS). Las células de control se mantuvieron solo con medio de cultivo y se usó cisplatino como control de tratamiento. Después del período de tratamiento, se evaluaron las células. Resultados: el tratamiento con GLPS cambió la morfología y la granularidad de las células, retrasó la migración, disminuyó la formación de colonias y deterioró la formación de esferas, lo que condujo a un comportamiento no invasivo y menos proliferativo de las células tumorales. Conclusiones: Estos resultados muestran que el producto natural de polisacáridos de *G. lucidum* tiene el potencial de ser un aliado importante para el tratamiento del carcinoma de células escamosas de lengua, trayendo el compuesto

milenario a la terapia moderna, brindando una base para futuros estudios y la mejora de la calidad de vida de los pacientes con carcinoma de células escamosas bucales.

González et al., (2010), Se seleccionaron medios de cultivo con dosis no micotóxicas de Cu o Zn (25 y 50 mg/kg) para evaluar la biodisponibilidad de estos metales en el tracto gastrointestinal usando un sistema de digestión simulado in vitro. Un gramo de micelio seco cultivado en presencia de 50 mg/kg de Cu o Zn mostró una biodisponibilidad del 19% para Cu y del 2% para Zn de la ingesta diaria recomendada. Cuando se evaluó la producción de cuerpos fructíferos, la mayor eficiencia biológica (23%) se alcanzó cuando el sustrato se enriqueció con 100 mg/kg de Cu.

Los resultados se discuten en relación con los valores de la ingesta diaria recomendada exhibidos por dos suplementos comerciales. Se evalúa la posible incorporación de estos micelios/cuerpos fructíferos enriquecidos con minerales en cápsulas, infusiones y suplementos dietéticos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación fue ejecutado de manera compartida a través de la fase de aislamiento y producción de semillas en el Laboratorio de Micología y Tecnología de la Propagación de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), y la fase de campo se habilitó un ambiente apropiado que simula a un invernadero.

3.1.1. Ubicación política

Políticamente, se ubica en el distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, con una altitud de 660 msnm.

3.1.2. Ecología y clima

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida se encuentra en la formación vegetal bosque muy húmedo Pre-montano Sub Tropical (bmh-PST) (Holdrige, 1982), en la región Rupa Rupa o Selva Alta (Pulgar, 1941).

Según datos de la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, las condiciones climáticas del área de estudio presentan una temperatura máxima de 30,5 °C, mínima de 20,7 °C, y una temperatura media anual de 25,6 °C. Presenta una precipitación anual promedio de 3 758,1 mm, y una humedad relativa de 84%.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Como material de campo, se utilizó bolsas de polipropileno de 30 cm de largo por 20 cm de ancho, estantes de metal, cajones de madera tapadas con plástico negro para incubar el micelio, clavos de 3 pulgadas, tela de algodón, alcohol de 90°, hipoclorito de sodio (NaClO).

Entre los equipos se consideró el uso de autoclave, cámara de flujo, incubadora, estufa, balanza analítica y cocina eléctrica.

Como materiales de laboratorio se utilizó placas Petri, bisturís, pinzas, vaso precipitado de 500 ml, varilla de agitación, probeta de 500 ml, vaso Erlenmeyer de 250 ml y bolsas de polipropileno de 20 cm de largo por 10 cm de ancho utilizados para la producción de semillas del hongo, libreta de apunte. Además, se utilizó grano de cereales como el trigo “resbalado”, utilizado como medio para la propagación del micelio del hongo “semilla”.

Como material biológico, cepas del hongo *G. lucidum* que fue obtenido mediante compra y el hongo *G. applanatum* que fue colectado en la zona, aislado y purificado en el laboratorio.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Preparación del medio de cultivo

Se utilizaron dos medios de cultivo: Agar Papa Dextrosa (PDA), Agar Extracto de Malta (EMA), cuyo procedimiento fue:

La preparación de los medios de cultivo se realizó según lo establecido en el envase del producto, en este caso para el medio Agar Papa Dextrosa (PDA) fue 39 g por L de agua, y para el medio Agar Extracto de Malta (EMA) fue 33,6 g por L de agua. En ambos casos, se agregaron 1000 ml de agua esterilizada, luego se puso a hervir por un periodo de 10 min hasta que el contenido cambie a un color más claro, siendo agitado constantemente con una bagueta de vidrio. Seguidamente, los contenidos fueron vertidos en un matraz Erlenmeyer para su esterilización en la autoclave por el tiempo de 15 minutos a 121 °C y 1,5 Lb de presión por cm², luego se procedió a verter aproximadamente 12 ml de medio en placas Petri de 90 mm de diámetro. Todo este procedimiento se realizó en la cámara de cultivo previamente desinfectada por rayos UV por 15 min (Anexo III, Figura 7).

3.2.2.2. Activación y propagación de micelio del hongo *G. lucidum*

G. lucidum fue activado e inoculado, el cual ha consistido en tomar pequeños fragmentos con un sacabocado de 0,5 cm² de diámetro y depositado en las placas contenido el medio de cultivo PDA y EMA, los cuales fueron sellados con parafilm y rotulados. Todo este proceso se realizó en la cámara de flujo laminar (Anexo III, figura 8).

G. applanatum fue colectado del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. En el laboratorio se procedió a limpiar el espécimen y a extraer los inóculos (fragmentos de 0,5 cm²) los cuales fueron desinfectados con hipoclorito de sodio en una proporción de 1:10 x 1 (una parte de hipoclorito por 10 de agua destilada estéril y por el tiempo de 1 minuto), luego fueron depositados en el medio de cultivo PDA (anexo III, figura 9).

Una vez obtenido el micelio puro del hongo, se depositaron fragmentos de 0.5 cm² de micelio en el medio PDA con la finalidad de contar con suficiente micelio para la siguiente prueba. El micelio puro de *G. applanatum* se procedió a extraer fragmentos con un sacabocado de 0.5 cm² para inocular a las placas conteniendo los medios PDA y EMA y proceder con las evaluaciones diarias (anexo III, figura 10).

3.2.2.3. Crecimiento radial del micelio

El crecimiento radial del micelio del hongo se ha obtenido midiendo en mm, iniciados a partir del inóculo (centro de la placa) hasta el borde de ésta (diámetro de la placa de 90 mm), la medición fue realizada a cada 24 horas, hasta que el micelio cubra totalmente los dos medios de cultivo (PDA y EMA).

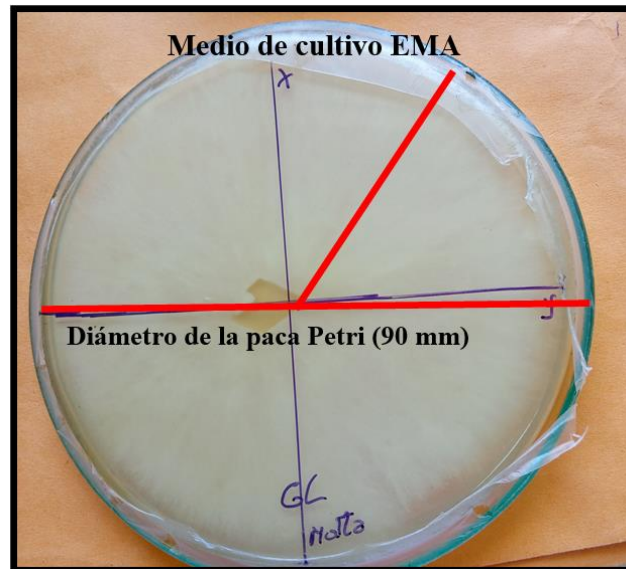


Figura 1. Medición radial de crecimiento de micelio del hongo en placas Petri con medio de cultivo.

3.2.2.4. Caracterización morfológica de las colonias

Para la evaluación de las características morfológicas macroscópicas de las colonias, se necesitaron de la siguiente tabla propuesto por Ángel (2006).

Tabla 2. Evaluación de las características morfológicas de colonias de *G. lucidum* y *G. applanatum* en dos medios de cultivo.

	Características morfológicas	Código
Tipo de crecimiento	Homogéneo	1
	Irregular	2
	Ralo	3
	Con anillos de crecimiento	4
Textura	Algodonosas	1
	Aborlada	2
	Venosa	3
	Aterciopelada	4
	Cerosa	5
Color	Blanco	1
	Blanquecino	2
	Rojo a rojizo	3
	Amarillento	4
Micelio aéreo	Regular	1
	Escaso	2
	Ausente	3

Fuente: ANGEL, 2006.

3.2.2.5. Preparación de los granos de trigo para la producción de semilla

Para la producción de semillas se utilizaron granos de trigo “resbalado”, el procedimiento fue el siguiente: los granos de trigo fueron depositados en agua hirviendo por un lapso de 10 min a fin de que se hidraten a más o menos 50 % de humedad, al cabo de esto el agua fue escurrido y tendido en un mantel de tela hasta que se enfríe. Luego el trigo fue esparcido en una mesa limpia previamente desinfectada con alcohol de 70°, seguidamente los granos fueron llenados en las bolsas de polipropileno de 20 x 10 cm de dimensiones, amarrado con hilo pabilo en la parte superior y colocada en la autoclave por 45 min a 121 °C, 1,5 Lb x cm³ de presión. Una vez concluida el tiempo fue llevada a la cámara de flujo para reposar hasta que se enfríe (anexo III, figura 11).

Los granos de trigo en la cámara de cultivo pasaron por una desinfección mediante rayos UV durante 15 min, luego se procedió a inocular fragmentos de aproximadamente 1 cm² de micelio de *G. lucidum* y *G. applanatum* en cada una de las bolsas conteniendo el trigo, seguidamente estas fueron sujetadas o amarradas, debidamente codificadas y trasladadas a la incubadora por un tiempo de aproximadamente 10 días, es decir hasta que el micelio invada el total del medio trigo (anexo III, figura 12).

3.2.2.6. Acondicionamiento y limpieza del área de producción

En un ambiente deshabitado que se encuentra en la parte posterior de la nueva infraestructura del laboratorio de ambiente (casa de los ex trabajadores de UNAS) y esto está dentro del campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se acondicionó el ambiente para la fase de producción del hongo, se realizó la limpieza y desinsectación mediante la aplicación del producto químico fungí WAN a una proporción 35 ml x 4 L de agua e hipoclorito de sodio (NaClO) a una proporción de 50 ml x 1L de agua. Las ventanas fueron cubiertas por un plástico transparente, (anexo III, figura 13).

3.2.2.7. Obtención de sustrato

Los sustratos de aserrín de cajonería y tusa de maíz fueron obtenidos mediante compra directa, mientras que bagazo de caña, fibra de coco y rastrojo de arroz fueron recolectados.

3.2.2.8. Fermentación del sustrato

Para la fermentación del sustrato se realizó los siguiente:

El aserrín de cajonería y la tusa de maíz triturado por separado fueron humedecidos y mezclado para homogenizar los sustratos formando una pila, esta actividad se repitió por un promedio de cinco días. Diariamente fueron volteadas a fin de obtener una fermentación uniforme (anexo III, figura 14).

El bagazo de caña primeramente fue lavado a chorro de agua, secado y seccionado de 1,5 a 2 cm de longitud, finalmente se humedeció y mezclado durante cinco días. Diariamente fueron volteadas a fin de obtener una fermentación uniforme (anexo III, figura 15).

