

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Tipos de aserrín en la producción de hongos comestibles
del género *Pleurotus*. Ayacucho 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por:

Bach. Albert Joseph Baes Mendoza

Asesora:

Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva

Ayacucho - Perú

2022

A mis padres: Héctor y Olivia por su apoyo incondicional, consejos y motivación constante para seguir mis metas.

A mis hermanos Roselly, Héctor y Károl por confiar en mí y demostrarme su apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, a los profesores de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes participaron en mi formación profesional.

A todos mis maestros, en especial a la Ph.D. Nery Santillana Villanueva, docente principal de la Facultad de Ciencias Agrarias, por su asesoramiento, orientación y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación.

A mis familiares y amistades que contribuyeron en la ejecución de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	4
1.1. El Reino Fungi	4
1.1.1. Macromicetos.....	4
1.1.2. Basidiomycetes	5
1.1.3. Ciclo de vida	6
1.1.4. Orden agaricales.....	6
1.2. Hongos <i>Pleurotus</i>	7
1.2.1. Taxonomía	8
1.2.2. Reproducción	9
1.2.3. Valor nutricional	9
1.2.4. Cultivo y sustratos utilizados para la producción de <i>Pleurotus</i>	10
1.2.5. Factores que influyen en el crecimiento del hongo.....	13
1.2.6. Propiedades medicinales del genero <i>Pleurotus</i>	15
1.3. Antecedentes de la investigación	16
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	20
2.1. Ubicación del experimento	20
2.1.1. Ubicación geográfica de los ambientes utilizados	20
2.2. Materiales, equipos e insumos	21
2.2.1. Materiales.....	21
2.2.2. Equipos.....	21
2.2.3. Insumos	21
2.3. Problema específico	22

2.4.	Planteamiento del experimento	22
2.4.1.	Tipo de investigación	22
2.4.2.	Factores de estudio experimental	22
2.4.3.	Descripción de los tratamientos	23
2.4.4.	Diseño experimental	23
2.4.5.	Duración del experimento	23
2.5.	Instalación y conducción del experimento	25
2.5.1.	Fase I: Trabajo de laboratorio	25
2.5.2.	Fase II: Trabajo en cámara de producción	29
2.6.	Parámetros de evaluación.....	32
2.6.1.	Eficiencia biológica.....	32
2.6.2.	Desarrollo de las especies de <i>Pleurotus</i>	32
2.6.3.	Rendimiento	33
2.7.	Análisis estadístico.....	33
 CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
3.1.	Eficiencia biológica.....	34
3.2.	Efecto en el desarrollo.....	38
3.2.1.	Peso fresco de carpóforos	38
3.2.2.	Colonización del sustrato	41
3.2.3.	Número de primordios	43
3.2.4.	Número de carpóforos por primordio	45
3.2.5.	Diámetro de carpóforo	47
3.2.6.	Duración del ciclo productivo.....	50
3.2.7.	Precocidad.....	52
3.2.8.	Análisis de similitud.....	54
3.3.	Rendimiento	56
 CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES		60
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA		61
ANEXOS.....		67

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1.	Contenido nutricional de <i>Pleurotus</i> spp	10
Tabla 1.2.	Nutrientes contenidos en el hongo comestible <i>Pleurotus</i> spp	10
Tabla 1.3.	Porcentajes de la composición de <i>Quercus humboldtii</i> (Roble).....	11
Tabla 1.4.	Composición química de la madera de <i>Cedrelinga catenae formis</i> (Tornillo).....	11
Tabla 1.5.	Composición química de <i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalipto).....	11
Tabla 1.6.	Composición de la paja de trigo mg/100g de sustrato seco.....	11
Tabla 2.1.	Tratamientos evaluados	24
Tabla 3.1.	Valores de viabilidad y eficiencia biológica (Promedio de 5 repeticiones).....	35
Tabla 3.2.	Análisis de variancia para la eficiencia biológica.....	36
Tabla 3.3.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la eficiencia biológica	36
Tabla 3.4.	Análisis de variancia para el peso fresco de carpóforos	38
Tabla 3.5.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el peso fresco de carpóforos	39
Tabla 3.6.	Análisis de variancia para colonización del sustrato	41
Tabla 3.7.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para colonización del sustrato.....	42
Tabla 3.8.	Análisis de variancia para el número de primordios.....	43
Tabla 3.9.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de primordios.....	43
Tabla 3.10.	Análisis de variancia para número de carpóforos por primordio.....	45
Tabla 3.11.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de carpóforos por primordio	46
Tabla 3.12.	Análisis de variancia para el diámetro de carpóforo.....	47
Tabla 3.13.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el diámetro de carpóforo	48
Tabla 3.14.	Análisis de variancia para la duración del ciclo productivo	50
Tabla 3.15.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la duración del ciclo productivo	51
Tabla 3.16.	Análisis de variancia para la precocidad.....	52
Tabla 3.17.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la precocidad.....	53
Tabla 3.18.	Análisis de variancia para el rendimiento de 3 oleadas	54
Tabla 3.19.	Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de 3 oleadas	55

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1.	Carpóforo típico de un basidiomycete <i>Amanita muscaria</i>	5
Figura 1.2.	Ciclo de vida de un basidiomycota, productor de setas	6
Figura 1.3.	Reproducción de <i>Pleurotus</i>	9
Figura 2.1.	Medio PDA con presencia de micelios de <i>Pleurotus djamor</i>	25
Figura 2.2.	Estufa conteniendo los frascos con los granos de trigo inoculados con las diferentes especies de <i>Pleurotus</i>	27
Figura 2.3.	Granos de trigo en proceso de invasión por el hongo.....	27
Figura 2.4.	Pozas conteniendo los sustratos para el proceso fermentativo. a) roble, b) tornillo, c) eucalipto, c) paja de trigo	28
Figura 2.5.	Sustratos fermentados en proceso de secado	28
Figura 2.6.	Sustrato de paja de trigo fermentada	29
Figura 2.7.	Módulo de incubación y producción	30
Figura 2.8.	Proceso de inoculación de los sustratos.....	30
Figura 2.9.	a) Incubación, b) Inducción	31
Figura 2.10.	Primordio de <i>Pleurotus djamor</i> cultivado en aserrín de eucalipto sin fermentar.....	31
Figura 3.1.	Pesado de Primordio de <i>Pleurotus djamor</i>	39
Figura 3.2.	Colonización del sustrato paja de trigo fermentada por <i>Pleurotus sp blanca</i>	42
Figura 3.3.	Número de primordios a) <i>Pleurotus ostreatus</i> , b) <i>Pleurotus djamor</i>	44
Figura 3.4.	Primordios de <i>Pleurotus djamor</i> en aserrín de eucalipto sin fermentar ..	44
Figura 3.5.	Carpóforos de <i>Pleurotus ostreatus</i>	47
Figura 3.6.	Diámetro del carpóforo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	49
Figura 3.7.	Análisis de similitud	57
Figura 3.8.	Componente principal.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ubicación geográfica del Laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería	68
Anexo 2. Ubicación geográfica del módulo de incubación y producción	69
Anexo 3. Datos para las variables número de primordios, número de carpóforos por primordio, diámetro de carpóforo y peso fresco de carpóforos para cada oleada	70
Anexo 4. Datos para las variables duración ciclo productivo, precocidad, eficiencia biológica, rendimiento y colonización del sustrato.....	88
Anexo 5. Panel fotográfico	94

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de determinar la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sp* blanca y *P. sp* rosada en sustratos de aserrín de roble, tornillo, eucalipto y paja de trigo (control), con proceso fermentativo y sin proceso fermentativo, la fermentación tuvo lugar durante 8 días. Los sustratos fueron suplementados con afrecho de trigo (20%), sacarosa (1%) y cal (1%), humedecidos al 75%. Los tratamientos fueron colocados en bolsas de polipropileno con un peso de 1 kg para cada unidad experimental, esterilizados a 121°C durante 30 minutos. Posteriormente se trasladaron a la sala de inoculación, incubación y producción, donde fueron inoculadas con las 4 especies de hongos. El tratamiento de paja de trigo sin fermentar con la especie de *Pleurotus djamor* obtuvo la mayor eficiencia biológica con 88% y un rendimiento de 26.40% en tres oleadas, seguido de los tratamientos paja de trigo con proceso fermentativo y aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo, ambas utilizando la especie de *Pleurotus djamor* alcanzando eficiencias biológicas de 85 y 84.75%, con rendimientos de 25.50 y 25.43%, respectivamente, estas dos últimas no presentaron diferencias estadísticas significativas. El tratamiento con menor periodo de colonización del sustrato fue paja de trigo con proceso fermentativo utilizando la especie de *Pleurotus sp* rosada con 14.6 días, el mayor número de primordios por bolsa se obtuvo con la paja de trigo con proceso fermentativo utilizando la especie *Pleurotus sp* blanca con 14.40 primordios; el tratamiento con el mayor número de carpóforos por primordio fue la de aserrín de roble sin proceso fermentativo empleando la especie de *Pleurotus ostreatus* con 25.17 unidades. El tratamiento que mostró la menor precocidad fue el aserrín de eucalipto sin fermentar y la especie de *Pleurotus sp* rosada con 7.74 días.

Palabras clave: Producción, sustratos, hongos comestibles, *Pleurotus*

INTRODUCCIÓN

La manufactura de madera y productos de madera es una de las principales actividades económicas del país, en la que participan 115 empresas, entre micro y pequeñas empresas. En la región Ayacucho la producción de madera aserrada es de 2.276.42 m³, producción que se incrementó en un 67.26% entre los años 2006 y 2013 (MINAGRI, 2013). Esta actividad económica genera grandes cantidades de residuos de escasa posibilidad de uso, contaminando el ambiente ya que se procede al quemado o al vertimiento en las aguas. Un proceso biológico para el tratamiento de estos desechos, es el cultivo de basidiomicetos (*Pleurotus*), considerado como una buena opción, pues se tiene la bioconversión en alimentos y medicina de gran valor. (Chang y Miles, 2004). Por lo que en la presente investigación se pretende utilizar el aserrín obtenido de diferentes tipos de madera como sustrato para la producción de hongos comestibles.

Los hongos del género *Pleurotus* son organismos comestibles, de importancia económica que juegan un papel predominante en la degradación de materiales lignocelulósicos, por su capacidad de convertir sustratos complejos en moléculas simples. Estos organismos que mediante la liberación de enzimas extracelulares degradan el sustrato donde crecen pueden convertir residuos de la agricultura y la agroindustria en alimento para consumo humano (Trianan et al., 1990). El *Pleurotus ostreatus*, ha sido una de las especies más relevantes y prometedoras, no solo por su simpleza en la técnica de cultivo empleada, sino porque su eficiencia biológica puede superar el 100% (Martínez-Carrera et al., 1985).

En la región de Ayacucho, la actividad agrícola y la industria maderera producen residuos lignocelulósicos en grandes cantidades, que son escasamente reutilizadas, a pesar que éstas pudieran convertirse en sustratos altamente selectivo para la producción de hongos comestibles del género *Pleurotus*, alimento de alto valor nutricional para la población.

Por lo tanto, hay la necesidad de realizar trabajos que busquen un adecuado aprovechamiento de estos residuos madereros, así como conocer la manera en la que influyen los distintos tipos de residuos madereros de la región, en la producción de hongos comestibles. La investigación se realizó con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de tipos de aserrín en la producción de hongos comestibles del género *Pleurotus*.

Objetivos específicos

1. Determinar el porcentaje de eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sp* blanca y *P. sp* rosada en diferentes tipos de aserrín con y sin proceso fermentativo.
2. Evaluar el efecto del aserrín de roble, de tornillo y de eucalipto, con y sin proceso fermentativo, en el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sp* blanca y *P. sp* rosada.
3. Evaluar el rendimiento de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sp* blanca y *P. sp* rosada en aserrín de roble, de tornillo y de eucalipto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. EL REINO FUNGI

Los hongos son organismos vivos que carecen de clorofila, por consiguiente, no realizan fotosíntesis y debe incorporar nutrientes del medio externo para subsistir (heterótrofos); no es una planta, por consiguiente, carece de sus partes (raíces, tallo, hojas, etc.). Los hongos son en general filamentosos y multicelulares, aunque los hay unicelulares como las levaduras. Sus células poseen una pared característica cuya composición varía según los grupos. Los filamentos crecen por su extremo apical y cualquier fragmento diminuto es capaz de dar origen a un nuevo individuo. El “cuerpo” o soma del hongo está, en general, constituido por un conjunto de filamentos microscópicos que se ramifican en todas direcciones. Cada uno de los filamentos se denomina hifa y al conjunto de ellos micelio (Albertó, 2008).

