

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.)

Boedijn EN RESIDUOS LIGNOCELULOSICOS EN LA REGION DE
MADREDE DIOS”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

Autor:

Bach. HUAYHUA COLQUE, Obed
Edom

ASESOR: Dr. GARCÍA ROCA, Mishari
Rolando

PUERTO MALDONADO, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y MEDIO AMBIENTE**



“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.)

Boedijn EN RESIDUOS LIGNOCELULOSICOS EN LA REGION DE
MADREDE DIOS”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

AUTOR:

Bach: HUAYHUA COLQUE, Obed
Edom

ASESOR: Dr. GARCÍA ROCA, Mishari
Rolando

PUERTO MALDONADO, 2024

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por darme la dicha de hacer su voluntad para poder ser feliz y la fortaleza para alcanzar mi propósito, como el de terminar mi investigación de tesis para obtener el título profesional.

A mis padres “Navidad” y “alejandrina” de quien escricibí en el momento oportuno su apoyo constante y sabios consejos

A mis hermanos, Miluska, Rodin, y Michael por su aliento y permanente apoyo moral para realizarme profesionalmente.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por darme la dicha de hacer su voluntad para poder ser feliz y la fortaleza para alcanzar mi propósito, como el de terminar mi investigación de tesis para obtener el título profesional.

A mis padres “Navidad” y “alejandrina” de quien escricibí en el momento oportuno su apoyo constante y sabios consejos

A mis hermanos, Miluska, Rodin, y Michael por su aliento y permanente apoyo moral para realizarme profesionalmente.

TURNITIN_OBED HUAYHUA COLQUE

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unjbg.edu.pe

Fuente de Internet

4%

2

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unamad.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

1%

8

web.siia.unam.mx

Fuente de Internet

1%

9

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Presentación

En la región de Madre de Dios no existen investigaciones sobre el cultivo de hongos, así como tampoco sobre el aprovechamiento de los residuos lignocelulósicos que deja el sector forestal y agrario.

El mal manejo de estos residuos constituye un problema ambiental, puesto que se generan más materia de lo que se reutiliza, además de constituir un problema, ya que estos se desechan en espacios abiertos, siendo quemados por lo general incrementando las emisiones de CO₂.

Si a esto le sumamos la falta de conocimiento e identificación de nuestro recurso micótico, los cuales aprovechan estos residuos, da como resultado el nulo aprovechamiento de estos. En otros países latinoamericanos el aprovechamiento de este recurso es a nivel industrial, el que genera buenas ganancias económicas anualmente, es por ello que el cultivo de hongos podría ser una alternativa sostenible que mejoraría la calidad de vida de los pobladores locales.

La presente investigación busca evaluar el rendimiento del cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos, llevándose a cabo en ambientes semi controlados. Los parámetros que se evaluaron fueron: la corrida del micelio, la eficiencia biológica, la tasa de producción y el rendimiento.

Es por ello que el hongo comestible *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, resulta ser una de las especies promisorias para el cultivo, producción e introducción al mercado gastronómico de nuestra región, además de poseer un sabor, olor y textura irresistible para el consumidor.

Introducción

Los residuos lignocelulósicos procedentes de las industrias forestal y agrícola han aumentado considerablemente con el pasar del tiempo en Madre de Dios. Debido a la falta de un método adecuado de utilización, estos residuos no se aprovechan ni se valorizan, normalmente se queman o se vierten al aire libre, utilizándose de menor manera como combustible. Además, debido a la composición química de estos residuos, pueden acumularse hasta un punto en que superan su capacidad natural de biodegradación, degradando y contaminando el medio ambiente (Villar, 2021).

Pleurotus djamor (Rumph. ex Fr.) Boedijn es una especie de hongo comestible y medicinal, con considerable potencial económico que se pueden encontrar en los bosques de la región de Madre de Dios (ITA INKATERRA, 2018)

Pleurotus djamor (Rumph. ex Fr.) Boedijn se puede cultivar en una amplia gama de desechos lignocelulósicos, lo que brinda la oportunidad de revalorizarlos y producir un alimento con gran valor nutricional.

En varios lugares del Perú, incluidos Cajamarca, Cuzco, Junín, Puno, Arequipa y Huancavelica, se han cultivado y producido hongos comestibles (Abad, 2007). Si bien no hay estudios sobre el cultivo de hongos comestibles o medicinales en la región de Madre de Dios, esto requiere más investigación utilizando productos de desecho lignocelulósicos de las industrias forestal y agrícola. Dado que este cultivo no utiliza fertilizantes, se trata de una práctica agroecológica.

Existe un problema de contaminación cuando los restos lignocelulósicos y agrícolas, como el aserrín y las cáscaras de arroz, no se reciclan adecuadamente y se pierden sin darles un valor adicional, liberando carbono secuestrado al medio ambiente.

Contenido

CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
Problema general	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4 Variables	3
1.5. Operacionalización de variables.....	3
1.6. Hipótesis	4
1.7. Justificación	5
1.8. Consideraciones éticas	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes del estudio.....	7
Internacionales	7
Nacional	8
Local.....	9
2.2. Marco teórico	10
2.2.1. <i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	10
2.2.2. Ciclo biológico de <i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	11
2.2.3 Primer cultivo de <i>Pleurotus spp</i> en Perú.	11
2.2.4 Sustratos empleados para el cultivo de <i>Pleurotus djamor</i>	12

2.2.5. Etapas de cultivo de <i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	13
2.2.6. Factores que afectan el crecimiento y fructificación	15
2.2.7. Valor nutricional	17
2.3. Definición de términos.....	18
2.3.1. Corrida de micelio.....	18
2.3.1. Eficiencia biológica	18
2.3.2. Tasa de producción	19
2.3.4. Rendimiento.....	19
CAPITULO III.....	20
METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACION	20
Ubicación del área de estudio.....	20
3.2. Diseño de estudio.....	21
3.3. Población y muestra.....	22
3.3.1. Población	22
3.3.2. Muestra	22
3.4. Método y técnica	22
3.4.1. Método	22
3.4.3. Parámetros de evaluación	24
3.5. Tratamiento de los datos.....	25
CAPITULO IV	26
RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.....	26
4.1. Corrida de micelio	26
4.2. Eficiencia biológica según tratamiento	27
4.3. Tasa de producción según tratamiento	29

4.2. Rendimiento según tratamiento	31
Conclusiones	34
Sugerencias.....	35
Referencias bibliográficas	36

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Descripción del problema

En la región de Madre de Dios el mal manejo de los residuos forestales y agrícolas dejan grandes volúmenes de residuos que a diario se queman, se pudren, se botan como basura o se pierde en el ambiente, volúmenes que hasta ahora no han sido medidos lo que contribuye a la problemática ambiental.

Más de la mitad de la madera utilizada en aserraderos y carpinterías se desperdicia durante el proceso de transformación, siendo el rendimiento al aserrado el 52 % del total de esta, ya sea que se utilice para fines primarios o secundarios. Así mismo la agricultura produce más residuos en los períodos posteriores a la cosecha por parte de los agricultores o en algunas instituciones (Villar, 2021), Los polímeros que componen estos residuos (celulosa, hemicelulosa y lignina) son difíciles de descomponer, pero los hongos pueden descomponerlos puesto que poseen las enzimas necesarias para hacerlo (García, Bermúdez y Serrano, 2011). Además, la falta de conocimiento sobre la identificación y los usos de nuestros recursos micóticos de la región, hace que su aprovechamiento sea mínimo o casi nulo.

Así mismo no existen estudios en la región de Madre de Dios sobre el cultivo y mucho menos sobre rendimiento de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, sin embargo, Apaza (2017) concluyo en su investigación sobre el cultivo de *Pleurotus djamor* en residuos de paja de arroz, que la tasa de producción es de 5.75 % y su rendimiento de 19.54 %. por lo que resulta posible la utilización de aserrín y chala de arroz, abundantes en la región.

Mediante la presente investigación se aprovecharon los residuos lignocelulosicos obtenidos en Puerto Maldonado, para el cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn, mitigando así la problemática ambiental que viene generando estos residuos y contribuyendo a la seguridad alimentaria

con la producción de un hongo alimenticio, medicinal, orgánico libre de fertilizantes, alternativa ideal para sustituir a la carne de origen vacuno, que aporta metano a la atmosfera, siendo el metano uno de los mayores aportantes al calentamiento global.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cuál será el rendimiento del cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos en la provincia de Tambopata- región de Madre de Dios?

Problema específico

- ¿Cuál será el tiempo de corrida de micelio de *Pleurotus djamor* (Rumph? ex Fr.) Boedijn?
- ¿Cuál será la eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* (Rumph? ex Fr.) Boedijn?
- ¿Cuál será la tasa de producción de *Pleurotus djamor* (Rumph? ex Fr.) Boedijn?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el rendimiento del cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos en la provincia de Tambopata- región de Madre de Dios

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el tiempo de corrida del micelio de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn.
- Evaluar la eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn.
- Evaluar la tasa de producción de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn.

1.4 Variables

Variable independiente: Sustratos a base de residuos lignocelulósicos

Variable dependiente: Rendimiento del cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn.

1.5. Operacionalización de variables

Definiciones conceptuales	Definición procedimental	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Sustrato a base de residuos lignocelulósicos: Son restos de materiales vegetales que poseen celulosa, hemicelulosa y lignina o la combinación de estos compuestos en su estructura.	Sustrato a base de residuos lignocelulósicos (aserrín y chala de arroz) en diferentes proporciones.	Proporciones de la chala de arroz.	T1 (aserrín 70 %+ chala de arroz 30 %) T2 (aserrín 50 %+ chala de arroz 50 %) TC (aserrín 100 %)
Variable dependiente: El rendimiento del cultivo del hongo <i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn define valores numéricos que permiten medir la capacidad de producción de una cepa.	El rendimiento del cultivo del hongo <i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn se determina a través de la corrida de micelio, eficiencia biológica y tasa de producción.	Corrida del micelio. Eficiencia Biológica. Tasa de producción.	Tiempo en días de la colonización Total, de peso de hongo fresco / peso de sustrato seco Eficiencia biológica/ tiempo de producción

1.6. Hipótesis

Hipótesis nula H_0

El rendimiento del cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será menor a 10.55 % a diferencia del tratamiento control (Albán, 2018).

Hipótesis alterna H_a

El rendimiento del cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será mayor que 10.55 % que el tratamiento control

Hipótesis específica

- H1O: La corrida de micelio de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será menor que en el tratamiento control.
- H1 A: La corrida de micelio de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será mayor en el tratamiento control
- H2O: La eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será menor que en el tratamiento control
- H2A: La eficiencia biológica de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será mayor en el tratamiento control.
- H3O La tasa de producción de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será menor que en el tratamiento control
- H3A: La tasa de producción de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn en residuos lignocelulósicos (aserrín, chala de arroz) utilizados como sustrato será mayor en el tratamiento control

1.7. Justificación

Tecnológica

Una de las tecnologías de transformación de residuos lignocelulósicos en alimento para el consumo humano, es el cultivo de hongos. Esta se da de manera eficiente con un buen rendimiento y eficiencia biológica (Ramos, 2018).

