

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

DECANÁTO DE POSGRADO



**MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN EN SISTEMAS
AGROPECUARIOS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE
INVESTIGACIÓN Y/O DESARROLLO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

MAGISTER EN AGRONOMIA

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE HONGOS
(*Pleurotus ostreatus*) EN RESIDUOS AGRICOLAS COMO SUSTRATO EN
LA CIUDAD DE COCA**

AUTOR:

Ing. Manuel Enrique Elizalde Villagómez

DIRECTORA:

Dra. Karina Carrera Sánchez

Puyo – Ecuador

2022



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013A

FORMATO DP-UT-013A: DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Manuel Enrique Elizalde Villagómez, con cédula de identidad 1802561025, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o desarrollo titulado “Evaluación del crecimiento y producción de hongos (*Pleurotus Ostreatus*) en residuos agrícolas como sustrato en la ciudad de Coca”, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de titulación son de exclusiva responsabilidad de la autora; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Manuel Enrique Elizalde Villagómez', written over a faint grid pattern.

NOMBRE DEL MAESTRANTE
CI. 1802561025



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013B

**FORMATO DP-UT-013B: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE
EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN**

EL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN

CERTIFICA QUE:

El presente trabajo "EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE HONGOS (*PLEUROTUS OSTREATUS*) EN RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO SUSTRATO EN LA CIUDAD DE COCA", bajo la responsabilidad del maestrante Manuel Enrique Elizalde Villagómez, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

MARÍA ISABEL VIAMONTE GARCÉS
PRESIDENTE DE TRIBUNAL EVALUADOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

SANDRA LUISA SORIA RE
MIEMBRO 1

PABLO ERNESTO ARIAS
MIEMBRO 2



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-011

FORMATO DP-UT-011: AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO TITULACIÓN

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN EN SISTEMAS AGROPECUARIOS	
COHORTE: TERCERA	FECHA ELABORACIÓN: 14/07/2022
INFORME FINAL Y AVAL	
<p>Quien suscribe, Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez portadora de la cédula de identidad número: 1600259285, en calidad de Directora del trabajo de titulación denominado: “EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE HONGOS (<i>Pleurotus ostreatus</i>) EN RESIDUOS AGRICOLAS COMO SUSTRATO EN LA CIUDAD DE COCA”, opción Proyecto de trabajo de titulación con componentes de investigación aplicada y/o desarrollo, a cargo del maestrante Ing. Manuel Enrique Elizalde Villagómez, portador del número de cédula de identidad: 1802561025, certifico haber acompañado y revisado el documento entregado a mi persona, considero que cumple con los objetivos planteados, los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.</p> <p>Por lo antes expuesto se avala el trabajo de titulación para que sea presentado para la sustentación correspondiente.</p>	
ELABORADO POR:	
	
Karina María Elena Carrera Sánchez CI. 1600259285 DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN	



UNIVERSIDAD ESTADAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013C

FORMATO DP-UT-013C: CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

Quien suscribe el presente Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez con CI: **1600259285**, certifica que el Proyecto final de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo titulado: **“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE HONGOS (*Pleurotus ostreatus*) EN RESIDUOS AGRICOLAS COMO SUSTRATO EN LA CIUDAD DE COCA”** ha sido examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 3 %.

En el cantón Pastaza, a los 14 días del mes de julio del 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Karina María Elena Carrera Sánchez", is written over a horizontal line.

Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez
DIRECTORA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Incluir la primera hoja del reporte de similitud de la herramienta antiplagio.

AGRADECIMIENTO

A DIOS todo poderoso, por haberme iluminado y guiado en todo momento y darme la oportunidad de realizar y presentar este trabajo y haberme acompañado en la ejecución del mismo.

A mis padres por estar siempre pendiente de mí en cada instante y acompañarme en el desarrollo de mis estudios.

A mi esposa Mónica Enríquez e hijo Damir, Mateo y Alexander por estar conmigo en todo momento y ser un apoyo constante y valioso en esta etapa de mi vida.

A mi asesor Dra. Karina Carrera Sánchez por brindarme su apoyo, sus conocimientos y la atención debida para el desarrollo de este trabajo.

A los docentes que inculcaron y compartieron sus conocimientos en esta maestría agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica.

DEDICATORIA

A mi colaborador de esta investigación, mi hijo Mateo Elizalde que siempre estuvo apoyando en las actividades.

A mis tesoros del hogar Damir, Mateo y Alexander por hacer la carrera junto a mí, por ser tan valientes y muchas veces soportar mi tiempo dedicado a la ciencia.

A mi esposa Mónica Enríquez quien estuvo siempre conmigo motivándome y brindándome toda su ayuda para continuar y culminar mi carrera.

A mi madre que ha sido mi inspiración y que siempre me ha ayudado al desarrollo de nuevos retos educativos durante una vida.

A ustedes por su amor y su decidida compañía y a su apoyo incondicional, con amor.

Manuel Enrique Elizalde Villagómez.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

Los residuos agrícolas para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, aportan propiedades nutricionales y medicinales transformando la biomasa lignocelulósica en un alimento nutritivo y orgánico, de ahí que se plantea como objetivos de investigación de determinar el porcentaje de la eficiencia biológica de este hongo con el uso de diferentes combinaciones de residuos agrícolas y definir el contenido de macro y micronutrientes, materia orgánica, pH y humedad de los sustratos, mediante un diseño experimental completamente aleatorizado, se evaluó 3 tratamientos combinados por sustratos agroindustriales enfatizando la fibra de palma como primordial al 60 % y aportando con cascara de arroz 40 %: T1, aserrín de pigüe 40 %: T2 y cascarilla de arroz y aserrín de pigüe (20 - 20 %), en 3 tratamientos y nueve repeticiones con un total de 27 unidades experimentales. Cada funda experimental tuvo un peso de 1,5 kg de sustrato húmedo pasterizado a vapor de agua a 100 °C por un tiempo de 2 horas, inoculando con 50 g de semilla y aporte de 50 g fosfato dicálcico para corregir pH. Las muestras se sometieron a un cuarto oscuro en la zona de incubación a temperatura ambiente de 27 ± 2 °C y a humedad relativa (HR) de 91,19 %, a los 17 días se llevaron a la zona de fructificación a 27 ± 2 °C y 87,18 % HR con tres riegos por día. A los 27 días del estudio se obtuvo los mejores resultados en el tratamiento 1 con un % EB del 48 %, con un rendimiento de producción de $1,27 \text{ kg/m}^2$, siendo la invasión del micelio a los 18 días, la maduración del cuerpo fructífero fue a los 23 días con 54 unidades, en cuanto al diámetro del píleo el valor promedio fue de 8,99 cm, la longitud del estípite del tratamiento 3 obtuvo un promedio de 2,99 cm. En los tres tratamientos decrece los nutrientes, T2 N: -0,25 y K: -0,06; T3 P: -0,26 g/100g (%); y aumenta el valor nutricional T1 K: 0,05, Ca: 6,78; T2 Ca: 6,78 y T3 Mg: 0,26 g/100g (%). El pH incrementó un valor de 0,59 en el T2 y disminuyo un valor de 0,79 en el T3. El porcentaje de humedad que reporto la mayor disminución fue el T1 con 9,86 % y la materia orgánica reflejo el mayor descenso en el T3 14,57 g/100g (%).

Palabras claves: Sustratos lignocelulósicos, eficiencia biológica, *Pleurotus ostreatus*.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The agricultural residues for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*, provide nutritional and medicinal properties, transforming the lignocellulosic biomass into a nutritious and organic food, hence the research objectives of determining the percentage of the biological efficiency of this fungus with the use of different combinations of agricultural residues and define the content of macro and micronutrients, organic matter, pH and humidity of the substrates, through a completely randomized experimental design, 3 treatments combined by agro-industrial substrates were evaluated, emphasizing palm fiber as essential at 60 % and contributing with rice husk 40 %: T1, pigüe sawdust 40 %: T2 and rice husk and pigüe sawdust (20 % - 20 %), in 3 treatments and nine repetitions with a total of 27 experimental units. Each experimental cover had a weight of 1,5 kg of moist substrate pasteurized with steam at 100 °C for 2 hours, inoculating with 50 g of seed and adding 50 g of dicalcium phosphate to correct pH. The samples were placed in a dark room in the incubation area at room temperature of 27 ± 2 °C and relative humidity (RH) of 91,19 %, after 17 days they were taken to the fruiting area at 27 ± 2 °C and 87,18 % RH with three irrigations per day. At 27 days of the study, the best results were obtained in treatment 1 with a % EB of 48 %, with a production yield of 1,27 kg/m², being the invasion of the mycelium at 18 days, the maturation of the body fruitful was at 23 days with 54 units, in terms of crown diameter the average value was 8,99 cm, the length of the stipe of treatment 3 obtained an average of 2,99 cm. In the three treatments the nutrients decrease, T2 N: -0,25 and K: -0,06; T3P: -0,26 g/100g (%); and increases the nutritional value T1 K: 0,05, Ca: 6,78; T2 Ca: 6,78 and T3 Mg: 0,26 g/100g (%). The pH increased a value of 0,59 in T2 and decreased a value of 0,79 in T3. The moisture percentage that reported the greatest decrease was T1 with 9,86 % and the organic matter reflected the greatest decrease in T3 14,57 g/100g (%).

Keywords: Lignocellulosic substrates, biological efficiency, *Pleurotus ostreatus*.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivo Especifico.....	4
CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.2. HONGOS.....	5
2.3. ETIMOLOGÍA DE LOS HONGOS <i>Pleurotus spp</i>	5
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL HONGO <i>P. ostreatus</i>	6
2.4.1. Taxonomía de <i>P. ostreatus</i>	6
2.4.2. Morfología.....	6
2.4.3. Reproducción de las Setas.....	7
2.4.4. Tipologías Metabólicas de las Setas.....	7
2.4.5. Importancia Carbono/Nitrógeno para el Desarrollo De <i>P. ostreatus</i>	8
2.4.6. Aprovechamiento de Residuos Agrícolas.....	8
2.5. MEDIOS LIGNOCELULÓSICOS.....	9
2.5.1. Fibra de Palma.....	9
2.5.2. Cascarilla de Arroz.....	11
2.5.3. Aserrín de Pigüe.....	12
2.6. CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE <i>Pleurotus</i>	13
2.6.1. Inoculación.....	13
2.6.2. Temperatura.....	13
2.6.3. Esterilización.....	14
2.6.4. Pasteurización.....	14
2.6.5. Fundas de polipropileno.....	15
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	17

3.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	17
3.4.	TRATAMIENTO DE DATOS	17
3.4.1.	Procedimiento Experimental.....	21
3.4.2.	Semilla de <i>P. ostreatus</i>	24
3.4.3.	Sustratos.....	24
3.4.4.	Inoculación	26
3.4.5.	Incubación	27
3.4.6.	Fructificación	27
3.4.7.	Cosecha	27
3.5.	RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	28
3.5.1.	Humanos	28
3.5.2.	Materiales	28
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		30
4.1.	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA EN DIFERENTES RESIDUOS AGRÍCOLAS 30	
4.1.1.	Porcentaje de la eficiencia biológica	30
4.1.2.	Invasión de micelio y presencia de primordios en sustratos	31
4.1.3.	Tiempo de maduración del cuerpo fructífero	33
4.1.4.	Número de cuerpos fructíferos	34
4.1.5.	Peso fresco del racimo	35
4.1.6.	Diámetro del píleo de <i>P. ostreatus</i>	37
4.1.7.	Longitud del estípite.....	38
4.1.8.	Rendimiento de producción.....	38
4.2.	CONTENIDO DE MACRO Y MICRO NUTRIENTES, MATERIA ORGÁNICA, PH Y HUMEDAD EN LOS TRATAMIENTOS DE RESIDUOS AGRÍCOLAS LIGNOCELULÓSICOS	39
4.2.1.	Presencia de macro y micro nutrientes	40
4.2.2.	pH	42
4.2.3.	Porcentaje de humedad	43
4.2.4.	Materia orgánica	44
CONCLUSIONES		46
RECOMENDACIONES		47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		48
ANEXOS		55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del hongo.....	6
Tabla 2. Requerimiento básico para el crecimiento de setas.....	8
Tabla 3. Composición química y digestibilidad aparente in vitro de los residuos agroindustriales evaluados versus el residuo de fibra de palma	10
Tabla 4. Valores de los principales constituyentes de la cascarilla de arroz	11
Tabla 5. Valores de los principales constituyentes del aserrín de Pigüe	12
Tabla 6. Descripción de tratamientos evaluados de la producción del hongo <i>P. ostreatus</i>	17
Tabla 7. Distribución de espacios de la planta de producción de hongos	20
Tabla 8. Indicador de la producción y calidad de los tratamientos de <i>P. ostreatus</i>	30
Tabla 9. Media de número de cuerpos fructíferos de <i>P. ostreatus</i>	35
Tabla 10. Diámetro del píleo de <i>P. ostreatus</i>	37
Tabla 11. Longitud del estípite de <i>P. ostreatus</i>	38
Tabla 12. Rendimiento de producción del <i>P. ostreatus</i> en un metro cuadrado	39
Tabla 13. Macro y micronutrientes de los sustratos antes y después de inocular	41
Tabla 14. Comportamiento del pH de los sustratos antes y después de ser inoculados	42
Tabla 15. Comportamiento de % humedad de los sustratos antes y después de ser inoculado.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica	16
Figura 2. Distribución de la planta de producción de hongos	18
Figura 3. Modelo del sistema de riego para la nave de fructificación de <i>P. ostreatus</i>	19
Figura 4. Toma de datos del píleo del <i>P. ostreatus</i>	22
Figura 5. Toma de datos del estípite del <i>P. ostreatus</i>	23
Figura 6. Tiempo de colonización del micelio de <i>P. ostreatus</i> en sustratos	32
Figura 7. Presencia del micelio de <i>P. ostreatus</i>	33
Figura 8. Maduración de cuerpos fructíferos de <i>P. ostreatus</i>	34
Figura 9. Peso fresco del racimo de <i>P. ostreatus</i>	36
Figura 10. Información cualitativa de los sustratos con y sin colonización de micelio	40
Figura 11. Aprovechamiento de materia orgánica por el hongo	45

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN

La selección de residuos de cosecha y de la agroindustria en la actualidad son de aprovechamiento para una diversidad de fines que sirve como una materia prima para centrales térmicas o de alimentación de diferentes especies, como fuente de transformación (carbón activado) y hasta como sustrato para la producción de otros medios de cultivos comestible, (Ramírez et al., 2017).

Los residuos que contienen lignocelulosa varían en base a su contenido y proporción de celulosa lignina donde el hongo aprovecha sus nutrientes secretando enzimas en el lugar donde se desarrolla así obtener la glucosa que es alimento esencial para su reproducción. (Muñoz et al., 2019).

