UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DEL CICLO VEGETATIVO DEL HONGO REISHI *(Ganoderma lucidum)* CON DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CANTÓN LA MANÁ

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a Agrónomo

Autoras:

Gonzalez Vega Ambar Stefania

Gonzalez Vega Angela Tais

Tutor:

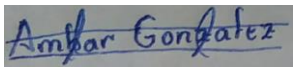
Ing. Luna Murillo Ricardo Augusto M.Sc.

LA MANÁ – ECUADOR
AGOSTO - 2023

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Nosotras, Gonzalez Vega Ambar Stefania, y Gonzalez Vega Angela Tais declaramos ser las autoras del presente proyecto de investigación: "EVALUACIÓN DEL CICLO VEGETATIVO DEL HONGO REISHI (*Ganoderma lucidum*) CON DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CANTÓN LA MANÁ", siendo el Ing. Luna Murillo Ricardo Augusto MSc tutor del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificó que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Gonzalez Vega Ambar Stefania
C.I. 1250520549

Gonzalez Vega Angela Tais
C.I. 1250520531

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: "EVALUACIÓN DEL CICLO VEGETATIVO DEL HONGO REISHI (*Ganoderma lucidum*) CON DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CANTÓN LA MANÁ" de las señoritas Gonzalez Vega Ambar Stefania y Gonzalez Vega Angela Tais de la Carrera Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto del 2023

Ing. Luna Murillo Ricardo Augusto MSc.
C.I: 0912969227
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del Tribunal de Lectores, aprueben el siguiente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por lo cuanto las postulantes; Gonzalez Vega Ambar Stefania y Gonzalez Vega Angela Tais con el título de Proyecto de Investigación: "EVALUACIÓN DEL CICLO VEGETATIVO DEL HONGO REISHI (*Ganoderma lucidum*) CON DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CANTÓN LA MANÁ", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

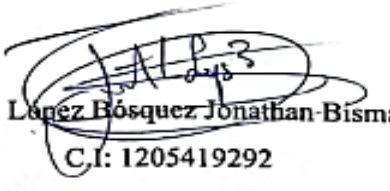
Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2023

Para la constancia firman:

M.Sc. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián
C.I: 1804011839
LECTOR (PRESIDENTE)

M.Sc.Macias Pettao Klever
C.I: 0910743285
LECTOR 1 (MIEMBRO)



M.Sc. López Bósquez Jonathan Bismar
C.I: 1205419292
LECTOR 2 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la salud, sabiduría que nos ha dado.

A nuestra madre, nuestro agradecimiento por su apoyo incondicional por estar ahí para nosotras, en todas las etapas de nuestra vida.

Expresamos agradecimiento a nuestro tío Jaime Vega quien nos brindó un lugar para realizar nuestro proyecto investigativo. También se agradece a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirnos las puertas de tan prestigiosa institución, a toda la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y los docentes que conforman la carrera de Agronomía quienes con sus conocimientos y enseñanzas nos ayudaron a formarnos como profesionales, de igual manera gracias por su paciencia, apoyo y su amistad brindada.

A mi estimado tutor de tesis dirigimos nuestro agradecimiento al MSc. Ricardo Luna por el apoyo brindado durante todo este tiempo, que con sus conocimientos y enseñanza permitió que se desarrollase este proyecto.

Ambar, Angela

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Rosa Vega por su apoyo, concejos valores y su esfuerzo por darme la oportunidad de estudiar una carrera Universitaria.

Se la dedico al alfarero de mi vida mi Dios el que siempre está conmigo el que me levanta cuando tropiezo el que me ha dado la sabiduría y la salud para seguir adelante para no desmayar ante los obstáculos que se me presentaron en el transcurso de este largo camino.

Ambar

DEDICATORIA

A mi madre Rosa Vega por su apoyo incondicional y a mi esposo Elvis Alava que me animo y apoyo y medio la oportunidad de estudiar una carrera Universitaria, y a mis hijos quienes me inspiran cada día a seguir adelante y ser mejor persona, los amo.

Angela

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: "EVALUACIÓN DEL CICLO VEGETATIVO DEL HONGO REISHI (Ganoderma *lucidum*) CON DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CANTÓN LA MANÁ"

Autoras:
Gonzalez Vega Ambar Stefania
Gonzalez Vega Angela Tais

RESUMEN

El *Ganoderma lucidum* también conocido como "reishi" o "lingzhi", es un hongo medicinal coronada como el milagroso rey de las hierbas, el hongo reishi tiene la capacidad de mantener un cuerpo sano y promover la longevidad, debido a sus propiedades medicinales, es decir, anti oxidantes, anti tumorales, anti viral. Además, a nivel mundial se genera millones de toneladas de residuos agroindustriales, los cuales no son aprovechados, por el contrario, una gran cantidad son incinerados y llevados a vertederos donde causan contaminación ambiental. La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia El Carmen, ubicado en el Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, en este trabajo investigativo se plantearon los siguientes objetivos: Evaluar el ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná. Determinar el tipo de sustrato que logre el desarrollo vegetativo en el hongo reishi (*Ganoderma lucidum*). Demostrar la adaptación y producción del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) en el Cantón La Maná. Realizar el análisis beneficio/costo de los sustratos de estudio. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Las variables evaluadas fueron el porcentaje de colonización (%), días de emergencia, números de setas por funda, diámetro del sombrero (cm), días a la cosecha, peso del cuerpo fructífero (g) y análisis costo/beneficio. Los mejores resultados de las variables estudiadas fueron porcentaje de colonización micelial con valores de 10%, 20%, 20%, 17%, 17%, 7%, en Cascarilla de arroz, días de emergencia del primordio de 5 a 20 días en Paja de Cebada y Mezcla (ACP), números de setas por funda con valor de 15 unidades en Aserrín de pigüe seguido de Paja de cebada, diámetro del sombrero con promedio de 8,03 cm, en Paja de cebada, días a la cosecha en 75 días la Paja de cebada y Mezcla (ACP), peso del cuerpo fructífero promedio de 109 g en Mezcla (ACP), dando como resultado en el análisis bromatológico la Cascarilla de arroz con 23,543% de proteína, 6,08% grasa, 1,74% ceniza, 33,98% fibra como mejores tratamientos, y con un beneficio/costo positivo de 0,40$ de sustrato Mezcla (ACP).

Palabra clave: Reishi, sustrato, composición, micelio, carpóforos, primordio.

ABSTRACT

Ganoderma lucidum also known as “reishi” or “lingzhi” is a medicinal mushroom that is called as the miraculous King of herbs. The reishi mushroom has the ability to maintain a healthy body and promote longevity, due to its medicinal properties like anti oxidant, anti tumor, and anti viral. In addition, millions of tons of agro-industrial waste are generated worldwide which are not used, on the contrary, a large amount is incinerated and taken to landfills where they cause environmental pollution. The present research was carried out in El Carmen parish that is located in La Maná canton, Cotopaxi province. In this research work the following objectives were proposed: To evaluate the vegetative cycle of the reishi mushroom (*Ganoderma lucidum*) with different substrates in La Maná canton. To determine the type of substrate that achieves vegetative development of the reishi mushroom (*Ganoderma lucidum*). To demonstrate the adaptation and production of the reishi mushrom (Ganoderma lucidum) in La Maná canton. To carry out the benefit/cost análisis of the studied substrates. According to this, a Completely Randomized Design (CRD) was used. The evaluated variables were: the percentage of colonization (%), days of emergence, number of fungi per pod, cap diameter (cm), days to harvest, fruiting body weight (g), and cost/benefit analysis. The best results for the studied variables were the percentage of mycelial colonization with values of 10%, 20%, 20%, 17%, 17%, 7%, in rice husk, days of primordium emergence from 5 to 20 days in barley straw and Mixture (ACP), number of fungi per pod with a value of 15 units in pygus sawdust followed by barley straw, cap diameter with an average of 8,03 cm, in barley straw, days to harvest on 75 days in barley straw and Mixture (ACP), average weight of fruiting body of 109 g in Mixture (ACP), and resulting in the bromatological analysis rice husk with 23.543% protein, 6.08% fat, 1.74% ash, 33,98% fiber as the best treatments, and with a positive benefit/cost of $0.40 from the Mix substrate (ACP).

Keywords: Reishi, substrate, composition, mycelium, carpophores, primordia

ÍNDICE

PORTADA i

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA ii

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN iii

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN iv

AGRADECIMIENTO v

DEDICATORIA vi

DEDICATORIA vii

RESUMEN viii

ABSTRACT ix

ÍNDICE x

ÍNDICES DE TABLAS xiv

ÍNDICE DE GRÁFICO xvi

ÍNDICE DE ANEXOS xvii

1. INFORMACIÓN GENERAL 1

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 3

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 4

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN 4

6. OBJETIVOS 5

6.1. Objetivo General 5

6.2. Objetivos Específicos 5

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 6

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TEÓRICA 7

8.1. Importancia Económica 7

8.2. Historia 7

8.3. *Ganoderma lucidum* 8
8.4. Clasificación Taxonómica 9
8.5. Hábitat 9
8.6. Distribución geográfica 10
8.7. Características morfológicas 10
8.8. Desarrollo del cuerpo del hongo 10
8.8.1. Fase de primordio 11
8.8.2. Fase cerebro 11
8.8.3. Fase coliflor 11
8.8.4. Fase racimo 11
8.9. Características recomendables para la producción del *Ganoderma* 11
8.10. Actividad biológica de *Ganoderma lucidum* 12
8.11. Composición química de *Ganoderma lucidum* 14
8.12. Componentes bioactivos 16
8.13. Usos del *Ganoderma lucidum* 16
8.14. Ventajas en la producción 16
8.15. Desventajas en la producción 16
8.16. Composición nutricional 17
8.17. Sustratos 17
8.17.1. Composición química de la paja de Cebada 17
8.17.2. Composición química de cascarilla de arroz 17
8.17.3. Composición nutricional del árbol de pigüe 18
8.18. Tipos de sustratos para el cultivo de *Ganoderma* 18
8.19. Contaminantes, Plagas y Enfermedades 18
8.20. Producción del inóculo 19
8.21. Preparación del sustrato 19
8.22. Pasteurización del sustrato 20

8.23. Incubación o corrida del micelio 20
8.24. Desarrollo de los cuerpos de fructificación 21
8.25. Cultivo de *Ganoderma lucidum* 21
8.26. Optimización del cultivo de *Ganoderma lucidum* 23
9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS 23
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 23
10.1. Ubicación del experimento 23
10.2. Condiciones Meteorológicas 23
10.3. Tipos de Investigación 24
10.4. Técnicas 25
10.5. Materiales y equipos 25
10.6. Tratamientos bajo estudio 26
10.7. Esquema del experimento 26
10.8. Diseño experimental 26
10.9. Esquema de análisis de varianza 26
10.10. Variables evaluadas 27
10.11. Manejo del experimento 28
11. ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 30
11.1. Análisis de Sustratos 30
11.2. Porcentaje de colonización 30
11.3. Días de emergencia primordio 31
11.4. Número de setas por funda 32
11.5. Diámetro del sombrero 33
11.6. Días a la Cosecha 34
11.7. Peso de la Fructificación 35
11.8. Análisis Bromatológica 35
11.9. Análisis costo/beneficio 36

12. IMPACTOS 37
13. PRESUPUESTO 38
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 39
14.1. CONCLUSIONES 39
14.2. RECOMENDACIONES 40
15. BIBLIOGRAFÍA 41
16. ANEXOS 50
..... 61

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación de los objetivos planteados. 6

Tabla 2. Taxonomía del cultivo de Ganoderma lucidum. 9

Tabla 3. Condiciones ambientales óptimas en distintos estadios del cultivo de Ganoderma lucidum. 22

Tabla 4. Residuos ricos en lignocelulosa en formulaciones de sustratos exitosas. 22

Tabla 5. Condiciones meteorológicas del cantón La Maná. 24

Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en la investigación. 25

Tabla 7. Tratamientos de estudios. 26

Tabla 8. Esquema del experimento. 26

Tabla 9. Esquema de análisis de varianza. 26

Tabla 10. Análisis de sustratos empleados en la investigación. 30

Tabla 11. Setas por funda según por tratamientos experimentales evaluados, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (Ganoderma lucidum) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná. 33

Tabla 12. Diámetro del sombrero según por tratamientos experimentales efectuadas, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (Ganoderma lucidum) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná. 34

Tabla 13. Días a la cosecha de la fructificación según por tratamiento experimentales efectuadas, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (Ganoderma lucidum) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná. 34

Tabla 14. Peso de la fructificación (g) según por tratamientos experimentales efectuadas, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (Ganoderma lucidum) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná. 35

Tabla 15. Composición Bromatológica según los sustratos efectuados para la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (Ganoderma lucidum) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná. 36

Tabla 16. Análisis costo/beneficio. 36

Tabla 17. Presupuesto general de la investigación en la evaluación del ciclo vegetativo hongo reishi (Ganoderma lucidum) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná. 38

ÍNDICE DE GRÁFICO

Grafico 1. Porcentaje de colonización micelial. 31

Grafico 2. Días de Emergencia del Primordio 32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derecho de autor. 50

Anexo 2. Currículum del tutor.....53

Anexo 3. Currículum de los estudiantes.....54

Anexo 4. Certificado de Plagio 56

Anexo 5. Aval de traducción del idioma inglés.....57

Anexo 6. Fotografías de la investigación 58

Anexo 7. Diseño Experimental.....61

Anexo 8. Análisis de los Sustratos 62

Anexo 9. Análisis Bromatológicas 63

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

"Evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum)* con diferentes sustratos en el Cantón La Maná".

Fecha de inicio:	Abril 2023
Fecha de finalización:	Agosto 2023
Lugar de ejecución:	Cantón La Maná
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Agronomía
Proyecto de Investigación:	Sector Agrícola
Equipo de Trabajo:	Gonzalez Vega Ambar Stefania
	Gonzalez Vega Angela Tais
	Ing. Ricardo Augusto Luna Murillo Tutor del proyecto
Área de Conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca
Línea de Investigación:	Desarrollo de Seguridad Alimentaria
Sub líneas de investigación:	Producción de Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El *Ganoderma lucidum*, un hongo oriental tiene una larga historia de uso para promover la salud y la longevidad en China, Japón y otros países asiáticos, es conocido como reishi o lingzhi, el nombre lingzhi representa una combinación de potencia espiritual y esencia de inmortalidad. Es un hongo grande y oscuro con un exterior brillante y una textura leñosa. (Wachtel–Galor, 2011).

El *Ganoderma lucidum* es un hongo consumido por su gran cantidad de propiedades medicinales en Asia durante más de 2000 años, y se está volviendo más popular en los países occidentales como una mediación complementaria para la salud cardiovascular. Los componentes farmacológicamente activos más importantes del *G. lucidum* son los triterpenoides y los polisacáridos. Sin embargo, una creciente investigación sistemática sobre el *Ganoderma* compuestos activos aclara sus numerosos efectos farmacológicos, tales como efectos antitumorales, inmunomoduladores, cardiovasculares, respiratorios, antihepatotoxicos y del sistema nervioso central (Boh B *et al.,* 2007; Klupp *et al.,* 2015).

Una de las formas más habituales de obtener seta es por medio de una composta previa para inocular en materiales de desecho. Países como E.E.U.U, Colombia, China y Ecuador, utilizan esta forma para cosechar *Ganoderma* debido al bajo precio de la madera. De esta manera la producción es más asequible y con gran oportunidad de aumento a gran escala. Un emprendimiento ubicado en la ciudad de Guayaquil tiene el primer invernadero vertical en Ecuador del hongo *Ganoderma lucidum*, para su comercialización (Rodríguez *et al*., 2021).

El presente proyecto investigativo se lo realizo en el Cantón La Maná, correspondiente a la provincia de Cotopaxi, la cual se encuentra en el subtrópico del Ecuador, en el cual la investigación tuvo como objetivo evaluar el ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en un periodo de 80 días.

La investigación tuvo como fin evaluar los diferentes sustratos Aserrín de Pigüe, Cascarilla de arroz, Paja de cebada y la mezcla de los sustratos ya mencionados. En el período de 80 días, las variables evaluadas fueron: porcentaje de colonización micelial (%), días de emergencia de primordio, número de setas por funda (unidades), días a la cosecha, diámetro del sombrero (cm), peso del cuerpo fructífero (g) y análisis costo/beneficio. Además, se utilizó un diseño completamente al Azar (DCA) y el análisis estadístico Tukey al 5% de probabilidad.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El Ecuador es considerado uno de los lugares más biodiversos del planeta, ya que alberga una gran cantidad de especies de plantas. Esta biodiversidad no se limita al número de especies por unidad del área, también incluyen los distintos tipos de ambientes naturales o ecosistemas que existen (Bass *et al.,* 2010; Bravo, 2014).