Los hongos obtienen su alimento de diferentes formas. Los hay *parásitos* que obtiene sus nutrientes a expensas de otros seres vivos (tanto animales como vegetales), *saprobios* que obtienen los nutrientes a partir de materia orgánica muerta, y los *micorrízicos* que establecen relaciones simbióticas con una planta, donde ambos se benefician: el hongo incorpora nutrientes desde las raíces de la planta (fotosintatos) y esta última aumentando la superficie de absorción de agua y sales de su rizósfera, e incorporando fósforo. Los micorrízicos no pueden cultivarse sino conjuntamente con la planta. Este proceso es caro y complejo siendo necesario poner en contacto el micelio germinado de una espora con las raíces primarias de la semilla en su etapa de germinación (Albertó, 2008).

1.1.1. Macromicetos

Los hongos macromicetos están formados por hifas ramificadas que se reúnen en cordones y cuerpos de reproducción visibles. Son saprofitos ya que crecen en materia

orgánica descompuesta absorbiendo materia orgánica y mineral, en simbiosis con plantas, formando ectomicorrizas o como parásitos sobre los arboles (Pedreros, 2007).

1.1.2. Basidiomycetes

Las esporas que dan nombre al grupo son las basidiosporas, producidas exógenamente en organos especiales, los basidios. En los basidiomycetes superiores se producen cuatro basidiosporas típicamente y los basidios se encuentran las laminillas (lamela) de los basidiocarpos carnosos. Los basidiomycetes inferiores tienen un ciclo vital más complicado y su lugar en la clasificación no es muy seguro. Un buen grupo de especies de Agaricales (hongos con laminillas) pueden desarrollarse en cultivos artificiales (Stamets, 2000).

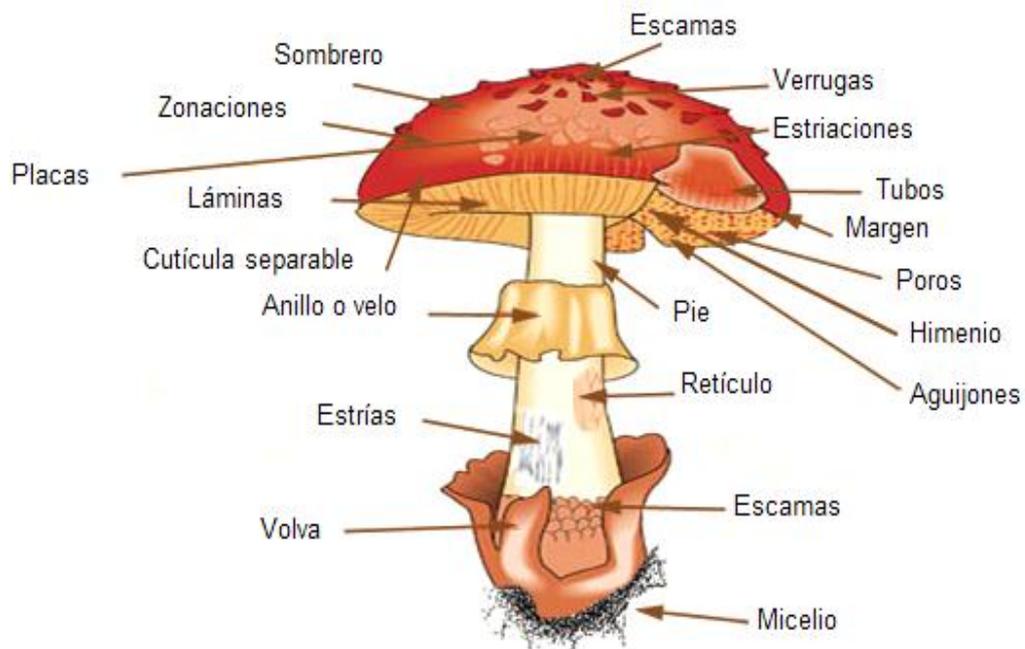


Figura 1.1. Carpóforo típico de un basidiomicete *Amanita muscaria*

Fuente: Campbell et al, (2010)

Una actividad muy importante de los basidiomicetos es la descomposición de la madera, papel y otros derivados de productos naturales. Estos hongos, por lo tanto son capaces de producir celulasas y enzimas capaces de catabolizar la lignina y utilizarla como fuente de carbono y energía. La descomposición de la lignina en la naturaleza es difícil y es realizada por un reducido grupo de hongos basidiomicetos, que producen la llamada podredumbre de la madera. Existen dos tipos de podredumbre, la marrón, en la que solamente se degrada la celulosa pero no la lignina y la blanca, en la que ambos polímeros son degradados eficientemente (Pedreros, 2007).

1.1.3. Ciclo de vida

La forma de reproducción de los hongos es a través de las esporas, los hongos superiores poseen en el himenio unas células madres que son las encargadas de producir las esporas, en el caso de los basidiomycetes, estas son llamadas basidios.

Las esporas son lanzadas por el himenio al exterior, si se depositan en lugares húmedos y de condiciones favorables, darán origen al micelio, éste crecerá bajo tierra o leños dando lugar a una seta con basidios en su himenio y se producirán las esporas para que sean nuevamente liberadas al exterior y se complete el ciclo de reproducción (Campbell et al., 2010).

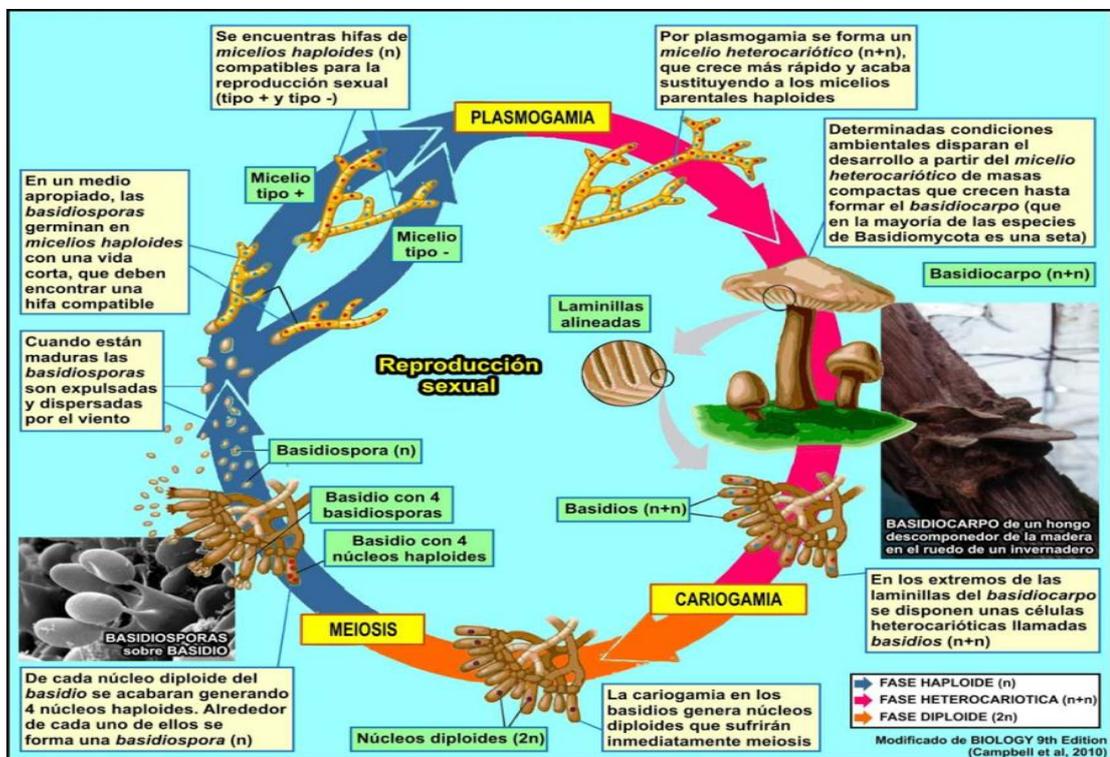


Figura 1.2. Ciclo de vida de un basidiomicota, productor de setas

Fuente: Campbell et al, (2010)

Los basidiomicotas fitopatógenos (royas y carbonos) son muy distintos y tienen ciclos de vida mucho más complicados. No aparecen en hortícolas, pero causan problemas muy graves en cultivos extensivos, como son los frutales y sobre todo en cereales.

1.1.4. Orden agaricales

Los hongos pertenecientes a este orden, se caracterizan por tener esporas de color café chocolate, presentan anillos diferentes a partir de un velo parcial y laminillas o agallas

libres. Lo integran tanto especies comestibles, como venenosas. Pueden ser saprófitos, parásitos o ectomicorrízicos (Stamets, 2000).

1.2. HONGOS *Pleurotus*

Ardón, (2007) El *Pleurotus* sp o más conocido como hongo ostra, son hongos que en ambiente natural crecen sobre árboles, tocones, arbustos y otras plantas leñosas, alimentándose a costa de su madera y destruyéndola. El cultivo de diversas especies de hongos del género *Pleurotus* está adquiriendo una gran importancia, en Francia, Italia y España, siendo el más conocido el *Pleurotus ostreatus*. También explica que el cuerpo fructífero del hongo se compone de las siguientes partes: micelio primario, micelio secundario, píleo o sombrero, contexto o carne, estípite o tallo, el himenio y las esporas, que pueden ser sexuales o asexuales.

De acuerdo con los criterios taxonómicos de Sanchez y Royse, (2001), las características para la identificación de un hongo son:

- El color: existen hongos de coloración roja, rosácea, café, blanca, etc. El color es una característica de suma importancia para la identificación de los hongos, ya que permite diferenciar especies.
- El píleo o sombrero: puede encontrarse gran variedad de formas como: embudo, campanulado, plano, convexo, cilíndrico, giboso, etc. Tener variaciones sobre sus márgenes, pueden ser dentados, enrollados, levantados, etc. La textura del píleo puede presentar sensaciones de humedad, ser mucilaginoso, aceitoso, sedoso, tener escamas, vellosidades, estrías, brillantez u ornamentaciones (cavidades, grietas, arrugas, espinas, etc.)
- El estípite o tallo: algunos hongos pueden no tener estípite. Cuando lo tienen puede estar ubicado justo abajo del centro del píleo, de manera lateral o excéntrica. Puede presentar rizoides. La forma y la textura del estípite varía, puede ser bulboso, torcido, rígido, liso, quebradizo, leñoso, flexible, etc.
- La presencia y forma de la volva en la base del tallo o de un anillo en la parte superior del mismo.
- La estructura que forma el himenio. Las láminas (su forma, tamaño, densidad, la unión con el estípite), la presencia de dientes o poros.
- El olor y el sabor del hongo: aunque esta característica es de importancia secundaria,

ayuda a la confirmación de algunas especies en particular. El olor puede ser agradable, imperceptible, nauseabundo, etc.

De acuerdo con Guzmán (2000), las especies del género *Pleurotus* se caracterizan por presentar basidiomas en forma de abanico (Flabeliformes) o de embudo (infundubuliformes). Sus pileos o sombreros pueden tener una gran variedad de colores, desde blanco, blanquecino, crema, amarillento, café pálido a oscuro, café grisáceo, gris azulado, rosa, o rosa anaranjado, en algunas ocasiones con la superficie viscosa (viscida). Sus láminas están adheridas al pie (decurrentes), de color blanco, blanquecino, rosadas a rosa anaranjado. El estípote o pie está ausente o puede presentarse lateral, corto o largo. Algunas especies presentan velo, dejan restos en el borde del pileo y ocasionalmente forman una zona anular en el estípote. El contexto (“carne”) es esponjoso, de color blanco a blanquecino, con un olor agradable fúngico o de harina (farinaceo), como ocurre con la especie *Pleurotus djamor* (Rumph.: Fr.) Boedijn.