La fibra coco fue lavado y secado al sol, después fue molido, humedecido y homogenizado por un lapso de cinco días. Diariamente fueron volteadas a fin de obtener una fermentación uniforme (anexo III, figura 16).

El rastrojo de arroz fue recolecto y seccionado de 2 a 3 cm de longitud, humedecido y homogenizado, todo cubierto con un plástico negro por un lapso de 5 días. Diariamente se realizó el volteado de sustrato para tener una fermentación uniforme (anexo III, figura 17).

3.2.2.9. Llenado de sustrato en bolsas y esterilizado

El sustrato fue depositado en bolsas de polipropileno 30 cm de largo por 20 cm de ancho, con un peso de 1kg/bolsa, asegurados con argollas de PVC en la parte superior de la bolsa y cubiertos con un tapón de algodón envuelto en tela. Seguidamente el total de bolsas fueron esterilizados en una autoclave de una capacidad de 25 kg por 2 horas a 120 °C y 1,3 lb. de presión por cm². Las bolsas luego del esterilizado fueron llevadas a la cámara de flujo laminar y dejados hasta que obtengan una temperatura ambiente (anexo III, figura 18).

3.2.2.10. Siembra de la semilla del hongo *G. lucidum* y *G. applanatum* en los sustratos

La siembra se ha realizado depositando los granos de trigo invadidos de micelio “semilla” en el orificio central del sustrato embolsado y luego fue asegurada con el tapón de algodón, así mismo se realizó la rotulación referida a los tratamientos materia de investigación. (anexo III, figura 19).

3.2.2.11. Incubación

Las bolsas sembradas fueron colocadas en un ambiente oscuro previamente cubierto de plástico negro, además que, las cubiertas de plásticos aumentan en unos grados más de temperatura con respecto a la temperatura del ambiente y esto acelera el crecimiento del micelio. Las bolsas permanecieron en esta fase un total de 37 días, tiempo en el que el micelio invadió el total del sustrato (anexo III, figura 20).

3.2.2.12. Activación y producción de hongos *G. lucidum* y *G. applanatum*

Esta actividad consistió en despojar el plástico negro que cubría el ambiente de incubación y puestos en andamios metálicos, la activación se realizó con la finalidad de darle mayor aireación, luz y una menor temperatura; para despertar la producción de los basidiocarpos del hongo. (anexo III, figura 21).

3.2.2.13. Cosecha y evaluación de los basidiocarpos

La cosecha se realizó en forma manual cuando los basidiocarpos presentaban un color rojo más intenso y con alta diseminación de esporas, luego fueron pesados en una balanza digital gramara teniendo en cuenta los tratamientos establecidos (anexo III, figura 22).

3.3. Variables en estudio

a. Variables independientes

- Residuos de origen agroforestal
- *G. lucidum*, *G. applanatum*

b. Variables dependientes

- Tiempo de corrida del micelio de los hongos en estudio
- Peso fresco (g) de la producción de los hongos en estudio.
- Eficiencia biológica (%), rendimiento (%) y tasa de producción (%) de los hongos en estudio

c. Variables intervinientes

- Humedad del ambiente de producción
- Temperatura interna del ambiente de producción

d. Evaluaciones realizadas

- Caracterización de la morfología del micelio del hongo
- Tiempo de corrida del micelio de los hongos
- Peso fresco de la producción de basidiocarpos
- Eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción

3.4. Cálculo de las variables

3.4.1. Tiempo de corrida de la siembra

Tiempo transcurrido en número días que son contados desde la siembra de la semilla conteniendo micelio de *G. lucidum* y *G. applanatum* en los sustratos, hasta el inicio de la primera producción de los cuerpos fructíferos del hongo.

3.4.2. Peso fresco (g) de los cuerpos fructíferos del hongo *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en los diferentes sustratos

Peso fresco en gramos de los cuerpos fructíferos de acuerdo con los tratamientos y las repeticiones consideradas, fue obtenido por una balanza gramera los basidiocarpos maduros recolectados de manera diaria.

3.4.3. Rendimiento (%)

Es el Peso fresco total de los hongos cosechados en gramos (g), sobre el peso del sustrato húmedo, multiplicado por 100.

$$R (\%) = \frac{\text{Peso total de hongo fresco cosechado (g)}}{\text{Peso del sustrato húmedo (g)}} \times 100$$

3.4.4. Tasa de producción (%)

$$T P = \frac{\text{Eficiencia Biológica (\%)}}{\text{Tiempo en días (desde la inoculación a la cosecha)}}$$

3.4.5. Eficiencia biológica (%)

$$E B (\%) = \frac{\text{Peso de los cuerpos fructíferos (g) frescos}}{\text{Peso seco del sustrato seco (g)}} \times 100$$

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para finalizar con los datos obtenidos se procesaron en Excel para la obtención de los promedios por tratamiento. Las pruebas de significación fueron logradas al 95% de probabilidad, y para la separación de medias de los tratamientos se empleó el test de Tukey para un nivel de $\alpha = 0,05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Crecimiento radial de micelio de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en medio Agar Papa Dextrosa (PDA) y en medio Extracto Agar Malta (EMA)

4.1.1. Crecimiento radial del micelio de *Ganoderma lucidum*

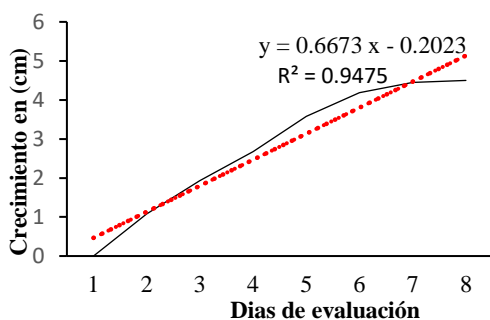


Figura 2. Crecimiento radial de *G. lucidum* en medio PDA.

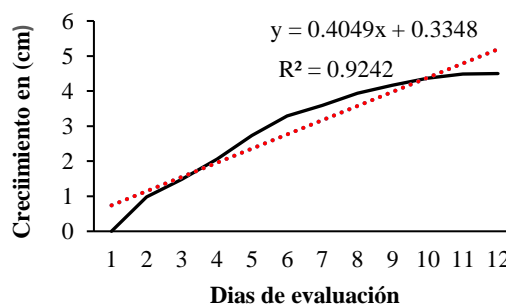


Figura 3. Crecimiento radial de *G. lucidum* en medio EMA.

En la Figura 2 y 3, se aprecia el crecimiento radial del micelio de *G. lucidum* en los medios de cultivo PDA y EMA, hasta cubrir el total de la placa Petri de 90 mm de diámetro, el cual muestra diferencias entre el medio de cultivo utilizados.

El promedio del crecimiento radial fue obtenido de las evaluaciones diarias a través de una regla milimétrica, de diez repeticiones (placas) por cada medio de cultivo. La medición fue tomada desde el centro del inóculo sembrado hacia el borde de la placa.

4.1.2. Crecimiento radial del micelio de *Ganoderma applanatum*

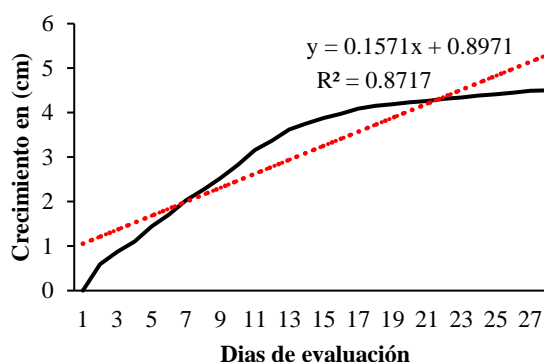


Figura 4. Crecimiento radial de *G. applanatum* en medio PDA.

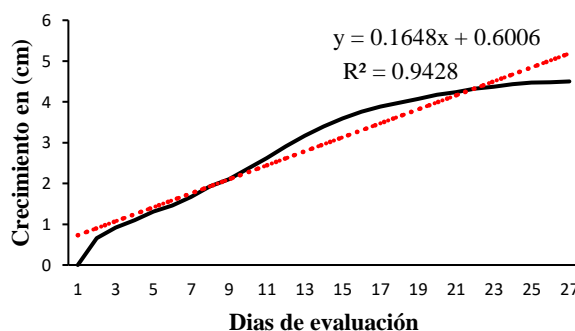


Figura 5. Crecimiento radial de *G. applanatum* en medio EMA.

Con respecto a la Figura 2, el micelio de *G. lucidum* ha logrado cubrir el total del medio PDA en placas de 90 mm de diámetro en un periodo de ocho días. Figura 3, el medio de cultivo EMA el micelio ha logrado cubrir el total del medio en un periodo de doce días. Al respecto, (Vásquez, 2017), al investigar la cinética micelial de crecimiento de tres cepas nativas de *Ganoderma*, utilizando como medio de cultivo PDA+BF logra una velocidad de crecimiento superior a 76 mm a 28 días. En este caso, el autor ha trabajado con especies nativas de *Ganoderma*, el cual posiblemente haya influido en su lento crecimiento propio de cada especie, en comparación a lo evaluado con *G. lucidum* el cual ha cubierto de micelio el medio en placas de 90 mm de diámetro en un periodo de ocho días en la presente investigación.

En cuanto a la comparación de los medios de cultivo PDA y EMA, se aprecia una leve diferencia por los componentes nutritivos que tiene cada cual, lo que diferencia es la composición de cada medio utilizado. Al respecto, (Guzmán et al., 1993), menciona que el medio sintético a utilizar para cada especie dependerá de sus componentes nutricionales que posee el medio y garantice su crecimiento y desarrollo.

En la figura 4 y 5, se observa el crecimiento de micelio de *Ganoderma applanatum*, donde el micelio llega a cubrir toda la placa Petri de 90 mm de diámetro en un lapso de 27 días en los medios PDA y EMA. Al respecto, (Ruiz, 2016), al aislar *G. applanatum* de una cepa procedente del Jardín Botánico de la UNAS, logró el crecimiento en el total de placa de 90 mm de diámetro en un lapso de 15 días igualmente usando medios EMA y PDA. Esta diferencia de crecimiento del micelio en días, posiblemente se deba al tipo de cepas aislado, porque ninguna cepa es igual a otra.

4.2. Características morfológicas del micelio de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en dos medios de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA) y Extracto Agar Malta (EMA)

En la Tabla 3, se muestra las características morfológicas del micelio de *G. lucidum* y *G. applanatum* en dos medios de cultivo (PDA y EMA) donde:

El tipo de crecimiento del micelio de *G. lucidum* es homogéneo en ambos medios, y relativamente amorfo en el medio EMA para *G. applanatum*.

La textura del micelio de *G. lucidum* es algodonosa en ambos medios de cultivo, y de igual manera en ambos medios de textura cerosa el micelio de *G. applanatum*.

El color del micelio de *G. lucidum* es de color blanco en ambos medios de cultivo, *G. applanatum* es blanco en PDA y de color marrón claro en medio EMA.

No existe presencia de micelio aéreo en ambos medios de cultivo con *G. lucidum* y *G. applanatum*, en este último se nota presencia de ciertos exudados en el medio EMA.