Pleurotus ostreatus es un hongo lignícola saprofito que se alimenta de madera desmenuzada, de materia orgánica del bosque; son de importancia por sus propiedades nutritivas, por su alto contenido de proteínas, fibra, vitaminas y carbohidratos, y son bajo en grasas según Aspajo, (2019); este estudio es conocer un medio adecuado para tener una producción en base a ensayos de diferentes tipos de residuos agrícolas como de cascarilla de arroz (*Oryza sativa* L), aserrín de Pigüe (*Piptocoma discolor* (Kunth) Pruski) y fibra de palma (*Elaeis guineensis* Jacq), los que serán sometidos a pruebas del desarrollo del hongo bajo características fisicoquímicas, la dinámica de saber el potencial hidrogeno de los sustratos, el tiempo de colonización y su presencia, número de primordios, número de hongos, número de racimos, peso de racimos, tiempo de aparición y maduración del cuerpo fructífero, longitud del pileo o sombrero, rendimiento de producción, la eficiencia biológica y porcentaje de humedad de hongo.

Para determinar la mejor combinación de los residuos agrícolas lignoselulosicos para la producción de los hongos, se lleva el interés por formular y aprovechar varios residuos para la producción de hongos.

1.2. PROBLEMA.

Los habitantes de la zona rural del cantón Francisco de Orellana de la provincia de Orellana se dedican a la agricultura, siendo esta actividad su principal fuente económica para sustento de su familia, los principales productos agrícolas que siembran son el arroz, palma africana, cacao, maíz, café, etc., y plantaciones forestales como el pigüe, teca, balsa, entre otras; los cuales una vez que son aprovechadas sus productos para la comercialización generan en el proceso agroindustrial residuos orgánicos los que no tienen una disposición final adecuada dando como consecuencia impacto ambiental, económico y social.

La cascarilla de arroz se la obtiene del pilado en donde se separa el grano de arroz y la cascarilla, este residuo se lo encuentra en diversas piladoras de arroz que están ubicadas en toda la provincia de Orellana, que al existir un gran volumen de este tipo de residuo se descompone en áreas que no son aprovechadas para la agricultura, son utilizadas únicamente una pequeña cantidad para camas de criadero de gallineros y el resto es subutilizado.

Otro residuo agrícola es la fibra de la nuez de palma africana que se la encuentra en la extractora Palmar del Río Coca ubicada en el cantón Francisco de Orellana, en donde existe toneladas de esta materia orgánica que es aprovechada tan solo para la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos y el excedente es depositado en suelos agrícolas sin ningún tipo de tratamiento originando un efecto negativo en el suelo.

En lo que respecta al aserrín de la madera de pigüe, se observa en la provincia de Orellana que en varios aserríos éste residuo es calcinado provocando contaminación ambiental, no siendo utilizado en ninguna actividad productiva.

Del problema anteriormente descrito de los residuos agrícolas lignocelulósicos, al no ser aprovechados adecuadamente generan contaminación ambiental y pérdida económica en el sector productivo, acompañado a esto no existe un proceso de explotación productiva de hongos alimenticios en la localidad, como tampoco parámetros y guías de enseñanza para mejorar la eficiencia biológica del manejo mediante el aprovechamiento de estos sustratos de residuos orgánicos, lo que acarreado un desinterés por incursionar este nivel productivo que puede ser un sustento económico de una familia o de microempresarios. El desconocimiento de la producción agrícola por el mundo fungí como un medio de producto alimenticio no ha sido promocionado por ninguna institución pública nacional o local en el cantón, por lo tanto, hay un área productiva que está abandonada y se tiene un mercado insatisfecho considerando que el *P. ostreatus* tiene sus ventajas en la nutrición de las personas y se puede aprovechar residuos orgánicos como sustrato para su producción. Por otra parte, se considera la cultura de la producción de un producto que va de la mano con la cultura del consumo de la localidad.

1.3. HIPÓTESIS.

La proliferación de hongos *P. ostreatus* a partir de las combinaciones de diferentes sustratos agrícolas lignocelulósicos identificará la mejor eficiencia de la producción del cultivo bajo condiciones ambientales controladas.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el crecimiento y producción de hongos (*Pleurotus ostreatus*) con la utilización de combinaciones de residuos agrícolas lignocelulósicos como sustrato en la ciudad de Coca.

1.4.2. Objetivo Especifico

- Determinar el porcentaje de la eficiencia biológica de hongo *P. ostreatus* con la utilización de diferentes combinaciones de residuos agrícolas lignocelulósicos.
- Definir el contenido de macro y micro nutrientes, materia orgánica, pH y humedad en los tratamientos antes y después de inocular los residuos agrícolas lignocelulósicos.

CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.2. HONGOS

Los hongos tienen un estudio de más 250 años y se describe que existen entre 3 a 5 millones de especies en el mundo y se encuentran a nivel continental en los bosques y en manglares. En Ecuador como un país más biodiverso del mundo se indica que el número de especies es de 845 por su Orden, Familia y género y albergan a la mayoría de especies no descritas, estos son los principales degradadores y recicladores de materia orgánica. Este reino es muy importante y utilizado para la línea alimenticia, industria farmacéutica y agrícola que aporta al bienestar de los seres humanos. En el Ecuador hasta agosto 2019 FungiWebEcuador relata de 7700 especies, que están agrupados en 60 ordenes, 472 géneros, 155 familias y 843 especies, (León, et al, 2020).

2.3. ETIMOLOGÍA DE LOS HONGOS *Pleurotus spp*

A nivel mundial el hongo *Pleurotus* o llamado también Orellana, ostra, seta de chopo, girgola, entre otros, existe aproximadamente 10000 especies, de los cuales solo el 10 % son comestibles, es una especie de procedencia de Hungría. Su reproducción inicia en Alemania en el año 1917 como medio de reproducción se utilizó troncos y posteriormente con varias investigaciones se utilizaron sustratos artificiales por los años cincuenta; por el año 1997 alcanza un 14 % de la producción total los hongos comestibles, en la actualidad el país de China es el primer productor con el 86 % de producción mundial, (García, 2019).

En el Ecuador pequeños productores de *Pleurotus spp* se encuentran en varios pisos altitudinales del continente donde siembran y comercializan en pequeñas instalaciones, una de las referencias de estas explotaciones está en la amazonia desde el año 2007 en el sector

de la reserva Biológica de Sumaco, esto permite la valorización de los recursos de la zona rural en beneficio de un desarrollo y contribuyendo contra la inseguridad alimentaria y pobreza rural, (Ortiz, et al., 2018).

2.4. CARACTERÍSTICAS DEL HONGO *P. ostreatus*

2.4.1. Taxonomía de *P. ostreatus*

Los hongos *P. ostreatus* se encuentra clasificado taxonómicamente con las recomendaciones de la estandarización indicadas por Horton et al., (2021), según se muestra en la Tabla 1 sobre la descripción taxonómica.

Tabla 1. Taxonomía del hongo

Clasificación	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Reino:	Fungi
División:	Eumycota
Subdivisión:	Basidiomycotina
Clase:	Holobasidiomycete
Subclase:	Hymenomycetes
Orden:	Agaricales
Familia:	Lentinaceae
Género:	<i>Pleurotus</i>
Especie:	<i>Ostreatus</i>

Fuente: (Enriquez et al., 1993)

2.4.2. Morfología

El hongo en su estructura es en base a una masa algodonosa conocido como micelio, que no se la puede distinguir por estar sumergidas en los sustratos o bajo hojas de bosque en las áreas naturales, las especies *Pleurotus* tienen la característica de ser xilófagos que crecen en varios sustratos que cumplan con sus exigencias como los sobrantes de la industria agrícola. El sistema fructífero de *Pleurotus* está constituido de tres partes importantes que es el

sombrero o píleo, las láminas y estípite o tallo, Fernández et al., (2019). El micelio es un conjunto de hifas, pueden crecer rápidamente hasta más de 1 mm en una hora y pueden absorber osmotróficamente sustancias disueltas en la materia en proceso de descomposición, (Rodrigues et al., 2013).

2.4.3. Reproducción de las Setas

La reproducción de los hongos seta tienen un sistema de ciclo que va desde la germinación de esporas hasta la nueva creación de cuerpos fructíferos bajo condiciones óptimas las esporas germinan y crean un nuevo micelio. Al formar el micelio se produce la agregación y una compactación de las hifas con una larga ramificación que se extiende en hábitat donde se aloja y engrosa de forma gelatinosa de la pared hifas, (Falcon. et al., 2012).

2.4.4. Tipologías Metabólicas de las Setas

Es importante que las setas para alcanzar un buen desarrollo tengan un sustrato los que contengan sustancias apetecibles y blandas necesarias para su expansión y coronación en un sustrato, como son: fuentes de carbono, nitrógeno, vitaminas, minerales, feromonas, fosforo entre otras de ayuda nutritiva. Las setas son cuerpos quimio heterótrofos, utilizando como fuente de energía la obtenida a partir de las reacciones químicas de los compuestos y como principal fuente de carbono es la materia orgánica, la cual incluye carbohidratos tanto monosacáridos como lignina, ácidos grasos, polisacáridos, aminoácidos y alcoholes. Su fuente de nitrógeno puede ser tanto orgánica proveniente de aminoácidos o inorgánica a partir de nitratos y sulfato de amonio el cual permite dar la materia prima para la síntesis de proteínas, (Nieto y Chegwin A, 2010), tal como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2. Requerimiento básico para el crecimiento de setas

Nutriente	Función	Fuente
Nitrógeno	Síntesis de proteínas	Mediante la degradación de aminoácidos, peptonas, caseína y otros. De la urea, por medio de sulfatos de amonio y nitratos de amonio.
Carbón	Fuente de energía	Carbohidratos, Ácidos orgánicos y Aminoácidos, lignina y alcoholes.
Vitaminas	Factor de desarrollo	Fe, Cu, Mg, K, P, Ca. Se administran por medio cloruros.
Minerales	Crecimiento Factores de desarrollo	

Fuente: (Clavijo et al., 2008)

2.4.5. Importancia Carbono/Nitrógeno para el Desarrollo De *P. ostreatus*

La relación C/N indica la porción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno. La integridad del nitrógeno orgánico presente en un residuo orgánico es biodegradable, pero con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se presenta en materiales no biodegradables que impiden su disponibilidad en la agroindustria o restos forestales. La relación para crecer el hongo ostras debe haber una relación entre el C/N entre 30 y 300, la dependencia C/N recomendable del sustrato depende de la fase en la que se encuentra el hongo, altas relaciones C/N lo cual ayuda al desarrollo del micelio y bajas relaciones favorecen el desarrollo de cuerpos fructíferos.

2.4.6. Aprovechamiento de Residuos Agrícolas

Todos los residuos agrícolas son parte de los recursos renovables que están compuestos en su mayoría por celulosa y hemicelulosa que están en los restos agrícolas que es un producto homogeneizado de gran calidad que tiene una cantidad de individuos de carga microbiana, contiene minerales y una capacidad para intercambio catiónico, lo que ayuda a una fertilidad según su uso siendo útil para el ciclo ecológico y evitando que este residuo termine en vertederos. La utilización de los desperdicios agrícolas según su vegetación es aportadora en base a sus procesos en el caso de descomposición térmica de soluciones acuosas de hidróxido

de potasio (KOH) e hidróxido de sodio (NaOH), caliza (CaCO₃) una de las sustancias de aporte en las actividades agrícolas, (Vargas y Pérez, 2018).

2.5. MEDIOS LIGNOCELULÓSICOS

Un medio lignocelulósico proviene plantas de la agricultura y de la industria forestal como residuos que es una parte compuesta de la biomasa de los vegetales y árboles, determinado por tres diferentes polímeros: celulosa, hemicelulosas y lignina; esta a su vez puede ser aprovechada como energía que pueden ser usados como fuente de sustratos para producción de otros productos de nivel comercial, (Cortes, 2011).

2.5.1. Fibra de Palma

La fibra de racimos vacíos (FRV) es un desperdicio lignocelulósico creado por la agroindustria del aceite de palma. La cantidad de FRV producidos es igual al aceite obtenido y puede utilizarse como materia prima para conseguir biocompuestos, (García y Yañez, 2010). El compost de fibra de racimos vacíos de fruta con el suelo mejoró las características químicas, aumentó el crecimiento y la absorción de nutrimentos en pre viveros de palma aceitera, (Vargas y Pérez, 2018).

En Santander-Venezuela la fibra de palma de aceite por ser un sustrato con alto contenido de carbono favorece el desarrollo de *P. ostreatus*, demostrando así su adaptabilidad a medios formulados a partir de este residuo agroindustrial a una concentración del 99 % mas CaSO₄ al 1 %, con un rendimiento teórico del 15,8 %, el cual no solo permitiría alcanzar niveles de producción competitivos a nivel nacional, sino también sería una alternativa de manejo de estos residuos causantes de serios problemas de contaminación, (Diaz y Carvajal, 2014).

La fibra de palma prensada respecto a la carga inicial de los frutos procesados, este residuo presenta una estructura compleja compuesta de lignina, hemicelulosas y celulosa; haciéndolo susceptible de ser procesado para la obtención de diversos productos biotecnológicos de alto valor agregado, investigación ratifican el potencial de este residuo para la producción de azúcares fermentables aplicando el pre-tratamientos biológico con el hongo *P. ostreatus*, el cual presenta ventajas interesantes como el bajo consumo de energía, inversión de capital, condiciones ambientales favorables y reducción en la concentración de inhibidores de fermentación, (Piñeiros y Lozano, 2016).

Las propiedades del análisis químico nutricional de varios productos donde se aprecia la variedad de la fibra de palma se indica en la tabla 3.