En cuanto a sus características microscópicas, presentan esporas cilíndricas a subcilíndricas, ocasionalmente elipsoides, de pared delgada, lisas y hialinas. En el himenio se han observado dos tipos de cistidios o células terminales estériles: pleurocistios (solo en el subgénero *Coremiopleurotus*) y queilocistidios, ambos de forma claviformes y de pared delgada. El sistema hifal puede ser monomítico o dimítico y la trama himenófora y del píleo es irregular (Camacho et al., 2010). Se considera un género lignícola, ya que crece sobre madera muerta, aunque ocasionalmente se le ha encontrado parasitando a algunos árboles de cactáceas y agaváceas (Guzmán, 2000)

1.2.1. Taxonomía

Según Species Fungorum, (2016), la ubicación sistemática es la siguiente:

Reino : Fungi
División : Basidiomycota
Clase : Agaricomycetes
Orden : Agaricales
Familia : Pleurotaceae
Género : *Pleurotus*
Especie : *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. 1871

1.2.2. Reproducción

La manera de propagación de los hongos es mediante esporas (Figura 1.3), los crecimientos superiores tienen microorganismos fundacionales situados en el himenio que son los responsables de crear las esporas. En los basidiomicetos, estos organismos indiferenciados se denominan basidios, mientras que los microorganismos fundacionales en los ascomicetos son las ascas. Las esporas de los basidios y de las ascas son entregadas al exterior para la proliferación de la especie. Si la espora se guarda en un lugar donde las condiciones sean óptimas, dará lugar al micelio. Este se recrea en los sustratos donde las condiciones son grandes, se extenderá y se mezclará con los micelios de las diferentes esporas. En el medio donde la mugre y las condiciones son ideales, un hongo desarrollará y creará en su himenio las ascas o basidios que sacarán las esporas al exterior, dando ascenso de nuevo al patrón natural del parásito (Mendivil, 2013).



Figura 1.3. Reproducción de *Pleurotus*

Fuente: Mendivil (2013)

1.2.3. Valor nutricional

Este género está constituido por una gran parte de aminoácidos fundamentales y minerales, estructuralmente constituido por vitaminas como tiamina (B1), riboflavina (B2), y los ácidos ascórbico, nicotínico, pantoténico, fólico y tocoferol, piridoxina, cobalamina y provitaminas, entre otros ácidos esenciales. Antiguamente, los hongos han sido considerados como un alimento de alto valor nutritivo. Hoy en día, asumen un papel vital en la alimentación humana, tan igual a la del pescado, verduras y frutas. (Chang y Miles, 2004)

Tabla 1.1. Contenido nutricional de *Pleurotus* spp

SUSTANCIA	CONTENIDO
Agua	92.2%
Materia seca	7.8%
Ceniza	9.5%
Grasa	1%
Proteína bruta	39%
Fibra	7.5%
Fibra cruda	1.4%
Nitrógeno total	2.4%
Calcio	33mg/100g
Fósforo	1.34mg/100g
Potasio	3793mg/100g
Hierro	15.20mg/100g
Ácido ascórbico. Vit. C	90-144mg/100g
Tiamina. Vit. B1	1.16-4.8mg/100g
Niacina. Vit. B5	46-108.7mg/100g
Ácido fólico	65mg/100g

Fuente: Romero et al., (2000)

Tabla 1.2. Nutrientes contenidos en el hongo comestible *Pleurotus* spp

Nutrientes	Contenido mg/100 g de proteína	Nutrientes	Contenido mg/100 g de proteína
Vitamina C	30 – 144	Niacina	109
Isoleucina	267	Ácido fólico	65
Leucina	610	Cistina	29
Lisina	287	Fenilamina	233
Metionina	97	Tirosina	189
Triptófano	87	Glicina	281
Valina	310	Prolina	287
Arginina	334	Serina	309
Histidina	107	Tronina	290
Potasio	306	Ácido aspártico	570
Ácido glutámico	1041	Alanina	402

Fuente: Sánchez y Royse, (2001)

1.2.4. Cultivo y sustratos utilizados para la producción de *Pleurotus*

- **Preparación del sustrato**

El sustrato debe ser cortado en pedazos de 2 a 3 cm. Para los residuos vegetales, se realiza el picado y en el caso de los raquis o las hebras de coco son triturados. Cuando se ha alcanzado el tamaño deseado, es conveniente presentar el material en paquetes cubiertos y empaparlos durante 1 a 12 hr. Luego de escurrir el agua sobrante, se procede a pasteurizarla dentro de sacos de cobertura similares (Rojas, 2004).

Para el uso de aserrines como sustrato se recomienda complementarlo con aditivos ricos en nitrógeno, puesto que los aserrines contienen un mayor porcentaje de carbono que nitrógeno. Los aditivos más usados son los salvados derivados de cereales como el de centeno, trigo, maíz, avena y frijol de soya. Al complementar con dichas fuentes, los rendimientos de los descomponedores de madera se mejoran sustancialmente (Stramets, 2000).

Tabla 1.3. Porcentajes de la composición de *Quercus humboldtii* (Roble)

Material	Materia seca	Grasa	Fibra	N-Libre	Minerales Totales	Calcio	Nitrógeno
Roble	93.8	9.3	2.7	29.9	45.3	6.6	1.49

Fuente: Stamets (2000)

Tabla 1.4. Composición química de la madera de *Cedrelinga catenae formis* (Tornillo)

Material	Ceniza %	Extractivos %	Lignina %	Celulosa %	Pentosa %
Tornillo	0.95	4.26	29.73	54.07	11.60

Fuente: Uceda (2015).

Tabla 1.5. Composición química de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto)

Componente	C total g kg ⁻¹	C soluble g kg ⁻¹	C/N	Polifenoles solubles g kg ⁻¹	Lignina %
Corteza	462	84	243	41.4	36.2
Hoja	569	143	42	91.4	30.6
Rama fina	517	66	144	67.2	28.5
Rama media	493	28	411	25.8	24.4

Fuente: González, et al (2016)

Tabla 1.6. Composición de la paja de trigo mg/100g de sustrato seco

Material	Proteína	Carbono	C/N	Lignina	Celulosa	Hemicelulosas
Paja de trigo	7.9	52.5	41.0	8.6	35.9	27.0

Fuente: Mata, G. y Savoie, J. (2000).

- **Pasteurización del sustrato**

Es muy importante en el desarrollo de los hongos. Su función es reducir la presencia de otros organismos presentes que rivalizan con el parásito en el sustrato. Para ello, se calienta el agua a 90°C de temperatura donde se introduce todo el saco (paquetes de

sustrato) y se mantiene a esa temperatura durante 45 m. Después de la depuración, se elimina el agua sobrante exprimiendo el sustrato con las manos y posteriormente se deja agotar durante dos horas (Acosta y Bustos, 1998).

- ***Siembra e incubación***

Se efectúa en envases sintéticos transparentes, el tamaño depende del conocimiento y criterios del cultivador. No se recomienda utilizar envases oscuros por que no cuentan las condiciones adecuadas para su desarrollo del micelio en el sustrato es necesario observar que no exista ningún agente contaminante en los envases, deben ser de preferencia nuevos, es conveniente revisar que no estén deteriorados, rotos o sucios. La siembra debe realizarse en un lugar higiénico y seguro que cuente con lo necesario, es necesario tener en cuenta lo siguiente, (Acosta y Bustos, 1998):

- Quien realice la siembra debe estar equipado adecuadamente con barbijo, guantes, gorra y ropa limpia.
- Evitar el ingreso de aire a la zona de siembra, por ello es necesario que se mantenga cerrada durante la siembra.

- ***Formación de primordios***

Es la fase final del proceso de desarrollo de los hongos consumibles, y se realiza después de la eclosión, cuando el micelio se ha desarrollado adecuadamente y se halla formado una superficie algodonosa blanca que cubre totalmente el sustrato y está adecuadamente compactada. La fructificación inicia con la presencia de los primordios después de la eclosión en el 4^{to} y 5^{to} día. (Tuchan, 2004).

- ***Fructificación y cosecha de carpóforos***

Arrúa (2007) para que el hongo pueda desarrollarse en óptimas condiciones, es importante mantener la zona de siembra bien iluminado con luz difusa y con una adecuada humedad relativa, si no cuenta con estas condiciones la fructificación no se desarrollará, se secarán, crecerán defectuosos e incluso no fructificarán.

Es necesario realizar varios agujeros en los envases de preferencia a los laterales, para que los cuerpos fructíferos tengan mayor fluidez y espacio y no se genere la competencia de espacio reducido. El desarrollo de los hongos es una interacción rápida y puede terminar en 3 o 4 días, por lo que es primordial mantener un control de su

crecimiento y desarrollo. Para la recolección se corta a nivel del sustrato y se coloca en pequeños recipientes o soportes de plástico para su refrigeración o para la comercialización de manera fresca. (Tuchan, 2004).

Cuando se han desarrollado los cuerpos fructíferos se deben cortar, retirando primero los más grandes y dejando los más jóvenes para que completen su desarrollo. En general, las primeras oleadas producen un número muy grande de fructificaciones por “*cluster*”. Cuando la oleada es muy abundante, los cultivadores cortan el fascículo cuando se considera que en promedio se obtendrá el mejor provecho en peso y calidad. El óptimo de cosecha es cuando el diámetro de los sombreros haya alcanzado a por lo menos de 50 a 100mm o cuando el margen del sombrero se encuentre levemente convexo (Albertó, 2008).

1.2.5. Factores que influyen en el crecimiento del hongo

- ***Contaminación***

Es la presencia de componentes o sustancias que perjudican un hábitat natural, afectándolo negativamente generando inestabilidad y daño. Pueden clasificarse en biodegradables, no degradables y degradación pausada. (Ardón, 2004).

Suelen aparecer en etapa de incubación y esto se debe principalmente a la falta de higienización del sustrato, a la falta de tratamiento o a la ausencia de limpieza a la hora de la siembra, la presencia de aberturas puede ocasionar el ingreso de microorganismos, insectos entre otros. (Cuevas, 2008).

- ***Plagas***

Colémbolos

Son pequeños insectos que se alojan en la parte más succulenta de los hongos. Se les localiza exactamente debajo del sombrero del hongo entre lámina y lámina alimentándose. En ocasiones dañan al micelio cuando el sustrato está muy húmedo. En especial el *Hypogastrura armata* (Ardón, 2004).

Dípteros

Son más dañinos en etapa larval donde se alimentan de las hifas del micelio, realizan perforaciones formando su guarida desde la parte inferior del hongo hasta el sombrero.

Los mosquitos más conocidos son: *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila* y moscas *Megaselia* (Ardón, 2004).

En cuanto a los métodos de control para erradicar estas especies se sugieren realizar acciones preventivas, por ejemplo, realizar procedimientos de control de temperaturas de los sustratos para deshacerse de huevos y larvas, introducir filtros en los ventiladores, eliminar residuos, entre otros. (Girón, 2000).

También se han observado larvas de algunos lepidópteros que hasta el momento no fueron reconocidos.

- ***Enfermedades***

Existen dos tipos de enfermedades que pueden hacer daño a los hongos: bióticas y abióticas. Las bióticas son las provocadas por organismos microscópicos, micoplasmas o infecciones; este tipo de enfermedades son normales en los hongos, a pesar de que no se han contabilizado como significativas desde el punto de vista económico. Las enfermedades abióticas son las provocadas por elementos no vivos, por ejemplo, la ausencia de espacio para el desarrollo de las raíces, la presencia de grados persistentes o intensos de contaminación del aire o del agua, o la presencia de estados escandalosos de humedad, calor, luz, pH del suelo y suplementos (Girón, 2000).

- ***Falta de luminosidad***

Cuevas (2008), las especies de *Pleurotus* tienen fototropismo positivo, ya que la luz (intensidad luminosa, fotoperiodo y tipo de radiación) es uno de los factores necesarios para el desarrollo de los primordios. En condiciones de total oscuridad se diferencian escasos basidiocarpos que suelen ser deformes, racimos, de forma coraloide, color blanco y sabor amargo, en los que no se distingue el pie y el sombrero.