Por miles de años, el *Ganoderma lucidum*, es una especie de hongo medicinal, ha sido altamente considerado por los chinos como el milagroso rey de las hierbas. *Ganoderma* es capaz de mejorar la habilidad curativa del organismo, mantener un cuerpo saludable y promover la longevidad (Vicencio, 2019).

En Japón, China y Corea se lo conoce como el rey milagroso por sus beneficios para la salud, ya que representa más de 150 antioxidantes y nutrientes con propiedades antitumorales, hepatoprotectoras, hipoglucemiantes, hipocolesterolemiantes. Los compuestos bioactivos que se encuentran en el hongo *Ganoderma lucidum* tienen numerosas propiedades para la salud para tratar enfermedades como hepatopatía, hepatitis crónica, nefritis, hipertensión, hiperlipemia, artritis, asma, bronquitis, diabetes, anorexia y cáncer (Batra et al, 2013).

Debido a la demanda de este hongo, en varios países actualmente se estudian diferentes formas para facilitar y/o mejorar su tasa de crecimiento en ambientes controlados y semicontralados; actualmente, la producción mundial de este hongo es de unas 6000 toneladas y las últimas estimaciones disponibles colocan el valor anual de los productos de Ganoderma lucidum en unos US$ 2500 millones (Ávila & Yánez, 2020).

Los hongos son los principales degradadores y recicladores de la materia orgánica, y sin hongos no habría vida en la tierra. Además, los hongos han sido utilizados en la industria farmacéutica, alimentaria y agrícola contribuyendo de muchas maneras al bienestar humano (Ordoñez M. E., 2019).

La presente investigación es de importancia dada a su alternativa alimenticia como medicinal, ya que también nos permite tener una fuente de ingresos y su costo de inversión sería menor. Esta investigación podría considerarse como generadora de empleo para los agricultores y de esta manera ayudar al medio ambiente, gracias al empleo de los residuos agroindustriales utilizándolo como alimento para los hongos en forma de sustratos.

Dado que el hongo es muy raro en la naturaleza, se conoce el cultivo artificial de cuerpos fructíferos en troncos de madera y en aserrín en bolsas o botellas de plástico. También se ha establecido el cultivo biotecnológico de *Ganoderma lucidum* en biorreactores, tanto en sustratos solidos como en medios líquidos mediante cultivo sumergido de biomasa fúngica (Boh *et al.,* 2007).

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos serían los consumidores como los agricultores, ya que tendrán más conocimiento del hongo reishi y sus propiedades medicinales, esto podría ser utilizado como alternativa alimenticia y medicinal.

Y sus beneficiarios indirectos fueron los 300 estudiantes de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, dado a que tendrán resultados de la investigación, y podrán poner en práctica los conocimientos adquiridos de futuras investigaciones.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial se generan millones de toneladas de residuos agroindustriales, los cuales no son aprovechados y, por el contrario, una gran cantidad son incinerados y llevados a vertederos donde causan contaminación ambiental (Morales Estrada, 2015)

Es recomendable cultivar el *Ganoderma* de forma ecológica. Prácticas poco solidas en relación con el cultivo de troncos se han detectado contaminación. La pregunta surge es si se debe utilizar el cultivo en troncos sintéticos en bolsa o el cultivo en troncos naturales para el *G. lucidum*. El cultivo exitoso de troncos naturales produce hongos *Ganoderma* con calidad superior. Se producen cuerpos fructíferos gruesos y firme con una coloración y un brillo deseables que alcanzan buenos precios en los mercados del sudeste asiático. Sin embargo, el rendimiento podría ser menor y el tiempo de producción podría ser un poco más largo. El problema principal es la conservación de los recursos naturales del bosque de donde proceden los troncos, lo que constituye una importante preocupación medioambiental. La selección de las talas debe hacerse con cuidado, por ejemplo, eligiendo bosques antiguos en los que algunas talas no tengan un impacto medio ambiental significativo. La planificación a largo plazo de la forestación debe coordinarse con el cultivo de troncos con el cultivo de la madera (Chen, 2004).

El Ecuador es considerado uno de los países más biodiversos del planeta, sin embargo, los estudios de diversidad muy pocas veces incluyen al reino fungi. Es poca la atención que se le ha dado a este muy importante y diverso grupo de organismos. El conocimiento de hongos en estas zonas es muy escaso y los pocos registros no están disponibles para el grupo en general (Ordoñez M. E., 2019).

Incluso en esto son muy pocos los productores interesados, debido a que en Ecuador se desconoce adecuadamente, ni se usa este hongo como países asiáticos y europeos. Sin embargo, su potencial y real uso como elemento medicinal y como elemento textil amigable con el ambiente está ganando adeptos; por ejemplo, ya hay una pequeña fracción de productores de *Ganoderma lucidum* como la Productora de Hongos Intiwasi en la zona Andina (Ávila & Yánez, 2020).

En el cantón La Maná y la provincia de Cotopaxi la mayor parte de la población desconoce el consumo de hongo Reishi, y sus beneficios alimenticios como medicinales, en la cual, la población también desconoce sus medios de cultivos que se puede utilizar para el cultivo del *Ganoderma lucidum* como su óptimo ambiente para su producción en sitios controlados, en la cual no hay estudios realizados sobre este hongo.

La producción de Reishi es nula debido al desconocimiento de sus propiedades medicinales y por falta de conocimiento de una tecnología adecuada para facilitar el consumo de este hongo, por otro lado, el hábito de consumo esta direccionado hacia el tradicional champiñón (Rivera Claudio, 2007)

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar el ciclo vegetativo del hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar el tipo de sustrato que logre el desarrollo vegetativo en el hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*).
- Demostrar la adaptación y producción del hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*) en el Cantón La Maná.
- Realizar el análisis beneficio/costo de los sustratos en estudios.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación de los objetivos planteados.

Objetivos	Actividades	Resultados	Verificación
Demostrar el tipo de sustrato que logre el desarrollo vegetativo en el hongo reishi (*Ganoderma lucidum*).	*Construcción de cuarto oscuro. * Desinfectación de los cuartos a utilizar para la producción de los hongos. *Sustratos de aserrín, cebada, cascarilla de arroz y mezcla.	*Análisis de los sustratos de aserrín, cebada, cascarilla de arroz y mezcla. *(%) de crecimiento de micelio. *Días de emergencia del primordio.	*Libreta de campo *Registros fotográficos *Análisis estadísticos *Análisis de laboratorio.
Demostrar la adaptación y producción del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) en el Cantón La Maná.	*Siembra del hongo en sustratos en bolsas de propileno. *Registro del crecimiento de micelio	*Días a la Cosecha. *Peso (g) del cuerpo fructífero. *Diámetro del sombrero.	*Registros fotográficos *Análisis estadísticos *Gramera
Realizar el análisis de beneficio/costos de tratamientos en estudios	*Análisis de presupuesto de egresos e ingresos.	*Análisis beneficio/costo.	*Calculadora *Resultado del análisis *Beneficio/costo.

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TEÓRICA

8.1. Importancia Económica

Lingzhi tiene un gran valor económico principalmente debido a su importancia medicinal y cultural. Cultivar reishi es una aventura relativamente nueva en América del Norte. Aproximadamente en la última década, el aumento de la conciencia sobre los beneficiosos potenciales para la salud de las especies de *Ganoderma* condujo a la producción de este hongo medicinal en los Estados Unidos y Canadá. Tal interés fue desencadenado principalmente por la propiedad de mejora inmunológica del hongo en terapias integradas para el síndrome de inmunodeficiencia y el cáncer. Los herbolarios occidentales tomaron iniciativas para estudiar y usar *Ganoderma lucidum* (Curt:.Fr.P.Karts.) y otras especies. Los cultivadores de todo el Océano Pacífico eligieron casi exclusivamente *G. lucidum* como especie para el cultivo. Los cultivadores de *Ganoderma* de América del Norte se caracteriza por su orientación al producto. Ecuador inicio la producción de hongos comestibles con 45450 kg de hongos frescos y 363600 kg de enlatados, que en más del 90% se estimaron a la exportación. Durante las últimas dos décadas, ha habido un fuerte aumento en el nivel de interés comercial en los productos de *G. lucidum*, no solo en los países asiáticos sino también en América del Norte y Europa. Las últimas estimaciones disponibles sitúan el valor anual de *G. lucidum* productos en todo el mundo en más de US $1,6 mil millones (Bishop *et al*., 2015; Chen, 1999; Chang, 1999).

8.2. Historia

La historia del *Ganoderma lucidum* como hierba ha sido documentada en la Farmacopea China más antigua. El *Ganoderma lucidum* se ha utilizado en Asia para promover la salud durante siglos, era visto como un símbolo de prosperidad y paz para la nación y de longevidad para el emperador. Durante el reinado del emperador Han Wu Di, alrededor de 2100 años atrás, se descubrió que *Ganoderma lucidum* crecía en todo el palacio. Los oficiales atribuían este espectáculo inusual a los méritos y virtudes del emperador. Se creía que él había tocado el cielo y la tierra para conseguir el crecimiento de *Ganoderma lucidum* en las tierras del palacio. Si el emperador era sabio y amable, el cielo le mostraría signos prometedores. Por lo tanto, si *Ganoderma lucidum* era hallado en el palacio, significaba que el emperador poseía más integridad, lo que traería paz y prosperidad. Por consiguiente, se conocía como una hierba prometedora, proclamada por la clase social gobernante por poseer un poder misterioso super

natural. La proliferación de imágenes de *G. lucidum* en el arte comenzó en 1400 d C., y están asociados con el taoísmo (Kao *et al.,* 2023; Alvarez, 2018; McMeekin, 2004).

Emperadores a lo largo de las diversas dinastías ordenaron a los funcionarios la búsqueda de setas Reishi, ubicadas en la cima de las montañas lejanas. Creían que el consumo de Reishi les daría una mejor juventud y salud eterna. A causa de la distancia del habitad de los hongos y la escasez de ejemplares de alta calidad, el uso de reishi con fines medicinales fue reservado para la realeza y personas adineradas. No fue sino hasta finales del siglo 20, que esta planta mediante el cultivo diligente por los japoneses, se amplía la difusión entre el público en general (Barrantes, 2023).

Históricamente, los romanos consideraban a las setas en general como alimento de sus dioses y las servían para las grandes fiestas, mientras que los griegos y los vikingos creían que comer setas les daba fuerza y entusiasmo antes de la guerra, los pueblos indígenas de Estados Unidos a menudo han usado hongos en rituales ancestrales para cruzar la barrera corporal y mental (El Sheikha, 2022).

8.3. *Ganoderma lucidum*

Ganoderma lucidum es un hongo de podredumbre blanca que ha sido visto como un tónico chino tradicional para promover la salud y la longevidad. El hongo reishi es un hongo que ocupa un lugar importante en los sistemas médicos tradicionales de China, Japón, Corea y otros países asiáticos por sus efectos beneficioso para la salud. Por las especificaciones de su aspecto macroscópico, es una seta inconfundible se le conoce comúnmente como ling zhi, ling chu, ling chih en chino; reishi, sachitake o mannetake en japones o yongzhi en Corea. También se le conoce vulgarmente en castellano como seta pipa (España), hongo de pipa, nenejín, oreja de palo, flor de tierra (Latinoamérica), pipa o paella en catalán o ardegai pipa en vasco (Wang, 2017; MSK, 2003; Lifeder, 2019; Patente n° ES2229926B1, 2005).

Ganoderma lucidum (Fr.) Krast contiene varias sustancias químicas, incluidos más de 119 triterpenos diferentes y varios tipos de polisacáridos. Los polisacáridos de lingzhi son la principal fuente de su actividad biológica y uso terapéutico. En china, Japón, Corea y Taiwán, lingzhi ha sido una medicina popular u oriental utilizada para tratar diversas enfermedades humanas, como hepatitis, hipertensión, hipercolesterolemia y cáncer gástrico (Hsieh & Yang, 2004) .

La aplicación de técnicas analíticas modernas ha revelado que el hongo contiene numerosos compuestos bioactivos, incluidos polisacáridos, triterpenos y proteínas inmunomoduladoras. Muchos de estos compuestos tienen propiedades anticancerígenas y antitumorales que parecen estar basadas en una mejora del sistema inmunitario del huésped más que en un efecto citocida directo. El hongo crece en la madera podrida en la naturaleza y los agricultores modernos cultivan el hongo en gránulos de aserrín o paja empacados en bolsas de plásticos. *Ganoderma lucidum* está documentada en diversos textos chinos antiguos en la época del primer jefe supremo de China, la Dinastía Chin (221-207 AC) (Chang, 1999; Money, 2016; Wasser, 2005).

8.4. Clasificación Taxonómica

Según Nahata (2013); Gao & Zhou, (2002), presentan la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 2. Taxonomía del cultivo de *Ganoderma lucidum.*

Reino:	Fungi
Filo:	Basidiomycota
Clase	Agaricomicetos
Orden:	Polyporales
Familia:	Ganodermataceae
Género:	Ganoderma
Especie:	G. lucidum (Curtis.: Fr.) P. Karst

Fuente: (Nahata, 2013; Gao & Zhou, 2002)
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Ganoderma lucidum (Basidiomycota) es un hongo lignocelulolítico de gran relevancia biomédica. El género Ganoderma puede separarse en 2 equipos: el complejo *G. lucidum* (del latín, lucidus, brillante, en alusión al aspecto del área del carpóforo) con píleo laqueado y el complejo *G. applanatum*, no laqueado. Aunque *Ganoderma lucidum* es la especie con mayor popularidad de este género, varías especies de esta familia Ganodermataceae son productores de sustancias con componentes biológicamente activos (Kuhar *et al*., 2011; Miles & Chang, 2004; Zhou *et al*., 2007).

8.5. Hábitat

Es un hongo saprofito: su micelio vive y se nutre de la madera muerta de árboles planifolios, sobre todo robles. Los carpóforos aparecen en la base de sus troncos, a través de alguna herida o grieta en la corteza, o en tocones muertos. En Ecuador, su producción se desarrolla en la zona andina ecuatoriana (Calvo,2006; Román, 2009; Salazar, 2014).

8.6. Distribución geográfica

Este hongo está ampliamente distribuido en el mundo, desde el Amazonas a regiones del sur de Norteamérica y gran parte de Asia. Este hongo se encuentra menos frecuentemente en regiones templadas que en las subtropicales (Figlas & Curvetto, 1999).

8.7. Características morfológicas

El cuerpo fructífero del hongo está constituido primordialmente por sombrero (pileo), pie (estipide) y láminas (himeno) según Roa et al., 2018.

Macroscópicamente muestra basidiocarpos anuales, de grandes magnitudes (de 40-50 cm de ancho, incluso hasta 1 m de diámetro) que tienen la posibilidad de conseguir diversos kilos de peso (hasta 18-20 kg) y que se desarrollan en la base y tocones de los árboles. Los basidiocarpos permanecen ramificadas y formados por un numero de pequeños sombreros de unos 8 cm de diámetro, presentes en forma de abanico, que se hayan imbricados. Los pequeños sombreros son de color gris a pardo por la parte superior y en la parte inferior poseen pequeños poros de un color blanquecino (Illana, 2008).

- **Sombrero:** también conocidos como píleos son más o menos redondeados y se encuentran sobrepuestos de color café claro.
- **Esporocarpo:** Es un poliporo largo y carnoso de 10 a 30cm en diámetro, está formado por varios pilios y debajo se observan poros blancos que contienen esporas de miden entre 4 y 6 µm. la superficie del píleo de un Esporocarpo joven es de color pardusco que conforme madura se va volviendo más claro.
- **Laminas:** esta dispuestas radialmente en la parte inferior del sombrero van desde el pie hasta el tallo, son anchas espaciadas unas de otras blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas de reproducción de la especie.
- **Esporas:** tiene un color de blanco a cremoso, y son las células reproductoras del hongo.