Nutricional

La necesita de tener un alimento libre de fertilizantes y 100 % orgánico, nos hace pensar en utilizar estos residuos lignocelulósicos, para transformarlo en alimento mediante la producción de hongos nutraceuticos, los cuales transforman estos, convirtiéndolos en proteínas, (Ardón, 2007). Los carpoforos poseen la mayoría de los aminoácidos esenciales, fibras, vitaminas y minerales. Asimismo, presenta una baja concentración en grasas, lo que la hace apetecible para quienes tienen exceso de urea y problemas de colesterol (Carvajal, 2010)

Económica

Debido a su precocidad en la producción de carpoforos, este método de cultivo se emplea en varias naciones con buenos resultados, tanto en la producción como en la conservación de estos. Esta economía cíclica es sostenible, ya que al final del proceso de producción de carpóforos, se procede a compostar los residuos de las bolsas de producción (Espinosa y Pazmiño, 2016)

Importancia

La importancia de este trabajo radica en proporcionar un uso a los residuos lignocelulósicos procedentes del sector forestal y agrícola, como la cascarilla de arroz y el aserrín, para darles valor utilizándolo como sustrato para el cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. Dado que estos residuos están disponibles casi todo el año, esto también ayudaría a los interesados en llevar

a cabo esta actividad con unos ingresos rentables, mejorando la calidad de vida del productor y su familia.

1.8. Consideraciones éticas

Se solicitó autorización al Dr. Mishari Garcia Roca encargado del hongiario "Cristhian Max" que se encuentra ubicado en el fundo el bosque, propiedad de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, para utilizar dicha infraestructura, se respetaron las buenas prácticas medioambientales y se ejecutó los protocolos de asepsia para el cultivo de *Pleurotus djamor*.

Para este fin se siguieron las siguientes consideraciones:

- Como indica Ardón (2007), las "normas de calidad" aluden a las características que deben poseer las setas para ser comercializadas.
- La norma general del CODEX para el consumo de setas y sus productos es la CODEX STAN 38-1981.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Internacionales

López et al., (2021) tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de *Pleurotus djamor* utilizando cuatro mezclas de sustrato diferentes como medio de cultivo. La investigación se ejecutó en el Instituto Tecnológico Galván, los cuales están ubicados en el kilómetro 4.5 de la carretera Cardel Chachalacas en Veracruz, México. El experimento constó de 4 tratamientos, cada uno compuesto por 25 repeticiones: Tratamiento 1 (restos de maíz + cebada), tratamiento 2 (restos de maíz + cebada) y tratamiento 3 (restos de frijol+ cebada). Para cada tratamiento, se evaluó el tamaño, el peso y el rendimiento total de los hongos pequeños, medianos y grandes. Como resultado descubrió que t1 tenía una apariencia primordial superior (47,250 unidades), un peso total del hongo de 9.0238 kg y un rendimiento de 50,438 %, donde concluyó que para el cultivo de este hongo comestible se requiere una conducción adecuada en la preparación de los sustratos, una limpieza adecuada para evitar contaminantes y un buen manejo de los parámetros en cada proceso de cultivo.

Tinoco (2022) tuvo como objetivo evaluar la efectividad del sustrato en la producción de *Pleurotus djamor* B a partir de sobrantes agroforestales. La finca “La Pradera” de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador es donde se realizó el estudio. En el experimento se utilizaron tres sustratos; tallo de maíz, rastrojo de maíz y aserrín de balsa, y dos técnicas de pasteurización en tres bloques de seis tratamientos cada uno, para un total de 18 tratamientos, y tres repeticiones de cada tratamiento para un total de 54 repeticiones, evaluó el comportamiento productivo y el procedimiento de desinfección. Como resultado descubrió que tanto la pasteurización con vapor

como la pasteurización por inmersión produjeron los mejores resultados, aunque la pasteurización con vapor funcionó mejor. El tratamiento de rastrojo de maíz que produjo el mejor rendimiento, cantidad de carpóforos y eficiencia biológica de 48,20 % tuvo el mejor comportamiento productivo. Concluyó que *Pleurotus djamor* B debe ser producido usando técnicas de desinfección porque los organismos se encuentran en materiales lignocelulósicos, y el rastrojo de maíz tratado es el sustrato óptimo para su crecimiento.

Nacional

Valera (2019) tuvo como objetivo conocer el rendimiento de *Pleurotus ostreatus* cultivado sobre tres sustratos a base de residuos agroindustriales. La investigación se realizó en la finca Los Pichones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, en Tacna-Perú. El experimento constó de 4 tratamientos, cada uno de los cuales tuvo 7 repeticiones: t1 (restos de uva + mazorca de maíz), t2 (restos de uva + mazorca de maíz), t3 (restos de uva + mazorca de maíz) y t4 (restos de maíz). evaluó la corrida de micelio, el número de hongos, el tamaño de los hongos, la eficiencia biológica, la tasa de producción, el rendimiento y la determinación de proteína. Como resultado se descubrió que t2 tenía el tiempo de funcionamiento de micelio más corto (18 días), t1 tenía más hongos (51 unidades), t2 tenía hongos más grandes (6,1 cm), t1 tenía una mayor eficiencia biológica (87,6 %) y tasa de producción (1,6 %), y el t4 tuvo el mejor rendimiento (26,9 %) y valor proteico (10,7 %). Demostró que t1 (restos de uva + mazorca de maíz) y t3 (restos de uva + restos de oliva) tienen mayor eficiencia biológica, tasa de producción y la mayor eficiencia biológica, respectivamente.

Villar (2021) buscó determinar el crecimiento del hongo en diversos sustratos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn, la investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de La Selva en Huánuco-Perú. Los cuatro tratamientos en el experimento, tratamiento 1

(restos de maíz), tratamiento 2 (resto de frijol), tratamiento 3 (hoja de plátano) y tratamiento 4 (restos de arroz), se repitieron 8 veces cada uno, para hallar su eficacia biológica, periodo de fructificación, peso hongo fresco y su rendimiento y la tasa de producción. Los resultados mostraron que el t1 (tallo de maíz) fue más efectivo que los otros tratamientos en términos de eficiencia biológica (66.39 %), fructificación (35,10 días), peso de producción (260.00gr), rendimiento (24,63 %) y tasa de producción (4,31 días). concluyó que t1 (restos de maíz) es el más adecuado para el cultivo de *Pleurotus djamor*.

Córdova (2021) buscó evaluar el valor nutricional y la productividad del hongo *Pleurotus ostreatus* en sustrato de café. El experimento se realizó en 1 tratamiento (pulpa de café) realizando 8 repeticiones, evaluando la eficiencia biológica, la tasa de producción, rendimiento y valor nutricional. El estudio se realizó en el hongo del "Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales In Vitro" de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima-Perú. Se encontró una eficiencia biológica del 8.39 %, una tasa de producción del 13.10 %, un rendimiento del 5,16 % y una cantidad de proteína bruta 30 %, grasas 1 %, carbohidratos 50 % y 7 % de cenizas, y se obtuvo como resultado fibra cruda 11 % en 100 gr de harina de champiñones. Por lo tanto concluyó que la productividad de *Pleurotus ostreatus* es baja, agregando solo 0.83 % del peso del sustrato húmedo, pero que su valor nutricional en harina.

Local

Cárdenas (2021) buscó determinar la variedad de macrohongos silvestres y la medida en que influyen en el ecoturismo y la cocina en la Concesión de Inotawa en su estudio, "Macrohongos silvestres y su influencia en el ecoturismo y la gastronomía en la Concesión de Conservación de Inotawa, Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios - 2015." Además, se realizó una encuesta sobre macrohongos, ecoturismo y gastronomía a 90 turistas (locales y extranjeros), evaluando la diversidad de macrohongos y su influencia en el turismo y la gastronomía en la concesión de Inotawa. El

estudio se realizó en 10 parcelas de 1 km² que fueron evaluadas en estación de lluvias y en estación seca. El resultado fue una muestra de 1220 carpóforos, de los cuales se identificaron 131 especies y se determinaron sus usos. De estas, se encontraron 25 especies comestibles (19.8 %), 1 especie enteogénica (0.76 %), 84 especies con usos desconocidos (64.12 %), 20 especies medicinales (15.27 %) y solo una especie venenosa (0.76 %). Adicionalmente, se descubrió que los macrohongos silvestres tienen un impacto considerable en el ecoturismo, con valores de $Rho=0,825$ y $R^2=805$, y un impacto significativo en la gastronomía, con valores de $Rho=0,932$ y $R^2=0,830$. Conclusión: El uso de macrohongos silvestres puede mejorar tanto el ecoturismo como las ofertas culinarias en la concesión de la reserva de Inotawa.

2.2. Marco teórico

2.2.1. *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn

Es un hongo saprófito que se desarrolla en troncos o residuos agrícolas o industriales, compuestos en su mayoría por celulosa, hemicelulosa y lignina. Se alimenta de estos nutrientes y los descompone (Sánchez y Royse, 2001). El género *Pleurotus* crece en racimos. Tiene un sombrero en forma de concha u ostra cuyo tamaño oscila entre 6 y 20 cm. Tiene láminas blancas, muy próximas entre sí, lisas y recurrentes. En el borde del sombrero se inserta el pie. Su carne firme tiene buen sabor y es de color blanco (Ciappini, Gatti y López, 2004).

Tabla 1: Taxonomía de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn.

Dominio:	Eucariota
Reino:	Fungí
División:	Basidiomycota
Clase:	Agaricomycetes
Orden:	Agaricales
Familia:	Pleurotaceae
Género:	Pleurotus
Especie:	<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn

2.2.2. Ciclo biológico de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn

El primordio es la etapa más temprana de la fructificación, es donde cada carpoforo se desarrolla en un sombrero y madura en pocos días. Cuando alcanzan el estado maduro, producen esporas, que son expulsadas por los extremos del basidio después de que se produzcan algunos eventos celulares (Alberto y Gasoni, 2008). Cuando estas esporas encuentran un sustrato, temperatura, pH y humedad suficiente, germinan e inician su crecimiento que produce el micelio y el ciclo de vida del hongo se repite ciclicamente (Sánchez y Royse, 2001).

2.2.3 Primer cultivo de *Pleurotus spp* en Perú.

En Perú, el primer cultivo de hongo fue *Agaricus bisporus* “champiñón” en el año 1960, logrando el cultivo a nivel industrial en los años 80, mientras que ya en 1990 se comienza por primera vez el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus*, y en el año 2008 se logra la introducción al mercado de *Lentinula edodes* “shiitake” (Chimey y Holgado, 2010). En Perú el rubro de cultivo de hongos es muy ignorado por las universidades e instituciones del estado, lo

que resulta en un desarrollo mínimo y postergación del aprovechamiento del recurso micotico nativo.

2.2.4 Sustratos empleados para el cultivo de *Pleurotus djamor*

Gracias a la actividad agrícola y forestal que solo utiliza una parte de la biomasa producida por los cultivos en el Perú, existen amplios residuos lignocelulósicos (Valera, 2019). En la actualidad hay 200 tipos diferentes de restos que pueden utilizarse como base en el cultivo de hongos (poppe, 1995). Debido a las enzimas presentes en los hongos, que pueden consumir polímeros ricos en celulosa, hemicelulosa y lignina para su producción, estos residuos están constituidos por lignocelulosa, que se forma cuando la celulosa y la hemicelulosa están unidas por lignina, un polímero aromático altamente oxigenado (López, 2015).

Tabla 2. Composición química de la madera Bolaina blanca (*Guazuma crinita*)

<i>Componentes químicos</i>	<i>%</i>
Extractivos alcohol benceno	1,44
Extractivos en agua caliente	4,09
Celulosa	53,48
Lignina	24,48
Cenizas	1,97
Sílice	0,19
Hemicelulosa	18,87

FUENTE: Egoavil (1992)

Tabla 3. Composición química de la madera achihua (*Jacaranda copaia*)

Componente químicos	%
Extractivos alcohol benceno	1,1
Extractivos en agua caliente	1,4
Celulosa	58
Lignina	27
Cenizas	0,7
Sílice	0,7
Hemicelulosa	12

Fuente: Morey (2018)

Tabla 4. Composición química de la madera Pashaco (*Schizolobium parahyba*)

Componente químicos	%
Extractivos	1,39
Lignina	30,47
Cenizas	1,43
Holocelulosa	66.52

Fuente: Quito (2019)

2.2.5. Etapas de cultivo de *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn

Semilla

La “semilla” es un sustrato intermedio que contiene micelio de hongo y es el más adecuado para que el hongo se multiplique o colonice el sustrato final, Para estos procedimientos se requiere una asepsia total. Como sustratos de siembra se puede emplear sorgo, trigo o aserrín (Zárate, 2015). Para lograr altos rendimientos en toda la etapa de producción, su calidad es esencial (Viziteu, 2005).