En condiciones de escasez de luz se asiste a la producción de cuerpos fructíferos con forma de corneta, sombrero muy reducido y pie alargado y débil. Este efecto es más marcado cuanto menor es la intensidad luminosa, de forma que los carpóforos pálidos no pigmentados aparecen cuando la intensidad luminosa se sitúa por debajo de 300 lux.

- ***Exceso de luminosidad***

También es perjudicial, ya que puede retardar la formación de primordios. Según la variedad de *Pleurotus*, cuando la intensidad de luz es superior a 2000 lux se puede inhibir la iniciación del fruto. Las radiaciones rojas son desfavorables para el desarrollo de los cuerpos fructíferos (Laínez y Navarro, 2008).

- ***Exceso de CO₂***

Cuevas (2008), el incremento del porcentaje de CO₂ en el aire hasta máximos del 0,08% provoca una pausa en el desarrollo de los cuerpos fructíferos, mientras que si el porcentaje de CO₂ asciende hasta el 0,15-0,3% puede producirse el deceso de la producción en su totalidad. La ausencia de luz junto con la deficiente circulación de aire provoca la presencia de masas de tejido indiferenciadas, similares a una coliflor, de las que rara vez se crean cuerpos fructíferos típicos. Esta indicación también puede estar relacionada con la presencia de otros patógenos.

- ***Presión térmica***

A temperaturas altas se puede generar mortandad de *Pleurotus*, entre 34-45°C, dependiendo de la variedad desarrollada. Las temperaturas de 23-27°C, dependiendo de la variedad, pueden provocar un verdadero retroceso en el fructificación y una sorprendente limitación de la misma (Laínez y Navarro, 2008).

- ***El pH***

Si el pH está por encima de los 7,0 o menos 5,0 el micelio *Pleurotus* mostrará un bajo desarrollo y una eclosión inadecuada (Cuevas, 2008).

- ***Contenido de agua***

El sustrato puede ser difícil de procesar si la cantidad de agua está por debajo de los 50%. Superior a los 68% el verdor bacteriano es más dinámico, colonizando la película de agua alrededor de cada paja y dejando una expectativa insignificante para el micelio de *Pleurotus* (Cuevas, 2008).

1.2.6. Propiedades medicinales del genero *Pleurotus*

Los efectos benéficos de *Pleurotus spp* se descubrieron independientemente en diferentes continentes. El conocimiento de sus propiedades medicinales viene no sólo

de Asia sino también de las tradiciones de Europa Central, Sur América y África. Existen un número de estudios que sugieren un rol importante de éste hongo en la cura de numerosas enfermedades además de actividad anticancerígena, efectos inmunomoduladores y antivirales. Sin embargo, su principal beneficio se observa en la producción de mevinolina (lovastatin) y sus análogos. Las especies de este género son excelentes productoras de lovastatin, al punto que pueden ser consideradas como alimentos funcionales (Arias, et al., 2008).

A partir de los años sesenta comenzó un estudio sistemático de los componentes de los hongos más consumidos intentando aislar compuestos y estudiarlos con mayor profundidad. Mediante estudios recientes se ha podido determinar que los hongos comestibles pueden tener diferentes acciones terapéuticas, entre los cuales los más comunes son: efecto antitumoral; inmunomodulatorio, hipocolesterolémico, antiviral, antibacteriano, antiparasitario, hepatoprotector y antidiabético. Varias especies producen disminución de los valores de colesterol; en el caso de *Pleurotus ostreatus*, Gunde-Cimerman et al., (1995), descubrieron la presencia de un compuesto denominado Lovastatin o Mevinolina. Este compuesto actúa directamente sobre una de las enzimas de mayor importancia la 3-hidroxo-3-metilglutaril-coenzima A, sin embargo, no todas las cepas de *P. ostreatus* producen este compuesto (Albertó, 2008).

1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Muñoz (2017) desarrolló un trabajo con el objetivo de comparar y determinar, el tipo de sustrato y paquete tecnológico más conveniente para el inicio de una producción comercial de *Pleurotus ostreatus* (Jacq). Se evaluaron dos sustratos comercialmente disponibles el rastrojo de maíz y paja de arroz, sometidos a diferentes tratamientos de desinfección: alcalino, hervido, pasteurizado, esterilizado y un tratamiento testigo. Los tratamientos con mayor eficiencia biológica y sin presentar diferencias significativas en sus resultados fueron: el esterilizado en rastrojo de maíz, hervido en paja de arroz y el alcalino en rastrojo de maíz, con 95.4, 91.1 y 91.0 % respectivamente. El sustrato y método de desinfección más conveniente para el inicio de una producción comercial de *P. ostreatus* son; el rastrojo de maíz y el método alcalino respectivamente.

Barrales y Mata (2016) realizaron la selección de cepas nativas del hongo de maguey (*Pleurotus opuntiae*) y la evaluación de su producción en sustratos fermentados; el

Pleurotus opuntiae es un hongo silvestre comestible que se comercializa en mercados de la zona centro de México y es muy apreciado por su buen sabor. El objetivo de este trabajo fue coleccionar, aislar y seleccionar cepas mexicanas de *Pleurotus opuntiae* para evaluar su producción en sustratos fermentados. Se coleccionaron y se aislaron nueve cepas de *P. opuntiae* y se realizó una selección midiendo el crecimiento micelial en sustratos pasteurizados con vapor. Se utilizaron tres sustratos fermentados: paja de cebada (PF), hoja de caña (CF) y una combinación 1:1 de paja-caña (PCF). Como control se utilizaron los mismos sustratos sin fermentar: paja (P), caña (C) una mezcla de los mismos (PC). Se evaluó la eficiencia biológica (EB) y la tasa de producción (TP). Se seleccionaron dos cepas, IE 837 e IE 863, y dos sustratos fermentados, PF y PCF. La EB más alta la presentó la cepa IE 863 en PC con 105,21%, mientras que la cepa IE 837 mostró mejor EB en PC con 86,15%. La TP más alta se obtuvo en PC con 7,03% y la más baja en P con 4,43%. Los autores consideran que el cultivo de *Pleurotus opuntiae* es prometedor pues utilizando cepas silvestres obtuvieron eficiencias biológicas por encima de 100%, por lo que consideran necesario realizar más aislamientos de cepas silvestres e implementar un programa de mejoramiento para la producción piloto de esta especie.

Albertó y Jaramillo (2012) del laboratorio de micología y cultivo de hongos comestibles del instituto de investigaciones biotecnológicas IIB-INTECH (UNSAN - CONICET), utilizaron el despunte de caña de azúcar, como sustrato altamente eficiente para la producción de *Pleurotus ostreatus*. Determinaron los rendimientos obtenidos con desechos provenientes de la agro-industria azucarera en la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, ensayaron tres residuos: bagazo, cachaza y despunte de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Los ensayos se realizaron en bolsas con 1kg de sustrato (peso húmedo), con 10 repeticiones para cada tratamiento. Se evaluó la eficiencia biológica (EB) al cabo de 70 días contados a partir del momento de la inducción. El despunte de caña de azúcar resultó ser el mejor sustrato para la producción de basidiomas alcanzando EB con máximos de 230% y un promedio de 189.2%. El bagazo alcanzó una EB de 95.85% mientras que la cachaza pura resultó ser un sustrato no adecuado para el cultivo con un pobre desarrollo del micelio. Estos resultados indican que el despunte de caña de azúcar resultó ser el sustrato puro con el mayor rendimiento obtenido.

Romero *et al.* (2010) de la Universidad Autónoma de Puebla, México, evaluaron la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* var. Roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas; El objetivo de este estudio fue evaluar la producción de la cepa CP-50 de *Pleurotus ostreatus* en residuos de hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) deshidratado en contraste con otros sustratos agrícolas como paja de trigo (*Triticum aestivum*), paja de cebada (*Hordeum vulgare*), pajilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y rastrojo de maíz (*Zea mays*) adquiridos en la región de Tetela de Ocampo, Puebla, México. Concluyen que la mayor eficiencia biológica (EB) se obtuvo en el sustrato paja de trigo con $129,34 \pm 9,1\%$, la hoja de plátano deshidratado con $123,30 \pm 0,7\%$, y la pajilla de frijol obtuvo la EB más baja de $82,91 \pm 0,4\%$. Los resultados demostraron la factibilidad de cultivar la cepa CP-50 de *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones rústicas en la sierra norte del estado de Puebla, al aprovechar los residuos de la cosecha de plátano de las regiones aledañas del municipio.

López y Hernández (2006) evaluaron el crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales: capacho de uchuva (*Physalis peruviana* L.), cáscara de arveja (*Pisum sativum* L.) y tuzas de mazorca, en contraste con aserrín de roble (*Quercus humboldtii*). Los ensayos se realizaron en bolsas de 1 kg de sustrato con 65 a 75% de humedad. Concluyendo que el mejor sustrato para el crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* fue el capacho de uchuva ya que alcanzó un 76.1% de eficiencia biológica en un periodo total de producción de 41 días y una rentabilidad de 39.03 kg/m^2 seguida por el aserrín de roble fue de 70.0%.

Martínez (2014) de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala, evaluó la producción de tres especies de *Pleurotus* utilizando diferentes sustratos, mediante la utilización de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor* y *P. pulmonarius* en sustratos de elote de maíz, corteza de piñón y caña de maíz, mezclados en una proporción de 3:1 con pulpa de café. En este estudio se concluyó que las especies que mostraron mayor rendimiento en gramos acumulados en tres cortes fueron: *Pleurotus pulmonarius* con 4292.0 g seguida de *P. ostreatus* con 4150.0 g y *P. djamor* con 2252.0 g en sustratos de elote de maíz, mientras *P. djamor* obtuvo 2252.0 g en sustrato de corteza de piñón, siendo la especie con la menor producción. Las especies con mayor diámetro de carpóforos como indicador de desarrollo morfológico fueron: *Pleurotus pulmonarius* con diámetro promedio de 6.9 cm, seguido

de *P. ostreatus*, con diámetro de 6.68 cm y *P. djamor* con diámetro de 5.7 cm todos en sustrato de corteza de piñón.

En cuanto a la especie *P. djamor*, Salmones (2017) indica que los primeros estudios fueron realizados en la India por Rajarathnam *et al.* (1979), dichos autores observaron que al cultivar el hongo (citado como *P. flabellatus*) en paja de arroz, se presentaban pérdidas continuas en el contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina, carbono y nitrógeno totales, desde el día de inoculación hasta la cosecha de los basidiomas, mientras que el contenido de azúcares libres, cenizas y relación C/N se incrementaba. Los porcentajes de decremento cuantificados para la celulosa contenida variaron de 13.9 a 14%, para las hemicelulosas de 6.6 a 7% y para la lignina de 1.5 a 4%. El contenido de nitrógeno disminuyó entre 0.16 a 0.23%. Estos autores concluyen que la progresiva degradación de la celulosa y hemicelulosa estaba relacionada con las actividades enzimáticas de las celulasas y hemicelulasas detectadas durante diferentes etapas del crecimiento del hongo.

Salomones y Mata (2015) cultivaron setenta y una cepas de *Pleurotus djamor* en agar suplementada con derivados solubles de lignina para determinar su crecimiento micelial y su capacidad de producción de enzimas *in vitro*. En promedio, los valores de producción de enzimas y diámetros miceliales fueron más altos en los cultivos de AEM-L-DSL que en AEM. Las cuatro cepas que presentaron los valores más altos de producción de la enzima fueron seleccionadas para cuantificar la actividad durante su ciclo completo de cultivo, utilizando paja de trigo como sustrato. La actividad de la enzima fue detectada a partir del segundo día de incubación. Se observaron dos picos de actividad enzimática, el primero a los 4 días de incubación ($169.8-579.8 \mu\text{Mol g}^{-1} \text{min}^{-1}$) y el segundo durante la formación y desarrollo de las fructificaciones, alcanzando valores desde 164.4 hasta $469.9 \mu\text{Mol g}^{-1} \text{min}^{-1}$. Los resultados sugieren que el sistema enzimático en *P. djamor* está asociado a la etapa reproductiva de las cepas. Además, la alta producción de enzimas cuantificada en estas cepas, evidencia que *P. djamor* podría ser una especie de interés para su uso en otros procesos biotecnológicos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Se llevo acabo en dos ambientes:

- Laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en el que se realizó la multiplicación in vitro de los hongos, la invasión de los granos de trigo por los micelios y la esterilización de los sustratos.