8.8. Desarrollo del cuerpo del hongo

Según Roa *et al*., 2018 menciona que el desarrollo del cuerpo del hongo se da en cuatro fases, las cuáles son:

8.8.1. Fase de primordio

Los primordios es la denominación de los cuerpos fructíferos en las primeras etapas de crecimiento, constituyen una masa amorfa gris que se evidencia en la superficie del micelio desarrollado en las bolsas con contenido de sustrato. Los primordios inician la formación del hongo y mediante su formación se obtienen primordios globulares punteados con un color amarillos claro que permite la formación del cuerpo fructífero final.

8.8.2. Fase cerebro

Esta fase hace referencia a la etapa de crecimiento del primordio evidenciado con un color gris-negro, de pliegues enroscados y que tienen una forma similar a la de un cerebro.

8.8.3. Fase coliflor

Esta fase también describe una etapa de crecimiento del primordio en el cual los pliegues enroscados de la fase del cerebro se unen para formar el pie y la sombrilla características de la morfología en los hongos. Cada uno de los tallos en esta etapa tiene pequeñas derivaciones de las cuales se forman sombrillas y dan las características morfológicas del *Ganoderma lucidum*.

8.8.4. Fase racimo

Es la etapa de maduración y crecimiento, en el que siguen creciendo coliflores solapándose en forma de racimos sobre los tallos ya formados y conformando los sombreros. En el caso del *Ganoderma lucidum* el color del racimo aclara.

8.9. Características recomendables para la producción del *Ganoderma*

Los autores Rodríguez y Jaramillo (2005), nos indica las características para que el hongo se desarrolle exitosamente necesita de cierta temperatura, pH, humedad tanto del aire como del aire como del sustrato, un sustrato adecuado y aireación.

-Temperatura: Es recomendable para la incubación correcta de este hongo es de 21-27°C, y durante todo el proceso de formación de primordios es de 18-24°C, cumpliendo la fase de fructificación va de 21-27°C.

-Humedad Relativa: lo recomendable para el desarrollo del *Ganoderma* es de 95 – 100 %, modificándose en la fase de crecimiento del sombrero a unos 90-95%.

-El CO_2: Durante la incubación puede llegar hasta los 50.000 ppm, y en la fase de formación de primordios de 20.000 a 40.000 ppm al final de la fase de fructificación los niveles deben ser < 2.000 ppm.

-Aire: Es recomendable que durante la incubación es de 0-1 por hora, y en la etapa de fructificación lo que se necesite para mantener el nivel de Dióxido de carbono.

-Luz: la exposición a la luz recomendable durante la incubación debe ser nula, pero durante el desarrollo de los primordios de 4-8 horas 2000-500 lux, y durante la etapa de fructificación de 12 horas de 500 – 1.500 lux.

-Sustrato: Un sustrato muy duro tendrá muy pocos espacios intercelulares y por lo tanto presentará problemas en la aireación, un sustrato muy blando en cambio con el agua y la humedad se empastará presentando el mismo problema de aireación.

8.10. Actividad biológica de *Ganoderma lucidum*

Desde hace mucho tiempo en China, *Ganoderma lucidum* ha sido conocido como una especie de panacea para curar todo tipo de enfermedades. Tradicioalmente se lo ha utilizado para mejorar la capacidad intelectual y la memoria, potenciar la sexulaidad, promover la longuevidad, tratar enfermedades hépaticas, distrofia muscular, neurastenia, envenenamiento, nefritis, hiperlipemia, artritis, asma, bronquitis, úlcera gástrica, arteriosclerosis, leucopenia, diabetes, insomio y anorexia (Halpen. 2007; Sanodiya et al., 2009; Ulbricht et al., 2010).

8.10.1. Efecto antitumoral

Ganoderma lucidum mostro efectos antineoplasticos en estudios, en animales. En humanos la actividad antitumoral no está probada; sin embargo, estudios clínicos sugieren que algunos compuestos de *G. lucidum* tiene utilidad como coadyudantes en terapias, gtradicionales, mejorando algunos parámetros hematológicos, reduciendo los síntomas y mejorando la calidad de vida en pacientes con cáncer (Bidegain, 2017).

8.10.2. Efectos inmunomoduladores

Los efectos inmunomodulatorios de sustancias aisladas de *G. lucidum* incluyen nitrogenicidad y activación de células inmunes efectoras como linfocitos T, macrófagos y células NK, lo que lleva a la producción de citoquinas incluyrndo, IIs, TNF-α. también se han reportado otros efectos como inhibición de mastocitos, activación de linfocitos B y del sistema de complemento. El hongo *G. lucidum* también mostro efectos quimio y radioprotectores que son atribuidos a sus efectos en el sistema inmune (Sanodiya, 2009).

8.10.3. Antiinflamatoria

Tradicionalmente *G. lucidum* se ha utilizado como agente antiinflamtorio para el tratamiento de asma y alergia. Distintos triterpenoides presentes en *G. lucidum* han mostrado potente actividad antiinfalmatoria en ensayos de animales. Algunos ácidos ganodéricos y otros compuestos no triterpenoides han mostrado actividad inhibidora de la liberación de histamina desde mastocitos y actividad antiinflamatoria en líneas celulares in vitro (Wasser, 2005; Batra et al., 2013)

8.10.4. Efecto antideabetes

La fracción de polisacáridos de *G. lucidum* tiene potencial actividad hipoglucémica y antihiperglicémica. Estos efectos se deberían a la capacidad de los polisacáridos de *G. lucidum* de elevar los niveles séricos de insulina y su habilidad de mejorar la utilización de glucosa en tejidos periféricos y en el hígado (Upton, 2006).

8.10.5. Actividad antibacteriana y antiviral

De acuerdo a varios estudios, algunos constituyentes de *G. lucidum* presentes en extractos acuosos y orgánicos, serían capaces de inhibir el crecimiento de bacterias gran-positivas y gram-negativas. Otros compuestos, como la proteína aislada de carpóforo *Ganoderma,* mostraron potencial actividad antifúngica (Batra *et al.,* 2013).

8.10.6. Actividad antifúngica

En un ensayo en que se probaron 60 cultivos de basidomicetos, *Ganoderma lucidum* produjo los compuestos antifúngicos más efectivos. Estos compuestos se liberaron al fluido de cultivo

y se caracterizaron biológicamente. Estos metabolitos poseen un amplio espectro de actividad antifúngica, y afecta el crecimiento de hongos saprofíticos y patogénicos. Se aisló de *Ganoderma lucidum* una proteína antifúngica llamada ganodermina. Esta proteína inhibió el crecimiento micelial de Botrytia cinérea, Fusarium oxysporum y Physalospora piricola con un valor de $IC_{50\ de}$ 15.2 μM, 12.4 μM y 18.1 μM, respectivamente (Abate & Bitew, 1994; Wang & Ng, 2006).

8.10.7. Actividad hipocolesterolémica

Se aislaron e identificaron 26-oxygenosteroles ganoderol A, ganoderol B, ganoderol A, y ácido ganoderico Y, y se reportó sus efectos biológicos en la síntesis de colesterol en células hepáticas humanas in vitro. Los esteroles oxigenados de *G. lucidum* inhibieron la biosíntesis de colesterol vía la conversión de acetato a mevalonato como un precursor del colesterol. El punto de inhibición de la síntesis de colesterol es entre lanosterol y latosterol. Esto demuestra que la lanosterol 14α-demetilasa, que convierte 24.25-dihidrolanosterol a colesterol, puede ser inhibida por os 26-oxigenosteroles de *G. lucidum* (Hajjaj et al., 2005)

8.10.8. Funciones cardiovasculares y circulatorias

Estudios en animales y clínicos han mostrado que diversas fracciones de *G. lucidum* tienen actividad antihipertensiva y disminuyen significativamente los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre. También se ha reportado la habilidad de *G. lucidum* de inhibir la agregación plaquetaria. Estudios in vitro en corazón de rana con tintura de *G. lucidum* mostraron efecto cardiotónico significativo (Bidegain, 2017).

8.11. Composición química de *Ganoderma lucidum*

La diversidad en las acciones biológicas del hongo *Ganoderma lucidum* se puede atribuir al hecho de que está compuesto de una gran cantidad de sustancias químicas que pueden agruparse en diferentes grupos. El carpóforo, el micelio y las esporas de *Ganoderma lucidum* contienen más de 400 compuestos bioactivos diferentes (Bidegain, 2017).

8.11.1. Triterpenoides

Los triterpenos son un tipo de terpeno formado por seis unidades de isopreno. Se han identificado más de 140 triterpenoides en *Ganoderma lucidum*, divididos en 10 grupos

diferentes de acuerdo a su estructura química y propiedades biológicas conocidas. Los triterpenoides predominantes son los ácidos ganodéricos A-Z. Los triterpenos son los que le dan al hongo su característico sabor amargo. (Xia *et al*., 2014; Upton, 2006).

8.11.2. Polisacáridos

La mayoría de los polisacáridos de *Ganoderma lucidum* son de alto peso molecular (400.000 a 1.000.000 Da) y comprenden β-d-glucanos, heteropolisacáridos y glicoproteínas. Estos polisacáridos poseen actividades inmunitarias, anticancerígenas, antioxidantes y antivirales. La mayoría de los polisacáridos de *Ganoderma lucidum* son heterpolímeros compuestos principalmente por glucosa junto con xilosa, manosa, galactosa y fucosa, en diferentes conformaciones. Además de los polisacáridos solubles, *Ganoderma lucidum* posee una matriz del polisacárido quitina no es digerible y que le confiere al hongo su dureza (Boh *et al.,* 2007; Zhou *et al.*, 2014; Molina & Sánchez, 2022).

8.11.3. Proteínas

Varias proteínas con actividad medicinal han sido reportadas en *Ganoderma lucidum*. Una de ellas, I.Z-8, fue aislada del micelio y tiene una secuencia similar a la región variable de la cadena pesada de la inmunoglobulina, y ha mostrado actividad inmunomodulador. IZ-8 tiene una estructura de 110 aminoácidos con un amino terminal acetilado, y una masa molecular de 12kDa (Paterson, 2006).

8.11.4. β-D-glucanos

Los β-glucanos son polisacáridos monómeros de D-glucosa unidos mediante enlaces β-glicosídicos que exhiben un gran número de actividades biológicas que incluyen propiedades antitumorales, inmunomoduladores, antienvejecimiento, antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias. Estos compuestos presentan diferentes funciones dependiendo de su peso molecular, pureza y fuente de obtención. Además, se menciona que la presencia de los β-glucanos está relacionado con la producción y activación de macrófagos, células NK, células T, células B del sistema de defensa natural del cuerpo (Üstün *et al.,* 2018; Zhu *et al.,* 2014; Lindequist *et al.,* 2005).

8.12. Componentes bioactivos

Los componentes bioactivos de *Ganoderma lucidum* incluye hetero beta glucanos, ganoderanos, proteína ling zhi-8 y ácidos ganodérmicos (triterpenos). Los componentes activos en *Ganoderma lucidum* presentan componentes con propiedades reguladores y estimuladores del sistema inmune, antitumorales y reguladores de azúcar en la sangre (Halpem, 2006; Martínez, 2016).

8.13. Usos del *Ganoderma lucidum*

Es una de las entidades precursoras que ha logrado en los últimos años.

Genera un hilo microscópico, precursor de la fibra textil, a partir del micelio de este hongo, mismo que puede crecer en sustratos en los cuales se puede manipular la textura y la forma del micelio. El elemento textil que se puede producir a partir de tal micelio es sostenible, versátil, universal y permite la reducción del uso de partes de animales para la generación de elementos textiles. Es un material muy apreciado en la industria, sobre todo en la moda, por sus gustos, color, y cualidades semejantes a la piel o cuero de bovinos. Es un elemento seque no requiere mucho y tiempo para su creación, su producción está libre del uso químicos y es amigable con el ambiente ya que es biodegradable con el tiempo, debido a su estructura de carbono simple. En condiciones óptimas en dos semanas después de inoculado puede alcanzar el tamaño de la piel del ganado. El material se puede cultivar en diferentes formas (redondas, cuadrangulares, otras), mismas que pueden posteriormente unirse (Myco Works, 2017).

8.14. Ventajas en la producción

Los autores Roa et al., 2018, mencionan las ventajas en la producción de *Ganoderma*:

- La materia prima no es costosa
- Los diseños de sus plantaciones no requieren de gran inversión.
- Se puede producir el hongo y también se produce su extracto
- Se conserva la tradición de consumir productos medicinales
- Fuente de generación de empleo

8.15. Desventajas en la producción

Los investigadores Roa et al., 2018, menciona las desventajas en la producción de *Ganoderma*:

- Cabe la posibilidad de que en el crecimiento del micelio se contaminen las bolsas de sustrato y se pierda materia prima.
- El crecimiento de los hongos se demore más tiempo en fructificar y eso genera pérdidas.
- Fabricantes a pequeña escala y fabricantes artesanales solo pueden sacar beneficios a través de la fabricación de productos que no existan a gran escala en el mercado o que no tenga mucha competencia.

8.16. Composición nutricional

G. lucidum es un hongo bajo en calorías y rico en proteínas vegetales, quitina vitaminas y minerales. El contenido de humedad del hongo varía con la madurez, de un 70% hasta un 14-15% cuando se encentra maduro. Contiene un 7.3% de proteína y un 11.1% de glucosa en base peso seco. Asimismo, contiene un 10.2% de metales en peso seco, siendo K, Mg, Ca los mayores componentes, con Ge como quinto metal más abundante, con una concentración de 489 µg/g (Chiu, 2000).

8.17. Sustratos

8.17.1. Composición química de la paja de Cebada

La paja de cebada, *Hordeum vulgare* presenta mayor valor nutritivo y aceptabilidad por parte de los animales. La digestibilidad de la materia orgánica puede fluctuar entre 45 y 50%, presentado no textura menos grosera que la paja de trigo. Posee de 4-6% de proteína, 14% de lignina, 36% de hemicelulosa, 43% de celulosa, sustrato conveniente para el cultivo de algunos hongos (Rivera Claudio, 2007).

8.17.2. Composición química de cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto resultante del proceso de obtención del grano de la planta de arroz, este residuo se genera en grandes cantidades en las empresas arroceras, en nuestro caso se obtiene en mayor proporción en la zona del litoral costero. La cascarilla de arroz es un residuo, que no se degrada fácilmente, debido a su alta cantidad de fibra, por lo tanto, se ha tratado de usar como combustible y materia prima para formar materiales de construcción. En cuanto a su uso como combustible y alto contenido de fibra, como humedad 7.41%, cenizas 19.39%, materia volátil 57.09%, carbono fijo 16.11%, proteínas 3.59%, extracto con éter (grasa) 0.4% y carbohidratos totales de 69.23%. En general, los compuestos orgánicos más

importantes de la cascarilla de arroz son celulosa (45.38%), hemicelulosa (20%) y lignina (22%) (Parson, 1993; Echeverría & Lopez, 2010; Valverde *et al*., 2007).

8.17.3. Composición nutricional del árbol de pigüe

Es Pigüe es un árbol de madera blanda y de rápido crecimiento que pertenece a la familia *Asteraceae*, puede crecer hasta alcanzar un diámetro de 60 cm y una altura máxima de 30m. además, presenta un tronco cilíndrico con ramificación por encima del tercio inferior. En el Ecuador, la especie crece en suelos limosos y arcillosos, en ambos casos bien drenados, de bosques secundarios tempranos y tardíos de la región amazónica. La composición química de la biomasa de aserrín de pigüe tiene una humedad de 9.10%, cenizas 0.51%, fibra 61.66%, proteínas 0.79%, grasa 0.52% y los carbohidratos totales de 89.08 % (Lema, 2018; Gonzalez *et al.,* 2019).

8.18. Tipos de sustratos para el cultivo de *Ganoderma*

El sustrato debe contener todos los nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo. Entre ellos deben estar la celulosa, las hemicelulosas y la lignina, que funcionaran como fuentes principales de carbono y nitrógeno. Es recomendable además que el sustrato esté libre de sustancias antifisiológicas que afectan, el crecimiento del micelio, como son los taninos, fenoles, ácidos, resinas, y compuestos aromáticos, provenientes de fumigaciones o de malos manejos. (Cedeño Buste, 2013).

8.19. Contaminantes, Plagas y Enfermedades

Generalmente los contaminantes surgen en la fase de incubación y esto debido a la mala esterilización del sustrato, mal manejo o incorrecta higiene en el momento de la siembra.