Preparación del sustrato

Además de depender de la estructura y composición química del sustrato, la preparación del mismo debe aportar los nutrientes que el hongo necesita para crecer rápidamente (Cárdenas, 2015). Cuando se utiliza aserrín como sustrato, se pueden incluir aditivos como paja de arroz o cascarilla para añadir nutrientes que eleven el rendimiento y la calidad de los carpóforos (Alberto y Gasoni, 2008).

La parte fundamental en la preparación del sustrato se da en el proceso térmico (pasteurización) que se somete al sustrato para destruir parásitos, agentes patógenos, semillas y posibles competidores (García, 2007) la pasteurización del sustrato se realiza con vapor de agua con una temperatura que oscile entre 70 a 80 °C (Zárate, 2015), pero al sobrepasar estas temperaturas corre el riesgo de alterar las proteínas, aminoácidos y otros polisacáridos, empobreciendo el sustrato (Valera, 2019).

Inoculación o siembra

Radica en añadir la semilla al sustrato ya pasteurizado, esto se debe realizar en un ambiente cerrado para evitar contaminaciones en el desarrollo micelial (Hernández et al., 2007). La cantidad de semilla a utilizar oscila entre el 1 % y el 5 % del peso del sustrato húmedo, o el 3% en la mayoría de los casos. Para evitar el sobrecalentamiento, las bolsas se colocan separadas en la sala de incubación una vez finalizada la inoculación (Albán, 2018).

Incubación

Es el momento en que el micelio está colonizando el sustrato en las condiciones ideales de temperatura, luz, ventilación y humedad, lo que permite una colonización más rápida y una mayor tasa de crecimiento (Zárate, 2015). La temperatura debe oscilar entre 25 y 30 °C, con un requisito de humedad del 60 al 70 % como mínimo. El micelio no puede sobrevivir a temperaturas superiores a 35 °C. La mayoría de las cepas pueden crecer adecuadamente a temperaturas entre 20 y 30 °C sin diferencias perceptibles en la tasa de crecimiento. El sustrato se cubrirá completamente de micelio y adquirirá un aspecto pálido en un plazo de 15 a 30 días (Albán, 2018).

Inducción

Los parámetros ambientales deben alterarse para iniciar la fase de inducción (creación de los carpóforos) (Holgado et al., 2019), La inducción se debe provocar una vez que el micelio haya colonizado todo el sustrato; puede tardar dos días o catorce días (Santa, 2005). El micelio transita de crecimiento vegetativo a reproductivo como resultado de la alteración de las condiciones ambientales, y la aparición de primordios marca el inicio de la etapa de fructificación. Esto se logra utilizando choques de frío, irrigación y luz (Ruiz, 2021).

El desarrollo del primordio requiere una alta humedad relativa del 80 % al 95 %, una temperatura de 10 °C y, para algunas cepas, 50-500 lux. (Woo, 2005)

Fructificación

El secreto de la fructificación es perturbar el entorno y alterar los factores ambientales en beneficio del cuerpo fructífero, los carpóforos crecen mejor a temperaturas bajas adecuadas para la fructificación, cuando se les proporciona agua, se amplía la humedad y se mantiene la iluminación (Albán, 2018), Además, la temperatura debe ser cercana a la del hábitat nativo del hongo (Fernández, 2004). Esta fase también incluye la esporulación, que es la descarga de millonadas de esporas en el medio ambiente. En algunas situaciones, esto puede provocar reacciones alérgicas en las personas (García, 1985).

Cosecha

Para evitar contaminar el punto de corte, se realiza manualmente retorciendo la base del carpóforo o con un cuchillo limpio. La recolección se realiza en tres fases (García, 1985).

2.2.6. Factores que afectan el crecimiento y fructificación

Temperatura

La temperatura influye en la actividad enzimática, el metabolismo celular y la fluidez de los lípidos de las membranas celulares. Al igual que la temperatura fluctúa en función de la cepa, la temperatura también varía en función de la fase de desarrollo de una cepa, ya sea en la fase de germinación, de crecimiento del micelio o de fructificación (Sánchez y Royse, 2001). Se necesitan temperaturas de 10 a 20 °C para el desarrollo primordial, de 20 a 25 °C para el crecimiento micelial y de 13 a 16 °C para la fructificación (Tipán, 2016).

Actualmente, se pueden obtener cepas que se desarrollan a temperaturas diferentes de las de sus ancestros para llevar a cabo una mejora genética. (Labarere, 1993).

pH

El sustrato del cultivo se ve directamente afectado por el potencial de hidrógeno porque afecta al carácter iónico, a las proteínas de membrana y a las enzimas conectadas a la pared celular, lo que a su vez afecta al metabolismo (Sánchez y Royse, 2001).

Se ha informado de rangos de crecimiento de 4 a 7 pH para *Pleurotus spp*, lo ideal es tener un pH de 5 a 6. Sin embargo, este valor cambia en función de la cepa o la especie (Sánchez y Royse, 2001).

Sustrato

En la actualidad 200 tipos diferentes de restos producidos por las industrias agrícola y forestal pueden utilizarse como base en el cultivo de hongos (poppe, 1995). Debido a las enzimas presentes en los hongos, que pueden consumir polímeros ricos en celulosa, hemicelulosa y lignina para su producción, estos residuos están constituidos por lignocelulosa, que se forma cuando la celulosa y la hemicelulosa están unidas por lignina, un polímero aromático altamente oxigenado (López, 2015).

Relación C/N

El carbono y el nitrógeno son nutrientes críticos para la nutrición de los hongos *Pleurotus spp*, con una relación C/N alta que favorece el crecimiento del micelio y una relación baja que favorece la producción de cuerpos fructíferos (Rajarithnam, Bano y Patwardhan, 2015).

Humedad relativa

La humedad relativa es crucial durante la incubación; debe mantenerse entre el 65 % y el 70 %, y durante la fase de fructificación, debe ser alta (del 80 % al 90 %). Una humedad relativa baja retrasa el desarrollo de los carpóforos, mientras que una humedad relativa alta favorece el crecimiento de las plagas y el desarrollo de carpóforos mucilaginosos con sensación de humedad (Tipán, 2016).

Aireación

Dado que los hongos son criaturas aeróbicas con necesidades variables de oxígeno en función de sus estados fisiológicos, el oxígeno es de vital importancia para ellos. La alta concentración de CO₂ en *Pleurotus* favorece la germinación de las esporas y el desarrollo del micelio, pero inhibe la fructificación (Sánchez y Royse, 2001).

El dióxido de carbono atrofia el crecimiento fúngico cuando la aireación es inadecuada a lo largo de las fases de colonización y fructificación, mientras que una aireación elevada favorece la pérdida de humedad y endurece el sustrato. Por lo tanto, para evitar pedicelos demasiado largos y capuchones musculosos, el nivel de CO₂ durante la fructificación debe ser inferior a 1000 ppm (Tipán, 2016).

Luz

Para que el hongo *Pleurotus spp* fructifique, requiere longitudes de onda menores a 6 nm (Ardón, 2007), además, la iluminación afecta el color de los carpóforos durante la etapa de fructificación, y la poca iluminación dará como resultado carpóforos pequeños. La iluminación indirecta también es necesaria para evitar la pérdida de humedad (Tipán, 2016).

2.2.7. Valor nutricional

El hongo *Pleurotus spp* tiene excelentes propiedades nutricionales, pero resalta su alto contenido proteico, que incluye la mayoría de los aminoácidos esenciales, fibras, vitaminas y minerales. Asimismo, presenta una baja concentración en grasas, lo que la hace apetecible para quienes tienen exceso de urea y problemas de colesterol (Carvajal, 2010).

(Ardón, 2007) junta reportes de diferentes autores sobre la constitución nutricional de *Pleurotus. ostreatus*, como indica la tabla 5

Tabla 5 Constitución bromatológica de *Pleurotus ostreatus*

Contenido	Cardona, (2001) (%)	Cistena, (2002) (%)	Rodríguez et al., (2005) (%)	Promedio (%)
Agua	87-93	88-91	90.0	89,831
Proteína	24,6-30,4	14,4-19,9	15,7-30	22,5
Grasas	3,1-9.2	0.8-2	1,5-5	3.6
Carbohidratos	26,3-30,4	51,6-62	50-57	3,6
Minerales	7,6-8,7	0,83-13,3	7,90-8	7.7
Fibra	32,1-36,8	13,7-15,6	8,5-14	20,1
Calorías	345	300	150-350	298,3

Fuente: Ardón, 2007

2.3. Definición de términos

2.3.1. Corrida de micelio

Una mayor tasa de crecimiento sería la colonización del sustrato por el micelio del hongo en entornos ideales de temperatura, luz, humedad y ventilación para lograr una rápida corrida del micelio (Zárate, 2015).

2.3.1. Eficiencia biológica

La diferencia porcentual entre el peso fresco de las setas producidas y el peso seco del sustrato se conoce como eficiencia biológica. La productividad de un sustrato se considera adecuada con eficiencias biológicas del 50 % (Patra y Pani, 1995).

2.3.2. Tasa de producción

Es la eficiencia biológica dividida por la cantidad de días entre la siembra del micelio al sustrato y la iniciación de la cosecha (Bautista, Venegas y López, 2003).

2.3.4. Rendimiento

El rendimiento es el cálculo en porcentajes a partir del peso total de la producción de las tres cosechas (Bautista, Venegas y López, 2003).

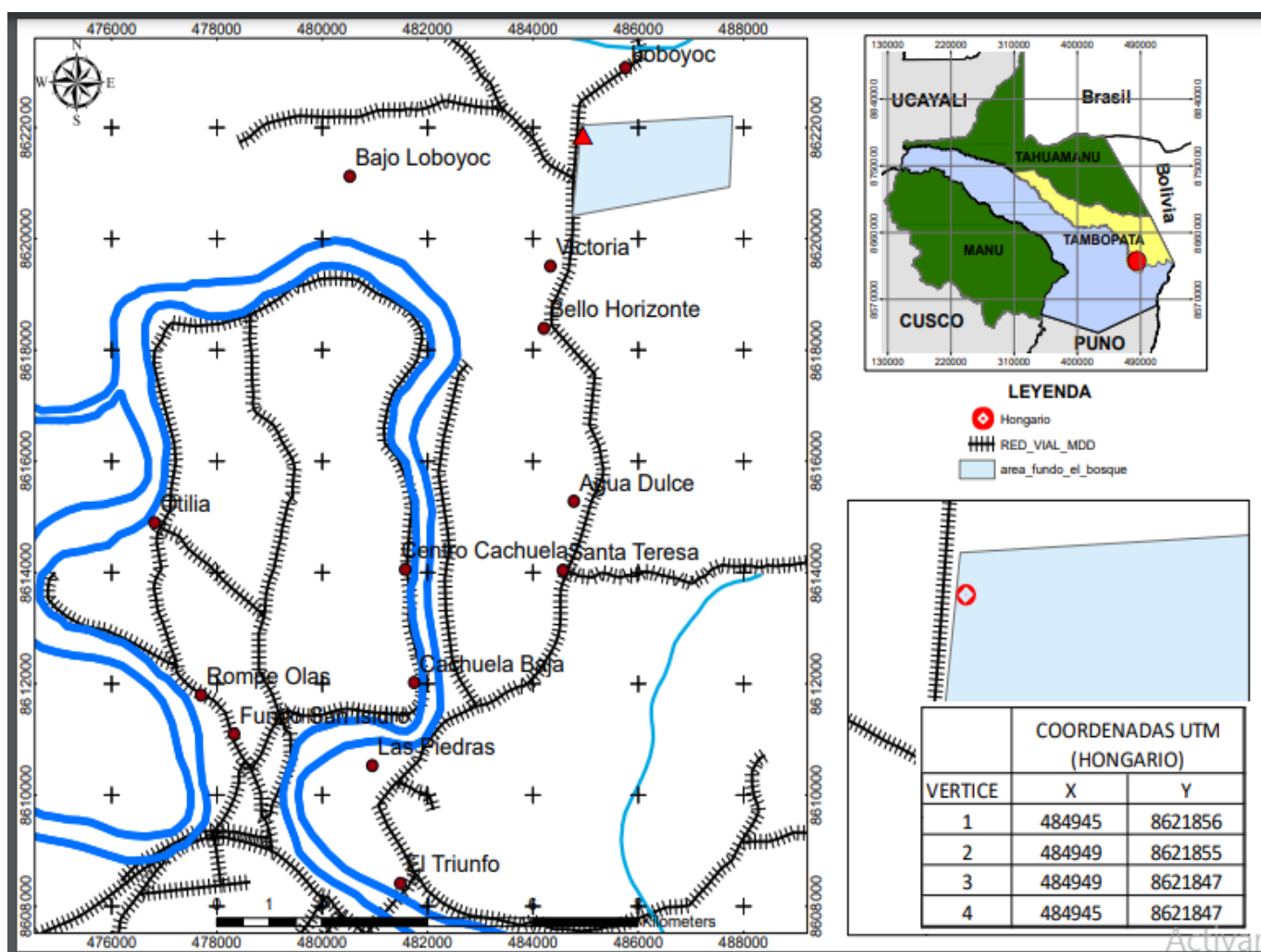
CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