Tabla 3. Composición química y digestibilidad aparente in vitro de los residuos agroindustriales evaluados versus el residuo de fibra de palma

Residuos (procedencia)	MS	PC	EE	Ceniza	ELN	FDN	FC	DIV MS
	%	%	%	%	%	%	%	%
Arrocillo (Bellavista)	88,8	9,9	0,3	0,6	88,1	0,5	1,1	98,5
Arrocillo (Riojas)	87,8	7,7	0,3	0,6	90,7	0,5	0,8	99,1
Arrocillo (San Martín)	88,5	10,0	0,2	0,3	89,0	0,4	0,6	99,3
Cascara de palmito (Lamas)	97,0	7,0	1,3	4,7	55,3	60,4	31,8	57,2
Cascarilla de arroz (Bellavista)	97,2	3,1	0,0	16,1	33,9	77,1	47,0	24,1
Cascarilla de arroz (San Martín)	97,2	3,9	0,2	13,2	38,6	68,0	44,1	31,2
Cascarilla de cacao (Mariscal Cáceres)	91,0	19,9	14,3	7,1	33,5	28,2	25,1	75,5
Cascarilla de cacao (San Martín)	91,1	23,6	10,6	8,9	24,6	28,7	32,3	77,4
Fibra de palma (Lamas)	97,6	7,4	7,7	7,5	40,0	63,8	37,5	29,5
Fibra de palma (Tocache)	97,1	7,1	3,3	6,4	43,8	72,7	39,4	26
Nielen (Bellavista)	87,7	9,0	0,3	0,5	90,1	0,5	0,2	99,6
Nielen (Rioja)	88,8	9,3	0,6	0,7	88,9	0,8	0,6	99,4
Nielen (San Martín)	88,2	10,1	0,5	0,8	88,1	1,0	0,5	99,1
Torta de palmiste (Tocache)	94,0	14,2	11,1	5,0	54,0	67,7	15,7	41,9
Polvillo de arroz (Rioja)	89,9	13,5	15,5	8,0	57,0	13,7	6,1	90,0
Polvillo de arroz (San Martín)	89,0	13,7	13,5	6,2	61,6	12,8	5,0	90,3
Polvillo de arroz (Bellavista)	89,2	15,2	15,9	8,6	55,0	12,8	5,2	91,3
Pulpa de café (Moyobamba)	94,3	12,9	2,4	5,8	64,3	37,2	14,6	79,3
Torta de coco (Picota)	92,4	21,9	16,4	6,8	41,4	51,7	14,6	52

Materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN), ceniza, digestibilidad aparente in vitro de la materia seca (DIVMS), fibra detergente neutro (FDN).

Fuente: (Godoy, et al., 2020).

2.5.2. Cascarilla de Arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo. Se caracteriza la cascarilla de arroz tienen el interés por su contenido de alfa celulosa presente (19,73 %), y el contenido de lignina (6,27 %). El incorporar los materiales lignocelulósicos en la elaboración de nuevos productos, es una tendencia que gana más fuerza conforme pasa el tiempo, ya que se obtienen productos similares a los provenientes de materias primas comerciales, y que además son amigables con el ambiente. La cascarilla de arroz es un subproducto que se encuentra en la parte exterior del grano de arroz maduro compuesta por dos glumas denominadas palea y lemma, unidas por dos pericarpios, localizada entre la cascarilla y el endosperma y representa todos los pulimentos que se desprenden del grano después de eliminar la cascarilla hasta que el grano queda listo para el mercadeo, (Vargas, et al., 2013).

Los valores de las propiedades químicas nutricionales de la cascarilla de arroz que contribuyen se indica en la tabla 4.

Tabla 4. Valores de los principales constituyentes de la cascarilla de arroz

Contribuyente	Contenido
Proteína cruda, % N x 6,5	1,9 -3,0
Grasa cruda, %	0,3 - 0,8
Fibra cruda, %	34,5 - 45,9
Carbohidratos disponibles, %	26,5 - 29,8
Ceniza cruda, %	13,2 - 21,0
Sílice, %	18,8 - 22,3

Contribuyente	Contenido
Calcio, mg/g	0,6 - 1,3
Fósforo, mg/g	0,3 - 0,7
Fibra detergente neutra, %	66 - 74
Fibra detergente ácida, %	58 - 62
Lignina, %	9 - 20
Celulosa, %	28 - 36
Pentosa, %	21 - 22
Hemicelulosas, %	12,00
Nutrientes digeribles totales, %	9,3 - 9,5

Fuente: (Vargas, et al., 2013).

2.5.3. Aserrín de Pigüe

El pigüe (*Pollalesta discolor*) es una de las especies forestales más aprovechadas en la Amazonía ecuatoriana. Es una especie pionera, de rápido crecimiento que se encuentra en los bosques secundarios. La madera es utilizada para la elaboración de cajones, Merino, (2010). El aserrín es un material con bajo contenido en humedad y alto contenido en carbono, su degradabilidad es de moderada a pobre. En general, es buen absorbente de humedad y olores. Normalmente está disponible a bajo costo. Se trata de un posible elemento para la formulación del compostaje de bueno a moderado. (Guasch et al., 2016), siendo los componentes químicos que contiene y que se expresa en la tabla 5.

Tabla 5. Valores de los principales constituyentes del aserrín de Pigüe

Constituyente	Contenido (%)
Humedad	43,67
Cenizas	0,96
Fibra	75,18
Grasas	0,16

Fuente: (Erazo et al., 2014).

Todos los bosques de pigüe de la zona del Cantón Mera de la provincia de Pastaza se encuentran en bosque secundario y son aprovechados para comercializar por latillas y trozas de un 1 metro, así el campesino sale favorecido por el aporte de ingresos económicos por su comercialización, la edad apropiada de aprovechamiento de los árboles de pigüe está entre los 10 a 12 años. No se tiene una propuesta por el campesino aprovechar el aserrín para otros propósitos que les ayude al mejoramiento económico de la familia, (Merino, 2010).

2.6. CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE *Pleurotus*

2.6.1. Inoculación

La inocuidad de alimentos estableciendo procedimientos, protocolos y programas, que aplique la población y también al tener controles de semillas controladas sin contaminación y sustratos de residuos agrícolas permite y garantiza la eliminación de bacterias y virus que pone en riesgo la producción y la salud de los seres humanos, (Peloche et al., 2020).

Los procesos biotecnológicos para inocular semillas es el contacto íntimo entre el contacto entre dos seres vivos siendo un microbiano y otro superior (caso de semillas de plantas) los que pueden asociarse y dar un fin común como el beneficio mutuo; de esta manera se preserva la vida de microorganismos mientras están en envases y son colocados semillas o sustratos de micelios de los hongos, (Cely, 2001).

2.6.2. Temperatura

Los métodos de esterilización se lo consideran como un medio térmico que aporta por medio de calor las operaciones básicas a nivel industrial utilizado la temperatura para sustancias sólidas o líquidas que son sometidas a temperaturas mínimas o superiores a los 100 °C y durante un tiempo determinado en base al objetivo que se quiere alcanzar para eliminar las actividades microbianas y enzimáticas asegurando que el producto tenga una estabilidad que

garantice procedimientos en base a la tecnología, considerando el diseño, desarrollo, optimización y adaptación de la tecnología, (Ciro, et al., 2009).

El calor húmedo destruye los microorganismos por coagulación de sus proteínas celulares. El principal método de esterilización que emplea calor húmedo es la esterilización por vapor a presión. Existen otros métodos de descontaminación que emplean este tipo de calor los cuales, aunque no permiten la destrucción total de los microorganismos, disminuyen la carga microbiana que posee un material. Entre estos métodos podemos citar: Tindalización (esterilización fraccionada), Agua hirviendo, Pasteurización y Olla de presión, (Pérez-Uz et al., 2011).

2.6.3. Esterilización

Esterilización: Es el proceso de eliminación o de destrucción de toda forma de vida microbiana contenida en un objeto o sustancia, impidiendo su posterior contaminación; esto quiere decir que comprende todos los procedimientos físicos, mecánicos y químicos usados para destruir gérmenes patógenos. A diferencia de muchas especificaciones la esterilidad es un valor absoluto. Un producto es estéril o no estéril. La esterilización de líquidos es por calor húmedo en una autoclave, su eficacia depende de dos factores: el tiempo de exposición y la temperatura. Este método se aplica para esterilizar tanto las suspensiones como las soluciones verdaderas, pero está limitado para soluciones que sean termolábiles. Generalmente se aplican ciclos de esterilización estándar descritos en la literatura de 30 min a 121 °C, (Montes, et al., 2017).

2.6.4. Pasteurización

La importancia de pasterizar es el hecho de meter el sustrato únicamente cuando el agua ya ha alcanzado la temperatura de 90 °C o hirviendo; esto provoca un choque térmico muy brusco que es difícil de soportar por los organismos que se encuentran sobre el sustrato. Este

choque térmico sirve también para que se destruyan semillas e insectos parásitos, que puedan aparecer posteriormente en un cultivo o sustrato que se va usar como para el caso de hongos. Para una pasteurización de hongos se calienta agua suficiente a temperatura de 90 °C en la que se sumerge la totalidad del sustrato y se mantiene a esa temperatura por unos 45 minutos como mínimo y al alcanzar la temperatura y tiempo se separa el sustrato y se deja escurrir por dos horas para posteriormente continuar con el siguiente procedimiento de incubación, (Noj, 2011).

2.6.5. Fundas de polipropileno

La funda de polipropileno es de alta densidad es un termoplástico barato, fácil de obtener, procesar y con muy buenas propiedades físicas, químicas y mecánicas eléctricas, térmicas y ópticas que lo hacen el plástico más consumido en el mundo. Es un material parcialmente cristalino y parcialmente amorfo, de color blanquecino y translucido. La temperatura máxima de servicio depende de la duración y la magnitud del esfuerzo mecánico presente durante el calentamiento: en pruebas sin carga mecánica en períodos cortos, la temperatura máxima es de 90 a 120 °C, en períodos mayores este valor desciende a intervalos entre 70 y 80 °C., (Hidalgo, et al., 2012).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El ensayo se realizó en el Cantón Francisco de Orellana – Coca, Provincia de Orellana, limitando al Norte con el cantón La Joya de los Sachas y la Provincia de Sucumbíos, al Sur con las Provincias Pastaza y Napo, al Este con el cantón Aguarico y al Oeste con el cantón Loreto y la Provincia de Napo, tiene una extensión de 704.755 ha, con una población de 72.795. (Alcaldía de Francisco de Orellana, 2019)

El aspecto climático se distingue por presentar un clima tropical, cálido húmedo con temperatura promedio de 26 °C; con una precipitación promedio entre 2800 a 4500 mm y su altura esta entre los 254 a 300 msnm. El suelo tiene una textura arcillosa que representar el 40,5 % del territorio del cantón lo cual limita las actividades agro productivas.



Figura 1. Mapa de ubicación geográfica.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial GADMFO.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente ensayo investigativo se utilizó un diseño experimental para evaluar el efecto de los diferentes sustratos lignocelulósico y además corroborar las relaciones de los elementos químicos N, P, K, Ca, Mg, materia orgánica, % de humedad y pH, que se identificó cuál de los tratamientos es el que presenta las mejores garantías para una explotación del cultivo de hongos.

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado, con variables independiente y dependiente, en base a tres sustratos combinados con diferentes porcentajes por sustrato a base de residuos agrícolas para la producción hongos *P. ostreatus*.

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS

Para el diseño de la investigación las unidades experimentales en la fase de fructificación se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado, por medio del cual se valoró tres tratamientos y diez repeticiones con un total de 30 unidades experimentales. Para el estudio de las variables a evaluar se determinó el mejor tratamiento con la aplicación de análisis de varianza ANOVA y la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 5\%$).

En la tabla 6, se describe las unidades experimentales a ser aplicadas.

Tabla 6. Descripción de tratamientos evaluados de la producción del hongo *P. ostreatus*

Tratamiento	Sustratos combinados	N° de Unidades
T1	Fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 40 %	10 bolsas
T2	Fibra de palma 60 % + aserrín de pigüe 40 %	10 bolsas
T3	Fibra de palma 60% + cascarilla de arroz 20% + aserrín de Pigüe 20%	10 bolsas
		30 bolsas

Fuente: propia de autor.

Las variables

- Independiente: tipo de sustrato (fibra de palma, aserrín de pigue y cascarilla de arroz).
- Dependiente: Producción de biomasa (g) del hongo.
- Controlada: temperatura ambiental (27 ± 2 °C), temperatura en la fase oscura (27 °C ± 2 °C), tiempo (4 semanas) a la que se cultiva el hongo, cantidad del sustrato (1,5 kg por muestra), cantidad de la cepa del hongo (50 g por muestra), humedad relativa ambiental (70 %-95 %).

Diseño de la Infraestructura para la Producción del Cultivo de Hongos

En un área de 80.21 m² se distribuyó los espacios para realizar los diferentes procesos que es parte del proyecto de producción de hongos. Las instalaciones se adecuaron con servicios de luz eléctrica, un piso de hormigón con un desnivel de 10 % para escurrir agua, sus paredes verticales construidas con material gypsum, láminas corrugadas de PVC transparente como metálica y tumbado de láminas de zinc, tal como se diseña en la figura 2.

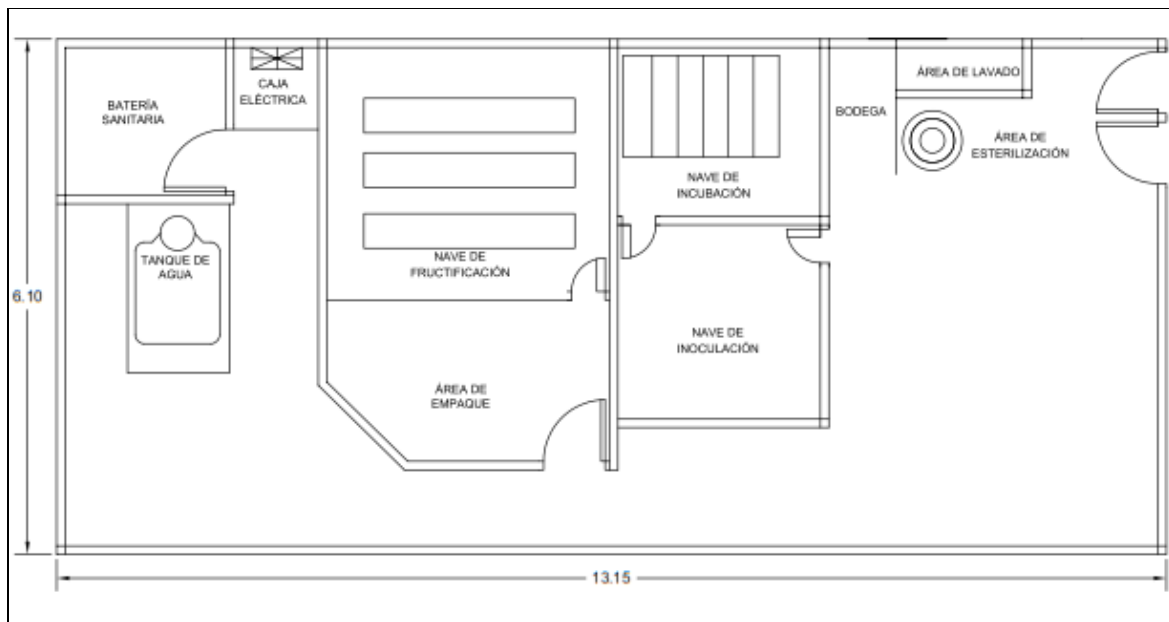


Figura 2. Distribución de la planta de producción de hongos

Fuente: Propia del autor

En el área de fructificación de hongos se instaló un sistema de riego automatizado con un controlador ecológico Hunter, 4 nebulizadores marca tavlit, una bomba de agua de ½ HP y reservorio de agua de 500 litros; con el propósito de tener un control de la nave de fructificación de la temperatura como de la humedad. para lo cual se estableció un modelo del sistema de riego que se presenta en la figura 3.