Los contaminantes generalmente son hongos (mohos), bacterias y levaduras como *Trichoderma, Penicilium, Aspergullus, Mycogone y Coprinus* entre otros, siendo los más comunes y de mayor importancia. Estos hongos aparecen sobre el sustrato, invadiendo de forma rápida evitando el crecimiento micelial generalmente como manchas verdes, amarillenta y/ anaranjadas. Su presencia se favorece debido a la alta humedad en el ambiente y el sustrato, así como alta temperatura entre otros. Las plagas atacan a los cultivos en la incubación y en el área de producción generalmente son insectos, llamadas también “moscas de los hongos” dípteros de los géneros *Lycoriella* que ponen sus huevecillos en el sustrato, se alimentan del micelio y

posteriormente de la fructificación adulta. Otros insectos habituales son la "Catarinas" pequeños escarabajos de los géneros *Mycotretus y Pseudyschirus* que se alimentan de los hongos en desarrollo (Gaitán-Hernández *et al*., 2006).

8.20. Producción del inóculo

Se conoce como "spawn", "semilla" o inoculo, al medio en el cual se ha desarrollado el micelio de un cultivo que tiene la capacidad genética para formar cuerpos fructificación en condiciones apropiadas del cultivo, y que se utiliza para inocular el sustrato en el cultivo de hongos. El micelio del hongo se cultiva inicialmente en un medio de nutritivo de agar. Este se utiliza para inocular al sustrato que servirá de portador del micelio. El sustrato utilizado para la producción del inoculo puede ser diferente a los materiales utilizados en el cultivo, o puede ser el mismo. Algunos de los sustratos utilizados en la producción del inóculo pueden ser granos (centeno, trigo, sorgo), paja de arroz cortada, residuos de algodón, cascara de arroz, etc. (Miles & Chang, 2004).

La preparación del inoculo es un proceso que debe realizarse bajo condiciones asépticas. Este paso es crítico para el cultivo de hongos ya que un micelio viejo, degenerado, no apto genéticamente para producir cuerpos de reproducción o contaminado microbiológicamente, afectara directamente el rendimiento del cultivo (Miles & Chang, 2004).

8.21. Preparación del sustrato

Al ser heterótrofos, los hongos deben satisfacer todos sus requerimientos nutritivos desde el sustrato, a diferencia de las plantas que pueden sintetizar compuestos orgánicos a través de la fotosíntesis. Es por ello que la preparación del sustrato juega un rol más exhaustivo en la producción de hongos, que el suelo en el crecimiento de las plantas superiores. El sustrato para el crecimiento de hongos debe ser apropiado tanto química como físicamente, como también tener un contenido microbiano apropiado. Su composición química debe satisfacer las necesidades nutricionales del hongo y no poseer sustancias que inhiban su desarrollo. Por lo general, los hongos solo requieren una fuente de carbono, nitrógeno, algunos minerales, vitaminas y agua. La relación C:N es importante para el crecimiento del hongo y depende de cada especie. Las fuentes de carbono y nitrógeno suelen estar disponibles en el sustrato en forma en forma de lignina, celulosa, hemicelulosa y proteínas. Como se indicó anteriormente, los hongos de la pudrición blanca, como Ganoderma lucidum, poseen una bacteria enzimática que

les permite crecer directamente en el sustrato lignocelulósico sin la necesidad de realizar un procedimiento de compostaje previo. Al sustrato lignocelulósico básico se le pueden agregar suplementos nutricionales (por ejemplo, distintos tipos de granos) que aporten proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales (Stamets & Chilton, 1983).

Desde el punto de vista físico, el sustrato debe tener una adecuada capacidad de retención de agua y su estructura debe permitir una buena aireación en toda su masa. Esto se logra controlando el tamaño de partícula y con el agregado de yeso (SO_4Ca), que ayuda a mantener a las partículas separadas y aireadas. El microbiota presente en el sustrato no debe competir con el crecimiento del hongo, y por lo general se requieren procesos de pasteurización reduce la carga microbiana original que pueda interferir con el desarrollo normal del hongo y por lo tanto tiene un efecto directo sobre el rendimiento final del cultivo. El cultivo de hongos es el único proceso biotecnológico de gran escala que utiliza creativamente materiales lignocelulósicos (Bidegain, 2017).

8.22. Pasteurización del sustrato

La elaboración del sustrato para el cultivo de hongos comestibles y medicinales, es uno de los desafíos más importantes en la producción de los mismos. El desarrollo de microorganismos contaminantes competidores durante la etapa de corrida y fructificación del micelio puede generar problemas en los rendimientos. Además, hay que tener en cuenta su influencia en la calidad sanitaria de un producto destinado al consumo humano. La pasteurización es un proceso simple, de fácil acceso para la mayoría de los productores, mediante el cual se trata de dar ventaja en la colonización del sustrato al micelio del hongo a cultivar. Sin embargo, los procedimientos se replican sin tener en cuenta los sustratos y adictivos, que podrían afectar el resultado de dicho tratamiento térmico (Bidegain, 2017).

8.23. Incubación o corrida del micelio

La corrida del micelio (o corrida del spawn) es la fase en la que el micelio desde el inóculo hacia el sustrato. Durante esta etapa se debe mantener la temperatura y humedad adecuada para la especie particular que se esté cultivando. Es importante controlar la temperatura del sustrato ya que en esta etapa el micelio produce calor. Temperaturas demasiado altas pueden inhibir o incluso matar al micelio. Para disminuir el riesgo de la termogénesis, la disposición de las bolsas

en la sala de corrida de micelio debe ser tal que permita un adecuado flujo del aire (Bidegain, 2017).

Durante la fase vegetativa de incubación el crecimiento ocurre enteramente dentro del ambiente de la bolsa de plástico cerrada, donde el dióxido de carbono (CO_2) y otros gases existen en condiciones de concentración relativamente altas. Pese a la presencia de pequeños orificios en las bolsas que permiten una lenta difusión de gases, en el centro de las bolsas se pueden alcanzar concentraciones de dióxido de carbono que exceden el 2%. Las condiciones de corrida del micelio deben favorecer una rápida colonización del sustrato, de lo contrario pueden establecerse organismos competidores (Stamets, 1993; Stamets & Chilton, 1983; Bidegain, 2017).

8.24. Desarrollo de los cuerpos de fructificación

Una vez completa la colonización del sustrato, la bolsa se traslada a la sala de fructificación, se abre por un extremo y los niveles de concentración de dióxido de carbono se emparejan con el ambiente. El cambio brusco de concentración de dióxido de carbono es uno de los estímulos para la formación de primordios. Estos son el primer estadio de diferenciación micelial que finalmente se desarrollaran en carpóforos. Las condiciones ambientales de la sala de fructificación deben mantenerse en el rango óptimo ya que juegan un rol crucial en la formación del primordio y la producción de los cuerpos fructificación. Las condiciones ambientales apropiadas, por lo general son diferentes de las condiciones de incubación y debe ser empíricamente determinadas para cada especie (Kües & Liu, 2000).

8.25. Cultivo de *Ganoderma lucidum*

Ganoderma lucidum es difícil de encontrar en estado natural y por lo tanto la cantidad de hongo silvestre no es suficiente para su exploración comercial. Entonces su cultivo en sustrato sintéticos sólidos es esencial para abastecer la demanda creciente e los mercados internacionales. El cultivo artificial de *G. lucidum* se logró por primera vez a principios de la década de 1970 y, desde 1980 particularmente en China, la producción de *G. lucidum* se ha desarrollado rápidamente (Miles & Chang, 2004; Sanodiya et al., 2009; Zhou *et al.,* 2012).

Su cultivo es más complejo que el de otras especies comerciales. El desarrollo del basidiocarpo requiere condiciones ambientales estables. El control de la temperatura y la humedad es crítico;

la desecación de la superficie de crecimiento o una temperatura fuera del rango adecuado interrumpe el crecimiento del basidiocarpo. en la siguiente tabla se detallan las condiciones ambientales óptimas para cada una de las principales fases del desarrollo de un cultivo de *G. lucidum* (Bidegain, 2017).

Tabla 3. Condiciones ambientales óptimas en distintos estadios del cultivo de *Ganoderma lucidum*.

	Corrida del micelio	**Iniciación del primordio**	**Desarrollo del carpóforo**
Temperatura	25-30°C	18-25°C	24-28°C
Humedad del sustrato	60-65%	60-65%	60-65%
Humedad del ambiente	60-70%	85-90%	85-95%
Niveles de CO_2	Hasta 50.000 ppm	2.000-5.000 ppm 20.000-40.000 ppm (formas de cuernos de ciervos)	<2.000 ppm
Luz	Oscuridad	500 a 1.000 lx (fotoperiodo de 12 h)	1.000 a 3.000 lx (fotoperiodo de 12 h)

Fuente: (Stamets, 1993; Zhou et al., 2012; Bidegain, 2017).
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez, (2023).

Por otro lado, G. lucidum puede crecer en sustratos sintéticos hechos de una variedad de residuos agroindustriales. De hecho, varios residuos ricos en lignocelulosa han sido reportados en formulaciones de sustratos exitosas, tal como se resume en la Tabla 4.

Tabla 4. Residuos ricos en lignocelulosa en formulaciones de sustratos exitosas.

Sustrato	**E.B**	**Notas**	**Autor**
Paja de arroz	15.3±3.8%	Ensayo a escala piloto. Ciclo de cultivo en dos oleadas; 55 a 65 días. Sustrato enriquecido con aceite de oliva 1%. Inóculo: 8%.	(Postemsky et al. 2014)
Paja de arroz + Salvado de trigo	27.5%		(Jandai et al. 2013)
Aserrín de café: Café molido usado: Salvado de maíz: Cascarilla de algodón (35:35:10:17)	24.2±9.2%	Dos oleadas. Azúcar:1%; carbonato de calcio:1%; Yedo:1%	(Jaramillo, 2010)
Aserrín: Residuos de Té (80:20)	34.9%	Ciclo de cultivo de una o dos oleadas: 90 días. Humedad del basidiocarpo: 77%	(Peksen & Yakupoglu, 2008)
Aserrín de álamo: Salvado de trigo (80:20)	20.8%	Ciclo de cultivo en tres oleadas: 72 días	(Erkel, 2009)
Aserrín de roble: Salvado de trigo (80:20)	20.7%	Ciclo de cultivo en tres oleadas: 72 días	(Erkel, 2009)

Fuente: Bidegain (2017)
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

8.26. Optimización del cultivo de *Ganoderma lucidum*

Usualmente, Ganoderma lucidum produce rendimientos bajos comparado con otros hongos comestibles cultivables. El valor de este hongo en el mercado internacional y la posibilidad de usar los basidiocarpos como una fuente de compuestos bioactivos, hace que cualquier mejora en los rendimientos de cultivo sea una propuesta interesante con impacto económico (Bidegain, 2017).

La formación del cuerpo de fructificación está muy influenciada por las condiciones fisiológicas y el estado nutricional del micelio. Es por ello, que un incremento en la producción de hongo en términos de rendimientos de cultivo puede ser alcanzado por el agregado de aditivos y suplementos para mejorar la calidad nutricional de un sustrato dado (Kües & Liu, 2000).

9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS

Ha. El hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) en uno de los sustratos lograra su adaptación, desarrollo vegetativo y producción.

Ho. El hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) en uno de los sustratos no lograra su adaptación, desarrollo vegetativo y producción.

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación del experimento

Este proyecto de investigación se realizó en la parroquia El Carmen del Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, con ubicación geográfica con una Latitud S 0°56’13.871’’ y Longitud de O 79°14’53.475’’ presenta una altitud de 203 msnm. Además, posee un clima tropical a subtropical, el experimento tuvo una duración de 80 días.

10.2. Condiciones Meteorológicas

La presente investigación se desarrolló en la parroquia El Carmen perteneciente al Cantón La Maná, a continuación, en la siguiente tabla 5 se detallan las condiciones meteorológicas.

Tabla 5. Condiciones meteorológicas del cantón La Maná.

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m	203
Temperatura máxima °C	33°
Temperatura mínima °C	22°
Temperatura media anual °C	23°
Precipitación mm/año	250 a 500
Precipitación media mm/año	2854
Heliofanía hora/luz/año	16.6
Humedad relativa	89

Fuente: Estación del instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), (2022).

10.3. Tipos de Investigación

10.3.1. Investigación Científica

La investigación científica es un proceso ordenado y sistemático que incluye técnicas de observación, reglas para el razonamiento y predicción, ideas sobre la experimentación planificada, métodos criterios y modos de comunicar los resultados experimentales, después de haber perseguido un estudio en el tema a estudiar, con el objetivo de buscar soluciones a problemas científicos, reformular planteamientos y refutar resultados (Zita, 2019). Esta investigación es científica ya que permitirá conocer de sobremanera el hongo reishi y sus capacidades de producción en los diferentes sustratos, determinando el sustrato adecuado en base a su composición bromatológica de cada tratamiento posee acorde a sus resultados.

10.3.2. Investigación experimental

En este método de investigación se considera dos conjuntos a estudiar, el primero son los elementos que se mantienen constantes, mientras que el segundo consiste en la manipulación de las variables experimentales. El investigador introduce determinadas variables de estudio manipuladas (Meyer, 2006). La investigación es de carácter experimental basada en el establecimiento de un ensayo practico que busca introducir cambios y que se determinaran mediante a los resultados de las variables a estudiar del Ganoderma lucidum.

10.3.3. Investigación descriptiva

La investigación fue descriptiva ya que describe los cambios fisiológicos del hongo, así como su desarrollo vegetativo, por lo tanto, busca una aclaración de los sucesos acontecidos en el

cultivo del hongo reishi a partir de la evaluación en los diferentes sustratos para evaluar cambios mediante la toma de datos de las variables planteadas en su ciclo vegetativo

10.4. Técnicas

Observación en campo: esta técnica nos permite y ayuda a mantener un control del desarrollo morfológico, adaptación y control fitosanitario, con el fin, de ocasionar una verificación a dichos factores para la toma de datos en donde pueden llegar afectar de algún modo los resultados de la presenta investigación.

10.5. Materiales y equipos

A continuación, en la siguiente tabla 6 se muestran los materiales y quipos utilizados durante la investigación.

Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en la investigación.

Materiales y equipos	Cantidades
Bolsas de Esporas germinadas del G. lucidum 6kg	12
Sustrato de cascarilla de arroz 1kg	31
Sustrato de cebado 1kg	31
Sustrato de aserrín de Pigüe 1kg	31
Sustrato mezcla 1kg	31
Libreta de campo	1
Plástico negro	12
Alambre	2
Cinta doble Faz	4
Cinta ducto gris	6
Escoba	1
Batas	2
Alcohol	3
Cloro	2
Metro	1
Regla	2
Tijera	1
Agua oxigenada	1
Jeringa	1
Mascarilla	2
Guantes quirúrgicos	2
Zapatos quirúrgicos	2
Gorros quirúrgicos	2
Cámara	1
Taladro	1
Galpón experimental	2
Agua de llave	1

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

10.6. Tratamientos bajo estudio

A continuación, en la siguiente tabla 7, se detallará los cuatros tratamientos a utilizados en la investigación.

Tabla 7. Tratamientos de estudios.

Sustratos	Abreviaturas
Aserrín de pigüe	T1
Cascarilla de arroz	T2
Paja de cebada	T3
Mezcla (ACP)	T4

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023).

10.7. Esquema del experimento

La tabla 8, presenta el esquema del experimento para el cultivo del hongo *Ganoderma lucidum* en donde se utilizó cuatro sustratos y un total de 120 unidades experimentales.

Tabla 8. Esquema del experimento.

Tratamientos		Repeticiones	U.E	Total
T1:	*Ganoderma lucidum* + Aserrín de Pigüe	5	6	30
T2:	*Ganoderma lucidum* + Cascarilla de arroz	5	6	30
T3:	*Ganoderma lucidum* + Paja de cebada	5	6	30
T4:	*Ganoderma lucidum* + Mezcla (ACP)	5	6	30
Total:				**120**

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

10.8. Diseño experimental

En este proyecto investigativo se empleó un Diseño experimental al Azar (DCA) con cuatro sustratos y cinco repeticiones. Para el análisis estadístico se empleó el software Infostat, en el cual, se aplicó la prueba de Tukey a la probabilidad de 5%.