- Ambientes acondicionados de una vivienda del familiar del tesista, ubicado en la Urbanización Los Licenciados Mz. V Lt. 16 A, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, en donde se realizó la inoculación de los sustratos, la incubación y la producción.

2.1.1. Ubicación geográfica de los ambientes utilizados

a) Ubicación política

- **Laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería**

Distrito : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Región : Ayacucho

- **Ambiente de producción**

Distrito : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Región : Ayacucho

b) Ubicación geográfica

• Laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería

Latitud : 13° 9' 19.90"S
Longitud : 74° 13' 13.80"O
Altitud : 2760 msnm.

• Ambiente de producción

Latitud : 13° 8' 41.88"S
Longitud : 74° 13' 42.00"O
Altitud : 2817 msnm

2.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

2.2.1. Materiales

- Frascos de vidrio de 250 ml
- Bolsas plásticas 15x10"
- Cajas de tecnopor
- Matraz de fondo plano de 1 l
- Matraz Erlenmeyer
- Placas Petri
- Bisturí
- Pinzas
- Foco lec
- Ángulos de acero
- Cintra métrica
- Marcador indeleble
- Mechero de alcohol
- Cuaderno de apuntes
- Listones de madera de 2x2"
- Planchas de tecnopor de 1.5x3 m
- Tornillos de 1 y 1/2"
- Mangas plásticas
- Cuters

2.2.2. Equipos

- Autoclave de 80 l
- Incubadora
- Termostatos
- Bomba de aire
- Dremer
- Balanza
- Cámara fotográfica

2.2.3. Insumos

- Alcohol al 70%
- Paja de trigo

- Hipoclorito de sodio al 4%
- Agua estéril
- Agar
- Sacarosa
- Papa
- Granos de trigo
- Cal
- Yeso
- Aserrines

2.3. PROBLEMA ESPECÍFICO

1. ¿Cuál es el porcentaje de eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sp* blanca y *P. sp* rosada en diferentes tipos de aserrín con y sin proceso fermentativo?
2. ¿Cuál es el efecto del aserrín de roble, de tornillo y de eucalipto, con y sin proceso fermentativo, en el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sp* blanca y *P. sp* rosada?
3. ¿Cuál es el rendimiento de *Pleurotus ostreatus*, *P. djamor*, *P. sp* blanca y *P. sp* rosada en aserrín de roble, de tornillo y de eucalipto?

2.4. PLANTEAMIENTO DEL EXPERIMENTO

2.4.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada y nivel experimental puesto que se manejó ciertas variables experimentales en condiciones controladas con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación.

2.4.2. Factores de estudio experimental

Los factores para evaluar:

- Tipos de sustrato.
- Proceso fermentativo.
- Especies del género *Pleurotus*.

Factor: tipos de sustrato

- A1: Aserrín de roble.
- A2: Aserrín de tornillo.
- A3: Aserrín de eucalipto.
- Paja de trigo (control).

Factor: proceso fermentativo

- B1: Sustrato con proceso fermentativo.
- B2: Sustrato sin proceso fermentativo.

Factor: especie del genero *Pleurotus*

- C1: *Pleurotus ostreatus*.
- C2: *Pleurotus djamor*.
- C3: *Pleurotus sp* blanca. (nativa)
- C4: *Pleurotus sp* rosada. (nativa)

Las especies *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus djamor* provienen del Modulo de Producción de Hongos comestibles de la Universidad Nacional Agraria La Molina, cuyo responsable es el Lic. José Agustín Romero Carrillo. En cuanto a las especies nativas, *Pleurotus sp* blanca y *Pleurotus sp* rosada tienen como lugar de origen la comunidad campesina de Amargura, distrito de Anco, provincia de La Mar y departamento de Ayacucho, ubicada a una altitud de 870 msnm. El responsable de la recolección y del aislamiento es el Bachiller en Ciencias Agrícolas Javier Yonny Condori Villano.

2.4.3. Descripción de los tratamientos

Se contó con un total de 32 tratamientos, en base a los tres tipos de aserrín más la paja de trigo, los cuales fueron sometidos al proceso fermentativo y sin proceso fermentativo. Para la formulación de los sustratos enriquecidos se procedió a mezclar cada tipo de aserrín y la paja de trigo en un porcentaje de 78%, afrecho de trigo en un 20%, azúcar 1% y finalmente cal en un 1%, dicha mezcla se humedeció al 70 %. En la tabla 2.1 se describe cada tratamiento.

2.4.4. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente Randomizado con 5 repeticiones por 32 tratamientos, haciendo un total de 160 unidades experimentales.

2.4.5. Duración del experimento

El experimento planteado tuvo una duración de 7 meses (210 días).

Tabla 2.1. Tratamientos evaluados

TRATAMIENTO	TIPO DE SUSTRATO ENRIQUECIDO	PROCESO FERMENTATIVO	ESPECIE DE <i>Pleurotus</i>
T ₁	Aserrín de roble	CPF*	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₂	Aserrín de roble	CPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₃	Aserrín de roble	CPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₄	Aserrín de roble	CPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada
T ₅	Aserrín de roble	SPF**	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₆	Aserrín de roble	SPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₇	Aserrín de roble	SPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₈	Aserrín de roble	SPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada
T ₉	Aserrín de tornillo	CPF	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₁₀	Aserrín de tornillo	CPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₁₁	Aserrín de tornillo	CPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₁₂	Aserrín de tornillo	CPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada
T ₁₃	Aserrín de tornillo	SPF	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₁₄	Aserrín de tornillo	SPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₁₅	Aserrín de tornillo	SPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₁₆	Aserrín de tornillo	SPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada
T ₁₇	Aserrín de eucalipto	CPF	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₁₈	Aserrín de eucalipto	CPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₁₉	Aserrín de eucalipto	CPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₂₀	Aserrín de eucalipto	CPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada
T ₂₁	Aserrín de eucalipto	SPF	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₂₂	Aserrín de eucalipto	SPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₂₃	Aserrín de eucalipto	SPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₂₄	Aserrín de eucalipto	SPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada
T ₂₅	Paja de trigo	CPF	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₂₆	Paja de trigo	CPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₂₇	Paja de trigo	CPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₂₈	Paja de trigo	CPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada
T ₂₉	Paja de trigo	SPF	<i>Pleurotus ostreatus</i>
T ₃₀	Paja de trigo	SPF	<i>Pleurotus djamor</i>
T ₃₁	Paja de trigo	SPF	<i>Pleurotus sp</i> blanca
T ₃₂	Paja de trigo	SPF	<i>Pleurotus sp</i> rosada

2.5. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.5.1. Fase I: Trabajo de laboratorio

Esta fase se realizó en el laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, desarrollando las siguientes etapas:

- **Multiplicación *in vitro* de cepa**

Las cuatro especies de *Pleurotus* fueron multiplicadas en medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar) cuya composición es la siguiente: 250g de papa, 18 g de dextrosa o azúcar, 20 g de agar agar y 1 l de agua destilada. Las soluciones de medio de cultivo se prepararon en matraces, luego se esterilizaron en autoclave a 121 °C por 30 minutos, posterior a la esterilización el medio de cultivo se vertió en placas Petri, previamente esterilizadas. Se dejó que el medio de cultivo se solidifique para ser utilizadas. El plaqueado del medio fue realizado en un ambiente especial limpio y libre de corrientes de aire y polvo para impedir la introducción de microorganismos contaminantes.

Con las placas ya solidificadas y enfriadas se procedió a la multiplicación *in vitro* de las especies de *Pleurotus*, las cuales se realizaron en un ambiente aséptico y libre de corrientes de aire, colocando con ayuda de un asa de siembra una porción de medio PDA invadida con el micelio del hongo y colocando la porción en el centro de la nueva placa con medio PDA estéril. Este procedimiento se repitió para las demás especies de *Pleurotus*.



Figura 2.1. Medio PDA con presencia de micelios de *Pleurotus djamor*

- **Multiplicación de micelio en granos de trigo**

El procedimiento de multiplicación de micelio llamado también inóculo semilla, consistió en transferir la cepa del cultivo *in vitro* a granos de trigo, mediante el siguiente procedimiento:

- a) Los granos de trigo fueron limpiados de impurezas, embebidos con agua potable durante 12 horas y posteriormente, transcurrido el tiempo establecido, se procedió a eliminar el exceso de agua
- b) Los granos de trigo fueron colocados en un recipiente y mezclados con 1% de cal y 2% de yeso en relación al peso total del grano embebido.
- c) Los granos de la mezcla obtenida, fueron colocadas dentro de frascos de 250 ml de volumen, se procedió a sellarlas con porciones de plástico rectangulares de bolsa transparentes de 2 micras de espesor y fijadas con ayuda de una liga alrededor de la boca del recipiente, posteriormente cada frasco fue introducido en bolsas de papel para luego llevarlas a esterilizar a 121 °C durante 30 minutos.
- d) Los frascos conteniendo las granos esterilizados y enfriados fueron sembrados, introduciendo porciones de medio PDA invadidos por cada especie de *Pleurotus* en un ambiente aséptico, los recipientes fueron sellados identificados e incubados a 28 °C. Al término de 30 días, los granos fueron invadidos por los micelios obteniendo los “inóculos madre” que sirvieron como fuente de micelio de los hongos.
- e) Los inóculos madre fueron nuevamente sembrados en granos de trigo de trigo con cal y yeso con un peso de 50 g contenidos en frascos de vidrio de 250 ml, esterilizados y enfriados. La siembra se realizó introduciendo, con ayuda de una pinza previamente esterilizada, granos invadidos provenientes de los “inóculos madre” de cada especie de *Pleurotus*, se sellaron nuevamente los frascos, se identificaron cada especie y se incubaron a 28°C.



Figura 2.2. Estufa conteniendo los frascos con los granos de trigo inoculados con las diferentes especies de *Pleurotus*



Figura 2.3. Granos de trigo en proceso de invasión por el hongo

- **Proceso fermentativo**

El proceso fermentativo tuvo lugar en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde fueron colocados 8.6 kg de aserrín y paja puro en pozas de ladrillo de 2.5 metros de largo 0.5 metros de ancho y 0.4 metros de profundidad, humedecidas con 20 litros de agua potable para cada poza hasta alcanzar una humedad del 70 % y cubiertas con costales y calaminas para evitar la pérdida de humedad y calor. Las pilas de sustratos fueron

volteadas todos los días para una buena aireación de la misma y evitar el sobrecalentamiento, también se midió la temperatura de cada sustrato por separado. Este procedimiento se repitió durante 8 días.

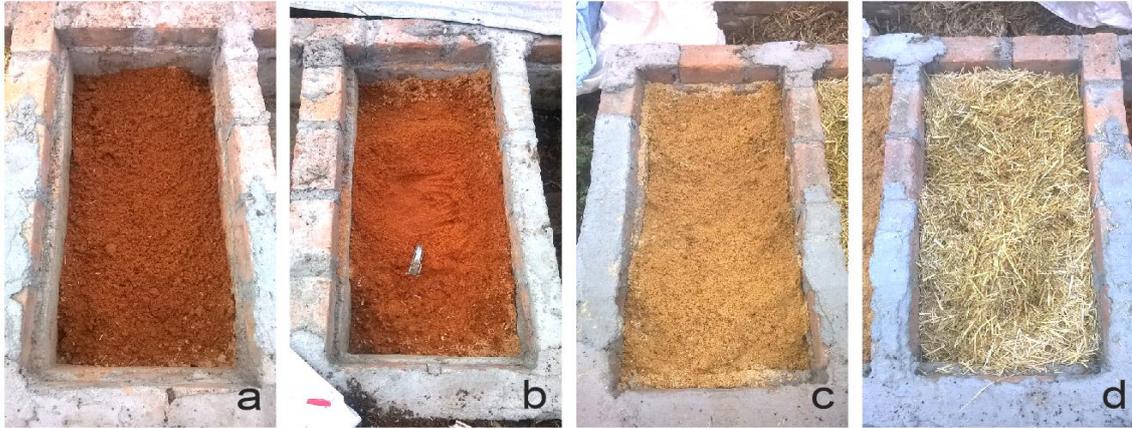


Figura 2.4. Pozas conteniendo los sustratos para el proceso fermentativo. a) roble, b) tornillo, c) eucalipto, c) paja de trigo

- **Determinación de humedad**

Tanto los sustratos fermentados como no fermentados fueron secados en el invernadero del Laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería durante 5 días, con el fin de eliminar el exceso de humedad, posterior al secado se tomó una pequeña muestra de cada sustrato fermentado y no fermentado, se colocaron en placas Petri previamente pesadas con y sin sustrato y se colocaron en una mufla a 60 °C durante 48 horas con tres repeticiones para cada sustrato, para determinar el porcentaje de humedad. El mismo procedimiento se repitió para el afrecho de trigo.