Ubicación del área de estudio

El área de estudio está ubicada en el km. 16 carretera interoceánica sur, Puerto Maldonado - Iñapari margen derecha a 100 metros, denominado “Fundo el bosque” que cuenta con varias infraestructuras y es propiedad de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

El estudio se realizó en la infraestructura del hongario “Cristhian Mas” que cuenta con las áreas de; preparación de sustrato, incubación y producción de hongos. figura 1: ubicación del área de estudio



3.1. Tipo de estudio

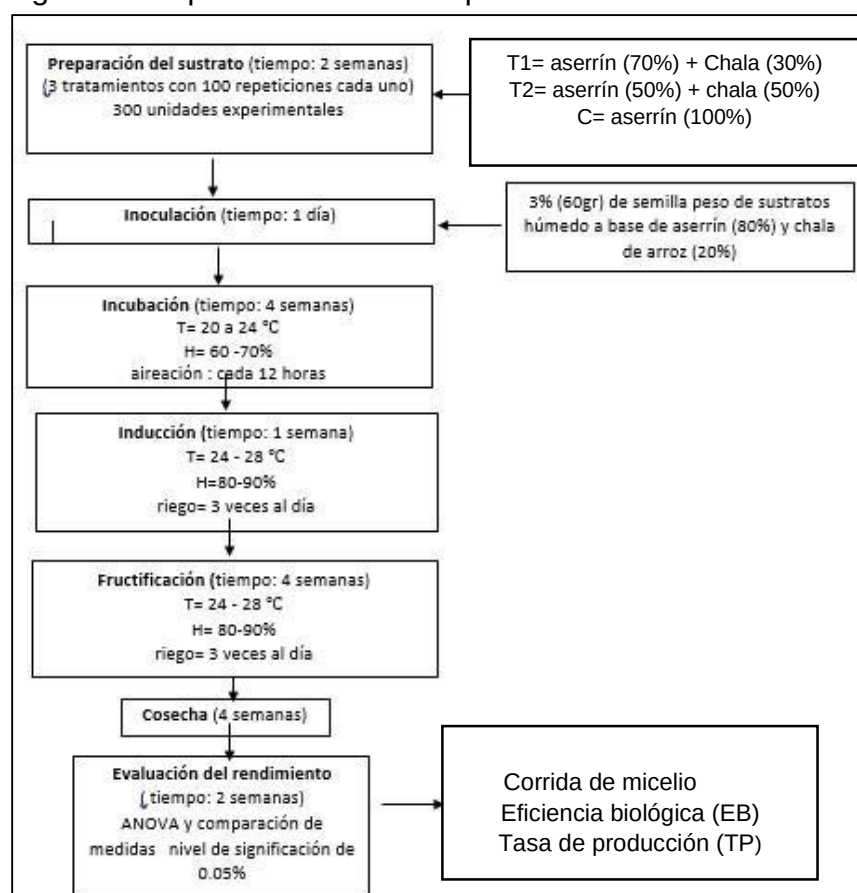
Es un estudio del tipo experimental. Según Carrasco (2005), un estudio experimental es una forma de estudio en el que una o más variables independientes se modifican a propósito para examinar los efectos de los cambios en una o más variables dependientes.

3.2. Diseño de estudio

El diseño es cuasiexperimental. Según Carrasco (2005), el diseño del estudio es cuasiexperimental ya que tiene los idénticos tipos que los diseños experimentales puros o legítimos, con la excepción de que los grupos experimentales y de control no se eligen al azar.

Se utilizaron dos tratamientos y uno de testigo: T1 (70 % aserrín + 30 % cascarilla de arroz), T2 (50 % aserrín + 50 % cascarilla de arroz) y T (100 % aserrín) como testigo. Cada tratamiento tuvo 100 repeticiones, dando como resultado un total de 300 unidades experimentales. Estas unidades se mantuvieron en un ambiente semi controlado para evitar la contaminación.

Figura 2: Esquema de diseño experimental



3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Se realizaron 100 unidades experimentales por cada tratamiento en la población. Cada unidad experimental estuvo conformada por una muestra con 2 kg de sustrato y se le introdujo 3% (60 gr.) de semilla.

Se consideró como población todas las bolsas que colonizaron y fructificaron con normalidad

3.3.2. Muestra

La muestra biológica de la cepa de *Pleurotus djamor*, fue donada por el Dr. Mishari García Roca quien fue el investigador principal del proyecto

“aislamiento, barcoding y tecnología de producción de hongos amazónicos silvestres para la introducción gastronómica en Tambopata-Madre de Dios”.

Se trabajó con un sustrato a base de residuos lignocelulósicos (aserrín y cascarilla de arroz) obtenidos del sector forestal y agrícola (fábrica de cajones de frutas y Piladora de arroz).

3.4. Método y técnica

3.4.1. Método

Metodología adaptada de Valera (2019)

Semilla: la semilla consistió en 10 bolsas con sustrato a base de aserrín y chala de arroz, completamente colonizadas por el micelio.

Preparación del sustrato: el aserrín y cascarilla de arroz fueron obtenidos de los aserraderos y de las piladoras de arroz, estas se mezclaron en diferentes porcentajes: t1 (aserrín 70 % + cascarilla de arroz 30 %), t2 (aserrín 50 % + cascarilla de arroz 50 %), t3 (aserrín 100 %), todo esto se realizó en una mezcladora pequeña con una capacidad de 80 litros.

Tratamiento 1

Pasos para preparar 20 kg de sustrato:

- En la mezcladora se vertió 16 lt de agua y, se echó 100 gr de azúcar y 100gr cal.
- Se vertió 6 kg de chala y se esperó 5 minutos, seguidamente se vertió 14 kg de aserrín y se dejó mezclar por 15 minutos.
- Posteriormente se vertió la mezcla en una superficie de plástico desinfectado con lejía, se embolso el sustrato verificando la capacidad de campo (debe salir una gota) con un peso de 2 kg por cada bolsa

Tratamiento 2

Pasos para preparar 20 kg de sustrato:

- En la mezcladora se vertió 16 lt de agua y, se echó 100 gr de azúcar y 100 gr cal.
- Se vertió 10 kg de chala y se esperó 5 minutos, seguidamente se verterá 10 kg de aserrín y se dejó mezclar por 15 minutos.

Tratamiento control

Pasos para preparar 20 kg de sustrato:

- En la mezcladora se vertió 16 lt de agua y, se echó 100 gr de azúcar y 100 gr cal.
- Se vertió 10 kg de aserrín y se esperó 5 minutos, seguidamente se verterá los otros 10 kg de aserrín y se dejó mezclar por 15 minutos.

Posteriormente se vertió la mezcla en una superficie de plástico desinfectado con lejía, se embolso el sustrato verificando la capacidad de campo (debe salir una gota) con un peso de 2 kg por cada bolsa.

3.4.2. Técnica

Pasteurizado de las bolsas con sustrato: La pasteurización se realizó en un cilindro personalizado. El cilindro estuvo revestido con una rejilla metálica para que las bolsas no toquen el agua. Para lograr la pasteurización al vapor, las bolsas se colocaron en el cilindro y se prendió fuego. Tomo dos horas completar este proceso.

Inoculación de las bolsas con sustrato: cuando las bolsas estuvieron frías, se introdujo 3 % (60 gr) de la semilla, utilizando la cabina de flujo laminar del laboratorio de Patología Forestal de la UNAMAD. Al final las bolsas ya inoculadas fueron rotuladas asignándoles un código y número a cada una.

Incubación de las bolsas con sustrato: Se realizó en el área de incubación del hongario, en total oscuridad, a una temperatura de 20 a 24 °C y con una humedad entre 60 a 70 %. Para ello, se instaló una unidad extractora de aire, se regó con agua el piso y las paredes de la sala de incubación una vez cada tres a cinco días con ayuda de una manguera.

Inducción y fructificación: Al observar las bolsas colonizadas al 80% o más, se procedió a llevarlas al área de fructificación, realizando unos cortes en 4 puntos alrededor de la bolsa, esto estimulará la aparición de los primeros primordios dando inicio a la fructificación. La temperatura en el área fue de 24-28 °C y la humedad relativa fue de 80-90%, para mejorar la humedad en el hongario se realizó riegos con manguera 2 veces al día, todos los días.

3.4.3. Parámetros de evaluación

Los parámetros de evaluación fueron:

Tiempo de corrida: Para cada repetición, el período de colonización se contó en días, comenzando el día de la inoculación y continuando hasta que se demostró un cambio de color a blanco y compacto.

Eficiencia Biológica (EB): La eficiencia biológica de cada réplica se determinó individualmente basándose en el peso total de la producción de las tres cosechas. Se utilizó la siguiente fórmula para determinar los valores de eficiencia biológica:

Ecuación 1:

$$EB = \frac{\text{Total de peso de hongo fresco (g)}}{\text{peso del sustrato seco (g)}} \times 100$$

- **Tasa de producción (TP):** La tasa de producción se obtiene dividiendo los valores de eficiencia biológica entre el número de días que tuvo para que finalice el periodo productivo del hongo, tras la inoculación. Se utilizaron para calcular la tasa de producción en porcentaje para cada repetición en las tres cosechas. Para determinar los valores de la tasa de producción se utilizó la siguiente fórmula.

Ecuación 2:

$$TP = \frac{\text{Eficiencia biológica}}{\text{Tiempo de produccion (dias)}} \times 100$$

Rendimiento (R): El rendimiento se determinó por separado para cada repetición basándose en el peso combinado de la producción de las tres cosechas sobre el peso húmedo de sustrato. Se utilizó la siguiente formula:

Ecuación 3:

$$R = \frac{\text{Total de cosecha de hongos frescos (g)}}{\text{peso del sustrato humedo (g)}} \times 100$$

3.5. Tratamiento de los datos

La normalidad se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas se evaluó con el test de Brown-Forsythe ($P = 0,062$), se utilizó el análisis de varianza no paramétrico (prueba de Kruskal-Wallis), para evaluar diferencias significativas entre los tratamientos, y la prueba de comparaciones múltiples de Dunn, se utilizó el paquete estadístico SigmaPlot versión 15.0. Los análisis para evaluar diferencias significativas se realizaron a un 5% de probabilidad de error. Los gráficos de barras y cajas se generaron con el paquete ggplot2 disponible para el software R en entorno de R-Studio.