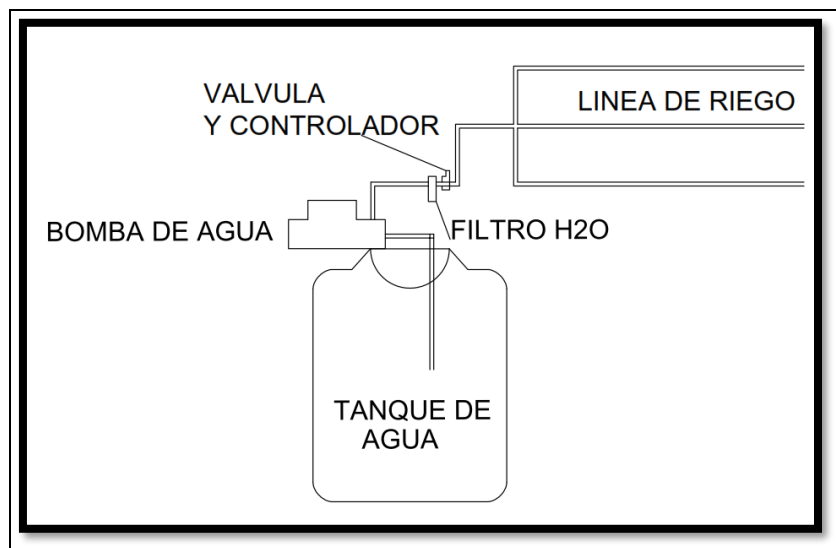


Figura 3. Modelo del sistema de riego para la nave de fructificación de *P. ostreatus*

Fuente: Propia del autor

La investigación da a conocer los resultados obtenidos durante la etapa experimental de 30 días considerando la primera fructificación de los hongos *P. ostreatus*; las diferentes variables registradas en base al tiempo de la preparación de sustratos como de colonización y de la primera cosecha con los que se sometieron los tratamientos aplicados en el T1 (fibra de palma al 60 % + cascarilla de arroz 40 %), T2 (fibra de palma 60 % + aserrín de pigüe 40 %) y T3 (fibra de palma + cascarilla de arroz 20 % + aserrín de pigüe 20 %); en un área experimental de 80,21 m², considerando las áreas de lavado, esterilización de sustratos, inoculación, incubación, fructificación, empaque, batería sanitaria, bodega, almacenamiento de agua para el sistema de regadío y área de panel eléctrico, como se puede apreciar en la tabla 7.

Tabla 7. Distribución de espacios de la planta de producción de hongos

Áreas de la planta de producción de hongos <i>P. ostreatus</i>		
Zona	Dimensiones	Área m²
• Lavado	0,70 x 1,50	1,05
• Esterilización	1,10 x 1,00	1,13
• Inoculación	2,40 x 2,40	5,76
• Incubación	2,40 x 2,10	5,04
• Fructificación	5,00 x 3,55	12,74
• Empaque	1,51 x 3,55	4,85
• Bodega	0,80 x 1,60	1,28
• Tanque de agua	2,00 x 1,21	2,42
• Caja eléctrica	1,00 x 1,00	1,00
• Batería sanitaria	1,95 x 2,10	3,88
	Área total	80,21

El tiempo experimental del ensayo investigativo en cada tratamiento aplicado presentó fructificación del hongo, considerando que el sustrato que se optó para su aplicación en mayor porcentaje de los tres tratamientos fue la fibra de palma con un 60%, fundamento que en investigación realizada se indica que la presencia de basidiocarpos se presenta por concentraciones ricas en lípidos en raquis de palma, (Benavides, et al., 2015).

En esta investigación la nave de incubación su temperatura promedio fue de 27.79 °C y con humedad relativa promedio de 91.19 % sometida a la oscuridad de 24 horas durante en un tiempo de 17 a 21 días y en la nave de fructificación el promedio de temperatura fue de 27.56 °C con una humedad relativa de 87.18 % con iluminación de 12 horas.

3.4.1. Procedimiento Experimental

3.4.1.1. Determinación del porcentaje de la eficiencia biológica del hongo *P. ostreatus* con la utilización de diferentes combinaciones de residuos agrícolas lignocelulósicos

a. Porcentaje de eficiencia biológica del hongo (*P. ostreatus*) de las muestras inoculadas

En la recolección de datos con base a las cualidades del sustrato para el cultivo y reproducción de hongos (*P. ostreatus*) se aplicó la siguiente formula:

Eficiencia biológica = {Peso fresco del hongo (g) / Peso seco del sustrato (g)} x 100.

b. Tiempo de colonización y presencia de primordios

Se determinó el tiempo (días) en el cual los hongos colonizaron el área del sustrato (color blanco por presencia de micelio en la bolsa), esta etapa se realizó desde el momento de la siembra hasta que esté listo el sustrato para ser colocado en la fase de fructificación. La observación se realizó cada dos días.

c. Tiempo de maduración del cuerpo fructífero

Se registró el tiempo en días desde que existió presencia del cuerpo fructífero hasta la etapa de cosecha, esta actividad se realizó de forma directa por el operador.

d. Número de cuerpos fructíferos

Se desarrolló un conteo de la cantidad de setas por racimo de cada sustrato y de cada cuerpo fructífero en la fase de la cosecha para obtener estadísticamente su promedio.

e. Peso fresco total

Se manejó un registro del peso fresco (g) de los cuerpos fructíferos de la primera cosecha, para estimar su promedio e interpretar en base a su producción.

f. Diámetro del píleo de la seta

El tamaño de los carpófagos de cada tratamiento estudiado se procedió a medir de forma manual una vez realizado la cosecha, para el registro del diámetro ecuatorial de cada píleo o sombrero se utilizó un pie de rey graduado en centímetros.

En el estudio realizado en los tres tratamientos se registró el diámetro del píleo de *P. ostreatus*.

En la figura 4 se aprecia su estructura del carpófago y su aplicación de medición de datos

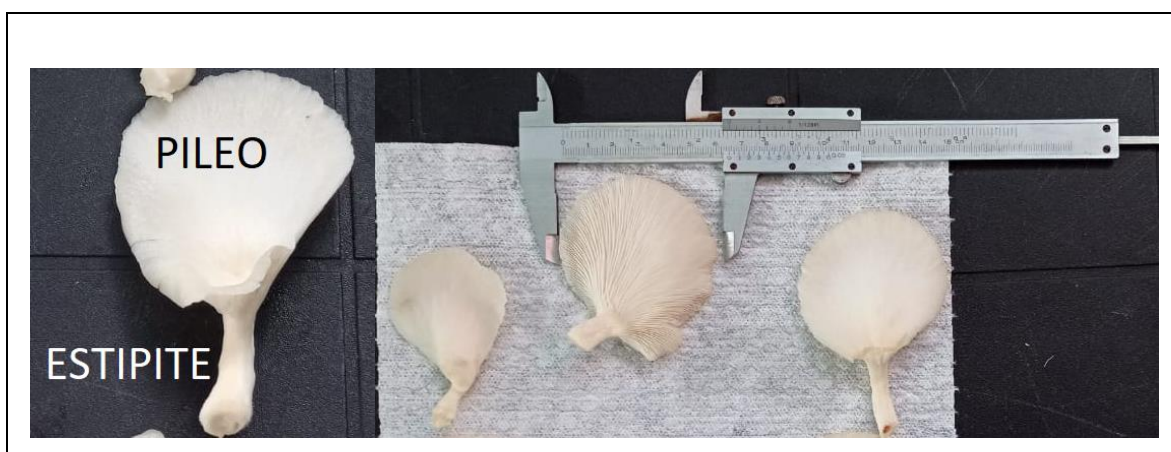


Figura 4. Toma de datos del píleo del *P. ostreatus*

g. Longitud del estípote de la seta

La importancia del largo del estípote que tienen los carpófagos en una floración del *P. ostreatus*, es en base a su orden ascendente que van creciendo, donde su desarrollo es estimulado por efecto de tropismos positivo, lo cual se forma un nivel de competición de

cada uno de los carpófagos. Entendiendo de esta manera con el apoyo de un pie de rey se realiza la medición de cada uno de los estípites seleccionando de 5 unidades por floración.

En la figura 5 se resalta la forma de medir, considerando la longitud de los bordes para ser captada sus mediciones del estípite de los hongos.

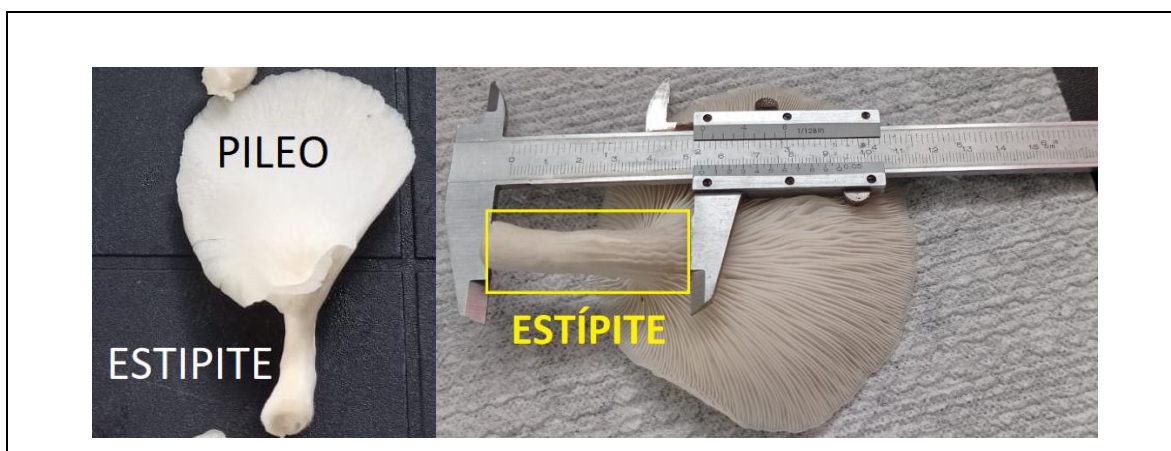


Figura 5. Toma de datos del estípite del *P. ostreatus*

h. Rendimiento de producción

Se consideró aplicar una fórmula matemática para la obtención del rendimiento de la producción (RP) la que relacionó el peso fresco en relación a la superficie ocupada:

$$RP = \frac{\text{Peso fresco del hongo}}{\text{área}} \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad (1)$$

i. Porcentaje de humedad del hongo

Se tomaron varias muestras del hongo por cada tratamiento y se realizó a través del método MO-LSAIA-01.01, apoyado en el método de referencia de la Universidad de Florida 1970, por diferencia de pesos.

La muestra fue de 100 g por cada tratamiento, se pesó en una balanza de precisión y se sometió a desecación en una estufa por 48 horas a 65 °C en la Estación Experimental Central

de la Amazonía del INIAP. Posteriormente se calculó el contenido de humedad con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = (A / B) \times 100$$

A: Peso fresco menos peso seco (g)

B: Peso fresco de la muestra (g)

3.4.2. Semilla de *P. ostreatus*

La semilla utilizada en la investigación es de procedencia del proveedor de la empresa Intiwasi (www.intiwasi-ec.com), que se dedica a la producción y que certifica la calidad de la semilla bajo un procedimiento de cámara de flujo laminar, de donde se obtiene las semillas para ser usada en diferentes sustratos para la producción de hongos. La fase de incubación (área oscura) y fructificación se realizó en la ciudad de Francisco de Orellana- Coca, en un área diseñada bajo las condiciones de asepsia para su producción del hongo.

Por cada unidad de sustrato de los tratamientos se utilizó la cantidad de 50 gramos de semilla para su reproducción por bolsa preparada.

3.4.3. Sustratos

Se realizó una recolección de tres sustratos como medio de cultivo para la reproducción de hongos, considerados como residuos agroindustriales proveniente de diferentes fases de producción de cada una de estas empresas, que a continuación se describe:

- a La fibra de palma se obtuvo de la extractora de aceite de Palmar de Rio, ubicado en el km 18 vía Coca-Sacha, a unos 10 minutos de la ciudad del Coca, dicho sustrato está categorizado para procesos que ayudan para los calderos de la misma empresa y a su vez realiza entrega a comunidades que lo requieren para beneficio de compost y en nuestro caso para el uso como medio de cultivo de hongos.

- b Por otra parte, se aprovechó el cascarilla de arroz que se consiguió de la apiladora de arroz que está ubicado en el km 3 ½ vía Auca a unos 5 minutos de la ciudad del Coca, el mismo que fue aprovechada para como este estudio como un medio orgánico para la producción de los hongos.
- c Los aserraderos de la localidad se dedican al aprovechamiento de la madera de pigüe para elaborar cajas de madera como un medio de empaque de productos agrícolas y de su proceso de corte de madera se tiene como residuo el aserrín, el mismo que no es aprovechado para un segundo proceso y su impacto por carbono perdido por semana es de 8 071,82 kg (Yuan, 2013); dando un giro con este estudio se aprovechó este aserrín de madera de pigüe por ser un residuo que aporta a la propagación de hongos, obteniendo del cantón Loreto, a 10 minutos de distancia que está ubicado el aserradero s/n que se dedica a la elaboración y corte de tirillas de la madera en la vía Loreto – Tena Km 7.

Cada uno de los sustratos fueron recolectados en estado fresco y transportados a las instalaciones, para ser sometidos en el área de lavado, embolsados en sacos de yute y se remojuados, sumergiéndolos en un tanque de agua por un tiempo de 8 ± 2 horas para que absorban humedad.

Pasado el remojo de los sustratos se procedió a escurrir el exceso de agua dejando un tiempo de una hora, luego de transcurrir el tiempo se colocó los sustratos en un recipiente metálico para entrar en la fase de pasteurización de los sustratos que fueron sometido a una temperatura de 95 a 105 °C, una vez que su temperatura llega a los 80 °C se cronometró un tiempo de dos horas esta fase. Una vez pasteurizado cada uno de los sustratos se dejó enfriar en el mismo recipiente metálico por un tiempo de 12 horas, para luego colocar en un área estéril sobre una mesa de trabajo donde se sometió a un enfriamiento a temperatura ambiental. Se consideró precautelar la contaminación de los sustratos a través de buenas prácticas agrícolas tomando en cuenta condiciones de una buena limpieza y asepsia en el lugar de procedimientos. Para lograr la asepsia se usó alcohol que fue roceado con la ayuda de un atomizador por piso, paredes y techo.

3.4.4. Inoculación

En la nave de inoculación limpia y desinfectada con la aplicación de hipoclorito de sodio y alcohol), se procedió a realizar el pesaje y formulación en base a cada uno de los tratamientos programado en este estudio investigativo.