Tabla 3. Características morfológicas del micelio de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en dos medios de cultivo.

Características morfológicas	Código	<i>G.</i>	<i>G.</i>	<i>G.</i>	<i>G.</i>	
		<i>lucidum</i>	<i>lucidum</i>	<i>applanatum</i>	<i>applanatum</i>	
		PDA	EMA	PDA	EMA	
Tipo de crecimiento	Homogéneo	1	x	x	x	
	Irregular	2				
	Ralo	3				
	C/anillos de crecimiento	4			x	
	Amorfo	5				x
Textura	Algodonoso	1	x	x		
	Abolada	2				
	Venosa	3				
	Aterciopelada	4				
	Cerosa	5			x	x
Color	Blanco	1	x	x	x	
	Blanquecino	2				
	Amarillento	3				
	Rosado a rojizo	4				
	Marrón a claro	5				x
Micelio aéreo	Abundante	1				
	Regular	2				
	Escaso	3				
	Ausente	4	x	x	x	x
	Presencia de exudado	5				x

Fuente: ANGEL, 2006.

En esta tabla se muestra las características morfológicas del micelio del hongo *G. lucidum* y *G. applanatum* en dos medios de cultivo, logrando cierta diferencia en cada medio y por especie de hongo. Al respecto, Vásquez (2017), reporta las características macroscópicas de tres cepas de *Ganoderma*. donde indica el color blanco del micelio, de textura algodonosa y densidad abundante; el cual es característico de estas especies, debido a que dichas características coinciden con lo logrado en la presente investigación.

4.3. Producción en peso fresco de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en cinco tipos de sustrato agrícola

4.3.1. Producción en peso fresco de *Ganoderma lucidum*

Las repeticiones de los sustratos conformados por fibra de coco registraron menor promedio en la producción de peso fresco, caso contrario se registró en el sustrato a base de tusa de maíz, en donde se ha obtenido una media superior a los demás sustratos diferidos con 10 repeticiones; en el caso de la variabilidad, el sustrato a base de aserrín de cajonería muestra resultados más homogéneos tal como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para la producción de *G. lucidum* en cinco tipos de sustratos.

Sustratos	N	Media	DE	Mínimo	Máximo	CV (%)
Aserrín de cajonería	10	65,43	7,12	53,11	74,39	10,89
Fibra de coco	10	21,44	4,66	14,77	27,80	21,73
Bagazo de caña	10	54,36	14,08	34,22	76,72	25,90
Tusa de maíz	10	65,44	11,64	45,22	76,38	17,79
Rastrojo de arroz	10	30,53	14,93	9,11	53,45	48,92
Total	50	47,44	21,30	9,11	76,72	44,90

N: Repeticiones; DE: Desviación estándar; CV (%): Coeficiente de variación

En el ANVA, los diferentes sustratos tuvieron efectos significativos de un 99% con respecto al peso fresco expresado en gramos de la producción de basidiocarpos en *G. lucidum* (Tabla 5).

Tabla 5. ANVA para la producción de *G. lucidum* en cinco tipos de sustratos.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Sustratos	16 571,525	4	4 142,881	32,921	<0,001**
Error del experimento	5 662,889	45	125,842		
Total	2 2234,414	49			

**Significativo al 99%.

Para la prueba Tukey, de la producción de basidiocarpos frescos de *G. lucidum*, nos muestra que la tusa de maíz, aserrín de cajonería y bagazo de caña tienen la media más alta ($p < 0,05$), ubicándoles en las tres primeras posiciones con respecto a la (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba Tukey para la producción de *G. lucidum* en cinco tipos de sustratos.

Sustrato	Repetición	Producción (g)	Significancia
Tusa de maíz	10	65,44	a
Aserrín de cajonería	10	65,43	a
Bagazo de caña	10	54,36	a
Rastrojo de arroz	10	30,53	b
Fibra de coco	10	21,44	b

Letras diferentes determinan diferencias estadísticas.

Emplear tusa de maíz, aserrín de cajonería y bagazo de caña favorecieron la producción de *G. lucidum*, esta similitud de resultados pudo estar favorecido a que solamente se emplearon dichos sustratos sin mezcla alguna, ya que de acuerdo a Rodríguez y Jaramillo (2005), recomiendan encontrar producciones favorables en esta especie al empelar como sustrato a la mezcla de aserrín de madera dura (50 %), virutas de madera y salvado de arroz (5%), este sustrato incrementa los rendimientos con respecto al uso de un determinado sustrato al cien por ciento en su composición. Asimismo, Madrignac y Flecha (2019), al utilizar sustratos a base de virutas de madera, bagazo de caña, hojarasca enriquecidas con granos de avena y las mezclas de aserrines en la producción de *G. lucidum*, incubados en oscuridad a una temperatura de 18/25 °C y aproximadamente 70% de humedad del ambiente, lograron obtener una producción en aserrín más avena un valor de $111 \pm 0,58$; aserrín más hojarasca más avena un valor de $118 \pm 0,50$ y en viruta de cedro un valor de $121 \pm 0,51$ en peso fresco. Mientras que en el caso del presente estudio se logró una producción de 65,43g, usando como sustrato aserrín de cajonería sami descompuesto proveniente de la elaboración de cajones donde se utilizan maderas blandas, es decir, mayormente con peso específico menores a 0,5 y son extraídos de bosques secundarios, dichos cajones son elaborados para el traslado de frutas hacia la ciudad de Lima. Así mismo Tello (2010), indica que al utilizar como sustrato en la producción de *G. lucidum* los siguientes componentes como fórmula que lo denominaron COLPOS-17 (kg en materia seca): 1,280 de bagazo de caña, 2,970 de salvado de arroz, 6,430 de aserrín de encino, 1,230 aserrín de bursera, 2,720 de aloe de maíz y como suplementos 0,450g de carbonato de calcio y 1,800 de sulfato de calcio, para alcanzar el 64,4 % de humedad agregaron 26 litros de agua, al final depositaron 2600 gramos de sustrato en cada bolsa de polipropileno en condiciones de 20 a 28 °C de temperatura y a una humedad relativa de 85 al 95%, con el cual lograron producir 132 ± 15 g de hongo fresco por k de sustrato.

4.3.2. Producción en peso fresco de *Ganoderma applanatum*

Como se aprecia en la tabla 7, los sustratos elaborados a base de aserrín de cajonería registraron el mayor valor de la media y resultados más homogéneos con respecto a los demás sustratos utilizados. En esta prueba, se aprecia alto porcentaje del coeficiente de variación, el cual posiblemente se debe a muchos factores, entre ellos aspectos propios del genotipo de la especie, así como a factores ambientales, calidad y cantidad de semilla utilizado en los tratamientos, entre otros factores.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos para la producción de *G. applanatum* en cinco tipos de sustratos.

Sustratos	N	Media	DE	EE	Mínimo	Máximo	CV (%)
Aserrín de cajonería	10	7,46	8,06	2,55	0,00	18,20	108,02
Fibra de coco	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bagazo de caña	10	5,54	7,44	2,35	0,00	19,04	134,28
Tusa de maíz	10	2,58	8,15	2,58	0,00	25,78	316,23
Rastrojo de arroz	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	40	3,90	7,17	1,13	0,00	25,78	184,04

N: Repeticiones; DE: Desviación estándar; CV (%): Coeficiente de variación

En el ANVA, muestra que los diferentes sustratos tuvieron efectos significativos de un 95% con respecto al peso fresco expresado en gramos en la producción de basidiocarpos de *G. applanatum* (Tabla 8).

Tabla 8. ANVA para la producción de *G. applanatum* en cinco tipos de sustratos.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Entre grupos	445,038	4	111,259	2,977	0,029*
Dentro de grupos	1 681,757	45	37,372		
Total	2 126,795	49			

*Significativo al 95%.

En la prueba Tukey, de la producción de basidiocarpos frescos de *G. applanatum*, nos muestra que el aserrín de cajonería tiene una media alta ($p < 0,05$), ubicándoles en el primer lugar con respecto a los cinco sustratos (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba Tukey para la producción de *G. applanatum* en cinco tipos de sustratos.

Sustrato	Repetición	Producción (g)	Significancia
Aserrín de cajonería	10	7,46	a
Bagazo de caña	10	5,54	ab
Tusa de maíz	10	2,58	ab
Fibra de coco	10	0,00	b
Rastrojo de arroz	10	0,00	b

Letras diferentes determinan diferencias estadísticas.

El uso de aserrín de cajonería pudo favorecer a que se obtenga mayor producción debido a la capacidad de retener la humedad en dicho sustrato, razón por la cual Tello (2010), reconoce que esta especie de hongo puede crecer bajo condiciones elevadas de humedad, es por dicha particularidad a que se las encuentra en regiones subtropicales y tropicales. De igual modo, indica que al utilizar como sustrato en la producción de *G. applanatum* utilizando la fórmula denominaron COLPOS-17 (kg en materia seca): 1,280 de bagazo de caña, 2,970 de salvado de arroz, 6,430 de aserrín de encino, 1,230 aserrín de bursera, aloe de maíz 2,720 y como suplementos 0,450g de carbonato de calcio y 1,800 de sulfato de calcio, para alcanzar el 64,4 % de humedad agregaron 26 litros de agua, al final depositaron 2600 gramos de sustrato en cada bolsa de polipropileno en condiciones de 20 a 28 °C de temperatura y a una humedad relativa de 85 al 95%, con el cual no llegaron a obtener fructificación del hongo por la influencia de posibles factores ambientales y el tiempo de fructificación. En el presente estudio si se obtuvo fructificación de *G. applanatum* en el sustrato de aserrín de cajonería 7,46gr, bagazo de caña 5,54gr y tusa de maíz 2,58gr, y no así en los sustratos a base de fibra de coco y rastrojo de arroz, posiblemente por falta de mayor tiempo de fructificación.

4.4. Tiempo de corrida del micelio de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en los diferentes sustratos agrícolas

4.4.1. Tiempo de corrida del micelio de *Ganoderma lucidum*

Las repeticiones de los sustratos conformados por rastrojo de arroz registraron menor promedio en la producción de peso fresco, se registró en el sustrato fibra de coco, en donde la media obtenida de las 10 repeticiones fue superiores a todos los sustratos lignocelulósicos; en el caso la variabilidad, se muestra que, los resultados más homogéneos se observaron en el sustrato aserrín de cajonería y en la fibra de coco se muestra un resultado heterogéneo o disperso. (Tabla 10).

Tabla 10. Estadísticos descriptivos para el inicio de fructificación de *G. lucidum* en cinco tipos de sustratos.

Sustratos	N	Media	DE	EE	Mínimo	Máximo	CV (%)
Aserrín de cajonería	10	55,90	3,60	1,14	54	65	6,45
Fibra de coco	10	75,60	14,82	4,69	59	115	19,60
bagazo de caña	10	44,10	5,47	1,73	37	53	12,39
Tusa de maíz	10	41,90	5,45	1,72	32	46	13,00
Rastrojo de arroz	10	28,90	3,81	1,21	25	34	13,20

N: Repeticiones; DE: Desviación estándar; CV (%): Coeficiente de variación

En el análisis de varianza ANVA, muestra los diferentes sustratos utilizados con diferencia significativa del 99 %, respecto al tiempo entre la inoculación de la semilla y el inicio de la fructificación de *G. lucidum* (Tabla 11).