Figura 2.5. Sustratos fermentados en proceso de secado

- **Formulación de los sustratos**

Para la formulación de los sustratos enriquecidos se procedió a mezclar cada tipo de aserrín en un porcentaje de 78% (como fuente de carbono), afrecho de trigo en un 20% (fuente de nitrógeno), azúcar 1% (como primera fuente de energía para el establecimiento del hongo) y finalmente cal en un 1%. Esta mezcla se humedeció en un 70%. El mismo procedimiento se repitió para la paja de trigo.



Figura 2.6. Sustrato de paja de trigo fermentada

- **Esterilización de los sustratos**

Los sustratos formulados, se colocaron en bolsas de polipropileno de 8x15 pulgadas y 2 micras de espesor, a razón de 1.0 kg de peso húmedo por unidad experimental, luego fueron cerradas utilizando ligas. La esterilización se realizó a 121°C por 30 minutos en una autoclave con capacidad de 80 litros.

2.5.2. Fase II: Trabajo en cámara de producción

- **Inoculación**

La inoculación se realizó para cada unidad experimental, suministrando una sola vez durante todo el proceso 50 g de inóculo semilla procedente de los frascos con los granos de trigo invadidos por el micelio de los hongos.



Figura 2.7. Módulo de incubación y producción



Figura 2.8. Proceso de inoculación de los sustratos

- **Incubación e inducción a la fructificación**

La incubación consistió en ubicar las bolsas en el ambiente construido con carencia de luminosidad y buena ventilación, con condiciones de humedad relativa de 70% y temperatura de ambiente entre 21 a 25 °C, donde los sustratos fueron invadidos por el micelio. Para esta etapa se asperjó agua potable en las paredes y el piso del ambiente de incubación, en cuanto a la temperatura, se procuró elevarla con ayuda de termostatos de 100 W sumergidas en agua en recipientes de 20 litros y recibiendo bombeo constante del aire del ambiente con la ayuda de un compresor de aire de 180 l/h.

Posteriormente, cuando los sustratos fueron completamente invadidos por el micelio, se procedió a iluminar el ambiente con luz artificial difusa con condiciones de humedad relativa superior a 80% y retirando los termostatos para disminuir la temperatura, esperando la aparición de los primeros primordios.

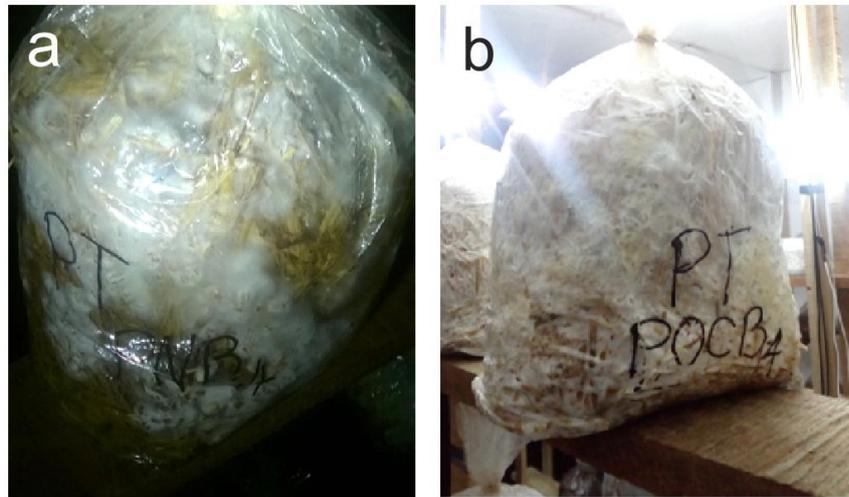


Figura 2.9. a) Incubación, b) Inducción

- **Cosecha de los carpóforos**

La cosecha se realizó manualmente cogiendo el racimo (conjunto de carpóforos) con las manos y cuidadosamente girando de arriba para abajo hasta lograr desprenderla del sustrato. Se cosechó el *estadio III* de los carpóforos los cuales tuvieron el margen del sombrero levemente convexo con un diámetro entre 50 a 100 mm, óptimos para el fin mencionado (Albertó, 2017).



Figura 2.11. Primordio de *Pleurotus djamor* cultivado en aserrín de eucalipto sin fermentar

2.6. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

2.6.1. Eficiencia biológica

Se efectuó mediante el porcentaje de Eficiencia biológica de cada especie de *Pleurotus* hasta la tercera cosecha, mediante la siguiente fórmula

$$EB (\%) = \left[\frac{\text{Peso fresco de carpóforos (g)}}{\text{Peso seco del sustrato (g)}} \right] * 100\%$$

Dónde:

EB (%): Eficiencia biológica en porcentaje.

2.6.2. Desarrollo de las especies de *Pleurotus*

Para determinar el desarrollo de las especies de *Pleurotus* se evaluó los siguientes parámetros:

- Peso fresco de carpóforo (g)
- Colonización del sustrato por el micelio (días)
- Número de primordios (unidad)
- Número de carpóforos por primordio (unidad)
- Diámetro de sombrero de los carpóforos (cm)
- Duración del ciclo productivo (días)
- Precocidad (días)

$$P (\text{días}) = \left(\frac{FPOi - FI + (FSOi - FPOT) + (FTOi - FSOT)}{3} \right)$$

Dónde:

P : Precocidad.

FI : Fecha de la inducción inicial.

FPOi : Fecha de inicio de la primera oleada.

FPOT : Fecha de término de la primera oleada.

FSOi : Fecha de inicio de la segunda oleada.

FSOT : Fecha de término de la segunda oleada.

FTOi : Fecha de inicio de la tercera oleada.

2.6.3. Rendimiento

Para determinar el rendimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \left(\frac{\text{Peso fresco de basidiomas (g)}}{\text{Peso húmedo del sustrato (g)}} \right) * 100\%$$

2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo fue conducido en el Diseño Completamente Randomizado, con 32 tratamientos y 5 repeticiones. Para comparar los resultados obtenidos se realizó el análisis de varianza (ANVA), con un rango de confianza del 95%. Al conseguirse diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó pruebas de significación utilizando el método de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EFICIENCIA BIOLÓGICA

La eficiencia biológica es uno de los indicadores más usados en el cultivo de hongos, ésta representa el rendimiento del cultivo (Alberto, 2008), el número de oleadas productivas fueron consideradas según Argón (2007) quien recomienda aprovechar la producción hasta la tercera oleada, ya que indica que el 80% de la producción es obtenida en las dos primeras oleadas.

Los resultados obtenidos sobre la eficiencia biológica y la viabilidad expresadas en porcentaje se muestran en la tabla 3.1. Se observó que los tratamientos T01, T02, T03, T04, T08 T10, T12, T13, T14, T16, T18, T19 y T20, no tuvieron respuesta teniendo una viabilidad y eficiencia biológica del 0 %. Los tratamientos T15, T07, T09, T06 y T11 obtuvieron un 20% de viabilidad, con eficiencias biológicas de 3.33, 4.33, 5.47, 7.67 y 7.73 % respectivamente, mientras que los tratamientos T05 y T17 obtuvieron un 60% de viabilidad con unas eficiencias biológicas de 19.80 y 29.93 % respectivamente. Los tratamientos T24, T23, T32, T21, T31, T25, T29, T27, T28, T22, T26 y T30 presentaron un 100 % de viabilidad y 31.20, 34.73, 51.33, 52.67, 53.93, 57.00, 59.33, 62.53, 70.13, 84.75, 85.0 y 88.00 % de eficiencia biológica respectivamente.

Debido a los resultados obtenidos, los análisis de varianzas de las diferentes variables evaluadas se realizaron solamente con los tratamientos que presentaron una viabilidad superior al 50%, razón por la cual se consideraron solamente 14 tratamientos.

Tabla 3.1. Valores de viabilidad y eficiencia biológica (Promedio de 5 repeticiones)

Tratamiento	Substrato	Proceso	Especie	Viabilidad %	Eficiencia biológica %
T01	roble	con proceso	<i>P. ostreatus</i>	0.00	0.00
T02	roble	con proceso	<i>P. djamor</i>	0.00	0.00
T03	roble	con proceso	<i>P. sp blanca</i>	0.00	0.00
T04	roble	con proceso	<i>P. sp rosada</i>	0.00	0.00
T08	roble	sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	0.00	0.00
T10	tornillo	con proceso	<i>P. djamor</i>	0.00	0.00
T12	tornillo	con proceso	<i>P. sp rosada</i>	0.00	0.00
T13	tornillo	sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	0.00	0.00
T14	tornillo	sin proceso	<i>P. djamor</i>	0.00	0.00
T16	tornillo	sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	0.00	0.00
T18	eucalipto	con proceso	<i>P. djamor</i>	0.00	0.00
T19	eucalipto	con proceso	<i>P. sp blanca</i>	0.00	0.00
T20	eucalipto	con proceso	<i>P. sp rosada</i>	0.00	0.00
T15	tornillo	sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	20.00	3.33
T07	roble	sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	20.00	4.33
T09	tornillo	con proceso	<i>P. ostreatus</i>	20.00	5.47
T06	roble	sin proceso	<i>P. djamor</i>	20.00	7.67
T11	tornillo	con proceso	<i>P. sp blanca</i>	20.00	7.73
T05	roble	sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	60.00	19.80
T17	eucalipto	con proceso	<i>P. ostreatus</i>	60.00	29.93
T24	eucalipto	sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	100.00	31.20
T23	eucalipto	sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	100.00	34.73
T32	trigo	sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	100.00	51.33
T21	eucalipto	sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	100.00	52.67
T31	trigo	sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	100.00	53.93
T25	trigo	con proceso	<i>P. ostreatus</i>	100.00	57.00
T29	trigo	sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	100.00	59.33
T27	trigo	con proceso	<i>P. sp blanca</i>	100.00	62.53
T28	trigo	con proceso	<i>P. sp rosada</i>	100.00	70.13
T22	eucalipto	sin proceso	<i>P. djamor</i>	100.00	84.75
T26	trigo	con proceso	<i>P. djamor</i>	100.00	85.00
T30	trigo	sin proceso	<i>P. djamor</i>	100.00	88.00

El análisis de variancia para la variable eficiencia biológica se presenta en la tabla 3.2. Se observó diferencias significativas entre los tratamientos, por ello se realizó la prueba de Tukey, con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.2. Análisis de variancia para la eficiencia biológica

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	21309.2	1639.2	14.69	<.0001
Error	52	5801.2	111.6		
Total	65	27110.5			

CV (%) = 17.87

Tabla 3.3. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la eficiencia biológica

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Eficiencia biológica	R %	Tukey 0.05
t30	Trigo	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	88.00	5	a
t26	Trigo	Con proceso	<i>P. djamor</i>	85.00	5	a b
t22	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	84.75	5	a b
t28	Trigo	Con proceso	<i>P. sp rosada</i>	70.13	5	a b c
t27	Trigo	Con proceso	<i>P. sp blanca</i>	62.53	5	b c
t29	Trigo	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	59.33	5	c
t25	Trigo	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	57.00	5	c d
t31	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	53.94	5	c d e
t21	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	52.67	5	c d e
t32	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	51.33	5	c d e
t17	Eucalipto	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	49.89	3	c d e
t23	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	34.73	5	d e
t05	Roble	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	33.00	3	d e
t24	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	31.20	5	e

Al realizar la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de la eficiencia biológica (tabla 3.3) se observó que el tratamiento T30 presentó el promedio más alto con diferencia estadística significativa para la variable eficiencia biológica frente al resto de los tratamientos. Los tratamientos T26 y T22 no presentaron diferencias significativas entre sí, pero presentaron diferencias significativas al compararlos con los tratamientos T28, T27 y T29. El tratamiento T25 mostró diferencia significativa frente a los tratamientos T31, T32, T17, T23, T05 y T24; estos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí.