El primer paso se realizó una mezcla según su porcentaje de sustrato, siendo: fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 40 %; fibra de palma 60 % + aserrín de pigüe 40 % y fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 20 % + aserrín de pigüe 20 %. Una vez obtenida las mezclas de cada uno de los tratamientos por cada funda de polipropileno (10 x 16) con un peso de 1.5 kilos se aplicó al sustrato 50 gramos de fosfato dicalcico dihidratado para desinfectar (Proceso de fabricación PHOSBIC 18.5: carbonato de calcio 97 %-CaCO³, cloro gas 33 a 35 % HCl, Roca fosfórica 30.5 % P₂O₅) y se inoculo con semilla de hongo ostra con 50 g.

Las fundas de 1.5 kilos contenidas del sustrato fueron serradas su abertura con un tubo PVC de 2 ” de diámetro y de 3,5 cm de largo, se colocó sobre el tubo PVC papel aluminio con la ayuda de una liga plástica a sus lados para evitar su salida del sustrato u otro medio extraño que ingrese y que afecte al sustrato; a su vez esto ayudo a dejar una cámara de aire para que el micelio tenga oxígeno y pueda colonizar el sustrato. Cada funda de sustrato fue perforada con seis pulsiones con un corto punzante de dos centímetros de diámetro.

Se colocó dos mecheros para minimizar los riesgos que puedan contaminar el sustrato como un medio de barrera y prevención de la contaminación por otras esporas que puedan existir en el ambiente de la operatividad, en el momento de inocular. Se usó equipos de bioseguridad y desinfección de manos y calzado antes de ingresar a la nave de inoculación. Implementos como fundas, bandejas, balanza, esferos u otros materiales fueron desinfectados para su uso.

3.4.5. Incubación

La nave usada para la inoculación de las bolsas de cada tratamiento fue completamente oscura y se realizó la desinfección con Hipoclorito de sodio al 5 % con dos horas de anticipación.

Se estableció medir la temperatura y humedad por medio de un higrómetro digital para registrar sus lecturas y observar si el micelio se extiende y coloniza los diferentes tratamientos y tomar la decisión al momento que el sustrato ha llegado a ser colonizado en el 100 % para ser trasladado a la siguiente fase de fructificación.

3.4.6. Fructificación

En la cámara de fructificación se aplicó regadío por nebulización antes de colocar los sustratos colonizados por el hongo, cada tratamiento se distribuyó de forma vertical y se sometió a tres riegos por cada día, registrando su temperatura y humedad relativa del área con el uso de un higrómetro digital.

En cada sustrato encapsulado con fundas y que esté colonizado se realizó seis agujeros con un bisturí previamente desinfectado para que tenga una mejor respiración y humedad los micelios y pueda proliferar por estas aberturas.

3.4.7. Cosecha

La labor de cosecha se realizó de forma aséptica, desinfección de manos, uso de mascarilla, calzado y materiales desinfectados. Cuando la florescencia del carpófago, se observó que los sombreros del hongo se encontraban físicamente extendidos ese fue el momento en que se realizó la extracción del hongo, realizando con la mano una maniobra en dirección del reloj la separación del carpófago del sustrato.

Este fruto cosechado se colocó en bandejas plásticas para luego realizar el corte de cada uno de los hongos, ser enfundaron y fueron colocados a refrigeración hasta el momento de su comercialización.

3.4.7.2. Contenido de macro y micronutrientes, materia orgánica, pH y humedad en los tratamientos de residuos agrícolas lignocelulósicos inoculados con el hongo (*P. ostreatus*)

Para determinar el porcentaje de nitrógeno, fosforo, potasio, materia orgánica y pH se recolectó una muestra de 1 kg de cada una de las combinaciones de los diferentes sustratos lignocelulósico (toma de muestra del antes del proceso de inocular y después de la inoculación con la semilla del hongo), para ser enviado al laboratorio de la Estación Experimental Central para la Amazonia EECA del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP ubicado en la parroquia San Carlos en la ciudad de la Joya de los Sachas de la Provincia de Orellana.

3.5. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

3.5.1. Humanos

Dra. Karina Carrera, Directora del proyecto

Ing. Enrique Elizalde, Tesista de la Maestría

Mateo Elizalde, Colaborador logístico

Ing. Alexandra Chanaluisa, Técnica del laboratorio del INIAP

3.5.2. Materiales

- Balanza (unidad de medida en gramos)
- Balanza (unidad de medida en libras y Kg)

- Envases de vidrio
- Saquillos
- Tanque metálico con gradilla
- Mechero para cocción
- Tanque de gas
- Plástico
- Cuchara
- Cuchillo
- Tijera
- Fundas de polipropileno
- Equipos de protección: mandil, botas de caucho, guantes de manejo, mascarilla, cofia.
- Alcohol industrial
- Mecheros
- Pala
- Estanterías metálicas
- Sistema de riego: bomba de agua, válvula, filtro de agua, filtro de agua, manguera de riego y nebulizadores.
- Higrómetro digital

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA EN DIFERENTES RESIDUOS AGRÍCOLAS

4.1.1. Porcentaje de la eficiencia biológica

El ciclo de producción de *P. ostreatus* a los 27 días se reportó valores de producción, sobresaliendo el de mayor porcentaje de eficiencia biológica (% EB) y tasa de producción (TP) en el Tratamiento 1 (fibra de palma más cascarilla de arroz) con el valor de 48,51 % y 1266 g, el segundo con mayor % EB y TP fue el Tratamiento 3 (fibra de palma más cascarilla de arroz y aserrín de pigüe) con el 43,16 % y 1252 g y con menor %EB y TP en el sustrato de fibra de palma más aserrín de pigüe con 33,24 % y 990 g. En la tabla 8, se muestra la tasa de producción y el porcentaje de eficiencia biológica del ciclo de producción.

Tabla 8. Indicador de la producción y calidad de los tratamientos de *P. ostreatus*

Tratamientos	Composición	N	TP (g)	% EB (Subconjunto para alfa = 0.05)	
				1	2
T2	Fibra de palma 60 % +aserrín de pigüe 40 %	10	990 a	33,24	
T3	Fibra de palma 60 % +cascarilla de arroz 20 % + aserrín de pigüe 20%	10	1252 a	43,16	43,16
T1	Fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 40 %	10	1266 a		48,51
Sig.				0,095	0,48

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tuckey $P \leq 0,05$)

El porcentaje de eficiencia biológica para la especie de hongos *Pleurotus* es muy variable oscila entre los 2,97 y 104,3 % como lo menciona ICIDCA (Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar)., (2007). En lo anunciado por Catalina et al., (2002) y lo reportado por Díaz y Carvajal., (2014) el rendimiento de la eficiencia biológica en sustratos fibra de palma aceitera fue de 29 % siendo este valor menor a los resultados referidos en esta investigación.

De acuerdo con Diaz y Carvajal, (2014) es importante resaltar que la eficiencia biológica es un indicador de la rentabilidad del cultivo del hongo. Confirmando que la presencia de setas a partir del 15 % resulta favorable y económica, y al comparar con el estudio realizado, sobrepasa los niveles de porcentaje de EB como se evidencia en el T1 48,51 %, T2 33,24 % y T3 43,16 %.

Sin embargo, existen reportes de Romero, et al., (2018), quienes mencionan que al utilizar alfalfa deshidratada como suplemento de sustratos agrícolas para el cultivo de *P. ostreatus* obtuvieron valores de eficiencia biológica de 46,84 % que son resultados similares a la presente investigación.

4.1.2. Invasión de micelio y presencia de primordios en sustratos

Mediante la observación directa realizada cada día en la zona de incubación podemos afirmar que la duración promedio de los días de colonización del micelio *P. ostreatus* en los diferentes sustratos agroindustriales se presentaron entre los 18 a 21 días, indicando que a los 18 días hubo la presencia en el tratamiento 1, el tratamiento 3 presento presencia del micelio a los 20 días y a los 21 días en el tratamiento 2, con nivel de significación de ≤ 0.05 , según la prueba de Tukey.

En la figura 6 se aprecia según sus tratamientos los días de la presencia de micelio del *P. ostreatus*.

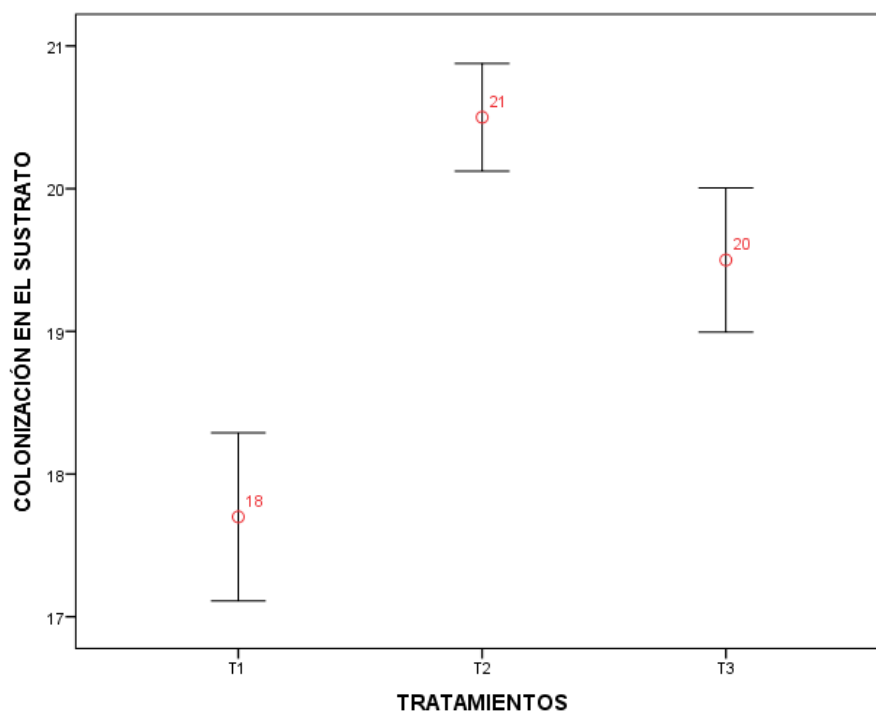


Figura 6. Tiempo de colonización del micelio de *P. ostreatus* en sustratos

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tuckey $P \leq 0,05$)

Diversos estudios sobre el desarrollo de micelio en sustratos agrícolas que aportan a la presencia de primordios, explicado por los representantes Ruilova, et al. (2021), en el sustrato de paja 50 % más cascara de gándul 20 % más bagazo de caña de azúcar 20 % más salvado de quinua 8 % y carbonato de calcio con 2 %, reportan que se presentó a los 22 días. Mientras para los investigadores, Mendoza et al. (2016) la presencia de los primordios se registran entre los 24 a 27 días en sustrato de mazorcas de cacao. Esta variable de tiempo para la presencia de primordios, tienen la capacidad actuar por su metabolismo al colonizar los sustratos y por las enzimas, degradando y aprovechando la celulosa, hemicelulosas, lignina y xilanasas, dependiendo del tipo de sustrato y de acuerdo a las sepas empleadas esto anunciado por Roblero, et al. (2021), y comparando con la presente investigación se señala que la presencia de micelio en este ensayo se dio desde los 18 hasta los 21 días, como referencia visual se indica en la figura 7.



Figura 7. Presencia del micelio de *P. ostreatus*

4.1.3. Tiempo de maduración del cuerpo fructífero

El tiempo de la maduración de los cuerpos fructíferos en los tratamientos 1, 2 y 3 se presentó entre los 22 a 27 días, después de pasar el proceso de colonización del micelio en la fase de incubación, con la presencia de los primordios y su desarrollo en la nave de fructificación. Con un nivel de significación de 0,05 según la prueba de Tukey, podemos indicar que el tiempo de maduración de los cuerpos fructíferos en los sustratos, demostraron que el tratamiento 1 es más rápida respuesta en la maduración dentro de los 23 días como nivel de promedio, a diferencia de los tratamientos 2 y 3 que fue de 25 y 26 días promedio en madurar el *P. ostreatus*.

En la figura 8, se observa el tiempo de maduración, expresado en días en que los cuerpos fructíferos se presentaron.

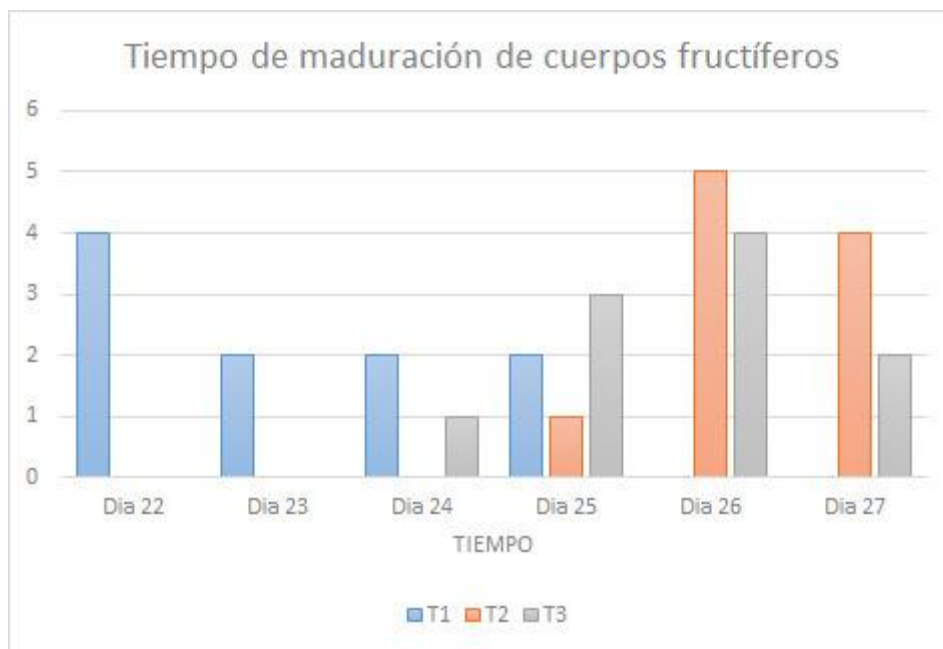


Figura 8. Maduración de cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*

En referencia al tiempo de la presencia de cuerpos fructíferos o primordios explicado por Bonilla, (2017) quien al estudiar el incremento de la eficiencia biológica de *Pleurotus pulmonarius* mediante el uso de residuos agropecuarios locales en Pitalito-Huila, determinó que la primera observación de cuerpos fructíferos fue a los 22 días después de la inoculación; mientras que Calero, (2018) al utilizar como medio de cultivo cascarilla de maíz informo que la presencia de los primordios del hongo *Pleurotus djamor* fue a los 20 días. Es importante señalar la influencia de la luz para que estimule el nacimiento de primordios y pueda realizar un fototropismo positivo dentro de la zona de fructificación (Guachamin et al., 2021).