Tabla 11. ANVA para el inicio de fructificación de *G. lucidum* en cinco tipos de sustratos.

Fuente variación	SC	GL	CM	Fc	Sig.
Entre grupos	12 332,08	4	3 083,020	50,267	<0,001**
Dentro de grupos	2 760,00	45	61,333		
Total	15 092,08	49			

**Significativo al 99%.

La prueba Tukey, entre la inoculación de la semilla y el inicio de fructificación de *G. lucidum*, muestra que el sustrato de rastrojo de arroz tiene una media baja ($p < 0,05$), posicionándola en el primer lugar con respecto a los demás sustratos, debido a su menor tiempo de desarrollo (28 días después de la siembra de micelio) ha iniciado la producción de basidiocarpos (Tabla 12).

Tabla 12. Prueba Tukey para el inicio de fructificación de *G. lucidum* en cinco tipos de sustratos.

Sustrato	Repetición	Inicio de producción (días)	Significancia
Rastrojo de arroz	10	28,90	a
Tusa de maíz	10	41,90	b
bagazo de caña	10	44,10	b
Aserrín de cajonería	10	55,90	c
Fibra de coco	10	75,60	d

Letras diferentes determinan diferencias estadísticas.

4.4.2. Tiempo de corrida del micelio de *Ganoderma applanatum*

Desde la inoculación de la semilla y el inicio de fructificación de *G. applanatum*, muestra que el sustrato de tusa de maíz su desarrollo fue en 71 días iniciando su producción de basidiocarpos (1 primordio) y en el sustrato de aserrín de cajonería y el bagazo de caña su producción de basidiocarpos fue en 85 días (con 5 y 4 primordios) (Tabla 13).

Tabla 13. Estadísticos descriptivos para el inicio de fructificación de *G. applanatum* en cinco tipos de sustratos.

Sustratos	N	Media	DE	EE	Mínimo	Máximo	CV (%)
Aserrín de cajonería	5	85,20	1,10	0,49	84	86	1,29
bagazo de caña	4	85,00	11,55	5,77	75	95	13,58
Fibra de coco	0						
Rastrojo de arroz	0						
Tusa de maíz	1	71,00			71	71	

N: Repeticiones; DE: Desviación estándar; CV (%): Coeficiente de variación

En la Tabla 12 y 13 se observa que el tiempo de corrida para *G. lucidum* y *G. applanatum* se da en menor en los sustratos a base de paja de arroz y tusa de maíz respectivamente. Los demás sustratos utilizados para *G. lucidum*, tuvieron un tiempo de corrida que va entre 41,90 y 75,60 días. Al observar en la Tabla 13 el tiempo de corrida de *G. applanatum* utilizando los sustratos a base de aserrín de cajonería y bagazo de caña de azúcar no se aprecia una diferencia sustancial en cuanto al tiempo de corrida del micelio que está entre los 85 días. Al respecto, Madrignac y Flecha (2019), reportan en su estudio realizado para la producción de *G. lucidum* utilizando sustratos a base de virutas de madera, bagazo de caña, hojarascas enriquecidas con granos de avena y mezclas de aserrines en un tiempo de 35 días para la fructificación.

4.5. Eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en los diferentes tipos de sustratos

4.5.1. Eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de *Ganoderma lucidum*

a. Eficiencia biológica

ANVA muestra que, al menos un sustrato utilizado obtuvo efectos significativos en la E.B. para la producción de hongos de *G. lucidum* (Tabla 14).

Tabla 14. El ANVA de la E.B. de la producción de *G. lucidum* en diferentes sustratos.

Fuente de variación	S.C.	G.L	C.M	Fc	Sig.
Sustratos	4 260,880	4	1 065,220	35,512	<0,001**
Error experimental	1 349,839	45	29,996		
Total	5 610,719	49			

**Existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0,01$).

En la prueba Tukey sobre su E.B. en la producción de basidiocarpos, nos indica que el uso de aserrín procedentes de las cajonerías, la tusa de maíz y el bagazo de caña registraron mayor producción de basidiocarpos ($p < 0,05$) ubicándola en el primer subconjunto con respecto a los demás sustratos utilizados (Tabla 15).

Tabla 15. Prueba Tukey para la E.B (%) en la producción de *G. lucidum* por efecto de distintos tipos de sustratos.

Mérito	Sustrato	Media (%)	Significancia
1	Aserrín de cajonería	32,71	a
2	Tusa de maíz	31,92	a
3	Bagazo de caña	27,18	a
4	Rastrojo de arroz	14,54	b
5	Fibra de coco	10,21	b

Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

b. Rendimiento

El ANVA indica que, los diferentes sustratos utilizados tuvieron efectos significativos sobre el rendimiento en gramos por unidad experimental en la producción de basidiocarpos del hongo *G. lucidum* (Tabla 16).

Tabla 16. ANVA del rendimiento en la producción de *G. lucidum* por efecto en diferentes sustratos.

Fuente de variación	S.C.	G.L	C.M	Fc	Sig.
Sustratos	165,715	4	41,429	32,921	0,000**
Error experimental	56,629	45	1,258		
Total	222,344	49			

**Existe diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$).

En la prueba Tukey sobre el rendimiento de la producción del basidiocarpo, nos muestra que el sustrato tusa de maíz tiene la media más alta ($p < 0,05$), ubicándola en el primer lugar con respecto a los demás (Tabla 17).

Tabla 17. Prueba Tukey para el rendimiento (%) en la producción de *G. lucidum* por efecto de distintos tipos de sustratos.

Mérito	Tipo de sustrato	Media (%)	Significancia
1	Tusa de maíz	6,54	a
2	Aserrín de cajonería	6,54	a
3	Bagazo de caña	5,44	a
4	Rastrojo de arroz	3,05	b
5	Fibra de coco	2,14	b

Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Tabla 17, se muestra los valores de la media en el rendimiento de la producción de basidiocarpos de *G. Lucidum*, podemos ver que el mayor rendimiento en la producción, lo alcanzo el sustrato tusa de maíz, aserrín de cajonería y bagazo de caña, el menor promedio tuvo el sustrato rastrojo de arroz y fibra de coco.

c. Tasa de producción

ANVA muestra, que los diferentes sustratos utilizados tuvieron efecto significativo con respecto a la tasa de producción del basidiocarpo *G. lucidum* (Tabla 18).

Tabla 18. ANVA, la tasa de producción de hongo medicinal *G. lucidum* por efecto de diferentes tipos de sustratos.

Fuente de variación	S.C.	G.L	C.M	Fc.	Sig.
Sustratos	0,729	4	0,182	23,596	0,000**
Error experimental	0,348	45	0,008		
Total	1,077	49			

**Existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0,01$).

En la prueba Tukey referido a la tasa de producción del basidiocarpo, muestra que el sustrato tusa de maíz tiene la media más alta ($p < 0,05$), ubicándose en el primer lugar de los demás sustratos (Tabla 18).

Tabla 19. Prueba Tukey para el T.P. (%) en la producción de *G. lucidum* por efecto de distintos tipos de sustratos.

Mérito	Sustrato	Media (%)	Significancia
1	Tusa de maíz	0,43	a
2	Aserrín de cajonería	0,38	a
3	Bagazo de caña	0,37	a
4	Rastrojo de arroz	0,24	b
5	Fibra de coco	0,10	c

Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Tabla 19, se muestra los valores de la media en la tasa de producción para el hongo medicinal *G. Lucidum*, podemos observar que la mayor tasa de producción logro el sustrato la tusa de maíz, aserrín de cajonería y bagazo de caña, el que tuvo menor promedio fue el sustrato rastrojo de arroz y la fibra de coco.

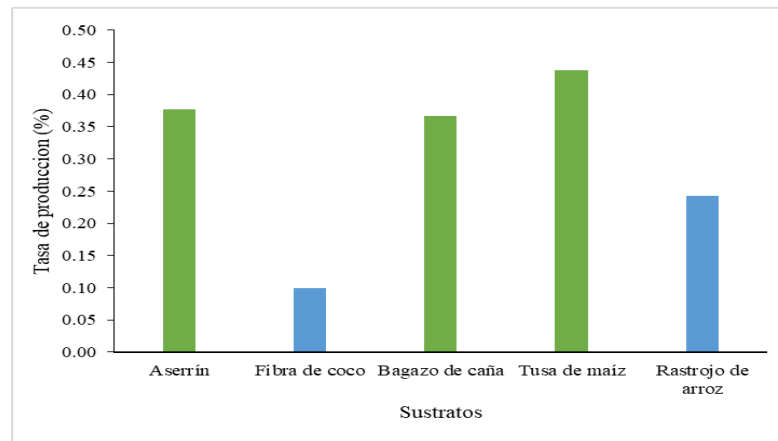


Figura 6. Tasa de producción en (%) del hongo medicinal *G. lucidum* en cinco sustratos diferentes.

4.5.2. Eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de *Ganoderma applanatum*

a. Eficiencia biológica

ANVA muestra que los diferentes sustratos utilizados tuvieron efectos significativos en la E.B. para la producción de basidiocarpos *G. applanatum* (Tabla 20).

Tabla 20. El ANVA de la E.B. en la producción de *G. applanatum* en diferentes sustratos.

Fuente de variación	S.M	G. L.	C.M	Fc	Sig.
Sustratos	81,320	5	27,107	2,361	0,088
Error experimental	413,234	36	11,479		
Total	494,554	39			

Existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

En la prueba Tukey sobre su E.B. en la producción de basidiocarpos, nos indica que el aserrín de cajonería tiene la media más alta ($p < 0,05$), ubicándola en el primer lugar con respecto a los demás sustratos utilizados (Tabla 21).

Tabla 21. Prueba Tukey para la E.B (%) en la producción de *G. applanatum* por efecto de distintos tipos de sustratos.

Mérito	Tipo de sustrato	Media (%)	Significancia
1	Aserrín de cajonería	3,73	a
2	Bagazo de caña	2,77	a
3	Tusa de maíz	1,26	b
4	Fibra de coco	0,00	c
5	Rastrojo de arroz	0,00	c

Existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Tabla 21, nos muestran los valores de la media E. biológica en la producción del basidiocarpo *G. applanatum*, donde la mayor eficiencia biológica, alcanzó el sustrato de aserrín de cajonería y el bagazo de caña, llegando a tener el menor promedio es los sustratos la tusa de maíz, los que no tuvieron valor fueron los sustratos rastrojo de arroz y fibra de coco.

b. Rendimiento

El ANVA indica que, los diferentes sustratos utilizados tuvieron efectos significativos sobre el rendimiento en gramos por unidad experimental en la producción de basidiocarpos del hongo *G. applanatum* (Tabla 22).

Tabla 22. ANVA del rendimiento en la producción de *G. applanatum* por efecto en diferentes sustratos.

Fuente de variación	S.C.	G.L	C.M	Fc	Sig.
Sustratos	3,236	5	1,079	2,309	0,093
Error experimental	16,818	36	0,467		
Total	20,053	39			

Existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

En la prueba Tukey sobre el rendimiento de la producción del basidiocarpo, nos muestra que el sustrato aserrín de cajonería tiene la media más alta ($p < 0,05$), ubicándola en el primer lugar con respecto a los demás (Tabla 23).