Se observó que los mayores porcentajes de eficiencia biológica (**EB%**) fueron del tratamiento T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *Pleurotus djamor*) que obtuvo

un 88.00%, los tratamientos T26 (paja de trigo con proceso fermentativo y *Pleurotus djamor*) y T22 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *Pleurotus djamor*) presentaron valores de 85.00 y 84.75% de **EB** respectivamente. Los tratamientos T28 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp* rosada), T27 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo *P. ostreatus*) y T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* rosada) obtuvieron una **EB** entre 70.13 y 51.33%.

Los siguientes tratamientos son los que obtuvieron una **EB%** menor al 50% como es el caso del tratamiento T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T23 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T24 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* rosada) con 49.89, 34.73, 33.00 y 31.20 %. Según Ramón y Ramón (2012) citado en Muñoz (2017) considera que el valor mínimo que se debe obtener para considerar una producción rentable es del 40 % de eficiencia biológica, porcentaje que se vio superados por muchos de los tratamientos analizados.

En lo referente a la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* cultivada en paja de trigo Bautista et al (2003), obtuvo una **EB** promedio de 70.95 % para 5 fechas de cultivo, comprendidas entre enero y marzo. Estos datos son similares a los reportados por Martínez (2012) en el cual obtuvo una **EB** de 76.62% para la misma especie cultivada en paja de trigo y en época de verano; en el presente trabajo se obtuvieron promedios inferiores respecto a la especie *Pleurotus ostreatus* con una **EB** entre 59.33 y 33.00% cultivados en sustratos como paja de trigo (sin fermentar y fermentado), aserrín de eucalipto (sin fermentar y fermentado) y aserrín de roble sin fermentar, sin embargo, los datos obtenidos en el presente trabajo son similares a los reportados por Martínez (2014) quien obtuvo eficiencias biológicas de 41.58, 26.12 y 39.40 %, utilizando como sustrato la combinación de corontas de maíz, tallos de árbol de piñón y pulpa de café en una proporción de 3 a 1. Esta variación de los datos presentados se debe a los diferentes sustratos utilizados y a la formulación.

Respecto a *Pleurotus djamor*, Martínez (2014) reportó eficiencias biológicas de 25.91, 25.48 y 27.58 % cultivadas en sustratos con combinaciones de corontas de maíz, tallos de árbol de piñón y pulpa de café en una proporción de 3 a 1, en el presente trabajo se obtuvieron datos superiores utilizando la misma especie de hongo con eficiencias biológicas de 88.00, 85.00 y 84.75 % utilizando como sustrato de cultivo; paja de trigo (sin fermentar y fermentado) y aserrín de eucalipto, esta variación se debe a los sustratos empleados en el ensayo y al diámetro de partícula, ya que, Alberto (2008) indica que el tamaño de partícula es un factor importante en el cultivo de estos hongos, porque partículas muy pequeñas al ser compactas debido al poco espacio entre ellas, provocan que los gases no difundan, causando una falta de oxígeno necesario para llevar el proceso de respiración, mientras que partículas muy grandes causarían que el sustrato este muy “flojo” impidiendo una adecuada colonización de esta, afectando los rendimientos.

En cuanto a las dos especies nativas empleadas en el presente trabajo las **EB** más altas obtenidas fueron de 70.13 y 62.53 % para las especies de *Pleurotus sp* rosada y *Pleurotus sp* blanca, en sustrato de paja de trigo fermentada respectivamente. Respecto al sustrato de paja de trigo sin fermentar la especie *Pleurotus sp* blanca presentó una **EB** de 53.94 % frente a *Pleurotus sp* rosada con un 51.33 %, existiendo diferencia numérica pero no así estadística entre las dos especies.

3.2. EFECTO EN EL DESARROLLO

3.2.1. Peso fresco de carpóforos

En la tabla 3.4 se observa que el análisis de variancia para la variable peso fresco de carpóforos, presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por ello se realizó la prueba de Tukey (Tabla 3.5), con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.4. Análisis de variancia para el peso fresco de carpóforos

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	191794.8	14753.4	14.69	<.0001
Error	52	52214.6	1004.1		
Total	65	244009.4			

CV (%) = 17.87

Tabla 3.5. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el peso fresco de carpóforos

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Peso fresco de carpóforos (g)	r	Tukey 0.05
t30	Trigo	Sin proceso	P. djamor	264.00	5	a
t26	Trigo	Con proceso	P. djamor	255.00	5	a b
t22	Eucalipto	Sin proceso	P. djamor	254.25	5	a b
t28	Trigo	Con proceso	P. sp rosada	210.40	5	a b c
t27	Trigo	Con proceso	P. sp blanca	187.60	5	b c
t29	Trigo	Sin proceso	P. ostreatus	178.00	5	c
t25	Trigo	Con proceso	P. ostreatus	171.00	5	c d
t31	Trigo	Sin proceso	P. sp blanca	161.80	5	c d e
t21	Eucalipto	Sin proceso	P. ostreatus	158.00	5	c d e
t32	Trigo	Sin proceso	P. sp rosada	154.00	5	c d e
t17	Eucalipto	Con proceso	P. ostreatus	149.67	3	c d e
t23	Eucalipto	Sin proceso	P. sp blanca	104.20	5	d e
t05	Roble	Sin proceso	P. ostreatus	99.00	3	d e
t24	Eucalipto	Sin proceso	P. sp rosada	93.60	5	e

Al realizar la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.3) se observó que el tratamiento T30 presentó el promedio más alto con diferencia estadística significativa para la variable peso fresco de carpóforos frente al resto de los tratamientos. Los tratamientos T26 y T22 no presentaron diferencias significativas entre sí, pero presentaron diferencias significativas al compararlos con los tratamientos T28, T27 y T29. El tratamiento T25 mostró diferencia significativa frente a los tratamientos T31, T32, T17, T23, T05 y T24; estos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí.



Figura 3.1. Pesado de Primordio de *Pleurotus djamor*

Se observa que el tratamiento con mayor peso fresco de carpóforos fue el tratamiento T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. djamor*) con 264.0 g en promedio, los tratamientos T26 (paja de trigo con proceso y *P. djamor*) y T22 (Eucalipto sin proceso fermentativo y *P. djamor*) presentaron pesos promedios de 255.0 y 254.22 g, los tratamientos T28 (paja de trigo con proceso y *P. sp* rosada), T27 (paja de trigo con proceso y *P. sp* blanca), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo *P. sp* rosada) y T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) obtuvieron promedios entre 210.4 y 149.6 gramos respectivamente. Los tratamientos T23 (Eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T24 (Eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* rosada) presentaron los promedios más bajos en esta prueba con 104.2, 99.0 y 93.6 g. En lo referente al peso fresco de carpóforos Martínez (2014) reportó pesos promedios de 1037.50, 651.75 y 733.00 g para la especie de *Pleurotus ostreatus* y 528.75, 520.00 y 563.00 g para la especie de *Pleurotus djamor* utilizando sustratos a base de coronta de maíz pulpa de café, rastrojo y pulpa de café, tallos de árbol de piñón y pulpa de café en una proporción de 3 a 1 (75/25%) con unidades experimentales de 7 kg en peso húmedo, en lo referente al presente trabajo se obtuvieron promedio para la especie de *Pleurotus ostreatus* de 178.00, 171.00, 158.00, 149.67 y 99.00 g en sustratos de paja de trigo sin fermentar y fermentada, aserrín de eucalipto sin fermentar y fermentada y aserrín de roble sin fermentar, con unidades experimentales de 1 kg de peso húmedo, mostrando valores similares a los reportados por el autor mencionado. En cuanto a la especie de *Pleurotus djamor* se obtuvieron promedios de 264.00, 255.00 y 254.25 g para los sustratos de paja de trigo sin fermentar y fermentada y aserrín de eucalipto sin fermentar, valores superiores en lo referido al peso fresco de carpóforos. Esta variación se debe al tipo de sustrato utilizado en cada ensayo, al diámetro de partícula de los componentes del sustrato y al peso de cada unidad experimental utilizadas, puesto que Martínez (2012), reportó una variación en los rendimientos en la especie de *Pleurotus ostreatus* al utilizar unidades experimentales de 2, 4 y 6 kg de sustrato, encontrando que, las bolsas de 4 kg mostraron mayor peso fresco de carpóforos frente a los de 2 y 6 kg, y que unidades experimentales de 6 kg de peso presentaron los más bajos rendimientos, todos estos cultivados en época de verano.

3.2.2. Colonización del sustrato

En la tabla 3.6 se observa que el análisis de variancia para la variable colonización del sustrato, presentó diferencias significativas entre los tratamientos, por ello se realizó la prueba de Tukey, con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.6. Análisis de variancia para colonización del sustrato

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	1107.95	85.23	64.54	<.0001
Error	52	68.67	1.32		
Total	65	1176.62			

CV (%) = 6.66

La prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.7) indica que el tratamiento T05 presentó el promedio estadístico superior con diferencia significativa para la variable colonización del sustrato frente a los otros tratamientos, el tratamiento T17 presentó diferencias significativas al compararlos con los tratamientos T25 y T26. Los tratamientos T24, T21, T32, T31, T27, T30, T23, T22, T29 y T28 no presentaron diferencias significativas entre si y mostraron los promedios más bajos.

Se observó que los tratamientos con mayores días de colonización del sustrato fueron T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) con 32.0 días en promedio y T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) con 27.33 días promedio respectivamente. Los tratamientos T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T26 (paja de trigo con proceso fermentativo y *Pleurotus djamor*), T24 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* rosada), T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo *P. ostreatus*), T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* rosada), T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T27 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *Pleurotus djamor*), T23 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T22 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *Pleurotus djamor*), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T28 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp* rosada) obtuvieron promedios similares de 18.00, 17.80, 16.80, 16.00, 16.00, 15.80, 15.60, 15.40, 15.40, 15.00 y 14.60.

Tabla 3.7. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para colonización del sustrato

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Colonización del sustrato (día)	r	Tukey 0.05
t05	Roble	Sin proceso	P. ostreatus	32.00	3	a
t17	Eucalipto	Con proceso	P. ostreatus	27.33	3	b
t25	Trigo	Con proceso	P. ostreatus	18.00	5	c
t26	Trigo	Con proceso	P. djamor	17.80	5	c
t24	Eucalipto	Sin proceso	P. sp rosada	16.80	5	c d
t21	Eucalipto	Sin proceso	P. ostreatus	16.00	5	c d
t32	Trigo	Sin proceso	P. sp rosada	16.00	5	c d
t31	Trigo	Sin proceso	P. sp blanca	15.80	5	c d
t27	Trigo	Con proceso	P. sp blanca	15.80	5	c d
t30	Trigo	Sin proceso	P. djamor	15.60	5	c d
t23	Eucalipto	Sin proceso	P. sp blanca	15.40	5	c d
t22	Eucalipto	Sin proceso	P. djamor	15.40	5	c d
t29	Trigo	Sin proceso	P. ostreatus	15.00	5	d
t28	Trigo	Con proceso	P. sp rosada	14.60	5	d

En relación a otras investigaciones Hernández y López (2008), reportaron tiempos de colonización de sustrato de 20, 23, 27 y 18 días en sustratos de capacho de uchuva, cascara de arveja, tusa de mazorca y aserrín de roble, utilizando la especie de *Pleurotus ostreatus*, en el presente trabajo se obtuvieron promedios de 32.00, 27.33, 18.00, 16.00 y 15.00 días para sustratos de aserrín de roble sin fermentar, aserrín de eucalipto fermentado, paja de trigo fermentada, aserrín de eucalipto sin fermentar y paja de trigo sin fermentar, esta variación se debe a los distintos sustratos utilizados y a su composición los cuales afectaron en el metabolismo del hongo.