4.1.4. Número de cuerpos fructíferos

Los resultados para el número de cuerpos fructíferos con la separación de medias con la prueba de rango múltiple de Tukey se encuentran en la tabla 9, el cual reflejó en la investigación que en todos los sustratos del cultivo del hongo *P. ostreatus* se obtuvieron cuerpos fructíferos (CF), y su particularidad fue que presento una diferencia de crecimiento

en días y número de CF, en cada unidad de estudio dependiendo de cada tratamiento dieron presencia de basidiomas antes que otro, considerando el día de inoculación, incubación y zona de fructificación fueron sometidos por igualdad. Pero en cuanto al tratamiento 1 presento una media de 54 unidades de CF siendo el de mejor respuesta y con menor número de CF el tratamiento 2 con una media estadística de 44 unidades de CF, sin embargo, la media de los tres tratamientos reporta 49 unidades de CF. El tratamiento 1 se considera como un sustrato eficiente que aporta nutrientes de mejor manera para el aprovechamiento del micelio para la formación de carpófagos, pero sin diferencias entre ellos.

Tabla 9. Media de número de cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*

Tratamiento	N°	Media de unidades de CF
		1
T2	10	44 a
T3	10	49 a
T1	10	54 a
Sig.		0,05

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tuckey $P \leq 0,05$)

Sin embargo, otros estudios reportan que en el cultivo de *P. ostreatus* con sustrato mezclado de aserrín más avena generó 35 CF, para *Ganoderma lucidum* 11 CF y para *Ganoderma lucidum* complex 12 CF (De Madrignac y Flecha, 2019). Estos resultados difieren al presente estudio en relación al número de CF de *P. ostreatus*, probablemente esto es producto de las condiciones de riego por día que aporta a la regularización de la temperatura y humedad dando condiciones más adecuadas para el desarrollo de cuerpos fructíferos.

4.1.5. Peso fresco del racimo

Al inicio de la investigación uno del propósito fue estar al tanto de la tasa de producción de en base a los días de cosecha de cada uno de los tratamientos que se exhibió los cuerpos

fructíferos y su importancia de saber el peso que se producía por cada unidad de producción de los tratamientos. Las medias del peso del hongo *P. ostreatus* de cada tratamiento se refleja en mayor promedio en el tratamiento 1 con peso promedio de 126.60 g y con menor peso en el tratamiento 2 con 99,00 g. Mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Tukey al 5 %, se establece que los tratamientos no son estadísticamente diferentes.

En la figura 9 encierra los valores de los diferentes pesos de los cuerpos fructíferos dando a conocer sus distinciones da cada tratamiento.

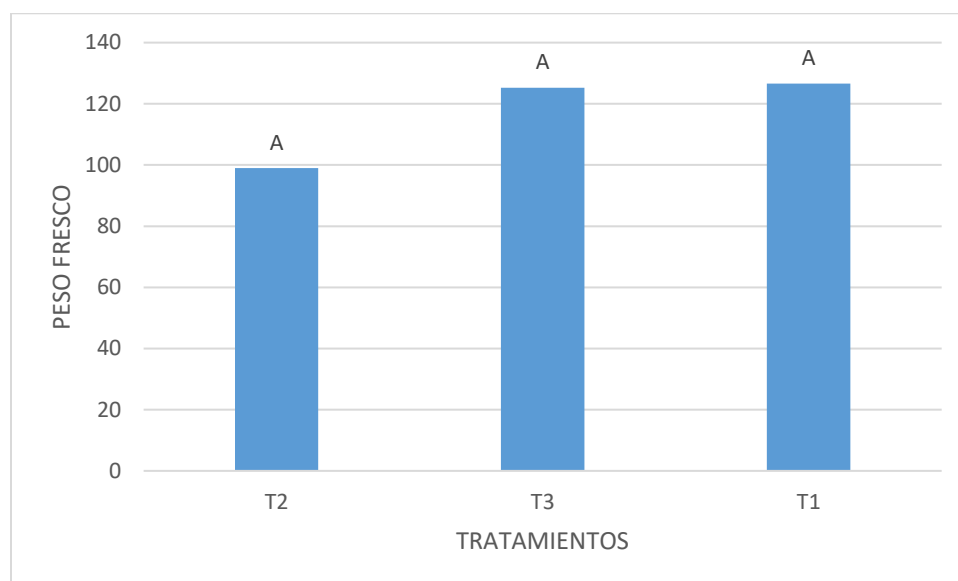


Figura 9. Peso fresco del racimo de *P. ostreatus*

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tuckey $P \leq 0,05$)

El reporte de otra investigación anuncia que el promedio de peso fresco del hongo *P. ostreatus* en sustratos con mezcla de aserrín con hojarasca y avena (MA+HOJ+AV) fue de 226 g, en sustrato de viruta de Cedro Paraguay (VC) para producción de *Ganoderma lucidum* es de 221 g y en sustrato de mezcla de aserrín con avena (MA+AV) para el cultivo de *Ganoderma lucidum* complex es de 110 g, reportado por De Madrignac y Flecha, (2019). Al comparar con el presente estudio se define que los sustratos MA+HOJ+AV y VC mostraron

mayor valor en relación al peso de los cuerpos fructíferos a diferencia del sustrato de MA+AV que reporto un menor peso en esta investigación, valores que superan al sustrato de fibra de palma 60 % más aserrín de pigüe 40 % (T2).

4.1.6. Diámetro del píleo de *P. ostreatus*

De la selección de los carpófagos de cada sustrato agroindustrial se midió el diámetro del píleo y como resultado se demostró que el de mejor respuesta fue el tratamiento 1 con un valor de 8,99 cm de diámetro y de menor diámetro fue el tratamiento 2 con 7,38 cm. La referencia numérica de centímetros indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos. En la tabla 10 se establece los niveles de medición del píleo de los hongos en base a cada sustrato que se utilizó.

Tabla 10. Diámetro del píleo de *P. ostreatus*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	8,99	10	0,51	A
T2	7,38	10	0,51	A
T3	7,61	10	0,51	A

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tuckey $P \leq 0,05$)

De acuerdo con De Madrignac y Flecha, (2019), reportan en la investigación realizada en el cultivo de *P. ostreatus* con la aplicación del sustrato de mezcla de aserrín con hojarasca y avena (MA+HOJ+AV) en donde el diámetro del píleo obtuvo valores de 10 cm, resultando de mejor respuesta que el diámetro de los tratamientos T1 (8,99 cm), T2 (7,38 cm) y T3 (7,61 cm) del presente trabajo; sin embargo estos resultaron de mayor diámetro comparado para el cultivo de *Ganoderma lucidum* con sustrato de viruta de Cedro Paraguay (VC) que constituyó de 6 cm y de *Ganoderma lucidum* complex con 6 cm con el sustrato viruta de Cedro Paraguay (VC).

4.1.7. Longitud del estípite

Los resultados de la prueba de rangos múltiples de Tukey reportan que no hubo diferencia estadística en correspondencia a las longitudes del estípite, pero si indicando que el tratamiento 2 presentó el valor numérico más alto correspondiente a 3,04 cm en su media y la menor longitud el tratamiento 1 con una media de 2,87 cm. En comparación con lo que indica Rosa et al., (2016) y Ortiz, (2019) al estudiar a *Pleurotus* la altura del estípite reportó valores de 5 a 7 cm de alto, esto indica, que los valores obtenidos fueron superiores al promedio del estípite de esta investigación. Para la tipificación de la longitud del estípite del *P. ostreatus* se demuestra en la tabla 11.

Tabla 11. Longitud del estípite de *P. ostreatus*

SUSTRATO	Medias	n	E.E.	
T1	2,87 a	10	0,17	a
T2	3,04 a	10	0,17	a
T3	2,99 a	10	0,17	a

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tuckey $P \leq 0,05$)

4.1.8. Rendimiento de producción

El modelo de rendimiento como unidad de muestra para cada tratamiento fue en un metro cuadrado, donde la producción de carpóforos se dio en la primera cosecha del *P. ostreatus*; esto indica que el tratamiento 1 resulto con mayor rendimiento por metro cuadrado con 1,266 kg y el de menor rendimiento en el tratamiento 2 con apenas 0,990 kg en un metro cuadrado.

Para destacar los pesos que se lograron registrar se puede apreciar en la tabla 12.

Tabla 12. Rendimiento de producción del *P. ostreatus* en un metro cuadrado

TRATAMIENTOS	N	ÁREA (m ²)	Peso (kg)
			Subconjunto para alfa = 0.05
T2	10	1	0,990 a
T3	10	1	1,252 a
T1	10	1	1,266 a
Sig.			0,610

Medias con letras iguales en el sentido de las columnas, no muestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tuckey $P \leq 0,05$)

En un medio de cultivo utilizando pulpa de café para producir *P. ostreatus* por los protagonistas de la investigación realizado por Adjapong et al. (2015) reportaron que en un tiempo de 30 días la mejor cosecha fue de 1,30 kg por metro cuadrado, estos valores de peso por metro cuadrado contrastan con la presente investigación por tener una menor rentabilidad de producción como es el caso del tratamiento 1 con un peso de 1,266 kg en un metro cuadrado.

4.2. CONTENIDO DE MACRO Y MICRO NUTRIENTES, MATERIA ORGÁNICA, PH Y HUMEDAD EN LOS TRATAMIENTOS DE RESIDUOS AGRÍCOLAS LIGNOCELULÓSICOS

Uno de los indicadores del proceso de la producción del hongo comestibles *P. ostreatus* se manifiestan en los cambios que el sustrato tiene durante el desarrollo del hongo de forma cuantitativa como cualitativa, estos valores se obtuvieron mediante los análisis de laboratorio.

El análisis cualitativo se realizó a través de la observación directa del comportamiento de cada uno de los sustratos en base a la coloración. Los comportamientos de cada tratamiento fueron similares en su inicio, dando una coloración oscura sin presencia de micelio y transcurrido los 29 días los sustratos presentaron una coloración blanquecina producto de la colonización de micelio. Esta observación permitió seleccionar los sustratos del tratamiento para ser enviados al laboratorio y así determinar los análisis macro y micronutrientes, materia orgánica, pH y humedad. En la figura 10 mediante la observación se aprecia un antes y un después de la colonización del micelio.



Foto 1: Sustrato de inicio de inoculado húmedo (día 1), Foto 2: Fibra de palma fresca sin humedad, Foto 3: Sustrato inoculado húmedo por un tiempo de 28 días, Foto 4: Secado de sustrato para eliminar humedad (30 días, ingreso al laboratorio)

Figura 10. Información cualitativa de los sustratos con y sin colonización de micelio

4.2.1. Presencia de macro y micro nutrientes

Los macronutrientes de los sustratos, nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) al inicio de la inoculación reportaron que los parámetros de los tratamientos presentaron valores como línea base (análisis 1 de laboratorio sin inocular los sustratos) y la segunda parte luego de 29 días se registró valores (análisis 2 de laboratorio inoculado los sustratos), lo que ha reflejado en algunos casos variación de los valores nutricionales en unidades g /100 g (%).

Para el tratamiento 1 el hongo *P. ostreatus* ha aprovechado de 0,11 g/100g(%) de nitrógeno para su desarrollo, conociendo que antes de inocular el sustrato reportó valores de 0,92 g/100g(%) y después de ser inoculado el sustrato 0,81 g/100g(%) . En el caso de fosforo el hongo que mejor aprovechó fue el tratamiento 3 con 0,26 g/100g(%) , conociendo su valor antes de inocular de 0,35 g/100g(%) y después de inocular 0,09 g/100g(%) . Con respecto al potasio, calcio y magnesio los valores de los sustratos tuvieron tendencia a subir su valor nutricional, ya que se adiciono por cada funda de sustrato (1,5 kg) 0,50 kg de fosfato dicalcico dihidratado, el mismo que fue aportado como un medio de desinfección del sustrato y que no fue aprovechado por el hongo en base al reporte de valores como se puede apreciar en la tabla 13.

Lo citado por Cueva et al.,(2014) al usar sustratos de lenteja, bagazo de caña de azúcar, paja de cebada y cascarilla de arroz para el cultivo de *Pleurotus* reportaron resultados entre 1,29, 1,11, 0,84 y 0,77 % y en comparación con los resultados del presente estudio están dentro de los rangos descifrados. Respecto al fosforo, los mismos autores señalan que los valores más altos se reportaron en residuos de paja de cebada con el 0,14 % a diferencia del estudio presenciando sus valores del mineral es más alto 0,26 g/100g(%) . Los resultados manifestados por el laboratorio donde se realizó el análisis de macro y micro nutrientes se establecen en la tabla 13.

Tabla 13. Macro y micronutrientes de los sustratos antes y después de inocular

Nutrientes	Unidad	T1			T2			T3		
		A	D	Diferencia	A	D	Diferencia	A	D	Diferencia
Nitrógeno (N)	g/100g (%)	0,92	0,81	-0,11	1,48	1,23	-0,25	0,85	0,81	-0,04
Fosforo (P)	g/100g (%)	0,10	0,08	-0,02	0,11	0,06	-0,05	0,35	0,09	-0,26
Potasio (K)	g/100g (%)	0,05	0,07	0,02	0,16	0,10	-0,06	0,12	0,17	0,05
Calcio (Ca)	g/100g (%)	0,34	7,12	6,78	0,07	6,85	6,78	0,21	6,88	6,67
Magnesio /Mg)	g/100g (%)	0,01	0,20	0,19	0,01	0,19	0,18	0,01	0,27	0,26

A= antes de inocular los sustratos (día 0) y D= después de inocular los sustratos (29 días)

Se tipifica los resultados expresados en base a los análisis de laboratorio para descifrar las diferencias de los parámetros de cada uno de los sustratos con diferencia de tiempo de 28 días, registrando que el primer día se colocó la semilla del micelio en el sustrato y al pasar los días éste colonizó hasta llegar a la etapa de producción y del aprovechamiento de las setas.

4.2.2. pH

En relación al pH se determinó que en el tiempo de 29 días el micelio colonizó los sustratos, dando una variabilidad en los valores de pH. En el Tratamiento 1, antes y después de ser inoculados con la semilla con micelio resultó de 6,19 a 6,37, presentando un incremento de 0,18. Mientras que en el tratamiento 2 antes de inocular el sustrato el valor del pH fue de 5,79 y después de ser inoculado de 6,38, esta diferencia se indica que se incrementó su valor de 0,59 y en el tratamiento 3 antes y después de inocular los lechos fue de 5,88 y 5,09 señalando que disminuyó con menos de 0,79 valor de pH. En la tabla 14 se describe los valores de pH de cada uno de los tratamientos que fueron analizados con sus correspondientes diferencias.