Tabla 23. Prueba Tukey para el rendimiento (%) en la producción de *G. applanatum* por efecto de distintos tipos de sustratos.

Mérito	Tipo de sustrato	Media (%)	Significancia
1	Aserrín de cajonería	0,74	a
2	Bagazo de caña	0,55	a
3	Tusa de maíz	0,25	b
4	Fibra de coco	0,00	c
5	Rastrojo de arroz	0,00	c

Existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Tabla 23, se muestra los valores de la media en el rendimiento de la producción de basidiocarpos de *G. applanatum*, podemos ver que el mayor rendimiento en la producción, la alcanzó el sustrato aserrín de cajonería y el bagazo de caña, el menor promedio tuvo el sustrato tuso de maíz y los que obtuvieron valor fueron la fibra de coco y el rastrojo de arroz.

Para el caso de *G. lucidum* en cuanto a la eficiencia biológica (EB) en la presente investigación, usando como sustratos aserrín de cajonería, tusa de maíz y bagazo de caña de azúcar se obtiene valores de 32,71%, 31,92% y 27,18% respectivamente; asimismo, utilizando los sustratos a base de rastrojo de arroz y fibra de coco se obtienen los valores más bajos en eficiencia biológica con valores de 14,54% y 10,21% respectivamente. De acuerdo a Tello (2010), utilizando como sustratos denominado formula COLPOS-17 (kg en materia seca): 1,280 de bagazo de caña, 2,970 de salvado de arroz, 6,430 de aserrín de encino, 1,230 aserrín de bursera, 2,720 de aloe de maíz y como suplementos 0,450g de carbonato de calcio y 1,800 de sulfato de calcio, para alcanzar el 64,4 % de humedad agregaron 26 litros de agua, al final

depositaron 2600 g de sustrato en cada bolsa de polipropileno en condiciones de 20 a 28 °C de temperatura y a una humedad relativa de 85 al 95%, logra una eficiencia biológica bastante bajas (10 %). Así mismo Montoya (2018), utilizando como sustrato una mixtura de 50% aserrín de roble, 26,95% de cascarilla de café, 20% de salvado de arroz, 2% de carbonato de calcio, 1% de azúcar, 0,05% de sulfato de magnesio, logra con un primer tratamiento sometiendo a fotoperiodo de 24 h 28,04% de EB, y mediante un fotoperiodo de 12 h reporta una EB de 26,48% y con el tratamiento sometido con luz blanca fosforescente obtuvo un 23,96%.

Para el caso de *G. applanatum* en cuanto a la eficiencia biológica (EB) en la presente investigación, solo se obtiene resultados usando como sustratos a base de aserrín de cajonería, bagazo de caña de azúcar y tusa de maíz valores de 3,73%, 2,71% y 1,26% de EB respectivamente.

En referencia al rendimiento de *G. lucidum* en la presente investigación se obtuvo 6,54% en tusa de maíz, 6,54 en aserrín de cajonería y 5,44 en bagazo de caña de azúcar; y valores más bajos usando sustratos a base de rastrojo de arroz y fibra de coco. Al respecto, Tello (2010), obtuvo un rendimiento máximo de 202 g/Kg de sustrato seco para el subgénero de *Ganoderma*. Para el rendimiento de la *G. applanatum*, en la presente investigación, solo se obtiene resultados usando como sustratos a base aserrín de cajonería, bagazo de caña y tusa de maíz con los valores 0.74%, 0.55% y 0.25% de rendimiento respectivamente.

En la presente investigación con relación a tasa de producción (TP) de *G. lucidum*, se logró una tasa de producción mayor utilizando como sustrato tusa de maíz (0,43%), con el aserrín de cajonería (0,38%) y bagazo de caña de azúcar (0,37%) y la menor TP con fibra de coco (0,10%). Al respecto, Morales (2015), al utilizar como sustrato madera Vid al 100% obtuvo una TP de 0,12%, Vid + encino al 70/30% (0,13%), Vid + encino al 30/70 % (0,14%) y encino al 100% (0,09%) para la especie de *G. lucidum*. Así mismo Montoya et al (2018), al estudiar la tasa de producción utilizando sustratos a base de 50% aserrín de roble, 26,95% de cascarilla de café, 20% de salvado de arroz, 2% de carbonato de calcio, 1% de azúcar, 0,05% de sulfato de magnesio, con fotoperiodo de 24 h tuvo una TP de 0,64%, mediante un fotoperiodo de 12 h reporta 0,56% de TP, y sometiendo a luz blanca fosforescente obtiene 0,40% de TP.

V. CONCLUSIONES

1. El micelio de *G. lucidum* ha desarrollado con mayor rapidez en el medio de cultivo agar papa dextrosa propagadas en placas Petri de 90 mm de diámetro; en cuanto al micelio de *G. applanatum*, éste ha tenido un crecimiento bastante lento en ambos medios de cultivo agar papa dextrosa y agar extracto de malta.
2. Las características morfológicas del micelio de *G. lucidum* en ambos medios de cultivo presentan crecimiento homogéneo, de textura algodonosa, color blanco, y micelio aéreo ausente; en cuanto al micelio de *G. applanatum* en el medio agar papa dextrosa presenta un crecimiento homogéneo y cierta presencia de anillos de crecimiento, de textura cerosa, color blanco y micelio aéreo ausente; en el medio agar extracto de malta presenta un crecimiento amorfo de una textura cerosa, color marrón claro y micelio aéreo ausente.
3. En el sustrato a base de tusa de maíz, aserrín de cajonería y bagazo de caña de azúcar se logró mayor respuesta de producción en peso fresco de *G. lucidum*; *mientras que para G. applanatum* fue en sustrato a base de aserrín de cajonería.
4. El tiempo de corrida del micelio fueron en menor tiempo en los sustratos a base de rastrojo de arroz y tuza de maíz para *G. lucidum* y *G. applanatum* respectivamente; pero contrariamente fueron los sustratos que presentaron los menores promedios de producción de basidiocarpos.
5. La mayor eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción de basidiocarpos de *G. lucidum*, se ha obtenida con los sustratos a base de aserrín de cajonería, tusa de maíz y bagazo de caña de azúcar; mientras que *G. applanatum* ha obtenido en sustratos a base de aserrín de cajonería y bagazo de caña.

VI. PROPUESTAS PARA EL FUTURO

1. Seguir con la investigación sobre eficiencia biológica en el cultivo de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* utilizando diferentes tipos de residuos lignocelulósicos como materia prima y así aportar información a futuros profesionales.
2. Realizar investigación en valor nutricional de los hongos medicinales nativos.
3. Impulsar la producción de los hongos medicinales de *Ganoderma lucidum* y *Ganoderma applanatum* en la zona de Tingo María, para promover el consumo local, y poder contribuir con la alternativa de medicina natural, ya que este hongo posee antibióticos, antidiabética, minerales y vitaminas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexopoulos, C. (1985). *Introducción a la Micología*. Ediciones Omega S. A.
- Angel, D. (2006). *Evaluación de técnicas de conservación para hongos filamentosos y levaduriformes en el cepario de la Pontificia Universidad Javeriana* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Javeriana. <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis260.pdf>.
- Álvaro S. R., (2007). *La subutilización de residuos agrícolas y su incidencia en la producción de hongo medicinal reishi (*Ganoderma lucidum*) en la sierra ecuatoriana* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica De Ambato]. Repositorio <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3392/3/PAL144.pdf>.
- Bijalwan A., Bahuguna K., Vasishth A., Singh A., Chaudhary S., Dongariyal A., Kumar T., Kaushik S., Mohammad J., Alfarraj S., Alharbi S., Skalicky M., Brestic M. (2021). *Growth performance of *Ganoderma lucidum* using billet method in Garhwal Himalaya*. Saudi Journal of Biological Sciences 28 (2021) 2709–2717.
- Bidegain M. (2017). *Optimización del cultivo de *Ganoderma lucidum*. Evaluación de actividad y desarrollo de nutraceuticos*. [Tesis de Doctoral, Universidad Nacional Del Sur]. Repositorio <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/3786/tesis%20?sequence=1>
- Calvo, R. L. (2019). *Evaluación del efecto de adición de manganeso sobre la actividad enzimática de las ligninasas lacasa y manganeso peroxidasa en la fructificación y eficiencia biológica del hongo *Ganoderma lucidum** [Tesis de Posgrado, Universidad Católica de Manizales]. Repositorio UCM. <https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/2613/1/Lorena%20Calvo%20Rodriguez.pdf>.
- Chimey, C., y Palomo, A. (2012). *Curso: Cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*)*. Oficina Académica de extensión y proyección social. UNALM.
- Chang, S.T., y Miles, P.G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. FL: CRC Press.
- Cigüeñas, P. E. (2020). *Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6644/1/REP_Pablo.Cigue%
%91AS_comportamiento.mecanico.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6644/1/REP_Pablo.Cigue%c3%91AS_comportamiento.mecanico.pdf)

- Curvetto, N.R., Postemsky, P. D., y Delmastro, S. E. (2014). *Efecto de los aceites comestibles y Cu en la biodegradación del arroz subproductos del hongo Ganoderma lucidum*. *Biochemical Engineering Journal*, 76(1), 77-82.
- Dueñas O.D. (2016). *Optimización del cultivo de una cepa ecuatoriana de Ganoderma ecuadoriense, mediante el análisis de sustrato, oxigenación y maduración de micelio* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador]. Repositorio [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13229/TESIS%20NELSON%20DUE%
C3%91AS%20pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13229/TESIS%20NELSON%20DUE%C3%91AS%20pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Encarta Microsoft. (2006). *Hongos*. [CD]. Microsoft Corporation.
- Escuza, H. P. A. (1987). *Durabilidad natural de la madera de cinco especies forestales en base a su resistencia a la pudrición* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional agraria la Molina].
- Gaitán, R., Salmones, D., Pérez R. y Mata, G. (2006). *Manual práctico del cultivo de setas Aislamiento, siembra y producción* (3ra. Ed.) Instituto de Ecología, A.C. Apartado Postal 63 Xalapa, Veracruz, 91000 México.
- Gonzalez, M. R., Serra, A., Figlas D., and Curvetto N. (2010). *Copper and Zinc Bioaccumulation and Bioavailability of Ganoderma lucidum*. *Journal of Medicinal Food*. <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2010.0206>
- González, M.R., Figlas, D., Devalis R., Delmastro, S. AND Curvetto, N. (2002). *Sunflower seed hulls as a main nutrient source for cultivating Ganoderma lucidum*, 14 (2), PP 1-6. <https://www.redalyc.org/pdf/685/68514202.pdf>
- Guzmán, G. (2000). *Genus Pleurotus (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetidae): Diversity, Taxonomic Problems, and Cultural and Traditional Medicinal Uses*. *International Journal of Medicinal Mushroom*. 123 p.
- Hawthornth, D. L. (1991). *The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation*. *Mycol.Research* 95, 641-655.
- Herrera, T. y Ulloa, M. (1990). *El reino de los hongos. Micología básica y aplicada*. Mexico. 105. p.
- Jie Liu, Kuniyoshi S y Fumiko K., (2005). *“The anti-androgen effect of ganoderol B isolated from the fruiting body of Ganoderma lucidum”* Department of Forest and Forest