CAPITULO IV

RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

Durante el proceso de incubación se contaminó el 10 % del T1, 14 % del T2 y 11 % del C. Lo cual nos dejó con 90 bolsas del T1, 86 bolsas del T2 y 89 bolsas del C, se evaluaron las cantidades de bolsas antes mencionadas

4.1. Corrida de micelio

El mejor tiempo de corrida de micelio se dio a los 31 días en el C (Aserrín 100 %), seguido por el T1 (aserrín 70 %, chala 30 %) que colonizó a los 33 días y por último el T2 (aserrín 50 %, chala 50 %) colonizó a los 37 días, figura 3. Esto se debe a que en el tratamiento testigo tuvo más presencia de carbono lo cual es fuente de energía para su colonización, mientras que en el T1 Y T2 al tener menor cantidad de carbono hace que si colonización sea más lenta

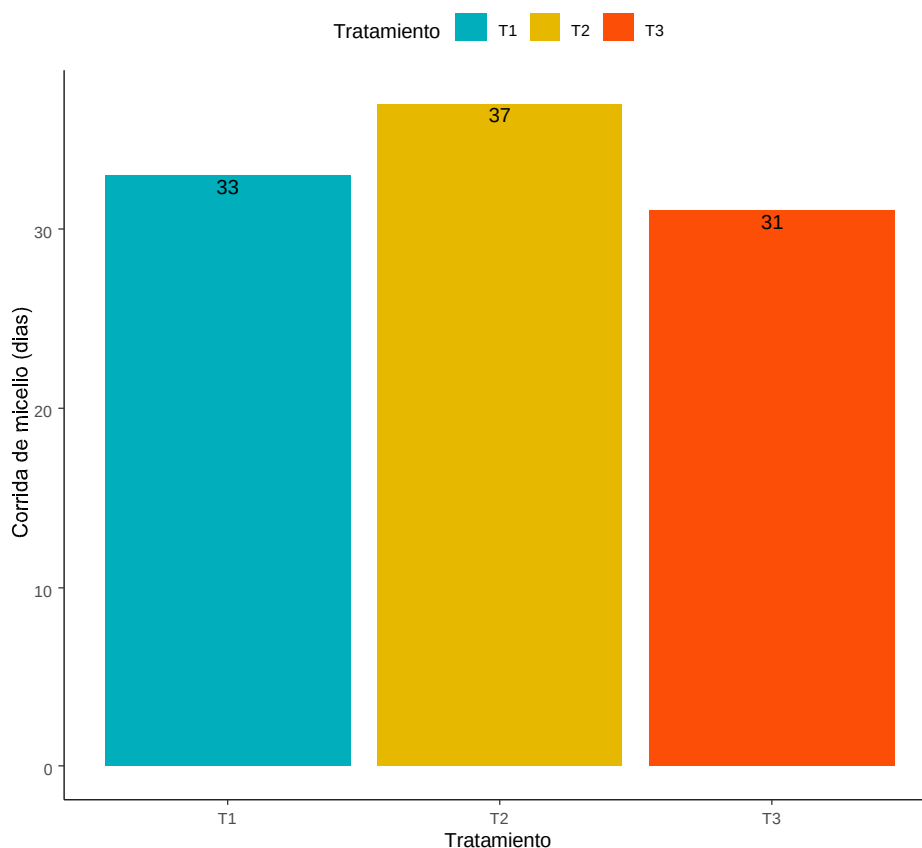


Figura 3. Boxplot de la comparación de la corrida de micelio entre los tratamientos.

A partir de los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis específica que sugiere que el tratamiento control, serían mejor que los tratamientos T1 y T2 en la variable de corrida de micelio. Estos resultados son similares al estudio realizado por Garzón y Cuervo (2008) donde indica que su corrida de micelio en el tratamiento 2 (aserrín 100 %) fue de 42 días, y su tratamiento 7 (Aserrín 75 %, café 25 %) fue de 42 días y su tratamiento 6 (aserrín 50 %, café 50 %) tuvo una corrida de micelio de 36 días, lo cual concuerda con lo referido por Hernández y López (2005), el hongo utiliza principalmente el carbono como fuente de energía, cuanto más carbono el hongo se adapta mejor para la degradación del sustrato y lo utiliza para su desarrollo y desarrollo de la biomasa.

4.2. Eficiencia biológica según tratamiento

Para la comparación de la eficiencia biológica se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que no se cumplió con el supuesto de normalidad. La normalidad se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk ($P < 0,05$) y la homogeneidad de varianzas se evaluó con el test de Brown-Forsythe ($P = 0,062$). La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en el rendimiento entre al menos de los tratamientos ($H = 228,4$ $P < 0,001$), tabla 6.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la comparación de la eficiencia biológica según tratamiento.

Tratamiento	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana ⁹³¹
T1	90	12.26	1.33	12.04
T2	86	9.58	0.84	9.53
TC	89	6.23	0.83	6.17

Los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples (Método Dunn) mostraron diferencias significativas en el rendimiento entre todos los tratamientos (Tabla 7). La eficiencia biológica del T1 (12.26 ± 1.33) fue

significativamente superior (Prueba de Dunn, $P < 0,001$) al T2 (9.58 ± 0.84) y C (6.23 ± 0.83) (figura 4).

Tabla 7. Comparaciones múltiples por pares sobre la eficiencia biológica entre cada uno de los tratamientos, obtenido mediante el método de Dunn

Comparaciones	Diferencia de rangos	<i>P</i>	Diferencias significativas
T1 vs T3	173.15	<0.001	Si
T1 vs T2	84.54	<0.001	Si
T2 vs T3	88.61	<0.001	Si

A partir de los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis específica que sugiere que los tratamientos T1 y T2 serían mejor que el tratamiento control en la variable de eficiencia biológica. Garzón y Cuervo (2008) en su estudio de investigación utilizó diferentes tipos de residuos lignocelulósicos entre ellos el café y aserrín en diferentes proporciones donde el tratamiento 6 (aserrín 50 %, café 50 %) obtuvo una EB de 36 %, mientras que el tratamiento 7 (aserrín 75 %, café 25 %) obtuvo una EB de 35 %, y el tratamiento 2 (aserrín) fue de 4,8 %. Estos resultados son casi similares a los obtenidos en la presente investigación, donde el T1 y T2 fueron mejores al tener presencia de cascarilla de arroz que aporta nitrógeno, mientras que el C obtuvo una baja EB al no tener aporte de nitrógeno.

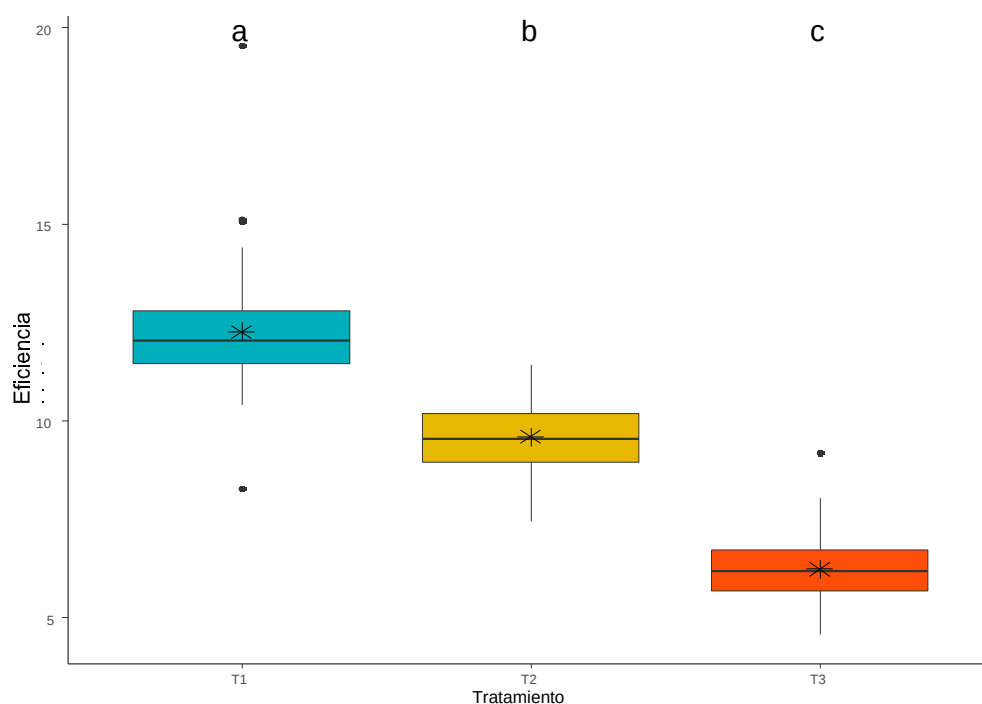


Figura 4. Boxplot de la comparación de la eficiencia biológica entre los tratamientos.

4.3. Tasa de producción según tratamiento

Para la comparación de la tasa de producción se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que no se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. La normalidad se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk ($P < 0,05$) y la homogeneidad de varianzas se evaluó con el test de Brown-Forsythe ($P < 0,05$). La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en la tasa de producción entre al menos uno de los tratamientos ($H = 218,3$, $P < 0,001$) (tabla 8).

El T1 tuvo mayor tasa de producción debido a la poca presencia de nitrógeno y mayor presencia de carbono, a comparación del T2 y T que tuvieron una tasa de producción menor. Es necesario la presencia de nitrógeno para obtener mejor desarrollo de carpofores, el C al tener solo carbono y nada de nitrógeno hace que su desarrollo sea menor.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la comparación de la producción según tratamiento.

Tratamiento	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana
T1	90	14.10	1.85	13.71
T2	86	11.01	1.25	11.00
T3	89	7.13	1.06	7.09

Los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples (Método Dunn) mostraron diferencias significativas en la producción entre todos los tratamientos (Tabla 9). La tasa de producción del tratamiento 1 (14.10 ± 1.85) fue significativamente superior (Prueba de Dunn, $P < 0,001$) al tratamiento 2 (11.01 ± 1.25) y tratamiento C (7.13 ± 1.06) (figura 5).

Tabla 9. Comparaciones múltiples por pares entre cada uno de los tratamientos, obtenido mediante el método de Dunn

Comparaciones	Diferencia de rangos	P	Diferencias significativas
T1 vs T3	169.071	<0.001	Si
T1 vs T2	76.816	<0.001	Si
T2 vs T3	92.255	<0.001	Si

A partir de los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis específica que sugiere que los tratamiento T1 y T2 serían mejor que el tratamiento control en la variable de tasa de producción. Otros estudios son similares a los obtenidos por Córdoba (2021) donde obtuvo una tasa de producción de 15 % utilizando residuos de café al 100 %, sin embargo, Maccapa (2021) en su investigación utilizando residuos lignocelulósicos obtuvo una TP de 107 % en el tratamiento 1 (paja de avena), 130 % en el tratamiento 2 (heno de totora) y 90% en el tratamiento 3 (broza de quinua). Al igual que Holgado (2018) que obtuvo una TP de 140 % en temporadas de lluvias y 70 % en temporadas secas utilizando residuos lignocelulósicos (rastrajo de avena) como sustrato. estos resultados

son superiores a los de la presente investigación donde su mayor tasa de producción fue de 14% en el T1(aserrín 70 %, cascarilla de arroz). Los resultados de esta investigación se expresan en lo dicho por Zarate (2015) donde indica que, si la tasa de producción es alta, el periodo productivo puede ser más corto, desde la inoculación hasta la última cosecha, lo que representa mayor producción diaria y más períodos productivos al año.