Tabla 14. Comportamiento del pH de los sustratos antes y después de ser inoculados

Tratamiento	T1		Diferencia	T2		Diferencia	T3		Diferencia
	Composición de sustrato			Composición de sustrato			Composición de sustrato		
	Fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 40 %			Fibra de palma 60 % + aserrín de pigüe 40 %			Fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 20 % y aserrín de pigüe 20 %		
Ensayo en laboratorio	Antes	Después		Antes	Después		Antes	Después	
pH	6,19	6,37	0,18	5,79	6,38	0,59	5,88	5,09	-0,79

Cabe indicar que todos los tratamientos fueron sometidos a las mismas condiciones de esterilización, temperatura, humedad y riego. Estos resultados de investigación sobre el potencial hidrogeno de los sustratos están dentro de los rangos descrito por Díaz et. al. (2019), quienes mencionan que el pH óptimo para el desarrollo de *P. ostreatus* es de 4,5 a 7 el pH.

4.2.3. Porcentaje de humedad

El porcentaje de humedad (%H) de los sustratos reportados en el análisis de laboratorio en la primera etapa denominado día 0 antes de ser inoculado se registró en T1 64,16 % H, T2 65,10 %H y T3 70,24 %H, este último con mayor % de humedad. La segunda etapa de análisis de laboratorio, se evaluó luego de 28 días, aquí el sustrato que fue inoculado con el micelio, colonizó, generando producción y fue cosechado. Los resultados después de la cosecha fueron T1 54,30 %H, T2 56,99 %H y T3 62,18 % H, siendo este último el de mayor pérdida de humedad.

Esto determina que el carpófago en la etapa de fructificación absorbe la humedad que se encuentra en el sustrato y este tiende a perder humedad como se reporta en T1 -9,86 %H, T2 -8,11 % H y T3 -8,06 %H. Además, es importante declarar que en la zona de fructificación se realizó tres veces por día el riego por un sistema de nebulización por un tiempo de cada uno de un minuto (tabla 15).

Tabla 15. Comportamiento de % humedad de los sustratos antes y después de ser inoculado.

Tratamiento	T1		Diferencia	T2		Diferencia	T3		Diferencia
	Composición de sustrato			Composición de sustrato			Composición de sustrato		
	Fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 40 %			Fibra de palma 60 % + aserrín de pigüe 40 %			Fibra de palma 60 % + cascarilla de arroz 20 % y aserrín de pigüe 20 %		
Ensayo en laboratorio	A	D		A	D		A	D	
Humedad %	64,16	54,30	-9,86	65,10	56,99	-8,11	70,24	62,18	-8,06

A= antes de inocular los sustratos (día 0) y D= después de inocular los sustratos (28 días)

De acuerdo a lo mencionado por Díaz et al.,(2019), el cultivo de hongos *P. ostreatus* registra porcentajes de humedad en sustratos de paja de arroz, bagazo de caña de azúcar, corona de maíz y residuos de poda de pasto del 65 %H antes de inocular; este valor del porcentaje de humedad es similar al tratamiento 2 de la presente investigación con valores de 65,10 %H pero difiere con los tratamientos 1 y 3 que reportan valores de 64,16 y 70,24 %H

respectivamente, sin embargo estos autores no registran el porcentaje de humedad después de la inoculación de los sustratos.

4.2.4. Materia orgánica

Se pudo observar que los valores de materia orgánica antes (pre cosecha) y después (post cosecha) de cada tratamiento presentaron la tendencia a descender, debido a que el *P. ostreatus* aprovechó este nutriente en su fenología de desarrollo por ser organismos saprófitos tal como se demuestra en todos los tratamientos con el aprovechamiento de 11,24, 13,18 y 14,57 g/100 (g%). Uno de los roles de este hongo *P. ostreatus* es degradar la materia orgánica para su desarrollo germinativo y de crecimiento, beneficiándose de la lignina y los compuestos presentes como hemicelulíticos esto explicado por Cruz, (2021);

En relación a lo descrito por (Varnero et al., 2010) este explica en su estudio Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*), define haber degradado el contenido de materia orgánica en todos los tratamientos, pero con diferencia estadística significativa se dio en el sustrato de paja de trigo con valores en la pre cosecha con 920 y post cosecha 893 MO g/kg, siendo su aprovechamiento de 27 MO g/kg). Entre estos estudios de producción de *P. ostreatus* se define que las materias orgánicas presentes en los sustratos al concluir los ensayos siempre disminuyen. Para este caso se puede ver en la figura 11.

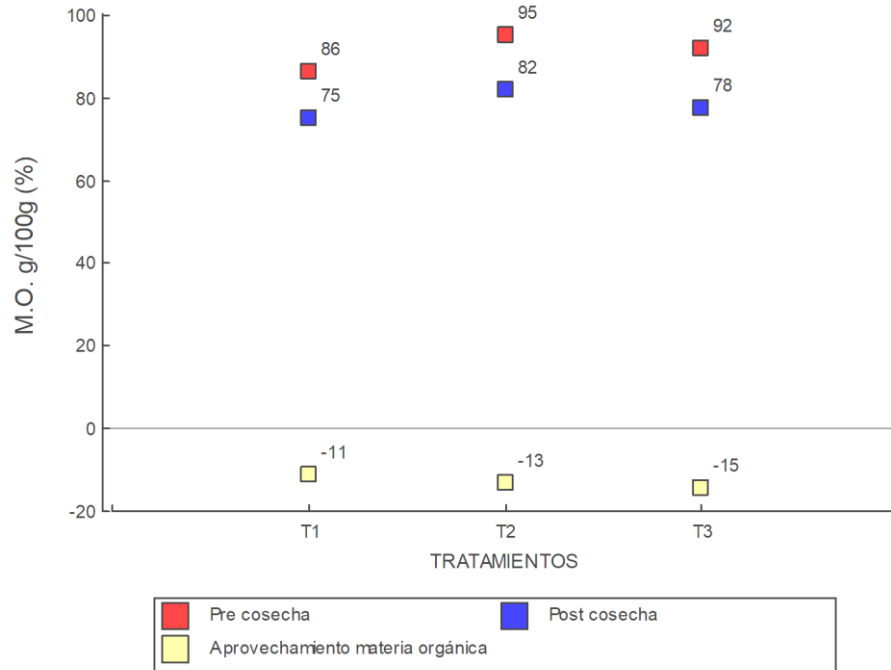


Figura 11. Aprovechamiento de materia orgánica por el hongo

En la figura 11 se puede observar que la materia orgánica de los sustratos al finalizar el ensayo matemáticamente se demuestra la pérdida de MO g/100g (%), el micelio del hongo *P. ostreatus* en los tratamientos 2 y 3 tienen mayor valor, presentando diferencia significativa al tratamiento 1. Los valores estadísticos al ser comparados entre sí en pre y post cosecha indican que se presentó disminución de materia orgánica al final de la investigación.

CONCLUSIONES

- La combinación del sustrato de fibra de palma 60 % + Cascarilla de arroz 40 % (T1) tuvo mejor crecimiento y producción para el desarrollo del hongo *P. ostreatus*, dado por los valores de eficiencia biológica de 48,51 %, invasión de micelio a los 18 días, la maduración del cuerpo fructífero en 23 días, presencia de cuerpos fructíferos de 54 unidades, peso de racimos frescos de 126,60 g, diámetro promedio del píleo de 8,99 cm y el rendimiento de producción con 1,27 kg.
- El aporte de los nutrientes que ofrecen los sustratos para la producción de hongos *P. ostreatus* antes de realizar la inoculación reflejó en los tres tratamientos el decrecimiento de los nutrientes, tratamiento 2 N: -0,25 y K: -0,06; tratamiento 3 P: -0,26 g/100g (%); y aumentó el valor nutricional en tratamiento 1 K: 0,05, Ca: 6,78; tratamiento 2 Ca: 6,78 y tratamiento 3 Mg: 0,26 g/100g (%). El pH incrementó un valor de 0,59 en el tratamiento 2 y disminuyó un valor de 0,79 en el tratamiento 3. El porcentaje de humedad en los tres tratamientos al llevar a la fase del cultivo de 27 días fue en descenso tratamiento 1: -9,68, T2: -8,11 y tratamiento 3: -8,06 este valor se deduce del beneficiado por parte de *P. ostreatus* para su desarrollo y finalmente la materia orgánica fue aprovechada por el hongo en los tres tratamientos observándose un mayor porcentaje en el tratamiento 3 con 14,57 %.

RECOMENDACIONES

- Evaluar la relación beneficio costo de los sustratos evaluados en la producción de hongos *P. ostreatus*.
- Analizar bromatológicamente los hongos *P. ostreatus* y conocer su contenido nutricional al final de la investigación.
- Considerar la evaluación de otros sustratos para la producción de hongos ostra como respuesta al aprovechamiento de los recursos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Adjapong, A. O., Ansah, K. D., Angfaarabung, F., & Sintim, H. O. (2015). Maize Residue as a Viable Substrate for Farm Scale Cultivation of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Advances in Agriculture*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/213251>
- Alcaldía de Francisco de Orellana. (2019). *Datos del Canton Francisco de Orellana*. <https://www.orellana.gob.ec/es/canton/datos-del-canton.html>
- Azúcar. (2007). *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de. XXXIX(1)*, 52–56.
- Benavides Calvache, O. L., Cabrera Hidalgo, É. V., Villota Muñoz, A. O., & Perdomo, D. A. (2015). Ácidos grasos del hongo funcional *pleurotus ostreatus* cultivado en residuos sólidos agroindustriales. *Producción + Limpia*, 10(1), 73–81. <https://doi.org/10.22507/pml.v10n1a6>
- Bonilla Ruiz, E. (2017). Incremento de la eficiencia biológica de *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., mediante el uso de residuos agropecuarios locales en Pitalito-Huila. In *Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17605>
- Calero, E. (2018). *Valoración del crecimiento del hongo Ostra Rosado (Pleurotus djamor) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para la producción de setas comestibles en la empresa ASOPROTEC*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28371>
- Catalina, R., Savón, B., Donoso Fernández, C., Martínez Manrique, C. E., Iván, E., Sevilla, R., Joaquín, H., & Quevedo, M. (2002). EFECTO DE LA LUZ EN LA CONCENTRACIÓN DE MICOSTEROLES DE *PLEUROTUS OSTREATUS* VAR. FLORIDA. In *Revista Cubana Aliment Nutr* (Vol. 16, Issue 1). <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=6850>
- Cely, G. (2001). *El horizonte bioético de las ciencias*. <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/3604>
- Ciro Velásquez, H. J., González Murillo, C., & García, E. A. (2009). Modelación Numérica

De Procesos De Esterilización Térmica De Alimentos Usando Volúmenes De Control: Aproximación Cilíndrica. *DYNA: Revista de La Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, ISSN 0012-7353, Vol. 76, Nº. 159, 2009, Págs. 115-124,* 76(159), 115–124.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7603112&info=resumen&idioma=ENG>

Clavijo, G., Quintero, O., & Andrés, C. (2008). PROPUESTA DEL CULTIVO DE HONGO PLEUROTUS Y LENTINULA EDODES A PARTIR DE LA BIOMASA DEL CAFÉ EN LAS FINCAS CAFETERAS DE MANIZALES PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO ALTERNATIVO. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración,* IV(6), 35–67.
<https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v4i6.1513>

Cortes, W. (2011). Materiales lignocelulósicos como fuente de biocombustibles y productos químicos. *TecnoESUFA: Revista de Tecnología Aeronáutica,* 16, 41–46.
<https://publicacionesfac.com/index.php/TecnoESUFA/article/view/366>

De Madrignac, B. R., & Flecha, A. M. (2019). Evaluación del cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes, Agaricales – Poyporales) empleando sustratos alternativos. *Lilloa,* 1–13. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2019.56.1/1>

Díaz, C. C., & Carvajal, E. R. (2014). Eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* cultivado en fibra de palma de aceite. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria,* 12(1).
<https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2014.934>

Díaz Muñoz, K., Guajardo, M. C., Alberto, C., Torres, L., Luis, & Gil Ramírez, A., Betzabet, C., Vásquez, B., & Cabos Sánchez, J. (2019). Production of *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 grown on different waste lignocellulosic. *Arnaldoa,* 26(3), 1177–1184. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26322>

Enriquez García, F., Medina, E. J., Zaldivar Martinez, P., & Xicale Valencia, B. (1993). Hongos seta (*Pleurotus ostreatus*): Produccion y Comercialización. *Antologia de Estudios Territoriales.,* 1–13.
http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3874/1/Hongos_Seta_pleurotus

ostreatus producción y comercialización.pdf

- Erazo, G., Izurieta, J. C., Cronkleton, P., & Larson, A. (2014). El uso de pigüe (*Piptocoma discolor*) por los pequeños productores de Napo, Ecuador: Manejo sostenible de una especie pionera de madera para los medios de vida locales. *CIFOR Briefs*, 26, 6. <https://doi.org/10.17528/CIFOR/004424>
- Falcon., A., Wgria, G., & Cabrer, J.-C. (2012). Exploiting Plant Innate Immunity to Protect Crops Against Biotic Stress: Chitosaccharides as Natural and Suitable Candidates for this Purpose. In *New Perspectives in Plant Protection*. INTECH Open Access Publisher. <https://doi.org/10.5772/36777>
- Fernández, N., Gaggino, R., Kreiker, J., & Positieri, M. J. (2019). Desarrollo Tecnológico de Paneles Multicapa a partir de Residuos Lignocelulósicos Bioligados con Micelio de Hongos. *AJEA*, 4. <https://doi.org/10.33414/ajea.4.370.2019>
- Freddy Aspajo Mori, W. S. D. N. (2019). Efecto de la temperatura y la concentración de la semilla (*Pleurotus ostreatus*) sobre el rendimiento en la producción de hongos comestibles utilizando cascarilla de arroz como sustrato. In *Functional Food Science and Technology Journal* (Vol. 1, Issue 1). <http://revistas.unprg.edu.pe/openjournal/index.php/cytaf/article/view/533>
- García Murillo, P. G. (2019). Producción de orellanas (*Pleurotus ostreatus*) como alternativa para el tratamiento de residuos sólidos de origen vegetal en Bogotá D.C. *Redes de Ingeniería*, 9(1), 26–31. <https://doi.org/10.14483/2248762x.13858>
- García N., J. a., & Yañez A., E. E. (2010). Generación y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en Colombia - Power generation and use of biomass at palm oil mills in Colombia. *Revista Palmas*, 31(2), 41–48. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1477>
- Godoy Padilla, D. J., Daza La Plata, R., Fernández Curi, L. M., Layza Mendiola, A. E., Roque Alcarraz, R. E., Hidalgo Lozano, V., Gamarra Carrillo, S. G., & Gómez Bravo, C. A. (2020). Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de San Martín, Perú. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(2). https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1374