10.9. Esquema de análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza, con sus pertenecientes grados de libertad, se especifica a continuación en la tabla 9:

Tabla 9. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de Variación		Grado de Libertad
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	t (r-1)	16
Total	(t.r-1)	19

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

10.10. Variables evaluadas

10.10.1. Porcentaje de colonización (%)

Se evaluó las unidades experimentales en cada tratamiento, para el registró de esta variable, esos datos se expresaron en porcentaje. Para el análisis de esa variable se tomó en cuenta a los 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 días después de la siembra, aplicando la siguiente formula según menciona García *et al*., (2017).

$$\% = \frac{Número\ total\ del\ micelio\ colonizado}{Número\ total\ del\ micelio}\ x100$$

10.10.2. Días de emergencia a primordio

Esta variable se tomó a los 5, 10, 15 y 20 días posteriores a la colonización a las 6 unidades experimentales.

10.10.3. Número de setas por funda (unidad)

En esta variable se procedió a contar las setas a los 75 - 80 días correspondiente después de la emergencia del primordio contabilizando las setas que cuenta cada bolsa.

10.10.4. Diámetro del sombrero (cm)

El diámetro del sombrero se evaluó con una regla durante la cosecha a los 75 días los tratamientos Paja de cebada y Mezcla (ACP), a los 80 días se midió los restantes tratamientos Aserrín de pigüe y Cascarilla de arroz, luego de la colonización. La toma de datos se expresó en centímetros (cm).

10.10.5. Días a la cosecha

Se cosecho entre los 75 a 80 días, la cual se cosecho primeramente los hongos de los siguientes sustratos Paja de cebada y Mezcla (ACP), en segundo a los 80 días se cosecho los de Aserrín de pigüe y Cascarilla de arroz.

10.10.6. Peso del cuerpo fructífero (g)

Para determinar el peso de cada cuerpo fructífero por tratamiento con ayuda de una Gramera. La lectura de datos se registró a los 75 a 80 días después de la cosecha, dicho valores se expresaron en gramos (g).

10.10.7. Análisis Costo-beneficio

Para establecer los ingresos y beneficios obtenidos en cada uno de los tratamientos de estudio se consideró el precio actual del mercado al momento de la cosecha. Posteriormente con los costos fijos y costos variables de los tratamientos utilizados en la siguiente investigación, se analizó el costo de producción por tratamiento (egresos) que fue aplicado en la evaluación vegetativa del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*), y los costos generados por la proyección y venta de los cuerpos fructíferos (ingresos).

Según Martínez (2020), se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo de la relación beneficio/costo:

$$\frac{Beneficio}{Costo} = \frac{Total\ de\ Ingresos}{Total\ de\ egresos}$$

a. **Costo**: es el desembolso económico que se realiza para la producción de algún bien. El costo influye en la compra de insumos, el pago de la mano de obra, los gastos en la producción, entre otras actividades.

b. **Ingresos:** el incremento de los recursos económicos que presenta una organización, una persona o un sistema contable, y que constituye un aumento del patrimonio neto de los mismos

10.11. Manejo del experimento

La presente investigación tuvo una duración de 80 días. Previo al inicio de trabajo se llevó acabo de la siguiente manera, los sustratos de cascarilla de arroz, aserrín de pigüe, paja de cebada y las esporas germinadas de *Ganoderma lucidum* fueron adquiridos por una comerciante y productora de hongos Fungi Andino.

La siguiente formulación para la esterilización de los sustratos utilizados para la producción de Ganoderma elaborado por la comerciante y productora del fungi andino utilizo la siguientes formulas en la cual, en el sustrato de aserrín de pigüe se utilizó 75% aserrín, 24% afrecho y 1%

de carbonato de calcio, en la formulación de sustrato de cascarilla de arroz se utilizó 50% de mezcla preparada de aserrín y 50% cascarilla de arroz, así también la paja de cebada se utilizó 50% mezcla preparada de aserrín y 50% paja de cebada y la ultimo sustrato se utilizó 100% de mezcla de las anteriores mencionadas.

Para llevar a cabo esta investigación se ejecutó el reconocimiento del lugar donde se realizó la investigación. Se procedió a realizar la debida limpieza del lugar utilizando los siguientes materiales y equipos para realizar un cuarto oscuro con plástico cintas doble faz, ducto gris, alambre, tijeras, metro y taladro, para medir, sellar y forrar las paredes del galpón experimental, en el mismo lapso de tiempo se obtuvo un cuarto oscuro y se desinfectó todo el galpón experimental para la colonización del hongo reishi.

Y se procedió a realizar la limpieza y desinfección del otro galpón experimental para la fructificación del hongo, llegada ya los 124 sustratos y las 12 bolsas de esporas germinadas del hongo se procedió a enfriarlo durante dos días para proceder a sembrarlo donde se utilizó batas, gorros, guantes, botas quirúrgicas y alcohol para la desinfección de nosotras al ingresar y sembrar los hongos, y se procedió a colocarlo en el cuarto oscuro para la colonización del micelio, se ejecutó una toma de datos cada cinco días previamente se procedió a llevar al Iniap 4 bolsas de sustratos una de cada una de los diferentes tratamientos enunciados anteriormente para realizar el respectivo análisis.

A los 40 días después de la colonización se procedió a colocarlo en el cuarto de fructificación en el cual se hizo una toma de datos cada cinco días después de la emergencia del primordio durante 20 días, se rego agua al cultivo tres veces al día cada dos días y se realizó la cuenta del carpóforo por funda.

A los 75 a 80 días después de la colonización se procedió a cosechar de forma manual, cortando con un cuchillo el hongo del sustrato, una vez cosechada se procedió a tomar los datos de cosecha como son: días a la cosecha y peso del cuerpo fructífero, como también dicho al final de la producción se procedió a llevar dos muestras de hongos de cada tratamiento al Laboratorio AGROLAB, para un análisis bromatológico.

11. ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Análisis de Sustratos

Los resultados obtenidos en la tabla 10, se observaron buenos índices de contenido de pH, CE, macro y micro nutrientes para la fructificación del *Ganoderma lucidum*, en el sustrato de Paja de cebada con mayor resultado en algunos elementos en pH ya que obtuvo 7,2, conductividad eléctrica (CE) 4,35 dS/m, por otro lado, la concentración de macronutrientes en Potasio (K) 0.68%, Magnesio (Mg) 0.14%. Por otra parte, en los micronutrientes Zinc (Zn) obtuvo 27 ppm, Cobre (Cu) 6 ppm y con menor resultado en algunos elementos se obtuvo el sustrato de Aserrín de pigüe con un pH de 6,1, CE 3,03 dS/m, con una concentración de macronutrientes de 0,35% K, mientras que Zn obtuvo 24ppm, Cu 5 ppm y Mn 109 ppm.

Tabla 10. Análisis de sustratos empleados en la investigación.

Tratamientos	pH	CE (dS/m)	*Concentración %*						*Ppm*				
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
Aserrín de pigüe	6,1	3,03	1,20	0,07	0,35	0,79	0,13	0,16	29	24	5	285	109
Cascarilla arroz	6,7	4,00	1,00	0,03	0,42	0,54	0,12	0,08	32	25	5	410	160
Paja de cebada	7,2	4,35	1,20	0,10	0,68	0,79	0,14	0,12	22	27	6	231	118
Mezcla (ACP)	6,9	3,47	1,10	0,10	0,37	0,57	0,11	0,23	32	25	6	271	131

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

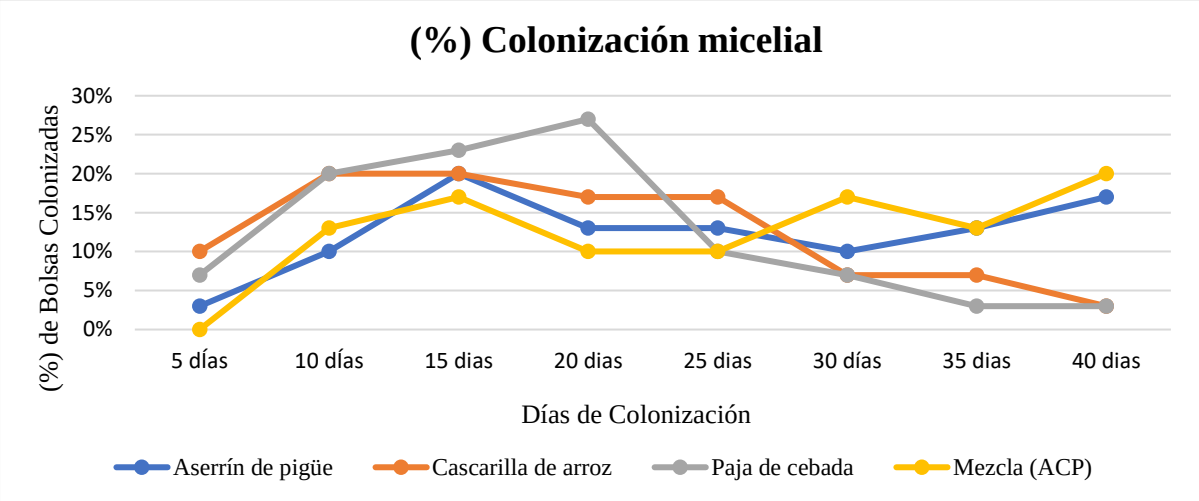
11.2. Porcentaje de colonización

Los resultados obtenidos en porcentaje de colonización micelial se observan en la figura 1, en la cual, se observaron en los 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 días, en donde el mejor tratamiento fue el sustrato de Cascarilla de arroz ya que obtuvo un mayor resultado a los cinco días con 10% y con menor resultado estala Mezcla (ACP) con 0% ya que no tuvo ningún porcentaje no mostro actividad aparente en la colonización micelial, por otro lado en el día 10 con mejores resultado lo obtuvieron tanto la Cascarilla de arroz y la paja de cebada con 20% y con menor porcentaje lo obtuvo el aserrín de pigüe con 10%, en la cual a los 15 días se pudo observar que la Paja de cebada tiene un mayor resultado de colonización con 23% y menor porcentaje la Mezcla (ACP) con 17% . por lo tanto, a los 20 días la Paja de cebada tuvo 27 % de colonización micelial y la Mezcla (ACP) obtuvo un menor porcentaje de 10%, en el día 25 el mayor porcentaje lo obtuvo la cascarilla de arroz con 17% y menor porcentaje la Paja de cebada y Mezcla (ACP) con 10%, a los 30 días el mayor porcentaje lo obtiene la Mezcla con 17% y en menor porcentaje la Cascarilla de arroz y Paja de cebada con 7%. En el día 35 el mayor porcentaje de colonización obtuvo la Mezcla (ACP) y Aserrín de pigüe con 13% y menor

porcentaje Paja de cebada con 3%. Y a los días 40 con mayor porcentaje tuvo Mezcla (ACP) con 20% y menor porcentaje de colonización la Cascarilla de arroz y la Paja de cebada con 3%.

El investigador Quiñonez (2021), menciona que la colonización de los sustratos de aserrín de eucalipto y de pino fue bastante rápida y se completó en 13 y 18 días, sin embargo, el sustrato compuesto por aserrín de cedro la colonización fue parcial. Según Ávila & Yánez (2020), menciona que, a lo largo de las 8 semanas, el sustrato en el que la dinámica de crecimiento fue siempre mayor y más rápida fue el de bagazo de caña y el sustrato con menor dinámica fue la de la corteza molida de cacao. Los autores Rodríguez et al. (2021), reportan que los sustratos de bagazo de maguey y viruta de encino con valores de 72 y 80 % resultaron ser los mejores respecto al desarrollo micelial de reishi.

Figura 1. Porcentaje de colonización micelial.



Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

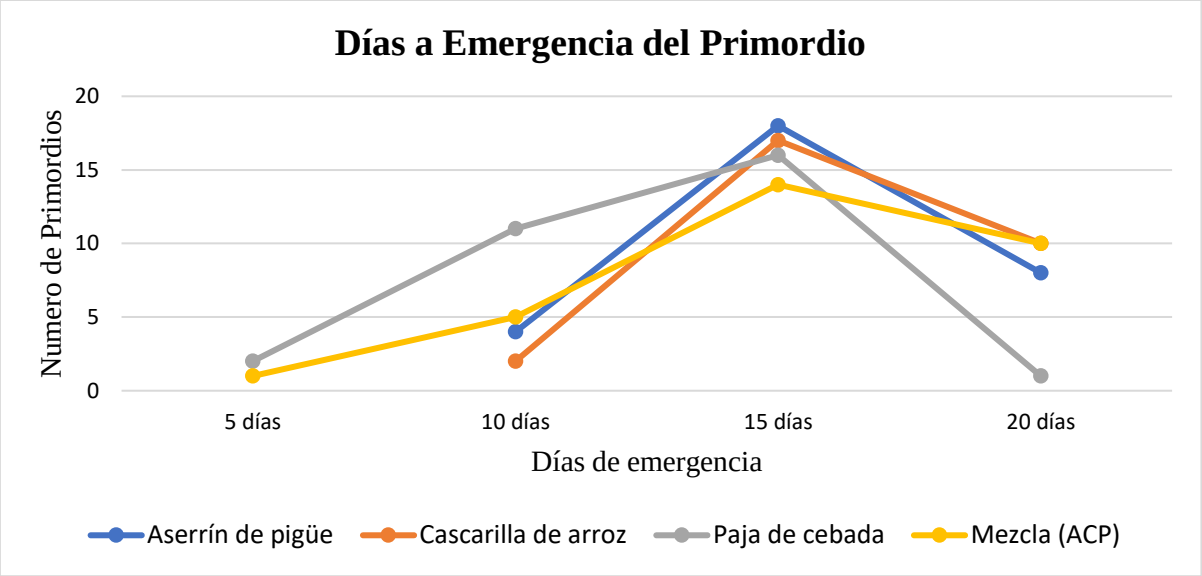
11.3.Días de emergencia primordio

Los resultados obtenidos de la figura 2, se analizó considerando en base a los sustratos utilizados y los días evaluados la cual fueron: 5, 10, 15 y 20 días. Se analizó que la emergencia del primordio se dio a los 5 a 20 días en el sustrato de Paja de cebada y Mezcla (ACP) y a los 10 a 20 días los sustratos de Aserrín de pigüe y Cascarilla de arroz, en donde el mayor resultado en número de primordio a los cinco días lo obtuvo la Cascarilla de arroz con 3 unidades y en menor número de primordio la Mezcla (ACP) con 1%. A los 10 días el mayor número de primordio lo obtuvo la Paja de cebada con 11unidades de primordio, y en menor número fue el de Cascarilla de arroz con 2%. A los 15 días el número de primordio fue de Aserrín de pigüe con 17 unidades de primordio y con menor primordio fue Mezcla (ACP) con 14 unidades de

primordio. Y a los 20 días el mayor número de primordio lo obtuvieron la Cascarilla de arroz y Mezcla (ACP) con 10 unidades, y con menor número de primordio en Paja de cebada con una unidad de primordio.

Según Rodríguez y Jaramillo (2005), menciona que la formación de primordios se dio a los 14 a 28 días. Dueñas (2016), reporta el aparecimiento de primordios a los 31 días antes de que con el método tradicional de la empresa Inti Wasi en la cual, el aparecimiento de los primordios fue a los 90 días. Mycodelic (2020), anuncia el crecimiento de primordios (hongos pequeños) el crecimiento hasta madurar será aproximado de 7 a 12 días.

Gráfico 2. Días de Emergencia del Primordio



Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

11.4. Número de setas por funda

En la tabla 11 se observó que no hay diferencias significativas en la media de número de setas por fundas entre los sustratos, dado que el Aserrín de pigüe obtuvo un número de setas de 15 setas por funda, seguido por la Paja de cebada con 15 setas por fundas, mientras que los sustratos con menores número en la investigación fueron Mezcla (ACP)con 14.20, mientras que la Paja de cebada tuvo un 14.60 de setas por funda.

Tabla 11. Setas por funda según por tratamientos experimentales evaluados, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná.

Sustratos	Número de setas por fundas
Aserrín de pigüe	15.00 a
Cascarilla arroz	14.60 a
Paja de cebada	15.00 a
Mezcla (ACP)	14.20 a
CV (%)	**14,99**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Mycelior (2020), menciona que, por regla general, los sustratos dan hasta 4 o 5 oleadas o floraciones de setas en condiciones idóneas. Según Ordoñez (2023), la cantidad de setas por bolsa depende siempre de la genética de cada especie o variedad a cultivar de las condiciones de cultivo dentro de cada sala de fructificación y de la formulación del sustrato. Algunas especies o variedades producen más kg de setas que otras para una misma unidad de sustratos.