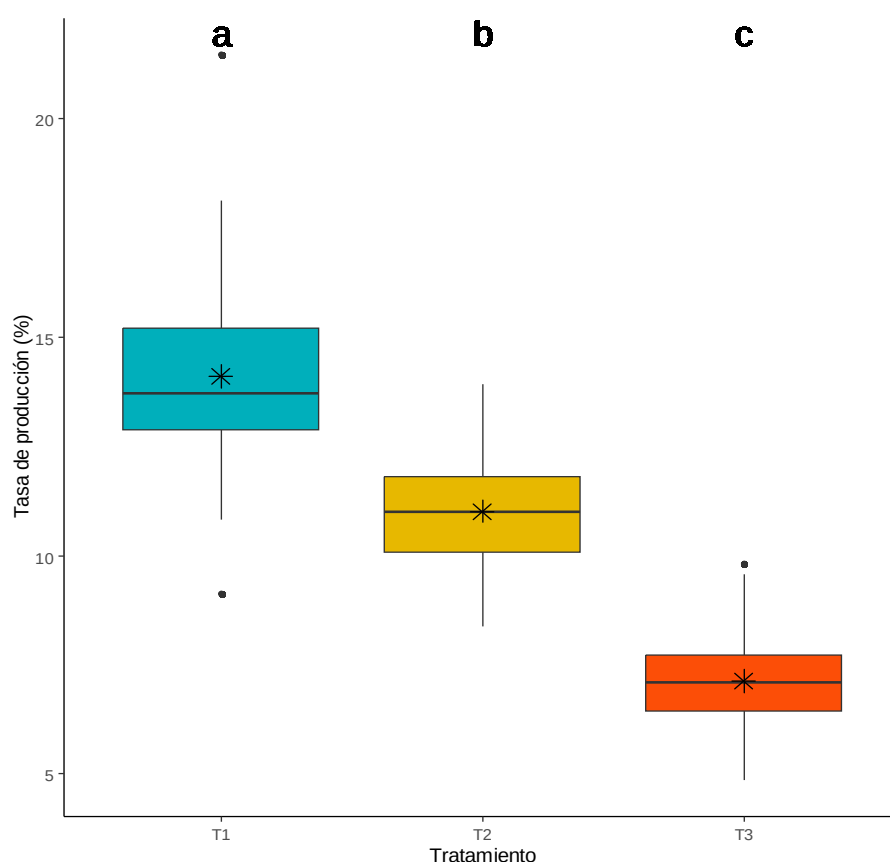


Figura 5. Boxplot de la comparación de la tasa de producción entre los tratamientos.

4.2. Rendimiento según tratamiento

Para la comparación del rendimiento se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que no se cumplió con el supuesto de normalidad. La normalidad se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk ($P < 0,05$) y la homogeneidad de varianzas se evaluó con el test de Brown-Forsythe ($P = 0,094$). La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en el rendimiento entre al menos de los tratamientos ($H = 227,9$, $P < 0,001$) (tabla 10).

El T1 tuvo mejor rendimiento debido a su relación de C/N (70/30), mientras que el T2 al tener una relación de C/N de 50/50 el rendimiento fue un poco menor que el del T1, por lo que el C al tener 100% de carbono y nada de nitrógeno su rendimiento fue menor que el T1 y el T2

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de la comparación del rendimiento según tratamiento.

Tratamiento	N	Promedio	Desviación estándar	Mediana
T1	90	9.32	1.01	9.15
T2	86	7.09	0.62	7.05
T3	89	5.04	0.67	5.00

Los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples (Método Dunn) mostraron diferencias significativas en el rendimiento entre todos los tratamientos (Tabla 11). La tasa de producción del tratamiento 1 (9.32 ± 1.01) fue significativamente superior (Prueba de Dunn, $P < 0,001$) al tratamiento 2 (7.09 ± 0.62) y tratamiento C (5.04 ± 0.67) (figura 6).

Tabla 11. Comparaciones múltiples por pares del rendimiento entre cada uno de los tratamientos, obtenido mediante el método de Dunn.

Comparaciones	Diferencia de rangos	P	Diferencias significativas
T1 vs T3	172.95	<0.001	Si
T1 vs T2	86.96	<0.001	Si
T2 vs T3	86.00	<0.001	Si

A partir de los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis nula que sugiere que el rendimiento del tratamiento control serían menor que el 10% a comparación de los demás tratamientos, estos resultados son diferentes a los obtenidos por Maccapa (2021) donde obtuvo un rendimiento de 24,11 % en el

tratamiento 1 (paja de avena), 22,25 % en el tratamiento 2 (heno de totora) y 17,03 % en el tratamiento 3 (broza de quinua) utilizando residuos lignocelulósicos. Al igual que Holgado (2018) que obtuvo un rendimiento de 31,6 % en temporadas de lluvias y 20,4 % en temporadas secas utilizando residuos lignocelulósicos (rastroy de avena) como sustrato. Sin embargo, Apaza (2017) obtuvo un rendimiento de 6,91 % en el su tratamiento 1 (bagazo de caña de azúcar y coronta de maíz), 6,81 % en el tratamiento 2 (coronta de maíz) y 4,38 % en el tratamiento 3 (bagazo de caña de azúcar), casi inferiores a los resultados de la presente investigación donde el mayor rendimiento fue de 9,32 % en el T1 (aserrín 70 % y cascarilla de arroz 30 %). Albán (2018) obtuvo un 10% de rendimiento utilizando aserrín de bolaina blanca (*Guazuma crinita*) como sustrato.

Mencionado lo anteriormente se puede sugerir que el hongo prefiere los residuos que tengan mayor cantidad de nitrógeno, este residuo tiene como principal componente la celulosa.

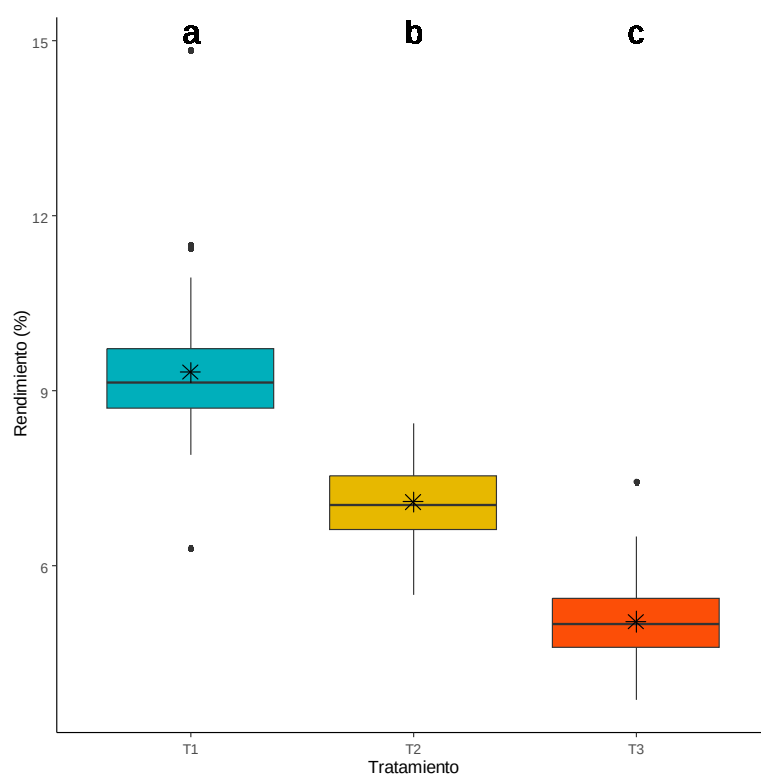


Figura 6. Boxplot de la comparación del porcentaje de rendimiento entre los tratamientos.

Conclusiones

- El tiempo de corrida más corto para el micelio de *Pleurotus djamor* se dio a los 31 días en el C (100 % aserrín), el segundo fue el T2 (aserrín 70%, cascarilla de arroz 30 %) que tardó 33 días y el T2 (50 % aserrín, 50% cáscara de arroz) tardó 37 días en colonizar todo el sustrato.
- El T1 (aserrín 70 %, cáscara de arroz cáscara 30 %) tuvo la mayor eficiencia biológica, midiendo 12,26 %. El T2 (aserrín 70 %, cascarilla de arroz 30 %) quedó en segundo lugar con un 9,58 % y el C (aserrín 100 %) quedó en último lugar con un 6,23 %.
- La tasa de producción más alta se registró en el T1 (aserrín 70 %, cascarilla de arroz 30 %) con un 14,10 %. El T2 (aserrín 70 %, cascarilla de arroz 30 %) quedó en segundo lugar con un 11,01 % y el C (aserrín 100 %) quedó en último lugar con un 7,13 %.
- El mayor rendimiento se dio en el T1 (aserrín 70 %, cascarilla de arroz 30 %) con 9.32 %, seguido del T2 (aserrín 70 %, cascarilla de arroz 30 %) con 7.09 % y en el último lugar el C (aserrín 100 %) con 5.04 %.
- A partir de los resultados encontrados, se aceptó la hipótesis nula que establece que el rendimiento de *Pleurotus djamor* en el tratamiento control fue menor que el 10%, por ende, se niega la hipótesis alterna.

Sugerencias

Al término de la investigación y por los resultados se puede sugerir los siguientes puntos:

1. Escoger aserrín fresco proveniente de maderas blancas y blandas, que no esté muy compostado por que puede influir en el rendimiento del cultivo del hongo *Pleurotus djamor*.
2. Mantener la asepsia en cada etapa del cultivo para evitar la presencia de contaminantes y plagas que afecten la producción.
3. Controlar mejor los parámetros ambientales dentro del área de producción para la obtención de mejores carpóforos y no obtener carpóforos en forma de corneta y pie alargado
4. Realizar estudios similares utilizando otros sustratos lignocelulósicos como los residuos agroforestales de la región (cáscara de cacao, café, pasto, aserrín de diferentes especies maderables de madera blanca), ricos en lignina y celulosa que son convenientes para el cultivo de del hongo *Pleurotus djamor*.
5. Realizar un estudio de mercado para la producción y comercialización del hongo *Pleurotus djamor*

Referencias bibliográficas

ABAD, Fernando, 2007. Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y conservación de suelos - PRONAMACHCS: Producción y comercialización de hongos en la comunidad de Saywite, departamento de Apurímac, provincia de Abancay. ministerio de agricultura [en línea], [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: www.pronamachcs.gob.pe.

ALBÁN, L., 2018. CULTIVO DEL HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*) EN TRES TIPOS DE RESIDUOS DE LA MADERA DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita*). [en línea], [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3183/alban-marquez-lisete.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ALBERTO, E. y GASONI, L., 2008. Producción de hongos comestibles en la Argentina. *INTA. Argentina UNSAM* [en línea]. [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: <https://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=AR2005000216>

APAZA, J., 2017. PRODUCCIÓN DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn USANDO DISTINTOS SUSTRATOS DE RESIDUOS AGRÍCOLAS AISLADO EN TINGO MARIA. [en línea], [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1361/KJAG_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ARDÓN, C., 2007. LA PRODUCCIÓN DE LOS HONGOS COMESTIBLES LICDA. EMILSA SOLARES CASTILLO Asesora GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007. *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA* [en línea], [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1932.pdf.

BANO, Z., RAJARATHNAM, S. y NAGRAJAN, N., 1979. Some aspects on the cultivation of *Pleurotus flabellatus* in India. *Mushroom Science*, pp. pag. 597-608.

BAUTISTA, N., VENEGAS, R. y LÓPEZ, L., 2003. Evaluación de la producción de *Pleurotus ostreatus* sobre paja de trigo como sustrato en un módulo rústico en galeana, Municipio de Zacatepec, Estado de Morelos, México. ,

BENAVIDES, O., 2013. Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para el cultivo de orellanas (*Pleurotus ostreatus*) -. [en línea]. [Consulta: 2 agosto 2022]. Disponible en: <http://sired.udenar.edu.co/2527/>.