- Products Science, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan
Research Laboratories, Chlorella Industry Co. Ltd, Res Labs, Fukuoka 833-0056.
- Lin, K. (2006). *Reishi polysaccharides induce immunoglobulin production through the TLR4/TLR2-mediated induction of transcription factor blimp-1*. The Journal of Biological Chemistry, 281: 24111–24123
- Madriagnac, B. R., y Flecha, A. M. (2019). *Evaluación del cultivo de Pleurotus ostreatus y Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes, Agaricales – Poyporales) empleando sustratos alternativos presentes en Paraguay. *Lilloa*, 56(1), 1-13, <http://www.scielo.org.ar/pdf/lilo/v56n1/v56n1a01.pdf>
- Martínez C., Morales, P., SobaL, M. y Larqué S., A. (1991). Historia del cultivo comercial de los hongos comestibles en México. *Ciencia y Desarrollo*. 96: 33- 43.
- Moreno, Gabriel; José García Manjón & Alvaro Zugaza. (1986). *La Guía de INCAFO de los Hongos de la Península Ibérica*. 2 Tomos. Incafo, S. A. España. 1276 págs.
- Morales, E.R. (2015). *Madera de vid como sustrato potencial para el cultivo sólido de Ganoderma spp.* [Tesis de maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.] [https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/85/1/Morales%20Es trada%20Rosa%20Idaly.pdf](https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/85/1/Morales%20Es%20trada%20Rosa%20Idaly.pdf).
- Montoya S., López D. y Segura B. (2018). *Influencia de la luz azul sobre la productividad del cultivo sólido de Ganoderma lucidum*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia. <https://www.redalyc.org/journal/776/77658702006/html/>.
- Roa, G.A.; Camacho, H.G.; Ardila, J.A.; Nieves, K.M. (2018). *Viabilidad para la Creación de una empresa que fabrique y comercialice el extracto de Ganoderma lucidum*, Facultad de ciencias económicas y administrativas especialización en formulación y evaluación social y económica de proyectos. Bogotá. p. 101.
- Rodrigues C., Fonseca F., Inacio K., Ribeiro S., Amor N., Dionísio T., Santos C., Oliveira R. y Lares L. (2022). *Ganoderma lucidum polysaccharides inhibit in vitro tumorigenesis, cancer stem cell properties and epithelial-mesenchymal transition in oral squamous cell carcinoma*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34910952/>
- Rodriguez, N., y Jaramillo, C. (2005). *Cultivo de hongos medicinales en residuos agrícolas de la zona cafetera*. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/583/1/028.pdf>.

- Rosales S.; Vasquez P. (2013). *Determinación del mercado molecular ácido ganoderico A en productos comerciales elaborados a base de Ganoderma lucidum*, por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), Trujillo- Perú, 42 p.
- Russell M, Paterson R (2006). *Ganoderma therapeutic fungal biofactory*. *Phytochemistry* 67:1985–2001. doi: 10.1016/j.phytochem.2006.07.004.
- Ruiz A. (2016). Eficiencia de remoción de cuatro fungí de pudrición blanca en medios acuosos inducidos con cobre y zinc [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1310/ALRT_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Stamets, P. (1993). *Growing and medical mushrooms*. Ten Speed Press & Mycomedia. Olympia, WA, USA.
<http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/qyf/article/view/171>.
- Steyaert, R. (1972). *Species of Ganoderma and related genera mainly of the Bogor and Leiden herbaria*. *Persoonia* 7: 55-118.
- Tello, S. I. (2010). *Diversidad de los recursos genéticos mexicanos del hongo funcional Ganoderma (Fungi Ganodermataceae)*, conocido como reishi en los mercados internacionales, y su relevancia para el desarrollo regional. Tesis doctoral. 152 p.
- Upton R. (2006). Reishi Mushroom. Standars of Analysis, Quality Control, and Therapeutics. En: Upton R (ed) *American Herbal Pharmacopoeia and Therapeutic Compendium*. The American Herbal Pharmacopoeia, <http://www.medicinacomplementar.com.br/biblioteca/pdfs/Fitoterapia/fi-0405.pdf>
- Vázquez J.J. (2017). *Producción de inoculo de cepas nativas de Ganoderma spp y su perspectiva de uso en el sector agroindustrial*. Tesis doctoral. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/185>.
- Wasser SP (2002). *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. *Appl Microbiol Biotechnol* 60:258–74. doi: 10.1007/s00253-002- 1076-7.
- Wasser S (2005). *Reishi or Ling Zhi (Ganoderma lucidum)*. *Encycl Diet Suppl* 603–622. doi: 10.1081/E-EDS-120022119
- Ying, J. et al., *Icones of Medicinal Fungi From China*. Traslated by X. Yuehan. Beijing: Science Press. (1987).

ANEXO

Anexo I: Tablas de evaluaciones

Tabla 24. Crecimiento micelial del hongo *G. lucidum* en medio de cultivo Agar Papa Dextrosa.

M. C.	Rep.	Días									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	
PDA	R1	S	0	0.9	1.8	2.7	3.6	4.3	4.5	4.5	
PDA	R2	S	0	0.8	1.7	2.6	3.6	4.2	4.5	4.5	
PDA	R3	S	0	1.4	2	2.75	4.3	4.5	4.5	4.5	
PDA	R4	S	0	1	1.9	2.65	3.5	4.3	4.5	4.5	
PDA	R5	S	0	1	1.8	2.6	3.4	4.2	4.4	4.5	
PDA	R6	S	0	1	1.8	2.5	3.3	3.9	4.3	4.5	
PDA	R7	S	0	0.9	1.8	2.7	3.6	4.3	4.5	4.5	
PDA	R8	S	0	1.15	2	2.8	3.6	4.2	4.5	4.5	
PDA	R9	S	0	1.3	2.5	2.7	3.4	4	4.3	4.5	
PDA	R10	S	0	1.3	2	2.8	3.5	4	4.5	4.5	
Promedio			0	0	1.075	1.93	2.68	3.58	4.19	4.45	4.5

Tabla 25. Crecimiento micelial del hongo *G. lucidum* en medio de cultivo Agar Extracto de Malta.

M. C.	Rep.	Días													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
EMA	R1	S	0	0.7	1.3	2	2.9	3.4	4.0	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	
EMA	R2	S	0	0.9	1.5	2	2.6	3.2	3.6	4	4.2	4.5	4.5	4.5	
EMA	R3	S	0	0.8	1.4	2	2.6	3.1	3.5	3.9	4.2	4.4	4.5	4.5	
EMA	R4	S	0	0.9	1.5	2	3.2	3.5	3.9	4	4.3	4.5	4.5	4.5	
EMA	R5	S	0	0.8	1.4	2	2.6	3.2	3.6	4	4.2	4.4	4.5	4.5	
EMA	R6	S	0	1.8	2	2.4	2.7	3.6	3.5	3.8	4	4.3	4.5	4.5	
EMA	R7	S	0	0.6	1.3	2	2.7	3.2	3.5	3.9	4.2	4.4	4.5	4.5	
EMA	R8	S	0	0.9	1.5	2.2	2.7	3.2	3.2	3.6	3.9	4	4.4	4.5	
EMA	R9	S	0	1	1.5	2	2.7	3.3	3.5	3.8	4	4.3	4.5	4.5	
EMA	R10	S	0	1.4	1.4	2	2.6	3.2	3.6	4	4.2	4.4	4.5	4.5	
Promedio			0	0	0.98	1.48	2.06	2.73	3.29	3.59	3.94	4.17	4.37	4.49	4.5

Tabla 26. Crecimiento micelial del hongo *G. applanatum* en medio de cultivo Agar Papa Dextrosa.

M. C.	Rep.	Días																													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
PDA	R1	S	0	0.6	0.9	1.1	1.4	1.7	2.4	2.7	3	3.6	3.8	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PDA	R2	S	0	0.7	1	1.3	1.5	1.7	2	2.3	2.5	2.5	2.7	3	3.2	3.5	3.9	3.9	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PDA	R3	S	0	0.5	0.8	1	1.5	2	2.3	2.5	2.9	3.3	3.8	3.9	4.1	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PDA	R4	S	0	0.6	0.8	1	1.3	1.5	1.8	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8	3	3.2	3.4	3.5	3.8	4	4.1	4.2	4.2	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PDA	R5	S	0	0.5	0.8	1	1.2	1.2	1.4	1.8	2	2.2	2.3	2.4	2.7	2.8	3	3	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4	4.2	4.4	4.5	4.5
PDA	R6	S	0	0.6	0.9	1.1	1.5	1.7	2.1	2.3	2.7	3	3.3	3.5	3.9	4.2	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PDA	R7	S	0	0.6	1	1.2	1.6	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.8	4.1	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PDA	R8	S	0	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.6	1.7	1.9	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	3	3.1	3.2	3.4	3.5	3.6	3.8	4	4.1	4.3	4.5	4.5	4.5
PDA	R9	S	0	0.6	0.8	1.2	1.6	2.1	2.5	2.8	3	3.3	3.6	3.8	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PDA	R10	S	0	0.6	0.9	1.2	1.6	1.8	2.1	2.3	2.6	3	3.5	3.7	4.1	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Promedio			0	0	0.59	0.87	1.1	1.44	1.71	2.03	2.27	2.53	2.82	3.16	3.37	3.62	3.76	3.88	3.97	4.09	4.15	4.19	4.23	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41	4.45	4.49	4.5

Tabla 27. Crecimiento micelial del hongo *G. applanatum* en medio de cultivo Agar Extracto de Malta.

M. C.	Rep.	Días																								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25
EMA	R1	S	0	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.7	3	3.2	3.6	3.8	3.9	4	4	4.1	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
EMA	R2	S	0	0.7	1	1.1	1.4	1.6	1.9	2.1	2.4	2.7	2.9	3.4	3.7	3.9	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
EMA	R3	S	0	0.7	0.9	1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	2.5	2.6	2.9	3	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	4	4.2	4.3
EMA	R4	S	0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8	2	2.3	2.6	2.9	3.3	3.7	3.9	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
EMA	R5	S	0	0.7	1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1	3.2	3.7	3.8	3.9	4	4.2	4.3	4.3	4.4	4.5
EMA	R6	S	0	0.6	1	1.2	1.3	1.3	1.5	1.8	1.8	1.9	2	2.2	2.3	2.5	2.8	2.8	3.2	3.4	3.5	3.6	3.6	3.8	3.8	4
EMA	R7	S	0	0.6	0.9	1	1.3	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.5	2.7	3	3.2	3.3	3.5	3.7	3.8	3.8	3.9	4.2	4.4	4.5	4.5
EMA	R8	S	0	0.6	0.8	1.2	1.5	1.9	2.2	2.6	2.9	3.3	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
EMA	R9	S	0	0.7	0.9	1	1.2	1.4	1.6	1.8	1.8	2.1	2.5	2.6	2.8	2.9	3	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4	4.2	4.3	4.5
EMA	R10	S	0	0.6	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8	2	2.3	2.6	2.9	3.3	3.7	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Promedio		0	0	0.66	0.92	1.1	1.31	1.46	1.67	1.93	2.1	2.36	2.62	2.91	3.17	3.4	3.59	3.76	3.88	3.98	4.07	4.17	4.24	4.32	4.37	4.43

Tabla 28. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. lucidum* en sustrato aserrín de cajonería.