11.5. Diámetro del sombrero

En la tabla 12 se observaron los valores obtenidos del diámetro del sombrero que tiene cada seta entre tratamiento.

Los sustratos con mayor resultado en la investigación fue el de Paja de cebada con un 8.03 cm por el promedio del diámetro del sombrero seguido de la Cascarilla de arroz con un promedio de 7.91 cm del diámetro del sombrero como segundo mejor tratamiento, se consideran los mejores sustratos. Los tratamientos con menores resultados tienen una diferencia significativa en la investigación fueron la Mezcla (ACP) con promedio de 7.65 cm diámetros del sombrero y Aserrín de pigüe con 6.91 cm diámetros del sombrero por setas.

Camarena (2022), menciona el diámetro promedio del sombrero de *Ganoderma lucidum* después de 6 meses de inoculación en sustrato preparado con aserrín más virutas de madera, fue 6,60 cm para la población se estima entre límites de 4,64 y 8,56 cm. El mínimo fue de 4,50 y máximo 9,00 cm. Así mismo, el diámetro de *G. lucidum* cultivado en pulpa de café alcanzo en seis meses un promedio de 3,43 cm. Para la población se estima entre límites de 1,47 y 5,40 cm. El mínimo fue de 1,50 y el máximo 6,00 cm. Según Rodríguez & Jaramillo (2005), menciona que esta especie de hongo tiene la forma de un riñón, es de textura leñosa y tiene un diámetro de 5 a 20 cm y presenta una superficie brillante cuando esta humedecido. La investigadora Morales (2015), nos indica que las tres cepas de *Ganoderma spp*., colonizaron a los 15 días los sustratos con vid 100%, la colonización total se registró entre los 18 y 20 días,

mostrando un exudado color marrón en el micelio lo que indica su maduración. Peksen *et al*. (2010) reportan una colonización de 45 a 55 días en el cultivo de *Ganoderma lucidum* en mezclas de aserrín de encino y carpe. Otros autores Manavalan *et al.* (2012) obtuvieron un tiempo de colonización de 15 días con bagazo de caña.

Tabla 12. Diámetro del sombrero según por tratamientos experimentales efectuadas, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná.

Sustratos	Diámetro del sombrero (cm)
Aserrín de pigüe	6,91 b
Cascarilla arroz	7,91 a
Paja de cebada	8,03 a
Mezcla (ACP)	7,65 a b
CV (%)	**6,14**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

11.6. Días a la Cosecha

Los días a la cosecha de esta investigación fueron entre los 75 a 80 días.

En los resultados obtenidos en la tabla 13, hubo diferencia significativa ya que con mayor día a la cosecha de fructificación se obtuvo los sustratos de Aserrín de pigüe y Cascarilla de arroz con 80 días y con menor día cosecharon la fructificación a los 75 días en los sustratos de Paja de cebada y Mezcla (ACP).

Según Figlas (1999), en su ciclo de cosecha durante un periodo de tiempo comprendido entre los 90 y 120 días después de la inoculación. Después de tres meses al ver que las setas están jóvenes y esponjosas se procede a cortarlas y recolectarlas (Roa *et al*., 2018). En Ganoderma se considera el margen de los carpóforos, una vez que desaparece la coloración blanca del margen, se determina que ha terminado su crecimiento (Morales Estrada, 2015).

Tabla 13. Días a la cosecha de la fructificación según por tratamiento experimentales efectuadas, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum)* con diferentes sustratos en el Cantón La Maná.

Sustratos	Días a la cosecha
Aserrín de pigüe	80,00 a
Cascarilla de arroz	80,00 a
Paja de cebada	75,00 b
Mezcla (ACP)	75,00 b
CV %	**0.58**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

11.7. Peso del cuerpo fructífero

En la tabla 14 se presentan los datos obtenidos de los resultados del peso del cuerpo fructífero.

Se observa que el sustrato con mayor peso promedio de fructificación fue el de Mezcla (ACP) con 109,00 g, y seguido de la Paja de cebada con un peso promedio de 107.60 g, y el sustrato con menor resultado en la investigación fue el Aserrín de pigüe con peso promedio de 72.60 g.

Según Camarena (2022), reporta el promedio de peso fresco de *G. lucidum* después de seis meses de inoculación en sustrato preparado con aserrín más virutas de madera, fue 33,50 g para la población se estima entre límites de 23,98 y 43,02 g, el peso mínimo fue 22 y máximo 44 g. *Ganoderma lucidum* cultivado en pulpa de café alcanzo un peso promedio de 19,50 g en seis meses. Para la población se estima en límites de 9, 98 y 29,02 g. el peso mínimo encontrado fue de 22 y el máximo 30 g.

Tabla 14. Peso de la fructificación (g) según por tratamientos experimentales efectuadas, por la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná.

Sustratos	**Peso del cuerpo Fructífero (g)**
Aserrín de Pigüe	72.60 b
Cascarilla arroz	103.80 a
Paja de Cebada	107.60 a
Mezcla (ACP)	109.00 a
CV (%)	**14.11**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

11.8. Análisis Bromatológica

Se determino el análisis bromatológico en la tabla 15, el *Ganoderma lucidum* tuvo una buena composición en base a los sustratos efectuados para el cultivo de *Ganoderma lucidum*, la cual la Cascarilla de arroz tuvo un mayor resultado de porcentaje en proteína 23,43%, grasa 6,08%, ceniza 1,74%, fibra 33,98%, mientras que con menor resultado se dio el Aserrín de pigüe con 19,79% en proteína, mientras que paja de cebada tiene menor resultado en grasa con 4,84% y fibra 30,16%. Por otro lado, el menor resultado en ceniza lo obtuvo la Mezcla (ACP) con 1,24% ceniza.

Tabla 15. Composición Bromatológica según los sustratos efectuados para la evaluación del ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná.

Sustratos	Humedad (%)	Proteína (%)	Ext. Eterio Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)	E.I.N.N Otros (%)
Aserrín Pigüe	28,39	19,79	5,36	1,36	31,16	42,33
Cascarilla Arroz	29,13	23,43	6,08	1,74	33,98	42,33
Paja de Cebada	35,45	20,78	4,84	1,60	30,16	42,62
Mezcla (ACP)	31,20	21,53	4,96	1,24	31,98	40,29

Fuente: AGROLAB
Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

11.9. Análisis costo/beneficio

En el análisis de relación benéfico costo se tomó en cuenta los gastos generados restándole el costo de los análisis bromatológicas, debido a que no es algo que los productores lo van a realizar constantemente y además por su costo elevado. Se puede observar la relación que todos los tratamientos con excepción del Aserrín de pigüe, poseen valores mayores, destacando las Mezcla (ACP) con 0.40, lo que lo convierte en un proyecto rentable económicamente, muy por encima de los demás tratamientos. Se reitera que para este resultado como investigadores se decidió retirar el costo de análisis bromatológico, debido a que no es una práctica común. Además, según los datos de la página web del Intiwasi productos naturales oscilan en USD 18 $ por cada kilogramo de *Ganoderma lucidum*, por lo que este es el valor referencial para este análisis.

Tabla 16. Análisis costo/beneficio.

Descripción	Aserrín de pigüe	Cascarilla de Arroz	Paja de Cebada	Mezcla (ACP)
Sustratos	27,90	27,90	27,90	27,90
Esporas germinadas	9,75	9,75	9,75	9,75
Materiales y Equipos	1,88	1,88	1,88	1,88
Mano de obra	2,50	2,50	2,50	2,50
Total	42,03	42,03	42,03	42,03
Peso kg	2,178	3,114	3,228	3,270
Precio USD kg	18,00	18,00	18,00	18,00
Total USD	39,20	56,05	58,10	58,86
Utilidad/pérdida	-2,86	14,02	16,07	16,83
Relación B/C	-0,07	0,33	0,38	0,40

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

12. IMPACTOS

Técnico: Los impactos técnicos generados en la investigación fueron de gran importancia ya que establece formas de aprovechamiento de residuos agrícolas como de los excedentes de paja de trigo y cebada, tanto en agricultura como ganadería, y da la posibilidad de producción a las explotaciones de cultivo de setas.

Ambiental: la presente investigación pretender dar un mejor uso a los residuos agrícolas y utilizarlos como sustratos para la obtención de hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*), que es medicinal y poseen una excelente capacidad para degradar sustratos como son residuos agrícolas, industriales y maderables.

Social: El impacto social que genero esta investigación es de aspecto positivo, ya que en la actualidad el sector agrícola está centrado en la utilización de productos sintéticos para la producción agrícola, razón por la cual esta investigación propone al agricultor una opción ecológica del uso de residuos agrícolas, con la utilización de abonos orgánicos como los sustratos, por la cual esta investigación destaca la importancia que brinda el cultivo de *Ganoderma lucidum*

Económico: La producción del hongo reishi es de importancia para el sector productivo ya que logra la producción de alimento y medicinal, lo que indica un creciente interés en su consumo por parte de la población, el cultivo de *Ganoderma lucidum* es ecológicamente importante no solo como una fuente medicinal si no emplear para ello materiales residuales agroindustriales, en consecuencia, los costos de inversión, la infraestructura, mano de obra son menores. Ya que es una actividad productiva, amigable con el ambiente y generadora de empleo.

13. PRESUPUESTO

Para la investigación realizada los gastos fueron asumidos por los tesistas que se encuentra detallados a continuación:

Tabla 17. Presupuesto general de la investigación en la evaluación del ciclo vegetativo hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Análisis de abonos	4	24.55	98,20
pH	4	3.22	12,88
Conductividad eléctrica	4	4.32	17,28
Sustrato de Cascarilla de arroz	31	1.80	55,80
Sustrato de Aserrín de Pigüe	31	1.80	55,80
Sustrato de paja de cebada	31	1.80	55,80
Sustrato de Mezcla	31	1.80	55,80
Semillas de Esporas germinadas de *Ganoderma lucidum.*	12	13	156
Plástico negro	12	1.55	18,60
Mano de Obra	2	5,00	10,00
Alambre	1	1.25	1,25
Cinta doble Faz	6	3.60	21,60
Cinta de ducto gris	4	3.45	13,80
Alcohol	3	1.50	4,50
Agua oxigenada	1	0.75	0,75
Jeringa	1	0.30	0,30
Guantes quirúrgicos	2	0.75	1,50
Botas quirúrgicas	2	0.75	1,50
Gorros quirúrgicos	2	0.75	1,50
Cloro	2	0.50	1,00
Análisis Bromatológico	4	36	144
Subtotal	190		727,86
Imprevistos (5%)	9,5		36,39
Total	199,5		**764,25**

Elaborado por: Gonzalez & Gonzalez (2023)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. CONCLUSIONES

- Se evaluó el ciclo vegetativo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*) con los diferentes sustratos, por lo tanto, el mejor tratamiento se obtuvo de la Cascarilla de arroz seguido de Paja de cebada en la cual tuvieron los mejores resultados en cada variable estudiada.
- Se determinó que el tipo de sustrato que logro un mejor desarrollo vegetativo fue el de paja de cebada ya que fue superior en las variables de peso, diámetro del sombrero, número de emergencia de primordio seguida continuamente por la cascarilla de arroz.
- Se demostró que los sustratos estudiados Aserrín de pigüe, Cascarilla de arroz, Paja de cebada y Mezcla (ACP), tuvieron una buena adaptación en las variables estudiadas, mientras que en la producción con mejor resultado lo obtuvo la Mezcla (ACP).
- Se analizo beneficio costo de los tratamientos en el cultivo del hongo reishi (*Ganoderma lucidum*), dando como resultado el sustrato de Mezcla (ACP) que tiene un total de 42,03$, de costos de producción, con una utilidad de 16,83$ y una relación beneficio/costo de 0,40 $.
- Se determino en el análisis bromatológico que el *Ganoderma lucidum* tuvieron una buena composición en base a los mejores sustratos para el cultivo de *Ganoderma lucidum*, en cual la cascarilla de arroz tuvo mayor % en proteína, fibra, grasa y ceniza considerándola la mejor.
- Se acepta la hipótesis la cual menciona, que el hongo reishi *(Ganoderma lucidum)* con diferentes sustratos lograran su adaptación, desarrollo vegetativo y producción.

14.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de Cascarilla de arroz y paja de cebada como estudio para el cultivo de *Ganoderma lucidum* en diferentes climas para identificar si tienen dependencia climática.
- Realizar una investigación determinando la rentabilidad con Mezcla (ACP) y diferentes sustratos en una producción de *Ganoderma lucidum*, aprovechando residuos agrícolas para economizar los egresos
- Aprovechar la metodología de este trabajo como fuente de revisión literaria en estudio de otros guías morfológicos del cultivo, así como también para material de estudio para estudiantes de estudios superior.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Abate, D., & Bitew, A. (1994). Antifungal metabolites from submerged culture of Ganoderma Lucidum (Polypore). *Ethiopian Journal of Health Development, 8*(1), 63-70.
- Alvarez, R. (2018). Ganoderma lucidum, el hongo de la inmortalidad. *Academia.edu*, 3-34. Obtenido de https://www.academia.edu/34920759/LIBRO_GANODERMA_LUCIDUM_1_
- Atlas, W. (s.f.). *Pronostico del tiempo global e información climática*. Recuperado el 17 de Junio de 2023, de https://www.weather-atlas.com/es/ecuador/la-mana-clima
- Ávila, A., & Yánez, P. (26 de Julio de 2020). Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de Ganoderma lucidum (Ganodermataceae), un hongo con alto potencial de uso textil en Ecuador, en tres sustratos Orgánicos. *Ciencia Digital, IV*(3), 210-228. doi:10.33262/cienciadigital.v4i3.1324.
- Barrantes, M. (2023). Ganoderma Lucidum Medico. *Academia*, 4-28. Obtenido de https://www.academia.edu/6532516/Ganoderma_Lucidum_Medico
- Bass, M. S., Finer, M., Jenkins, C. N., Kreft, H., Cisneros-Heredia, D. F., McCracken, S. F., . . . Kunz, T. H. (19 de January de 2010). Global conservation significance of Ecuador's Yasuní National Park. *PLOS ONE 5(1):e8767*. doi: 10.1371/journal.pone.0008767
- Batra, P., Sharma, A. K., & Khajuria, R. (2013). Probing Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom Ganoderma lucidum (Higher Basidiomycetes): A Bitter Mushroom with Amazing Health Benefits. En S. P. Wasser (Ed.), *International Journal of Medicinal Mushrooms* (Segunda ed., Vol. xv, págs. 127-143). doi:10.1615/IntJMedMushr.v15.i2.20
- Bidegain, M. A. (2017). Optimización del cultivo de Ganoderma lucidum. Evaluación de actividad y desarrollo de nutracéuticos. Argentina: Universidad Nacional del Sur. Tesis de Doctor en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Obtenido de https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/3786/tesis%20?sequence=1

- Bishop, K. S., Kao, C. H., Xu, Y., Glucina, M. P., Paterson, R. M., & Ferguson, L. R. (2015). From 2000 years of Ganoderma lucidum to recent developments in nutraceuticals. *Phytochemistry, CXIV*, 56-65. doi:https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.02.015
- Boh, B., Berovic, M., Zhang, J., & Zhi-Bin, L. (2007). Ganoderma lucidum and its pharmaceutically active compounds. (M. R. El-Gewely, Ed.) *Elsevier, 13*, 265-301. doi:https://doi.org/10.1016/S1387-2656(07)13010-6.
- Bravo Velásquez , E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador.* Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca: Universidad Abya- Yala. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf
- Calvo, J. (2006). *Fungipedia*. Obtenido de Ganoderma lucidum (Curtis.) P. Karst.: https://www.fungipedia.org/hongos/ganoderma-lucidum.html
- Camarena, E. (2022). Evaluación de la Producción del Hongo Ganoderma lucidum (Reishi) Sobre Tres Residuos Vegetales - Satipo. *Universidad Nacional Del Centro del Perú*, 44-50. Obtenido de file:///C:/Users/Hp/Downloads/TESIS%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20del%20Hongo%20Ganoderma%20Lucidum%20(reishii)%20Sobre%20Tres%20Residuos%20Vegetales%20-%20Satipo.pdf
- Cedeño Buste, R. J. (2013). *Composición química y degradabilidad Ruminal in situ De la Cascarilla de Arroz Inoculada con Cepa de Pleurotus ostreatus. Finca Experimental la Maria, Mocache.* Universidad Técnica de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Quevedo: Carrera de Ingenieria Zootecnia. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4836636c-aa6b-49d6-b602-76a17a72116b/content
- Chang, S. T. (1999). Ganoderma lucidum (Curt.: Fr.) P. Karst. (Aphyllophoromycetideae)−A Mushrooming Medicinal Mushroom. *International Journal of Medicinal Mushrooms, I*(2), 139-146. doi:10.1615/IntJMedMushrooms.v1.i2.30
- Chen, A. W. (1999). Cultivation of the Medicinal Mushroom Ganoderma lucidum (Curt.:Fr.)P. Karst. (Reishi) in North America. *International Journal of Medicinal Mushrooms, I*(3), 263-282. doi:10.1615/IntJMedMushrooms.v1.i3.90