- Guachamin, M., Sebastian, E., Montalvo, F., & Xavier, R. (n.d.). *Evaluación técnica y determinación de costos de un fructificador a pequeña escala de Pleurotus ostreatus como potencial emprendimiento en Quito, Ecuador.*
- Guasch, N. S., Ortega, G. G., & Ríos, M. Q. (2016). Caracterización de aserrín de diferentes maderas. In *Tecnología Química* (Vol. 39, Issue 3, p. 12). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012
- Hidalgo, M., Muñoz, M., & Quintana, K. (2012). Análisis mecánico del compuesto polietileno aluminio reforzado con fibras cortas de fique en disposición bidimensional. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 32(1), 89–95. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0255-69522012000100011&script=sci_arttext&tlng=pt
- Horton, T., Marsh, L., Bett, B. J., Gates, A. R., Jones, D. O. B., Benoist, N. M. A., Pfeifer, S., Simon-Lledó, E., Durden, J. M., Vandepitte, L., & Appeltans, W. (2021). Recommendations for the Standardisation of Open Taxonomic Nomenclature for Image-Based Identifications. *Frontiers in Marine Science*, 8, 62. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.620702>
- Jeannette Nieto, I., & Chegwin A, C. (2010). Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XII(1), 169–178. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/15631>
- León-Reyes, A., & Barriga, N. (2020). Memorias del 4to Simposio en Fitopatología, Control Biológico e Interacciones Planta- Patógeno. *Archivos Académicos USFQ*, 23, 107. <https://doi.org/10.18272/archivosacademicos.vi23.1652>
- Mendoza, K., Huamán, M., Bravo, N., Silva, A., & Silva, R. (2016). Evaluación del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Per. Química Ing. Quím.*, 19(1), 63–75. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/12585>
- Merino, J. (2010a). *ESTUDIO ECONOMICO DE DOS FORMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL DEL PIGUE (Pollalesta discolor) EN EL*

- CANTON MERA, PROVINCIA DE PASTAZA. 81.
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/749/1/33T0073.pdf>
- Merino, J. (2010b). *ESTUDIO ECONOMICO DE DOS FORMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL DEL PIGUE (Pollalesta discolor) EN EL CANTON MERA, PROVINCIA DE PASTAZA.* 81.
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/749>
- Montes-González, Y., Hidalgo-Guerrero, L. C., & Mayo-Abad, O. (2017). Esterilización de soluciones para productos parenterales. Análisis de la problemática. *Tecnología Química*, 37(3), 367–379.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852017000300001
- Noj, J. (2011). Diseño de un Sistema de Producción Artesanal de Hongos Ostra (*Pleurotus Ostreatus*), para la Asociación SOTZ'IL ONG, que Impulsa Proyectos de Desarrollo Comunitario. *Emecanica.Ingenieria.Usac.Edu.Gt*, 1–75.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6294/>
- Ortega, G., & Bermello, A. (2007). ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. *Instituto Cubano de Investigaciones de Los Derivados de La Caña de Azúcar (ICIDCA)*, 1(3), 5–7. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120667015>
- Ortiz, A. (2019). *PROPUESTA GASTRONÓMICA PARA EL MANEJO DEL HONGO OSTRA (Pleurotus Ostreatus) PARA SU UTILIZACION EN LA COCINA, RIOBAMBA 2018.* <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14191?mode=full>
- Ortiz Rodríguez, E., Pineda Insuasti, J., Stefanía, A., Trujillo, D., Andrés, G., Castro, P., Patricia, C., Arroyave, S., Alejandro, C., & Soto, P. (2018). *La producción de hongos comestibles frente a la crisis alimentaria del Ecuador Edible mushrooms production against the food crisis from Ecuador. 1*, 2–10. <https://www.ceba.org.ec/wp-content/uploads/2021/03/Biorrefinería-1-13-22.pdf>
- Peloché, D., Benítez, N., Pareja, L., Bentancur, O., Palladino, C., Peloché, D., Benítez, N., Pareja, L., Bentancur, O., & Palladino, C. (2020). Decision making and food safety the case of barley producers in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 24(1).
<https://doi.org/10.31285/agro.24.347>

- Pérez-Uz, B., Silóniz, M. I. de, Torralba, B., & Vázquez, C. (2011). Metodología de esterilización en el laboratorio microbiológico. *REDUCA (Biología)*, 3(5), 1–14. <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/818>
- Ramírez, A. P., Giraldo, S., Flórez, E., & Acelas, N. (2017). Preparation of activated carbon from palm oil wastes and their application for methylene blue removal. *Revista Colombiana de Química*, 46(1), 33–41. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v46n1.62851>
- Roblero-Mejía, D. O., Aguilar-Marcelino, L., & Sánchez, J. E. (2021). Efecto de la variación del sustrato en la productividad de dos cepas de *Pleurotus* spp. *Scientia Fungorum*, 52, e1377. <https://doi.org/10.33885/sf.2021.52.1377>
- Rodrigues, A. M., de Melo Teixeira, M., de Hoog, G. S., Schubach, T. M. P., Pereira, S. A., Fernandes, G. F., Bezerra, L. M. L., Felipe, M. S., & de Camargo, Z. P. (2013). Phylogenetic Analysis Reveals a High Prevalence of *Sporothrix brasiliensis* in Feline Sporotrichosis Outbreaks. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002281>
- Romero Arenas, O., Valencia de Ita, M. Á., Rivera Tapia, J. A., Tello Salgado, I., Villarreal Espino Barros, O. A., & Damián Huato, M. Á. (2018). Capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 15(2), 145–160. <https://doi.org/10.22231/asyd.v15i2.788>
- Rosa, A. :, Longa, A., & Lima, L. (2016). *FACULTAD DE HOTELERIA, TURISMO Y GASTRONOMIA Carrera de Gastronomía y Gestión de Restaurantes USO GASTRONÓMICO DE LOS HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES HSC DE LA VII REGIÓN DEL MAULE, CHILE. Monografía para optar el Grado de Licenciada en Gastronomía y Gestió.*
- Ruilova Cueva, M. B., Martínez Mora, O., & Cobos Mora, F. (2021). EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS* CULTIVADO EN RESIDUOS AGRÍCOLAS TÍPICOS DE LA PROVINCIA BOLÍVAR – ECUADOR. In *Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo VII* (pp. 189–

200). https://doi.org/10.37572/edart_18122151417

- Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59–72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Vargas, J., Alvarado, P., Vega Baudrit, J., & Porras, M. (2013). Caracterización del subproducto cascarilla de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. *Revista Científica*, 23(1), 87–102. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5069938&info=resumen&idioma=SPA>
- Varnero, M. T., Quiroz, M. S., & Álvarez, C. H. (2010). Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información Tecnológica*, 21(2), 13–20. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642010000200003>
- Yuan, Z. (2013). Perdido en la Cadena. Un análisis del impacto económico y ambiental de cajas de embalaje en Baños, Ecuador. *Comparative Ecology and Conservation*. https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection

ANEXOS

Anexo N° 1. Temperatura y humedad relativa de las naves de producción de *P. ostreatus*



Días	Fecha	Nave de incubación			Nave de fructificación		
		T min (°C)	Tmax (°C)	% Hr	T min (°C)	Tmax (°C)	% Hr
1	12	27,4	29,5	89,0			
2	13	26,7	28,2	91,0			
3	14	27,1	30,2	95,0			
4	15	26,1	27,3	99,0			
5	16	27,3	27,9	88,0			
6	17	28,8	30,1	78,0			
7	18	29,3	30,9	80,0			
8	19	25,3	26,1	99,0			
9	20	26,4	27,5	86,0			
10	21	25,3	26,8	92,0			
11	22	25,8	26,3	99,0			
12	23	26,1	26,7	91,0			
13	24	25,5	24,2	93,0			
14	25	26,2	25,3	94,0			
15	26	27,2	25,7	92,0			
16	27	28,1	27,5	93,0			
17	28				27,0	26,6	92,1
18	29				26,3	25,0	93,0
19	30				29,4	28,8	71,0
20	31				28,3	28,1	76,0
21	1				27,2	27,9	88,0
22	2				27,8	28,9	90,0
23	3				24,2	23,9	99,0
24	4				26,8	27,8	95,0
25	5				27,5	28,5	94,0
26	6				28,2	30,2	82,0
27	7				28,3	29,6	79,0
PROMEDIO		26,8	27,5	91,2	27,4	27,8	87,2
			27,15			27,56	

Anexo N° 2. Eficiencia biológica de la primera cosecha de *H. P. ostreatus*

Código	Tratamientos	EFICIENCIA BIOLÓGICA %					
		Peso fresco hongos (kg)	Peso de sustrato fresco (kg)	% humedad de sustrato fresco	Humedad perdida (kg)	Peso seco del sustrato (kg)	% EB
T1	1	0,15	1,36	0,80	1,09	0,27	54,48
	2	0,12	1,36	0,81	1,10	0,26	46,88
	3	0,13	1,36	0,79	1,07	0,29	46,98
	4	0,09	1,36	0,80	1,09	0,27	32,02
	5	0,14	1,36	0,81	1,10	0,26	55,41
	6	0,13	1,36	0,82	1,12	0,24	52,76
	7	0,12	1,36	0,81	1,10	0,26	45,33
	8	0,12	1,36	0,79	1,07	0,29	42,07
	9	0,12	1,36	0,82	1,12	0,24	48,26
	10	0,15	1,36	0,82	1,12	0,24	60,94
T2	1	0,14	1,36	0,81	1,10	0,26	55,02
	2	0,08	1,36	0,78	1,06	0,30	25,43
	3	0,08	1,36	0,76	1,03	0,33	25,15
	4	0,08	1,36	0,78	1,06	0,30	27,77
	5	0,10	1,36	0,77	1,05	0,31	30,73
	6	0,13	1,36	0,75	1,02	0,34	36,81
	7	0,09	1,36	0,80	1,09	0,27	33,86
	8	0,12	1,36	0,77	1,05	0,31	36,81
	9	0,08	1,36	0,76	1,03	0,33	25,15
	10	0,10	1,36	0,80	1,09	0,27	35,70
T3	1	0,15	1,36	0,79	1,07	0,29	50,83
	2	0,09	1,36	0,78	1,06	0,30	31,12
	3	0,10	1,36	0,80	1,09	0,27	37,18
	4	0,13	1,36	0,75	1,02	0,34	37,69
	5	0,16	1,36	0,81	1,10	0,26	63,16
	6	0,17	1,36	0,77	1,05	0,31	54,73
	7	0,08	1,36	0,82	1,12	0,24	33,13

Código	Tratamientos	EFICIENCIA BIOLÓGICA %					% EB
		Peso fresco hongos (kg)	Peso de sustrato fresco (kg)	% humedad de sustrato fresco	Humedad perdida (kg)	Peso seco del sustrato (kg)	
	8	0,08	1,36	0,75	1,02	0,34	22,67
	9	0,15	1,36	0,80	1,09	0,27	56,32
	10	0,14	1,36	0,77	1,05	0,31	44,81

Anexo N° 3. Análisis de laboratorio de los residuos agrícolas lignocelulósicos

 República del Ecuador	ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Vía Sacha-San Carlos, Km. 3 de la Parker, Joya de los Sachas - Ecuador Teléfono: 063 700 000 correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec	 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
--	---	--

REPORTE DE ANALISIS DE ABONOS ORGANICOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	GAD PTO FCO.DE ORELLANA	Nombre :	ENRIQUE ELIZALDE	Muestra :	SUSTRATO
Dirección :	FCO.DE ORELLANA	Provincia :	ORELLANA	No. Reporte :	22Ab5 - 22Ab7
Ciudad :	COCA	Cantón :	ORELLANA	F/ Muestreo :	07/04/2022
Teléfono :	984010788	Parroquia :	COCA	F/Ingreso :	07/04/2022
Email :	enrique.manu@hotmail.com	Ubicación :	COCA	F/Salida :	27/04/2022

N°.Muestr.	Identificación	pH	% Hum.	g/100g (%)						mg/kg (ppm)					
				MLO	N.Total	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
22Ab2	PP	6.38	56.99	81.86	1.23	0.06	0.10	6.85	0.19						
22Ab3	PA	6.37	54.30	75.14	0.81	0.08	0.07	7.12	0.20						
22Ab4	PAP	5.09	62.18	77.50	0.81	0.09	0.17	6.88	0.27						

INTERPRETACION	
pH	
Mac - Muy Acido	Lac - Liger. Acid
Ac - Acido	PN - Prac. Neutro
MeAc - Media Acido	N - Neutro

Metodología Usada	
pH	- Suelo: agua (1:5)
N,P,B	- Colorimetría
S	- Turbidimetría
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	- Abs. Atómica



Responsable del laboratorio



Anexo N° 3. Archivo fotográfico

Construcción de estanterías



**Recolección de residuos agrícolas lignocelulósicos
(Aserrín de Pigüe, Tamo de arroz y Fibra de palma)**



**Área de esterilización de residuos agrícolas lignocelulósicos
(Temperatura de 90 a 105 °C)**



Nave de Inoculación de sustratos con *P. ostreatus*



Nave de incubación (colonización de micelio y presencia de carpófagos)



Nave de fructificación (Sustratos con presencia de cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*)



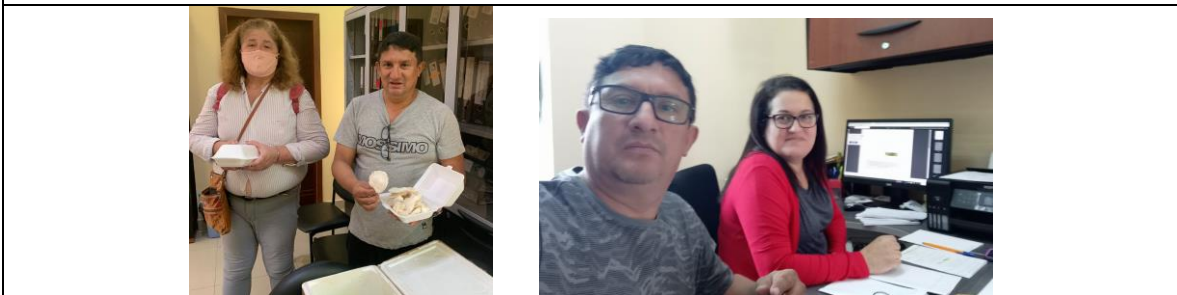
Recolección de datos de la producción (Diámetros, # de carpófagos, pesaje, etc.)



Muestras de sustratos de residuos agrícolas lignocelulósicos para análisis de laboratorio



Docentes de la UEA en asistencia y acompañamiento del proyecto / presentación del hongo *P. ostreatus*



Presentación de hongos *P. ostreatus* para la venta