Fecha de siembra: 06/11/2021											
<i>Ganoderma lucidum</i>											
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Peso del sustrato después de la producción (g)	Peso del sustrato seco final (g)	Fecha de la 1ra cosecha	Peso de la 1ra cosecha	Fecha de 2da cosecha	Peso de la 2da cosecha	Fecha de 3ra cosecha	Peso de la 3ra cosecha
Aserrín de cajonería	R1	200	1000	500	124.09	10/02/2022	46.44	10/03/2022	13.48	10/04/2022	5.50
	R2	200	1000	500	124.09	30/01/2022	47.49	30/02/2022	13.43	30/03/2022	8.91
	R3	200	1000	350	124.09	30/01/2022	55.53	30/02/2022	11.97	30/03/2022	6.89
	R4	200	1000	400	124.09	30/01/2022	52.34	30/02/2022	11.51	30/02/2022	7.17
	R5	200	1000	350	124.09	3/02/2022	47.91	3/03/2022	10.71	3/04/2022	6.63
	R6	200	1000	400	124.09	30/01/2022	43.88	30/02/2022	10.43	30/03/2022	8.61
	R7	200	1000	450	124.09	30/01/2022	43.28	30/02/2022	10.60	30/03/2022	0
	R8	200	1000	400	124.09	30/01/2022	46.08	30/02/2022	17.48	30/03/2022	7.29
	R9	200	1000	450	124.09	3/02/2022	47.43	3/03/2022	13.50	3/04/2022	6.68
	R10	200	1000	450	124.09	30/01/2022	42.89	30/02/2022	10.22	30/03/2022	0
Total		2000	10000	4250	1240.9		473.27		123.33		57.68000
Promedio		200	1000	425	124.09		47.33		12.333		5.77

Tabla 29. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. lucidum* en sustrato fibra de coco.

Fecha de siembra: 05/12/2022									
<i>Ganoderma lucidum</i>									
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Peso del sustrato después de la producción (g)	Peso del sustrato seco final (g)	Fecha de 1ra cosecha	Peso de la 1ra cosecha	Fecha de 2da cosecha	Peso de la 2da cosecha
Fibra de coco	R1	210	1000	600	295.20	15/02/2022	13.09	15/03/2022	11.84
	R2	210	1000	600	295.20	20/03/2022	11.28	15/04/2022	10.66
	R3	210	1000	600	295.20	17/02/2022	16.30	17/03/2022	9.45
	R4	210	1000	600	295.20	15/02/2022	14.77	15/03/2022	0
	R5	210	1000	600	295.20	20/02/2022	14.38	20/03/2022	11.34
	R6	210	1000	600	295.20	3/01/2022	14.63	3/01/2022	7.54
	R7	210	1000	600	295.20	28/03/2022	18.38	28/04/2022	9.42
	R8	210	1000	550	295.20	17/02/2022	16.05	17/03/2022	0
	R9	210	1000	550	295.20	20/03/2022	10.06	20/04/2022	6.41
	R10	210	1000	600	295.20	10/02/2022	12.57	10/03/2022	6.25
Total		2100	10000	5900	2952.00		141.51		72.91
Promedio		210	1000	590	2952.00		14.15		7.29

Tabla 30. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. lucidum* en sustrato bagazo de caña.

Fecha de siembra: 27/11/2021									
<i>Ganoderma lucidum</i>									
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Peso del sustrato después de la producción (g)	Peso del sustrato seco final (g)	Fecha de 1ra cosecha	Peso de la 1ra cosecha	Fecha de 2da cosecha	Peso de la 2da cosecha
Bagazo de caña	R1	200	1000	550	159.20	19/02/2022	28.99	19/03/2022	20.56
	R2	200	1000	550	159.20	10/02/2022	43.53	10/03/2022	7.69
	R3	200	1000	550	159.20	16/02/2022	34.74	16/03/2022	3.26
	R4	200	1000	500	159.20	8/02/2022	47.42	8/03/2022	8.63
	R5	200	1000	450	159.20	16/02/2022	50.81	16/03/2022	17.99
	R6	200	1000	550	159.20	8/02/2022	43.35	8/03/2022	4.29
	R7	200	1000	450	159.20	7/02/2022	41.30	7/03/2022	8.42
	R8	200	1000	550	159.20	11/02/2022	26.68	11/03/2022	7.54
	R9	200	1000	350	159.20	3/02/2022	64.69	3/03/2022	12.03
	R10	200	1000	350	159.20	3/02/2022	58.81	3/03/2022	12.87
Total		2000	10000	4850	1592.00		440.32		103.28
Promedio		200	1000	485	1592.00		44.03		10.33

Tabla 31. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. lucidum* en sustrato tusa de maíz.

Fecha de siembra: 19/12/2021									
<i>Ganoderma lucidum</i>									
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Peso del sustrato después de la producción (g)	Peso del sustrato seco final (g)	Fecha de 1ra cosecha	Peso de la 1ra cosecha	Fecha de 2da cosecha	Peso de la 2da cosecha
Tusa de maíz	R1	205	1000	500	285.52	28/02/2022	38.67	31/01/1900	29.38
	R2	205	1000	450	285.52	2/03/2022	39.25	2/04/2022	34.97
	R3	205	1000	500	285.52	3/03/2022	41.34	3/04/2022	31.13
	R4	205	1000	500	285.52	28/02/2022	36.86	30/04/2022	27.29
	R5	205	1000	500	285.52	28/03/2022	26.52	31/04/2022	18.70
	R6	205	1000	500	285.52	3/03/2022	40.32	3/04/2022	35.26
	R7	205	1000	500	285.52	2/03/2022	41.12	2/04/2022	35.26
	R8	205	1000	450	285.52	28/02/2022	39.95	30/03/2022	32.23
	R9	205	1000	450	285.52	20/02/2022	35.06	20/03/2022	25.09
	R10	205	1000	500	285.52	3/03/2022	26.91	3/04/2022	19.04
Total		2050	10000	4850	2855.20		366.00		288.35
Promedio		205	1000	485	2855.20		36.60		28.84

Tabla 32. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. lucidum* en sustrato rastrojo de arroz.

Fecha de siembra: 26/12/2021									
<i>Ganoderma lucidum</i>									
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Peso del sustrato después de la producción (g)	Peso del sustrato seco final (g)	Fecha de 1ra cosecha	Peso de la 1ra cosecha	Fecha de 2da cosecha	Peso de la 2da cosecha
Rastrojo de arroz	R1	210	1000	150	113.74	20/02/2022	9.11	20/03/2022	0
	R2	210	1000	200	113.74	22/02/2022	25.90	22/03/2022	0
	R3	210	1000	250	113.74	22/02/2022	9.99	22/03/2022	0
	R4	210	1000	250	113.74	28/02/2022	24.55	28/03/2022	0
	R5	210	1000	300	113.74	28/02/2022	41.22	29/03/2022	0
	R6	210	1000	200	113.74	24/02/2022	19.58	24/03/2022	0
	R7	210	1000	300	113.74	28/02/2022	44.75	28/03/2022	8.70
	R8	210	1000	300	113.74	20/02/2022	36.81	20/03/2022	5.98
	R9	210	1000	250	113.74	24/02/2022	37.98	24/03/2022	0
	R10	210	1000	300	113.74	20/02/2022	40.72	20/03/2022	0
Total		2100	10000	2500	1137.4		290.61		14.68
Promedio		210	1000	250	1137.4		29.06		1.47

Tabla 33. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. applanatum* en sustrato aserrín de cajonería.

Fecha de siembra: 06/11/2021					
<i>Ganoderma applanatum</i>					
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Producción de número de basidiocarpos	Peso de basidiocarpos (g)
Aserrín de cajonería	R1	200	1000	2	18.2
	R2	200	1000	2	17.15
	R3	200	1000	0	0
	R4	200	1000	0	0
	R5	200	1000	1	12.03
	R6	200	1000	0	0
	R7	200	1000	1	14.12
	R8	200	1000	1	13.14
	R9	200	1000	0	0
	R10	200	1000	0	0
Total		2000	10000	7	74.64
Promedio		200	1000	0.7	7.464

Tabla 34. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. applanatum* en sustrato fibra de coco.

Fecha de siembra: 05/12/2021					
<i>Ganoderma applanatum</i>					
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Producción de número de basidiocarpos	Peso de basidiocarpos (g)
Fibra de coco	R1	210	1000	0	0
	R2	210	1000	0	0
	R3	210	1000	0	0
	R4	210	1000	0	0
	R5	210	1000	0	0
	R6	210	1000	0	0
	R7	210	1000	0	0
	R8	210	1000	0	0
	R9	210	1000	0	0
	R10	210	1000	0	0
Total		2100	10000	0	0
Promedio		210	1000	0	0

Tabla 35. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. applanatum* en sustrato bagazo de caña.

Fecha de siembra: 27/11/2021					
<i>Ganoderma applanatum</i>					
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Producción de número de basidiocarpos	Peso de basidiocarpos (g)
Bagazo de caña	R1	200	1000	0	0
	R2	200	1000	1	11.16
	R3	200	1000	2	19.04
	R4	200	1000	0	0
	R5	200	1000	1	13.12
	R6	200	1000	0	0
	R7	200	1000	0	0
	R8	200	1000	0	0
	R9	200	1000	1	12.11
	R10	200	1000	0	0
Total		2000	10000	5	55.43
Promedio		200	1000	0.5	5.543

Tabla 36. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. applanatum* en sustrato tusa de maíz.

Fecha de siembra: 19/12/2021					
<i>Ganoderma applanatum</i>					
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Producción de número de basidiocarpos	Peso de basidiocarpos (g)
Tusa de maíz	R1	205	1000	0	0
	R2	205	1000	0	0
	R3	205	1000	0	0
	R4	205	1000	4	25.78
	R5	205	1000	0	0
	R6	205	1000	0	0
	R7	205	1000	0	0
	R8	205	1000	0	0
	R9	205	1000	0	0
	R10	205	1000	0	0
Total		2050	10000	4	25.78
Promedio		205	1000	0.4	2.578

Tabla 37. Evaluación de la producción de basidiocarpos de *G. applanatum* en rastrojo de arroz.

Fecha de siembra : 05/12/2021					
<i>Ganoderma applanatum</i>					
Sustrato	Repeticiones	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)	Producción de número de basidiocarpos	Peso de basidiocarpos (g)
Rastrojo de arroz	R1	210	1000	0	0
	R2	210	1000	0	0
	R3	210	1000	0	0
	R4	210	1000	0	0
	R5	210	1000	0	0
	R6	210	1000	0	0
	R7	210	1000	0	0
	R8	210	1000	0	0
	R9	210	1000	0	0
	R10	210	1000	0	0
Total		2100	10000	0	0
Promedio		210	1000	0	0

Anexo II: Registro de T° y humedad en la etapa de producción

Tabla 38. Evaluación diaria de la temperatura en la producción de basidiocarpos del hongo *G. lucidum* y *G. applanatum*.