- Chen, A. W. (2004). Mushroom for the Tropics. Seúl, Corea: Mushroom Grower Handbook 1 (Mushworld). Recuperado el 25 de Abril de 2023, de https://zlibrary.to/pdfs/mushroom-growers-handbook-1-pdf
- Chiu, S., Wang, Z., Leung, T., & Moore, D. (2000). Nutritional value of Ganoderma extract and assessment of its genotoxicity and anti-genotoxicity using comet assays of mouse lymphocytes. *Food and Chemical Toxicology*, 173-178.
- Conade, I. (2019). J: Industrialización de hongos comestibles. En *PLAN DE DESARROLLO REGION I.* SECRETARIA GENERAL DE LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS. Obtenido de https://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea60s/ch20.htm.
- Contreras, S., Garay, K., & Huayhua, A. (2021). ESTABLECIMIENTO DE UN SUBSTRATO BASADO EN RESIDUOS DE Cedrus sp., Eucalito sp. y Pinus taeda PARA EL CULTIVO DE Ganoderma lucidum. *Scientia, 23*(23). doi: https://doi.org/10.31381/scientia.v23i23.4603
- Dueñas Ormaza, B. N. (2016). *Optimización del cultivo de una cepa ecuatoriana de Ganoderma ecuadoriense, mediante.* Quito: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. Obtenido de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13229/TESIS%20NELSON%20DUE%C3%91AS%20pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- El Sheikha, A. F. (2022). Nutritional Profile and Health Benefits of Ganoderma lucidum “Lingzhi, Reishi, or Mannentake” as Functional Foods: Current Scenario and Future Perspectives. *Alimentos, XI*(7), 1030. doi:https://doi.org/10.3390/foods11071030
- Figlas, D., & Curvetto, N. (1999). Monografía Sobre las Propiedades Medicinales del Hongo . *Biotecnología de Hongos Comestibles y Medicinales*, 3-70. Obtenido de http://www.hongoscomestiblesymedicinales.com/P/2%20ganoderma-s.pdf
- Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez, R., & Mata, G. (2006). Manual práctico de cultivo de setas. *Aislamiento, siembra y producción*.
- Gao, Y., & Zhou, S. (2002). The Immunomodulating Effects of Ganoderma lucidum (Curt.: Fr.) P. Karst. (Ling Zhi, Reishi Mushroom) (Aphyllophoromycetideae). (S. P. Wasser, Ed.) *International Journal of Medicinal Mushrooms, IV*(1), 11. doi:10.1615/IntJMedMushr.v4.i1.10

- García- Lopez, J. I., Ruiz, N. A., Lira, R. H., Vera Reyes., I., & Méndez Argüello., B. (2017). Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas. *Agronamo Tecnología*, 129-140.
- Gonzalez, J. E., Robles, C. M., García, J., Cárdenas, J., & Oliva, D. (2019). Determinación del potencial energético del pigüe. *Conocimiento Global, 3*(2), 78-97. doi:https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i1.287
- Hajjaj, H., Macé, C., Roberts, M., Niederberger, P., & Fay, L. (2005). Effect of 26-oxygenosterols from Ganoderma lucidum and their activity as cholesterol synthesis inhibitors. *Appl. Environ. Microbiol, 71*(7), 3653-3658.
- Halpem, G. (2006). Healing Mushrooms. New York: SquareOne Publishers.
- Halpern, G. (2007). Healing Mushrooms. Garden City Park: Square One Publishers.
- Hsieh, C., & Yang, F. C. (2004). Reusing soy residue for the solid-state fermentation of Ganoderma lucidum. *Bioresource Technology, XCI*(1), 105-109. doi:https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00157-3
- Illana, C. (2008). El hongo Maitake (Grifola frondosa) y su potencial terapéutico.
- INAMHI. (2022). *Red de estaciones automáticas hidrometeorológicas*. Obtenido de http://186.42.174.236/InamhiEmas/
- Kao, C., Jesuthasan, A. C., Bishop, K. S., Glucina, M. P., & Ferguson, L. R. (2023). Anti-cancer activities of Ganoderma lucidum: active ingredients and pathways. *Functional Foods in Health and Disease, III*(2). doi:10.31989/ffhd.v3i2.65
- Klupp, N. L., Chang, D., Hawke, F., Kiat, H., Cao, H., Grant, S. J., & Bensoussan, A. (2015). Ganoderma lucidum mushroom for the treatment of cardiovascular risk factors. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.CD007259.pub2
- Kües, U., & Liu, Y. (2000). Fruiting body production in Basidiomycetes. *Appl Microbiol Biotechnol, 54*, 141-52.
- Kuhar, F., Castiglia, V., & Papinutti, L. (2011). Madera de Pino y Álamo como Sustrato para la Producción de Ganoderma Lucidum. *Universidad Nacional de Catamarca*(5), 67-68.

- Lema Paguay, N. E. (2018). *Caracterización de la Granulometria del Aserrín de Pigüe (Piptocoma discolor) para la Obtención del Embalaje de las Frutas Amazónicas.* Puyo, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica. Facultad Ciencias de la Tierra. Proyecto de Investigación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Obtenido de https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/685/1/T.AGROIN.B.UEA.2059
- *Lifeder*. (2019). Recuperado el 11 de Junio de 2023, de Ganoderma lucidum: características, hábitat y beneficios: https://www.lifeder.com/ganoderma-lucidum/
- Lindequist, U., Niedermeyer, T. H., & Jülich, W.-D. (2005). The Pharmacological Potential of Mushrooms. *Evid Based Complement Alternat Med, II*(3), 285-299. doi:10.1093/ecam/neh107
- Manavalan, T., Manavalán, A., Thangavelu, K. P., & Heese, K. (2012). Análisis del secretoma de Ganoderma lucidum cultivado en bagazo de caña de azúcar. *J Proteómica*, 298-309. doi:10.1016/j.jprot.2012.09.004
- Martínez, P. (2016). Hongo Reishi. Barcelona: La Senda Natural.
- McMeeKin, D. (2004). The perception of Ganoderma lucidum in Chinese and Western culture. *Mycologist, IV*(18), 165-169.
- Meyer, W. (2006). *Sintesis de "Estrategia de la investigción experimetal" en Manual de técnica de la investigación educacional.* Obtenido de La investigación experimental: https://noemagico.blogia.com/2006/092201-la-investigaci-n-experimental.php
- Miles, P., & Chang, S. (2004). Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact.
- Molina, A. P., & Sánchez, S. N. (2022). Estudio comparativo de los métodos de extracción de polisacáridos del hongo Reishi (Ganoderma lucidum) y Shiitake (Lentinula edodes). Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Trabajo de Titulación Presentado como Requisito Previo para Optar al Grado de Químico y Farmacéutico.
- Money, N. P. (2016). Are mushrooms medicinal? *Fungal Biology, CXX*(4), 449-453. doi:https://doi.org/10.1016/j.funbio.2016.01.006
- Morales Estrada, R. I. (2015). MADERA DE VID COMO SUSTRATO POTENCIAL PARA EL CULTIVO SÓLIDO DE Ganoderma spp. *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.*, 14-72. Recuperado el 2 de Junio de 2023, de

https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/85/1/Morales%20Estrada%20Rosa%20Idaly.pdf

- MSK. (9 de Febrero de 2023). *Memorial Sloan Kettering Centro de Cáncer*. Obtenido de Reishi Mushroom: https://www.mskcc.org/cancer-care/integrative-medicine/herbs/reishi-mushroom
- Mycelior. (2021). *Sustratos y especies*. Obtenido de Micelio y micología. : https://mycelior.com/formatos-de-sustratos-de-cultivo#:~:text=Por%20regla%20general%2C%20los%20sustratos,de%20setas%20en%20condiciones%20id%C3%B3neas.
- Myco Works. (2017). *Transformación del micelio de Reishi en cuero*. Obtenido de MycoWorks: http://www.mycoworks.com/portfolio/technology/
- Mycodelic. (2020). *Aprende a cultivar hongos paso a paso*. Obtenido de Aprende a Cultivar: https://mycodelic.cl/guia/
- Nahata, A. (2013). Ganoderma lucidum: A Potent Medicinal Mushroom with Numerous . *IV*(10), 159. doi: 10.4172/2153-2435.1000e159
- Novillo, R. M. (16 de Abril de 2005). *Patente nº ES2229926B1.* Obtenido de https://patents.google.com/patent/ES2229926A1/es
- Ordoñez, M. (2023). Setas y Hongos del Sur. *Catálogo de Sustratos y Especies de Setas*. Obtenido de https://setasyhongosdelsur.com/wp-content/uploads/2023/02/Catalogo-de-sustratos-SyHdS-2023-web.pdf
- Ordoñez, M. E. (14 de Agosto de 2019). *Fungi del Ecuador. Versión 2018.0. Fungario QCAM, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.* Obtenido de https:bioweb.bio/fungiweb
- Parson, B. (1993). Arroz. *Manuales para la educación agropecuaria: producción vegetal*(11), 62.
- Paterson, R. R. (2006). Ganoderma - a therapeutic fungal biofactory. *Phytochemistry, 67*(18), 1985-2001. doi:10.1016/j.phytochem.2006.07.004
- Quiñones, M. (2021). Establecimiento de un Substrato Basado en Residuos de Cedrus sp., Eucalito sp. y Pinus taeda Para el Cultivo de Ganoderma lucidum. *SCIENTIA, 23*(23), 161-172. doi:https://doi.org/10.31381/scientia.v23i23.4603

- Rivera Claudio, Á. S. (2007). "La Subutilización de Residuos Agrícolas y su Incidencia en la Producción de Hongo Medicinal Reishi (Ganoderma lucidum) en la Sierra Ecuatoriana. *Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos*, 14-70. Recuperado el 2 de Junio de 2023, de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3392/3/PAL144.pdf

- Roa, A. F., Camacho, H. A., Ardila, J. A., & Nieves, K. M. (2018). Viabilidad para la Creación de una Empresa que Fabrique y Comercialice el Extracto de Ganoderma lucidum. *Universidad Catolica De Colombia*, 19-106.

- Rodríguez, C., Pineda, J., Barrigas, D., Muñoz, F., & Pineda, C. (2021). Producción de Ganoderma lucidum y su potencial medicinal: una revisión. *Revista Biorrefinería, 4*(4), 1-5. Obtenido de https://www.cebaecuador.org/wp-content/uploads/2022/01/17.pdf

- Rodríguez, N., López, C., Palma, F., & León, B. (2021). Establecimiento de dos Sistemas de Producción de Ganoderma lucidum k. con Fines Medicinales. *Revista del Centro de Graduados e Investigación. Instituto Tecnológico de Mérida, 35*(83), 102-106. Obtenido de https://speckle.inaoep.mx/~tecnologia_salud/2014/1/memorias/Resumenes/MyT2014_81_E.pdf

- Rodriguez, V., & Jaramillo, L. (2005). Cultivo de hongos medicinales en residuos agrícola de la zona cafetera. *Repositorio Digital del centro nacional de Investigaciones de Café*. Obtenido de https://biblioteca.cenicafe.org/hadle/10778/582

- Román, J. (2009). *Catálago de setas y hongos.* Asociación de micología. ungipedia. Obtenido de https://www.fungipedia.org/hongos/ganoderma-lucidum.html

- Sabino, C. (2018). *Investigación Descriptiva según autores.* Mexico: Tesis plus. Obtenido de http://tesisplus.com/investigación-descriptiva/investigación-descriptiva-segun-autores/

- Salazar, W. (2014). Diversidad de los hongos Ganoderma y Amauroderma en el Ecuador. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.

- Sanodiya, B., Thakur, G. S., Baghel, R. K., Prasad, G., & Bisen, P. S. (2009). Ganoderma lucidum: a potent pharmacological macrofungus. *Curr Pharm Biotechnol, 10*(8), 717-42. doi:10.2174/138920109789978757

- Stamets, P. (1993). *Growing gourmet and medicinal mushrooms.* Berkeley: Ten Speed Press.
- Stamets, P., & Chilton, J. (1983). The Mushroom Cultivator. Agarikon Press.
- Ulbricht, C., Abrams, T. R., Bent, S., Woods, J., Boon, H., Costa, D., . . . Wong, D. (2010). Reishi mushroom (Ganoderma lucidum): Systematic review by the natural standard research collaboration. *Journal of the Society for Integrative Oncology, 8*(4). doi:10.2310/7200.2009.0029
- Upton, R. (2006). Reishi Mushroom Ganoderma lucidum Standards of Analysis, Quality Control, and therapeutics. *American Herbal Pharmacopoeia a*, 10-25. Obtenido de http://www.medicinacomplementar.com.br/biblioteca/pdfs/Fitoterapia/fi-0405.pdf
- Üstün, N. Ş., Bulam, S., & Pekşen, A. (2018). The Use of Mushrooms and Their Extracts and Compounds in Functional Foods and Nutraceuticals. *International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES)*, 1205-1222.
- Valverde G, A., Sarria L, B., & Monteagudo Yanes, J. P. (2007). Análisis Comparativos de las Características Fisioquímicas de la Cascarilla de Arroz. *Scientia et Technica, 1*(37), 255-260. Obtenido de file:///C:/Users/Hp/Downloads/Dialnet-AnalisisComparativoDeLasCaracteristicasFisicoquimi-4784298.pdf
- Vicencio, J. (21 de Octubre de 2019). *GANODERMA LUCIDUM EL HONGO DEL EMPERADOR*. Recuperado el 25 de Abril de 2023, de https://www.mayuecuador.com/post/ganoderma-lucidum-el-hongo-del-emperador
- Wachtel-Galor , S., Yuen, J., Buswell, J. A., & Benzie, I. F. (2011). Ganoderma lucidum (Lingzhi o Reishi): A Medicinal Mushroom. En I. F. Benzie , & S. Wachtel-Galor (Edits.), *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects* (Segunda ed.). Boca Ratón (FL): CRC Press/Taylor & Francis. Obtenido de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92757/
- Wang, H., & Ng, T. (2006). Ganodermin, an antifungal protein from fruiting bodies of the medicinal mushroom Ganoderma lucidum. *Peptides, 27*(1), 27-30.
- Wang, J., Cao, B., Zhao, H., & Feng, J. (2017). Emerging Roles of Ganoderma Lucidum in Anti-Aging. *8*(6), 691–707. doi:10.14336/AD.2017.0410

- Wasser, S. P. (2005). Reishi or Ling Zhi (Ganoderma lucidum). *Encyclopedia of Dietary Supplements*, 603-622.
- Xia, Q., Zhang, H., Sun, X., Zhao, H., Wu, L., Zhu, D., . . . Sheng, G. (2014). A Comprehensive Review of the Structure Elucidation and Biological Activity of Triterpenoids from Ganoderma spp. . *Molecules, 19*(11). doi:10.3390/molecules191117478
- Zhou, F., Du, B., & Xu, B. (2014). Preparation and Characterization of Polysaccharides from Mushrooms. En K. G. Ramawat, & J.-M. Mérillon (Edits.). doi:10.1007/978-3-319-03751-6_10-1
- Zhou, X., Lin, J., Yin, Y., & Zhao, J. (2007). Ganodermataceae : Natural Products and Their Related Pharmacological Functions. *35*(4), 559–574.
- Zhou, X.-W., Su, K.-Q., & Zhang, Y.-M. (2012). Applied modern biotechnology for cultivation of Ganoderma and development of their products. *Appl Microbiol Biotechnol, 93*, 941-63. doi:10.1007/s00253-011-3780-7
- Zhu, F., Du, B., & Xu, B. (2014). Preparation and Characterization of Polysaccharides from Mushrooms. (K. G. Ramawat, & J.-M. Mérillon, Edits.) *Polysaccharides*, 1-16. doi:10.1007/978-3-319-03751-6_10-1
- Zita, A. (2019). *Investigación científica*. Obtenido de httpd://www.significados.com/invedtigacion-cientifics/
- Zurira Pullugando, S. F. (2020). *Propagación Vegetativa Dd Justicia spicigera Mediante Estacas Embebidas En Sustancias Enraizantes En El Cantón Mejía.* La Maná: Universidad Técnica De Cotopaxi. .