BOTELHO, S. y RAMOS, B., 1985. Cogumelos comestíveis. São Paulo, Brasil, Icome. , pp. pag.-83.

CAMACHO, A., 2003. Selección de sustratos para producir hongos setas (*Pleurotus ostreatus*). , pp. 25-46.

CARVAJAL, T.G.M., 2010. Evaluación de la Producción del Hongo *Pleurotus ostreatus* sobre Cinco Tipos de Sustratos (Tamo de Trigo, Tamo de Cebada, Tamo de Vicia, Tamo de Avena y Paja de Páramo); Enriquecidos con Tuza Molida, Afrencho de Cebada y Carbonato de Calcio. ,

CÁRDENAS, E.A., 2021. Macrohongos silvestres y su influencia en el ecoturismo y la gastronomía en la concesión de conservación Inotawa, provincia Tambopata, departamento de Madre de Dios - 2015. *Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD* [en línea], [Consulta: 7 diciembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/755>.

CÁRDENAS, Yury, 2015. EFECTO DE SUSTRATOS A BASE DE RESIDUOS AGRÍCOLAS, EN EL CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus* «Jacquin Fries» Kummer, DISTRITO DE SANTA ANA, LA CONVENCION. [en línea]. [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/3893/253T20150225_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CARDOZO M, 2014. «Evaluación de los Macrohongos (Basidiomycetos y Ascomycetos) de interés económico en el Área de Conservación Privada (ACP) Inotawa» . [en línea]. [Consulta: 22 noviembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/96/004-23021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CASSELTON, L., 1978. Restauración de la actividad enzimática por supresores recesivos de sentido erróneo en el hongo *Coprinus* . *Genética molecular y general*, pp. 211-215.

CHIMEY, C. y HOLGADO, M., 2010. Los hongos comestibles silvestres y cultivados en Perú. Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. D. En MartínezCarrera, N., Curvetto. , pp. 385-395.

CIAPPINI, cristina, GATTI, bernadita y LOPEZ, luisa, 2004. PLEUROTUS OSTREATUS, UNA OPCIÓN EN EL MENÚ . *Invenio* [en línea]. [Consulta: 29 julio 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/877/87701211.pdf>.

CÓRDOVA, M., 2021. Productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en sustrato de café y determinación del valor nutricional. *Universidad Peruana Cayetano Heredia* [en línea], [Consulta: 7 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/9066>.

CRUZ, D., LÓPEZ DE LEÓN, E., PASCUAL, L.F. y BATTAGLIA, M., 2010. Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agriculture and Environment for International Development* [en línea], vol. 104, no. 4, pp. 139-154. [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en:

[http://kimera.com/data/redlocal/ver_demos/RLBVF/VERSION/RECURSOS/VERSION_OJCMarias/3 NUEVOS PROCESOS - OFICIOS ESPECIALIZADOS/CULTIVO HONGOS/16-89-1-PBhongos comestibles especie *Pleurotus ostreatus*.pdf](http://kimera.com/data/redlocal/ver_demos/RLBVF/VERSION/RECURSOS/VERSION_OJCMarias/3%20NUEVOS%20PROCESOS%20OFICIOS%20ESPECIALIZADOS/CULTIVO%20HONGOS/16-89-1-PBhongos%20comestibles%20especie%20Pleurotus%20ostreatus.pdf).

ESPINOSA, A.G. y PAZMIÑO, V.H., 2016. Elaboración de productos agroindustriales a partir de (*Pleurotus ostreatus*, djamor), como alternativa al poliestireno expandido. [en línea], [Consulta: 17 diciembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/5483>.

FERNÁNDEZ, F., 2004. guía practica de produccion de setas (*pleurotus* sp). , pp. pag-54.

GARCIA, M., 2007. CULTIVO DE SETAS Y TRUFAS (5ª EDICION) | . [en línea]. [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: <https://www.casadellibro.com/libro-cultivo-de-setas-y-trufas5edicion/9788484763161/1140527>.

GARCIA, M., 1985. NUEVAS TECNICAS DE CULTIVO DEL PLEUROTUS OSTREATUS. *Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación* [en línea], [Consulta: 29 julio 2022]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_08.pdf.

GARCÍA, N., BERMUDEZ, R. y SERRANO, M., 2011. FORMULACIONES DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE SETAS COMESTIBLES PLEUROTUS. [en línea]. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852011000300002&script=sci_arttext&lng=en.

GARCÍA, R., 2015. Contribución al conocimiento de los macrohongos en la provincia de Tambopata -Madre de Dios, Perú - Dialnet. *Universidad Politécnica de Madrid* [en línea]. [Consulta: 23 noviembre 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=116604>.

GARZÓN, J.P. y CUERVO, J.L., 2008. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *NOVA* [en línea], vol. 6, no. 10, pp. 126. [Consulta: 25 julio 2022]. ISSN 2462-9448. DOI 10.22490/24629448.403. Disponible en: <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/113/225>.

HERNÁNDEZ, S., REYES, M.Á., GARCÍA, G. y MAYEK, N., 2007. Redalyc. Incidencia de Hongos Potencialmente Toxígenos en Maíz (*Zea mays* L.) Almacenado y Cultivado en el Norte de Tamaulipas, México. *Mexicana de FITOPATOLOGIA*/ 127,

HOLGADO, M.E., ARANZABAL, R.L., LAZARTE, R., QUISPE, A., PÉREZ LEGUÍA, K.A., AGUILAR MAINICTA, F.B. y AGUILAR PUMAHUILLCA, F., 2019. Cultivo de *Pleurotus* sp. y *Lentinula edodes* bajo condiciones artesanales en comunidades campesinas de la Región Cusco / Perú. *Ecología Aplicada* [en línea], vol. 18, no. 2, pp. 125-132. [Consulta: 25 julio 2022]. ISSN 1726-2216. DOI 10.21704/REA.V18I2.1331. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S17262216201900200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

ITA INKATERRA, 2018. Hongos Comestibles y Medicinales . [en línea]. [Consulta: 16 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.inkaterra.com/inkaterra-asociacionorg/research/bosquelluvioso/hongos-comestibles-y-medicinales/>.

JULIANA, K. y GRANDEZ, A., 2017. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. [en línea], [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1361/KJAG_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LABARERE, J., 1993. Methodos de la genetica aplicados a la obtencion y mejora de variedades comerciales de los hongos comestibles cultivados - Institut National de Recherche en Agriculture, Alimentation et Environnement. [en línea]. [Consulta: 31 julio 2022]. Disponible en: <https://hal.inrae.fr/hal02777651>.

LÓPEZ, B., 2015. Selección de cepas de hongos micorrízicos arbusculares en dos sistemas de producción de chile. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea]. [Consulta: 31 julio 2022]. Disponible en:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342015000600005.

LÓPEZ, D., GARAY, I., ALARCON, P. y JIMENEZ, J.F., 2021. DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE *Pleurotus djamor* EN 4 MEZCLAS DE SUSTRATOS INTERGENERICAS. [en línea], [Consulta: 7 diciembre 2022]. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/3429>.

MALAY, S., 2001. A pink coloured *Pleurotus djamor* (Rumph.) Boedijn from natural habitat of north Bihar, India. *Current Science*. 80, Nr. 3, Februar 2001, S. 336–337,

MACCAPA POCCO, L., 2021. Producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) sobre residuos lignocelulósicos en la provincia de Puno. Universidad Nacional del Altiplano [en línea], [Consulta: 12 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15621>.

MARIA, G., ARIAS-CARBAJAL, O., BUENO, G., DIONISIO, G., RODRÍGUEZ, B., ÁLVAREZ, I., ANA, ; y GONZÁLEZ, L., 2005. Biotransformación de Residuos Lignocelulosicos con Hongos *Pleurotus*.

Revista CENIC Ciencias Biológicas, vol. 36.

MENDOZA, C., 2014. Estrategias para la exportación de hongos comestibles desde Ferreñafe-Lambayeque. [en línea], vol. 5, pp. 15-24. [Consulta: 27 julio 2022]. ISSN 2220-9336. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1731/sme_v5n2_art2.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MOTATO, K., LEÓN, A. y MEJIA, G., 2006. EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE PLÁTANO (*Musa paradisíaca*) Y ASERRÍN DE ABARCO (*Cariniana piriformes*) COMO SUSTRATOS PARA EL CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus djamor*. [en línea]. [Consulta: 31 julio 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169813260004>. OLIVA, M., 2014. VIVERO FORESTAL PARA PRODUCCIÓN DE

PLANTONES DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS: EXPERIENCIA EN MOLINOPAMPA, AMAZONAS – PERÚ. *IIAP*,

PATRA, A. y PANI, B., 1995. EVALUATION OF BANANA LEAF AS A NEW ALTERNATE SUBSTRATE TO PADDY STRAW FOR OYSTER MUSHROOM CULTTIVATION. , pp. 145-148.

POPPE, J., 1995. Twenty wastes for twenty cultivated mushrooms. *MUSHROOM SCIENCE* [en línea]. [Consulta: 31 julio 2022]. Disponible en: <https://biblio.ugent.be/publication/256119>.

RAJARATHNAM, S., BANO, Z. y PATWARDHAN, M. V., 2015. Nutrition of the mushroom *Pleurotus flabellatus* during its growth on paddy straw substrate. <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.1986.11515694>, vol. 61, no. 2, pp. 223-232. ISSN 0022-1589. DOI 10.1080/14620316.1986.11515694.

RAMOS, N.I., 2018. Producción de tres especies de *Pleurotus* spp (P. *ostreatus*, P. *djamor* y P. *eryngii*) utilizando diferentes sustratos, en el Centro Agronómico K'ayra – San Jerónimo – Cusco. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco* [en línea], [Consulta: 17 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3771>.

RÍOS, W.F., VALDEZ, R.A. y JIMÉNEZ, J.P., 2017. Aislamiento, propagación y crecimiento de hongos comestibles nativos en residuos agroindustriales. *Scientia Agropecuaria* [en línea], vol. 8, no. 4, pp. 327-335. [Consulta: 25 julio 2022]. ISSN 2077-9917. DOI 10.17268/SCI.AGROPECU.2017.04.04.

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207799172017000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

RUIZ, A.L., 2021. Cultivo de cuatro cepas de hongos comestibles del género *Pleurotus* en residuos a base de tallo de maíz y paja de arroz. *Universidad Nacional Agraria de la Selva* [en línea], [Consulta: 16 diciembre 2022].

Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1858>.

SANCHEZ, J. y ROYSE, D., 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp.

ECOSUR, *Limusa* [en línea]. [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: <https://www.ecosur.mx/libros/producto/la-biologia-y-el-cultivo-de-pleurotuspp/>.

SÁNCHEZ-CANTÚ, M., ORTIZ-MORENO, L., RAMOS-CASELLIS, M.E., MARÍN-CASTRO, M. y DE LA CERNA-HERNÁNDEZ, C., 2018. Solid-State Treatment of Castor Cake Employing the Enzymatic Cocktail Produced from *Pleurotus djamo* Fungi. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, vol. 185, no. 2, pp. 434-449. ISSN 15590291. DOI 10.1007/S12010-017-2656-4.

SANTA, J.B., 2005. Comparativo de diferentes sustratos para el crecimiento y producción de la seta de chopo *Agrocybe cylindracea* (DC: Fr) Maire. ,

TINOCO, J., 2022. Evaluación de la desinfección y eficiencia de sustrato para la producción del hongo ostra rosado (*pleurotus djamo* b) con residuos agro forestales en San José de Chaltura. [en línea], [Consulta: 14 diciembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12154>.