T°	6/01/2021	7/01/2021	8/01/2021	9/01/2021	10/01/2021	11/01/2021	12/01/2021	13/01/2021	14/01/2021	15/01/2021	16/01/2021	17/01/2021	18/01/2021	19/01/2021	20/01/2021	21/01/2021	22/01/2021	23/01/2021	24/01/2021	25/01/2021	26/01/2021	27/01/2021	28/01/2021	29/01/2021	30/01/2021	31/01/2021	1/02/2021	2/02/2021	3/02/2021	4/02/2021	5/02/2021	6/02/2021	7/02/2021	8/02/2021	9/02/2021	10/02/2021	11/02/2021	12/02/2021	13/02/2021	14/02/2021	15/02/2021	
7:0 a.m	24 .0	23 .9	24 .9	24 .8	23 .8	22 .5	22 .9	21 .8	23 .9	23 .4	24 .7	24 .3	24 .2	24 .1	21 .7	23 .8	24 .6	24 .1	23 .7	24 .7	23 .5	23 .7	21 .4	23 .6	24 .2	24 .9	24 .8	24 .5	23 .1	23 .8	23 .6	23 .5	24 .7	24 .5	24 .2	24 .3	23 .8	23 .7	23 .9	23 .5	23 .7	
1:0 p. m.	24 .6	29 .0	26 .8	27 .3	23 .9	26 .7	23 .4	27 .5	26 .0	25 .3	29 .0	28 .0	28 .1	26 .1	27 .8	26 .7	27 .8	25 .7	26 .4	25 .8	24 .4	25 .4	23 .4	25 .5	24 .8	26 .6	26 .4	25 .7	26 .8	25 .7	26 .1	25 .6	24 .8	26 .7	27 .3	27 .6	26 .7	25 .3	25 .1	25 .6	25 .8	25 .9

Tabla 39. Evaluación diaria de la humedad en la producción de basidiocarpos del hongo *G. lucidum* y *G. applanatum*.

H °	6/01/2021	7/01/2021	8/01/2021	9/01/2021	10/01/2021	11/01/2021	12/01/2021	13/01/2021	14/01/2021	15/01/2021	16/01/2021	17/01/2021	18/01/2021	19/01/2021	20/01/2021	21/01/2021	22/01/2021	23/01/2021	24/01/2021	25/01/2021	26/01/2021	27/01/2021	28/01/2021	29/01/2021	30/01/2021	31/01/2021	1/02/2021	2/02/2021	3/02/2021	4/02/2021	5/02/2021	6/02/2021	7/02/2021	8/02/2021	9/02/2021	10/02/2021	11/02/2021	12/02/2021	13/02/2021	14/02/2021	15/02/2021
7: 00 a. m.	75 %	86 %	78 %	78 %	78 %	86 %	86 %	80 %	81 %	80 %	86 %	78 %	80 %	78 %	79 %	76 %	84 %	80 %	75 %	78 %	85 %	80 %	86 %	85 %	86 %	86 %	80 %	86 %	83 %	80 %	78 %	83 %	80 %	80 %	86 %	80 %	85 %	81 %	87 %	86 %	80 %
1: 0 p. m.	75 %	69 %	78 %	78 %	74 %	86 %	78 %	80 %	74 %	75 %	77 %	69 %	71 %	72 %	72 %	70 %	78 %	75 %	75 %	75 %	76 %	70 %	78 %	83 %	85 %	83 %	85 %	86 %	79 %	78 %	78 %	78 %	78 %	86 %	75 %	78 %	79 %	78 %	75 %	76 %	

Anexo III. Panel fotografico

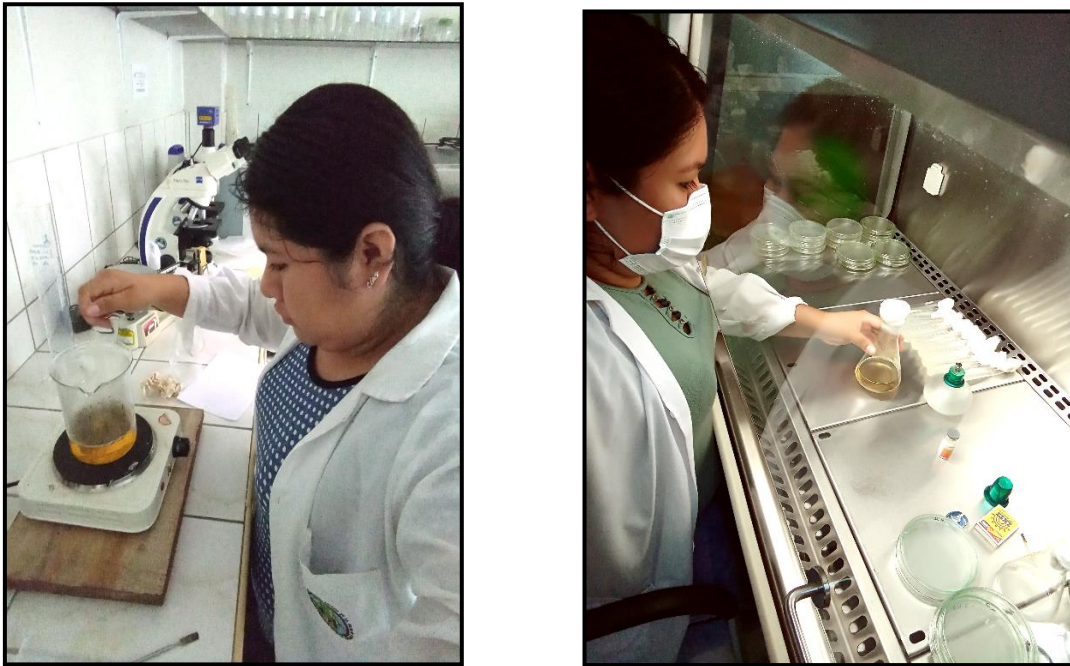


Figura 7. Preparación del medio de cultivo.

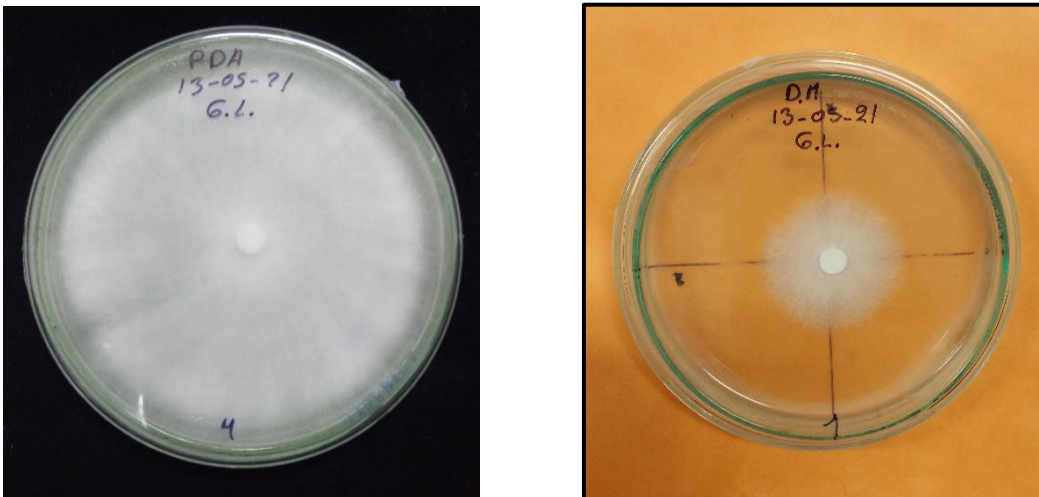


Figura 8. Activación y propagación de micelio del hongo *G. lucidum*.



Figura 9. Extracion de fragmentos del hongo *G. applanatum* para ser introducidos en placas conteniendo medio de cultivo.

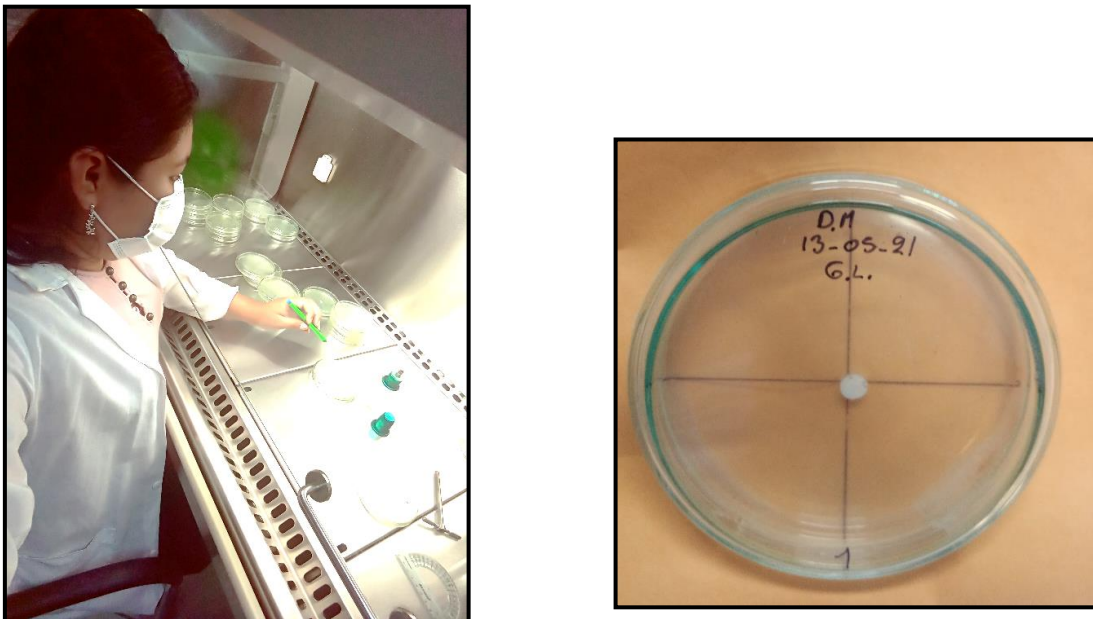


Figura 10. Activacion y propagacion de micelio del hongo *G. applanatum*.



Figura 11. Preparación de los granos de trigo para la producción de semilla.



Figura 12. Inoculación de micelio del hongo de *G. lucidum* y *G. applanatum* en las bolsas de polipropileno conteniendo granos de trigo.



Figura 13. Acondicionamiento y limpieza del área de producción.



Figura 14. Sustrato (tusa de maiz y aserrín de cajoneria) humedecido.



Figura 15. Sustrato (bagazo de caña) humedecido.



Figura 16. Sustrato (fibra de coco) humedecido.



Figura 17. Sustrato (rastroyo de arroz) humedecido.



Figura 18. Llenado de sustrato en bolsas esterilización.



Figura 19. Siembra de semilla del hongo *G. lucidum* y *G. applanatum* en los sustratos.



Figura 20. Incubación.



Figura 21. Activación y producción del hongo *G. lucidum* y *G. applanatum*.



Figura 22. Cosecha y evaluación de los basidiocarpos.



Figura 23. Basidiocarpos de *G. applanatum*.



Figura 24. Alta cantidad de emisión de esporas por *G. lucidum*, impregnadas en las paredes y en el piso del área de producción.