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derecho de autor.

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHO DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte: Gonzalez Vega Ambar Stefania con C.I. 1250520549, de estado civil soltera y Gonzalez Vega Angela Tais con C.I. 1250520531, de estado civil casada y con domicilio en La Maná- Cotopaxi, a quien en lo sucesivo se denominara **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, la Dra. Idalia Pacheco, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la AV. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en los sucesivo se lo denominara **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES son personas naturales estudiantes de la carrera de **Agronomía**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **"Evaluación del ciclo vegetativo del hongo Reishi *(Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná"** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Octubre 2017 – Agosto 2023.

Aprobación HCA. -

Tutor. – Ing. Ricardo Augusto Luna Murillo MSc.

Tema: "Evaluación del ciclo vegetativo del hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*) con diferentes sustratos en el Cantón La Maná"

CLAUSULA SEGUNDA. – LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para la publicación de trabajos de investigación de grado en repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLAÚSULA TERCERA. – Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la Republica del Ecuador.

CLAUSULA CUARTA. – OBJETO DEL CONTRATO: por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
d) La importancia al territorio nacional de copias del trabajo de grado he has sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLAUSULA QUINTA, - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLAUSULA SEXTA. – El presente contrato tendrá una duración indefinida, contadas a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLAUSULA SÉPTIMA. – **CLAUSULA DE EXCLUSIVIDAD**. – Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** del derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrá utilizarla.

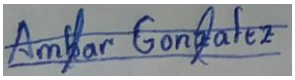
CLAUSULA OCTAVA. – LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. – El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. – En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. – Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, sean sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por el concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de agosto del 2023.



Gonzalez Vega Ambar Stefania
EL CEDENTE

Gonzalez Vega Angela Tais
EL CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema
EL CESIONARIO

Anexo 2. Currículum del tutor

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: LUNA MURILLO

NOMBRES: RICARDO AUGUSTO

ESTADO CIVIL: CASADO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0912969227

NUMERO DE CARGAS FAMILIARES: SEIS HIJAS

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: GUAYAQUIL 23 DE JUNIO

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Parroquia El Guayacán Cdla. La Carmela

TELÉFONO CONVENCIONAL: 052786601 TELÉFONO CELULAR: 0993845301

EMAIL INSTITUCIONAL: ricardo.luna@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: No

NÚMERO DE CONADIS: No

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO DE SENESCYT
TERCER	Ingeníero Zootecnista	29-08-2002	1014-002-180938
CUARTO	Diplomado Superior en Microbiología	30-10-2009	1006-09-700643
	Maestría en Microbiología Avanzada Mención Industrial	03-07-2015	1006-15-86063779

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DEMPEÑA:

Microbiología – Pastos y Forrajes Bioestadísticas

Anexo 3. Currículum de los estudiantes

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL ESTUDIANTE

DATOS INFORMATIVOS PERSONALES DEL ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: GONZALEZ VEGA

NOMBRES: AMBAR STEFANIA

ESTADO CIVIL: SOLTERA

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1250520549

NUEMRO DE CARGAS FAMILIARES: 0

FECHA DE NACIMIENTO: 27 DE SEPTIEMBRE DEL 2000

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: COTOPAXI CANTÓN LA MANÁ

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: AV. BOLIVIA Y 27 DE JULIO

TELÉFONO CELULAR: 0968263587

EMAIL INSTITUCIONAL: ambar.gonzalez0549@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: NINGUNO

NUMERO DE CARNET DE CONADIS: NINGUNO

ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
BACHILLERATO	TÍTULO DE BACHILLER EN CIENCIAS	06/03/2016

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL ESTUDIANTE

DATOS INFORMATIVOS PERSONALES DEL ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: GONZALEZ VEGA

NOMBRES: ANGELA TAIS

ESTADO CIVIL: CASADA

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1250520531

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 2

FECHA DE NACIMIENTO: 02 DE AGOSTO 1998

LUGAR DE NACIMIENTO: GUAYAS CANTÓN DURAN

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: AV. BOLIVIA Y 27 DE JULIO

TELÉFONO CELULAR: 0968263587

EMAIL INSTITUCIONAL: angela.gonzalez0531@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: NINGUNO

NUMERO DE CARNET DE CONADIS: NINGUNO

ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
BACHILLERATO	TÍTULO DE BACHILLER EN CIENCIAS	06/03/2016

Anexo 4. Certificado de Plagio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis Gonzalez de Descripción a Recomendación

8% Similitudes
< 1% Texto entre comillas
0% similitudes entre comillas
2% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Tesis Gonzalez de Descripción a Recomendación.docx
ID del documento: bfbf9e320b455309d41640a3937df6e7ea7bfefa
Tamaño del documento original: 256,35 kB

Depositante: RICARDO AUGUSTO LUNA MURILLO
Fecha de depósito: 7/8/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 7/8/2023

Número de palabras: 12.352
Número de caracteres: 78.014

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cienciadigital.org | Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de Ganode... https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/download/1324/3249 3 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (353 palabras)
2	www.doi.org | El hongo maitake (Grifola frondosa) y su potencial terapéutico https://www.doi.org/10.1016/S1130-1406(08)70033-0	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (79 palabras)
3	www.cifor.org | El uso de pigüe (Piptocoma discolor) por los pequeños ... https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Infobrief/4424-infobrief.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (69 palabras)
4	setasyhongosdelsur.com https://setasyhongosdelsur.com/wp-content/uploads/2023/02/Catalogo-de-sustratos-SyHdS-2023-web...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (65 palabras)
5	www.observatoriomedicinaintegrativa.org | actividad antitumoral archivos - Obser... https://www.observatoriomedicinaintegrativa.org/tags/actividad-antitumoral/ 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (54 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.cebaecuador.org https://www.cebaecuador.org/wp-content/uploads/2022/01/17.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	repositorio.puce.edu.ec | Diversidad de los géneros Ganoderma y Amauroderma en ... http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/bitstream/22000/9027/3/Diversidad de los géneros Ganoderm...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
3	dspace.utpl.edu.ec https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13382/1/Hurtado Cabrera María Gabriela.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
4	mycodelic.cl | Aprende a cultivar hongos paso a paso - Mycodelic https://mycodelic.cl/guia/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	repositorio.utc.edu.ec | Diseño de un sistema de costos por procesos de producción... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4891/6/UTC-PIM-000209.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)

Anexo 5. Aval de traducción del idioma inglés

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

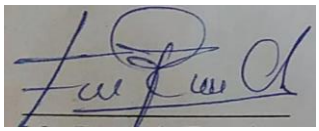
En calidad del Docente del idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **"EVALUACIÓN DEL CICLO VEGETATIVO DEL HONGO REISHI (GANODERMA LUCIDUM) CON DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CANTÓN LA MANÁ",** presentado por **Gonzalez Vega Ambar Stefania y Gonzalez Vega Angela Tais**, egresadas de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2023

Atentamente,



Mg. Fernando Toaquiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.I: 0502229677

Anexo 6. Fotografías de la investigación

Fotografía 1. Realización del cuarto oscuro

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 2. Siembra de semillas en sustratos

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 3. Ubicación en cuarto oscuro

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 4. Registro de datos experimentales

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

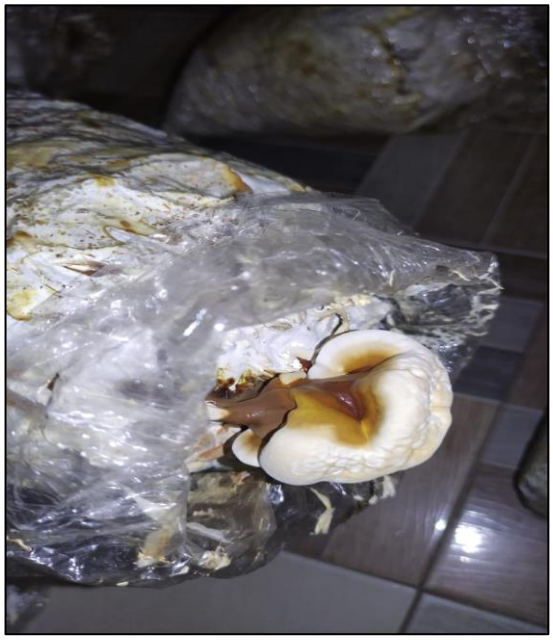
Fotografía 5. Ubicación en el cuarto de producción

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 6. Registro de emergencia primordio

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 7. Formación del sombrero



Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 8. Numero de setas por bolsas

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 9. Días a la Cosecha

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 10. Cosecha

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

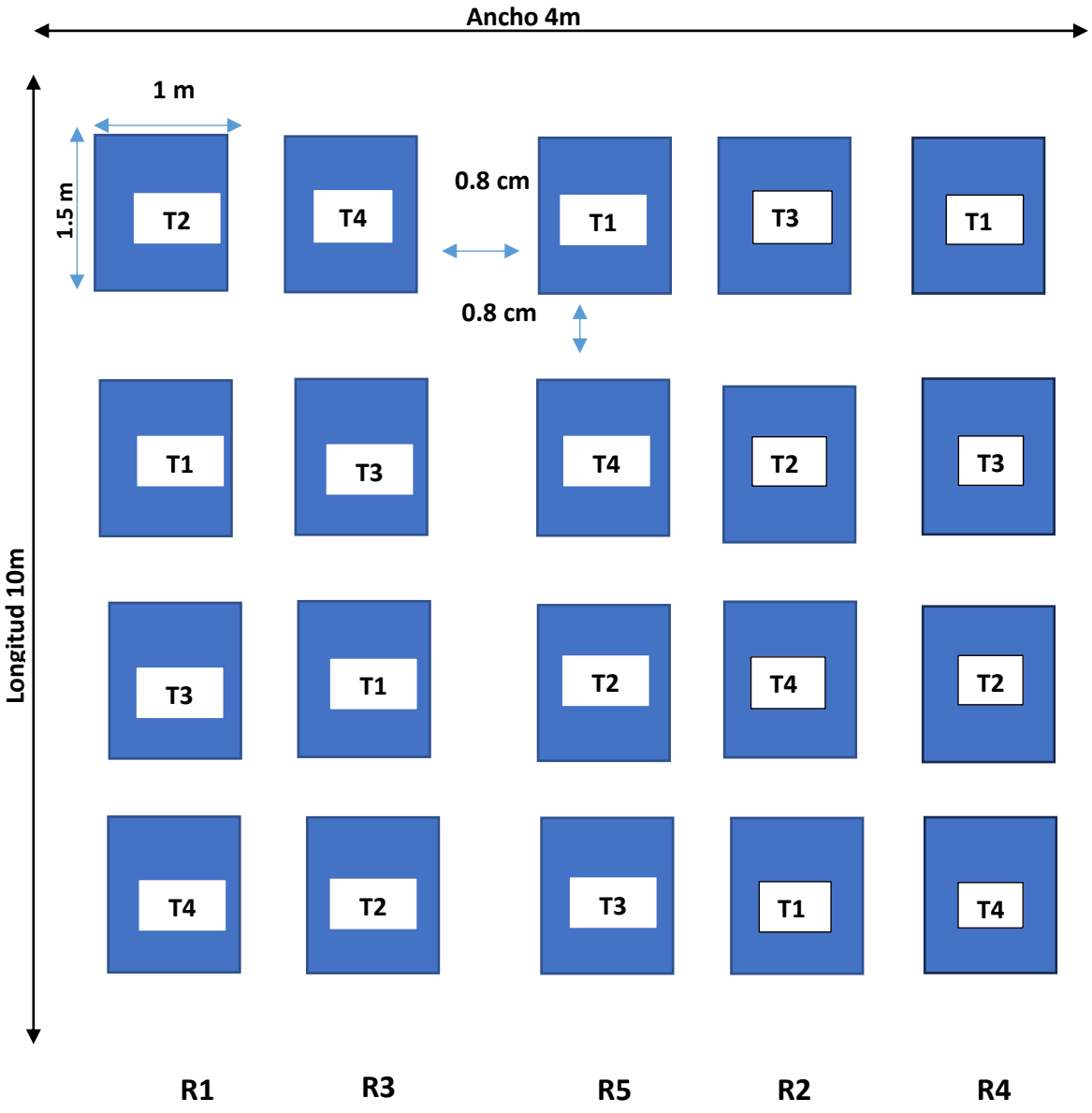
Fotografía 11. Diámetro del sombrero

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Fotografía 12. Peso del cuerpo fructífero

Fuente: Gonzalez & Gonzalez (2023)

Anexo 7. Diseño Experimental



Anexo 8. Análisis de los Sustratos

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme
Mocache – Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	GONZALEZ VEGA AMBAR STEFANIA	Telf	0968263587	Reporte N° :	10762
Nombre de la Propiedad :		Cultivo:	Abono	Fecha de muestreo :	14/03/2023
Localización :	Quito		Pichincha	Fecha de ingreso:	31/03/2023
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida de resultado:	11/04/2023

RESULTADO E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	pH	dS/m	Concentración %						ppm				
			CE	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
81290	S. Aserrín	6.1	3.03	1.2	0.07	0.35	0.79	0.13	0.16	29	24	5	285	109
81291	S. Cascarilla A	6.7	4.00	1.0	0.03	0.42	0.54	0.12	0.08	32	25	5	410	160
81292	S. Cebada	7.2	4.35	1.2	0.10	0.68	0.79	0.14	0.12	22	27	6	231	118
81293	S. Mezcla	6.9	3.47	1.1	0.10	0.37	0.57	0.11	0.23	32	25	6	271	131

Observaciones: ----------

Dr. Manuel Carrillo Zenteno
RESPONSABLE DPTO.

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INV. AGROP. ESTACION EXP. TROP. PICHILINGUE INIAP LABORATORIO DE SUELOS Y TEJIDOS QUEVEDO

LABORATORISTA

La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses, Tiempo en el que se aceptaran reclamos en los resultados

Anexo 9. Análisis Bromatológicas

AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. ÁMBAR ESTEFANIA GONZÁLEZ	Número Muestra:	8084
		Fecha Ingreso:	14/3/2023
Tipo muestra:	*HONGO GANODERMA LUCIDUM*	Impreso:	29/3/2023
Identificación:	*ASERRÍN PIGUE*	Fecha entrega:	31/3/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETEREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	28,39	14,17	3,84	0,97	22,31	30,31
Seca		19,79	5,36	1,36	31,16	42,33

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

AGROLAB

Dirección:
Calle Rio Chambira Nº 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. ÁMBAR ESTEFANIA GONZÁLEZ	Número Muestra:	8085
		Fecha Ingreso:	14/3/2023
Tipo muestra:	*HONGO GANODERMA LUCIDUM*	Impreso:	29/3/2023
Identificación:	*CASCARILLA DE ARROZ*	Fecha entrega:	31/3/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETEREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	29,13	16,60	4,31	1,23	24,08	24,64
Seca		23,43	6,08	1,74	33,98	34,77

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

AGROLAB

AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. ÁMBAR ESTEFANIA GONZÁLEZ	Número Muestra:	8086
		Fecha Ingreso:	14/3/2023
Tipo muestra:	*HONGO GANODERMA LUCIDUM*	Impreso:	29/3/2023
Identificación:	*CEBADA*	Fecha entrega:	31/3/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETEREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	35,45	13,41	3,12	1,03	19,47	27,51
Seca		20,78	4,84	1,60	30,16	42,62

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO
AGROLAB
Santo Domingo de los Colorados

AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. ÁMBAR ESTEFANIA GONZÁLEZ	Número Muestra:	8087
		Fecha Ingreso:	14/3/2023
Tipo muestra:	*HONGO GANODERMA LUCIDUM*	Impreso:	29/3/2023
Identificación:	*ASERRÍN, CASCARILLA, CEBADA*	Fecha entrega:	31/3/2023

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETEREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	31,20	14,81	3,41	0,85	22,00	27,72
Seca		21,53	4,96	1,24	31,98	40,29

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO
AGROLAB
Santo Domingo de los Colorados