TIPÁN, C., 2016. Evaluación del crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* con el uso de un sustrato de rastrojo de maíz con composición variable de papel. *Quito, 2016* [en línea]. [Consulta: 29 julio 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16617>.

VALERA, A., 2019. Rendimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cultivado en diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales de la ciudad de Tacna. *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann* [en línea], [Consulta: 7 diciembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3728>.

VEGA, A., MATA, G., SALMONES, D. y CABALLERO, R., 2006. Cultivo de cepas nativas de *Pleurotus djamo* en Panamá, en paja de arroz y pulpa de café. *Revista Mexicana de Micología* [en línea]. [Consulta: 23 noviembre 2021]. Disponible en: <https://jadimike.unachi.ac.pa/bitstream/handle/123456789/70/Dra.Aracelly>

8.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VILLAR, L., 2021. Sustratos provenientes de residuos agrícolas en la producción del hongo comestible *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn En Tingo María. [en línea]. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1985>.

VIZITEU, G., 2005. Paja de maíz y mazorca o marlos de maíz In Cultivo del hongo ostra Parte II Hongos ostra, Capítulo 5. Sustrato: Manual del cultivador de hongo ostra. ,

WOO, S. k., 2005. Manual del cultivador de hongos Parte II hongos ostra. Capitulo 3. *MushWorld* [en línea], pp. 53-56. Disponible en: [https://almazul.com.ar/storage/Bibliografia/Manual Girgolas Mushworld.pdf](https://almazul.com.ar/storage/Bibliografia/Manual%20Girgolas%20Mushworld.pdf).

ZADRAZIL, F., 1992. Production or Edible Mushrooms. Solid. Substrate cultivation. London and New York. ,

ZÁRATE, Jhonatan, 2015. Producción y desarrollo de cuatro aislamientos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) cultivados en restos de cosecha. [en línea].

[Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/919>

ANEXO 1

Tabla de corrida de micelio, EB, TP Y R para cada bolsa de producción

	corrida de micelio (días)			EB (%)			TP (%)			R (%)		
# de bolsa	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	33	37	31	10.72	9.93	7.28	11.408	10.91	7.59	8.15	7.35	5.90
2	33	37	31	19.54	9.53	7.10	21.472	12.37	7.55	14.85	7.05	5.75
3	33	37	31	11.64	8.85	5.68	12.388	10.06	6.24	8.85	6.55	4.60
4	33	37	31	11.84	8.45	8.02	14.803	10.05	8.36	9.00	6.25	6.50
5	33	37	31	14.08	11.42	6.48	16.761	12.98	6.90	10.70	8.45	5.25
6	33	37	31	10.39	8.99	6.54	10.828	9.88	7.19	7.90	6.65	5.30
7	33	37	31	12.70	9.93	6.85	13.508	12.42	7.79	9.65	7.35	5.55
8	33	37	31	15.13	9.73	6.79	16.628	11.58	7.46	11.50	7.20	5.50
9	33	37	31	13.95	10.34	6.67	15.849	12.92	7.94	10.60	7.65	5.40
10	33	37	31	11.91	11.15	7.65	13.086	13.94	8.70	9.05	8.25	6.20
11	33	37	31	14.41	10.14	6.17	17.152	10.78	7.35	10.95	7.50	5.00
12	33	37	31	12.37	8.92	7.10	14.055	9.80	7.80	9.40	6.60	5.75
13	33	37	31	13.22	9.53	6.60	16.530	10.83	8.58	10.05	7.05	5.35
14	33	37	31	11.38	9.86	7.28	12.934	12.81	9.10	8.65	7.30	5.90
15	33	37	31	10.86	9.66	5.74	14.098	11.50	6.11	8.25	7.15	4.65
16	33	37	31	11.32	10.88	6.79	14.145	11.95	7.46	8.60	8.05	5.50
17	33	37	31	12.04	8.11	6.23	13.681	9.65	7.08	9.15	6.00	5.05
18	33	37	31	11.51	8.99	5.99	14.391	9.56	7.13	8.75	6.65	4.85
19	33	37	31	11.38	10.27	7.90	12.934	11.29	9.41	8.65	7.60	6.40
20	33	37	31	13.09	10.41	7.41	16.365	11.82	8.42	9.95	7.70	6.00
21	33	37	31	12.04	8.78	7.53	12.541	10.98	7.84	9.15	6.50	6.10
22	33	37	31	13.75	9.12	6.11	14.628	10.86	6.50	10.45	6.75	4.95
23	33	37	31	11.84	8.92	6.54	13.013	10.14	7.19	9.00	6.60	5.30
24	33	37	31	11.32	10.27	5.43	14.145	11.29	6.47	8.60	7.60	4.40

25	33	37	31	11.58	9.53	6.54	14.474	12.37	8.50	8.80	7.05	5.30
26	33	37	31	13.09	8.85	6.17	15.586	11.06	7.01	9.95	6.55	5.00
27	33	37	31	12.11	11.28	5.68	12.878	12.82	6.76	9.20	8.35	4.60
28	33	37	31	11.91	7.43	6.91	13.532	8.45	8.98	9.05	5.50	5.60
29	33	37	31	8.29	10.14	6.36	9.109	13.16	7.95	6.30	7.50	5.15
30	33	37	31	13.95	10.95	9.20	18.113	13.03	9.58	10.60	8.10	7.45
31	33	37	31	11.18	10.41	6.54	13.315	11.07	6.96	8.50	7.70	5.30
32	33	37	31	15.07	10.20	6.17	17.120	11.59	6.78	11.45	7.55	5.00
33	33	37	31	11.84	9.05	6.36	13.457	11.76	7.57	9.00	6.70	5.15
34	33	37	31	12.04	9.39	7.16	15.636	11.18	8.14	9.15	6.95	5.80
35	33	37	31	11.91	10.54	6.91	15.465	11.58	8.23	9.05	7.80	5.60
36	33	37	31	13.03	10.41	7.84	14.803	11.82	9.80	9.90	7.70	6.35
37	33	37	31	12.17	9.93	6.48	12.678	11.82	7.37	9.25	7.35	5.25
38	33	37	31	11.78	10.61	6.79	14.720	11.05	8.82	8.95	7.85	5.50
39	33	37	31	11.32	9.66	4.57	14.696	10.28	4.86	8.60	7.15	3.70
40	33	37	31	12.24	9.66	7.10	15.107	10.62	8.87	9.30	7.15	5.75
41	33	37	31	13.22	10.14	5.68	16.953	10.78	6.45	10.05	7.50	4.60
42	33	37	31	13.09	10.88	5.12	15.223	11.57	5.45	9.95	8.05	4.15
43	33	37	31	12.63	9.73	4.94	16.405	11.06	5.61	9.60	7.20	4.00
44	33	37	31	12.30	11.08	4.57	15.977	13.19	5.02	9.35	8.20	3.70
45	33	37	31	12.17	9.93	5.62	12.678	10.91	5.98	9.25	7.35	4.55
46	33	37	31	12.37	10.27	5.06	13.158	12.23	5.56	9.40	7.60	4.10
47	33	37	31	11.71	9.12	6.42	12.869	9.50	8.34	8.90	6.75	5.20
48	33	37	31	12.11	11.08	5.62	13.756	13.85	7.02	9.20	8.20	4.55
49	33	37	31	11.91	10.95	5.93	12.668	12.44	6.73	9.05	8.10	4.80
50	33	37	31	11.45	9.73	5.37	13.628	10.14	6.39	8.70	7.20	4.35
51	33	37	31	10.86	9.59	4.57	12.336	10.21	5.71	8.25	7.10	3.70
52	33	37	31	11.38	10.00	6.05	13.549	10.99	6.87	8.65	7.40	4.90

53	33	37	31	14.28	10.34	5.19	14.871	11.75	6.73	10.85	7.65	4.20
54	33	37	31	12.37	9.26	6.17	13.158	10.17	7.35	9.40	6.85	5.00
55	33	37	31	11.05	9.86	5.62	11.513	11.74	7.02	8.40	7.30	4.55
56	33	37	31	11.45	9.86	6.11	12.178	12.33	6.50	8.70	7.30	4.95

57	33	37	31	11.51	9.32	5.93	12.652	10.60	6.17	8.75	6.90	4.80
58	33	37	31	11.91	9.80	7.04	14.176	11.13	7.49	9.05	7.25	5.70
59	33	37	31	12.43	10.95	5.68	13.664	12.03	6.24	9.45	8.10	4.60
60	33	37	31	13.16	9.12	5.56	15.664	10.86	6.31	10.00	6.75	4.50
61	33	37	31	14.21	9.19	5.93	15.616	11.49	7.70	10.80	6.80	4.80
62	33	37	31	13.55	8.99	5.06	16.941	11.67	5.38	10.30	6.65	4.10
63	33	37	31	11.25	8.45	5.99	13.393	8.99	6.58	8.55	6.25	4.85
64	33	37	31	11.64	9.46	5.31	12.388	9.85	5.53	8.85	7.00	4.30
65	33	37	31	11.78	8.45	5.31	13.382	8.99	5.65	8.95	6.25	4.30
66	33	37	31	12.63	8.78	5.31	13.881	9.65	5.83	9.60	6.50	4.30
67	33	37	31	13.29	10.41	6.60	16.612	12.39	7.86	10.10	7.70	5.35
68	33	37	31	11.71	8.92	5.12	13.307	10.14	5.34	8.90	6.60	4.15
69	33	37	31	12.63	9.39	6.36	13.158	11.18	7.57	9.60	6.95	5.15
70	33	37	31	12.63	8.31	6.05	13.438	8.84	7.56	9.60	6.15	4.90
71	33	37	31	12.24	8.11	6.36	13.018	9.21	7.23	9.30	6.00	5.15
72	33	37	31	13.49	8.04	6.11	14.821	8.38	6.37	10.25	5.95	4.95
73	33	37	31	12.70	8.85	5.12	16.490	9.42	5.45	9.65	6.55	4.15
74	33	37	31	13.16	8.92	6.73	15.664	9.80	7.39	10.00	6.60	5.45
75	33	37	31	12.17	9.19	5.86	14.489	11.49	7.33	9.25	6.80	4.75
76	33	37	31	12.37	8.92	5.80	12.884	9.49	6.59	9.40	6.60	4.70
77	33	37	31	11.25	9.26	5.25	12.784	11.02	5.96	8.55	6.85	4.25
78	33	37	31	10.99	8.72	6.30	13.734	10.90	6.92	8.35	6.45	5.10
79	33	37	31	11.45	9.86	5.86	11.924	12.81	7.62	8.70	7.30	4.75
80	33	37	31	11.18	8.51	5.93	11.898	9.67	6.30	8.50	6.30	4.80

81	33	37	31	11.32	9.05	5.80	12.435	9.95	7.25	8.60	6.70	4.70
82	33	37	31	11.32	8.72	6.60	12.859	10.38	7.03	8.60	6.45	5.35
83	33	37	31	12.83	8.65	5.37	16.661	9.01	6.97	9.75	6.40	4.35
84	33	37	31	11.84	9.12	6.17	14.098	9.70	6.78	9.00	6.75	5.00
85	33		31	10.86	9.46	6.79	12.923	10.40	7.72	8.25	7.00	5.50
86	33		31	11.18	9.32	6.67	11.898	10.60	8.33	8.50	6.90	5.40
87	33		31	11.05		6.11	11.513		6.72	8.40		4.95
88	33		31	12.11		6.73	15.132		7.65	9.20		5.45
89	33		31	13.29		6.60	14.138		6.88	10.10		5.35
90				11.97			12.473			9.10		

ANEXO 2

Fotos del proceso de cultivo

a) Colecta de insumos



b) Preparación de sustrato



c) Pasteurizacion



1440



d) inoculacion



e) incubacion



f) inducción y fructificación



g) cosecha