Figura 3.2. Colonización del sustrato paja de trigo fermentada por *Pleurotus sp blanca*

3.2.3. Número de primordios

En la tabla 3.8 se observa que el análisis de variancia para la variable número de primordios, presentó diferencias significativas entre los tratamientos, por ello se realizó la prueba de Tukey, con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.8. Análisis de variancia para el número de primordios

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	496.75	38.21	5.18	<.0001
Error	52	383.57	7.38		
Total	65	880.31			

CV (%) = 25.39

Tabla 3.9. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de primordios

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Número de primordios u/bolsa	r	Tukey 0.05
t27	Trigo	Con proceso	P. sp blanca	14.40	5	a
t24	Eucalipto	Sin proceso	P. sp rosada	13.80	5	a b
t26	Trigo	Con proceso	P. djamor	13.80	5	a b
t32	Trigo	Sin proceso	P. sp rosada	13.00	5	a b c
t28	Trigo	Con proceso	P. sp rosada	11.80	5	a b c
t29	Trigo	Sin proceso	P. ostreatus	11.60	5	a b c
t23	Eucalipto	Sin proceso	P. sp blanca	11.20	5	a b c
t31	Trigo	Sin proceso	P. sp blanca	11.20	5	a b c
t22	Eucalipto	Sin proceso	P. djamor	9.50	5	a b c d
t21	Eucalipto	Sin proceso	P. ostreatus	8.25	5	a b c d
t30	Trigo	Sin proceso	P. djamor	8.25	5	a b c d
t25	Trigo	Con proceso	P. ostreatus	8.00	5	b c d
t17	Eucalipto	Con proceso	P. ostreatus	7.00	3	c d
t05	Roble	Sin proceso	P. ostreatus	3.67	3	d

En la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.9) se observa que el tratamiento T27 presentó el promedio superior con diferencia significativa para la variable número de primordios frente a los otros tratamientos, T24 y T26 fueron superiores a los tratamientos T32, T28, T29, T23 y T31, seguidas de T22, T21, T30, T25, T17 y T05, siendo estas últimas las que presentaron los valores más bajos.

Se observó que el tratamiento con mayor número de primordios por bolsa fue el tratamiento T27 (paja de trigo con proceso fermentativo *P. sp* blanca) con un promedio de 14.4 primordios por bolsa, mientras que los tratamientos T24 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativa y *P. sp* rosada) y T26 (paja de trigo con proceso y *P. djamor*) mostraron datos iguales de 13.8 primordios por bolsa, el tratamiento T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* rosada) obtuvo un promedio de 13.0 primordios por bolsa, los tratamientos T28 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp* rosada), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T23 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca) y T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), obtuvieron promedios de 11.80, 11.60, 11.20 y 11.20 primordios por bolsa.

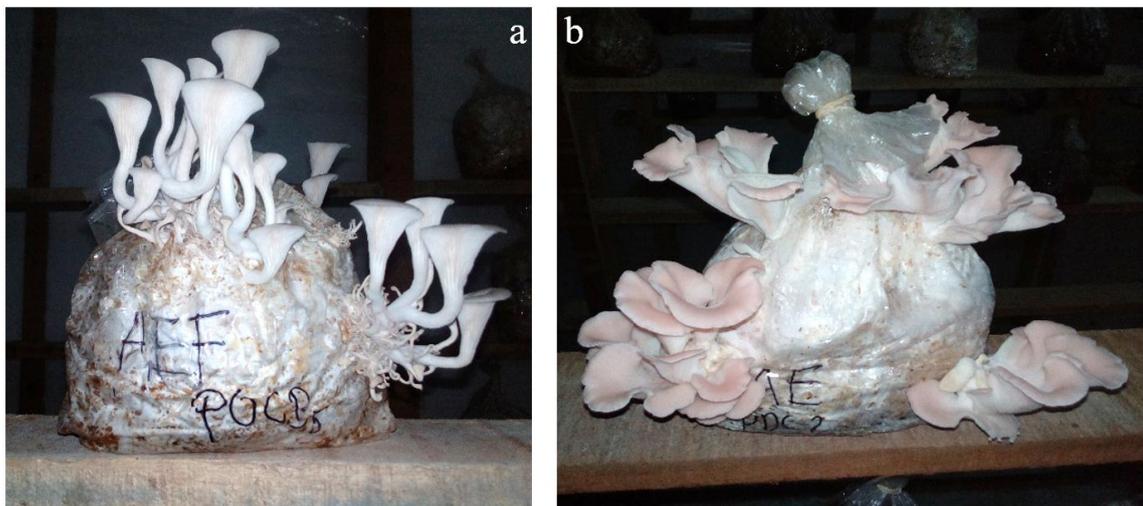


Figura 3.3. Número de primordios a) *Pleurotus ostreatus*, b) *Pleurotus djamor*



Figura 3.4. Primordios de *Pleurotus djamor* en aserrín de eucalipto sin fermentar

3.2.4. Número de carpóforos por primordio

En la tabla 3.10 se observa que el análisis de variancia para la variable número de carpóforos por primordio, presentó diferencias significativas entre los tratamientos, por ello se realizó la prueba de Tukey, con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.10. Análisis de variancia para número de carpóforos por primordio

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	1638.2	126.0	6.44	<.0001
Error	52	1017.0	19.6		
Total	65	2655.2			

CV (%) = 28.34

La prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.11) muestra que el tratamiento T05 presentó el promedio más alto con diferencia significativa para la variable número de primordios frente a los otros tratamientos, T17 fue superior a los tratamientos T25 y T29, estos últimos resultaron superiores a T30. Los tratamientos T21, T32, T27, T26, T28, T31, T22, T24 y T23 mostraron los promedios más bajos frente al resto según esta prueba.

Se observó que el tratamiento con mayor número de carpóforos por primordio fue el tratamiento T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) con 25.17 unidades por primordio, T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) con un promedio de 24.56 unidades por primordio, seguido de los tratamientos T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) con promedio de 22.27 y 21.59 unidades por primordio. El tratamiento T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. djamor*) con 19.02 unidades por primordio, estos tratamientos mostraron los valores más altos frente al resto de los tratamientos.

Los siguientes tratamientos obtuvieron los valores más bajos y sin diferencia estadística entre ellas: T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo *P. sp* rosada), T27 (paja de trigo con proceso y *P. sp* blanca), T26 (paja de trigo con proceso y *P. djamor*), T28 (paja de trigo con proceso y *P. sp* rosada), T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T22

(Eucalipto sin proceso fermentativo y *P. djamor*), T24 (Eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp rosada*) y T23 (Eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp blanca*) con 16.48, 14.29, 13.83, 13.66, 13.18, 12.71, 11.11, 10.03 y 8.00 unidades por primordio, respectivamente.

Tabla 3.11. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de carpóforos por primordio

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Número de carpóforos / primordio u/primordio	r	Tukey 0.05
t05	Roble	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	25.17	3	a
t17	Eucalipto	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	24.56	3	a b
t25	Trigo	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	22.27	5	a b c
t29	Trigo	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	21.59	5	a b c
t30	Trigo	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	19.02	5	a b c d
t21	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	16.48	5	a b c d e
t32	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	14.29	5	b c d e
t27	Trigo	Con proceso	<i>P. sp blanca</i>	13.83	5	c d e
t26	Trigo	Con proceso	<i>P. djamor</i>	13.66	5	c d e
t28	Trigo	Con proceso	<i>P. sp rosada</i>	13.18	5	c d e
t31	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	12.71	5	c d e
t22	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	11.11	5	d e
t24	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	10.03	5	d e
t23	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	8.00	5	e

Carvajal (2010), reportó un promedio de carpóforos por primordio de 9.68, 8.75, 7.31, 5.32 y 4.7 unidades para la especie de *Pleurotus ostreatus*, promedios inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, en el cual se obtuvieron 25.17, 24.56, 22.27 y 21.59 unidades por primordio.



Figura 3.5. Carpóforos de *Pleurotus ostreatus*

3.2.5. Diámetro de carpóforo

Otra variable estudiada fue el diámetro de los carpóforos, tomando como un indicador del desarrollo morfológico de las diferentes especies de hongos estudiadas.

En la tabla 3.12 se observa que el análisis de variancia para la variable diámetro de carpóforo, presentó diferencias significativas entre los tratamientos, por ello se realizó la prueba de Tukey, con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.12. Análisis de variancia para el diámetro de carpóforo.

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	73.040	5.618	13.92	<.0001
Error	52	20.984	0.404		
Total	65	94.025			

CV (%) = 14.20

La prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.13) indica que el tratamiento T22 presentó el promedio más alto con diferencia significativa para la variable diámetro de carpóforo frente a los otros tratamientos, T30 fue superior al tratamiento T28, éste al tratamiento T26 y este último al tratamiento T27. Los tratamientos T31, T32, T23, T21, T24, T05,

T29, T17 y T25, no mostraron diferencia estadística entre si y mostraron los promedios más bajos en esta prueba.

Tabla 3.13. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el diámetro de carpóforo

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Diámetro de carpóforo (cm)	r	Tukey 0.05
t22	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	6.76	5	a
t30	Trigo	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	6.28	5	a b
t28	Trigo	Con proceso	<i>P. sp rosada</i>	5.11	5	b c
t26	Trigo	Con proceso	<i>P. djamor</i>	4.97	5	b c d
t27	Trigo	Con proceso	<i>P. sp blanca</i>	4.66	5	c d e
t31	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	4.62	5	c d e f
t32	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	4.16	5	c d e f
t23	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	4.15	5	c d e f
t21	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	4.04	5	c d e f
t24	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	3.62	5	d e f
t05	Roble	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	3.51	3	d e f
t29	Trigo	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	3.44	5	e f
t17	Eucalipto	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	3.26	3	e f
t25	Trigo	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	3.15	5	f

Se observó que el tratamiento con mayor diámetro de carpóforo fue T22 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. djamor*) con un promedio de 6.76 cm de diámetro, T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. djamor*) con 6.28 cm, seguido del tratamiento T28 (paja de trigo con proceso y *P. sp rosada*) con 5.11 cm, los tratamientos T26 (paja de trigo con proceso y *P. djamor*) y T27 (paja de trigo con proceso y *P. sp blanca*) con 4.97 y 4.66 cm de diámetro de carpóforo, estos tratamientos alcanzaron los valores más altos fresta al resto de tratamientos, presentando diferencia significativa entre ellos respectivamente.



Figura 3.6. Diámetro del carpóforo de *Pleurotus ostreatus*

Los tratamientos T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo *P. sp* rosada), T23 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* blanca), T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T24 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp* rosada), T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) mostraron los valores más bajos con 4.62, 4.16, 4.15, 4.04, 3.62, 3.51, 3.44, 3.26 y 3.15 cm de diámetro, no presentaron diferencia significativa entre sí.

En lo referente al diámetro de carpóforos Martínez (2014), reportó diámetros promedio de 6.18, 4.77 y 6.68 cm para la especie de *Pleurotus ostreatus*, en sustrato de coronta de maíz, pulpa de café, rastrojo y pulpa de café, tallos de árbol de piñón y pulpa de café en una proporción de 3 a 1 (75/25%). A su vez Carvajal (2010) reportó diámetros promedio para la especie de *Pleurotus ostreatus* de 7.84, 7.82, 6.81, 6.74 y 5.27 cm, utilizando sustratos compuestos por tamo de avena, tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio, tamo de cebada tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio, tamo de paramo tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio, tamo de trigo tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio y tamo de vicia tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio todos en un porcentaje de 80/10/8/2%. En el presente trabajo se obtuvieron promedios inferiores para la especie de *Pleurotus*

ostreatus con 4.04, 3.51, 3.44, 3.26 y 3.15 cm para los sustratos de aserrín de eucalipto sin fermentar, aserrín de roble sin fermentar, paja de trigo sin fermentar, aserrín de eucalipto fermentado y paja de trigo fermentado, esta variación se debe a los diferentes sustratos empleados en los diferentes ensayos y a la cantidad de CO₂ presente en la cámara de producción, esta última provocando una elongación del estípite, indicándonos la sensibilidad de esta especie a las condiciones adversas de oxigenación o falta de una adecuada aireación.

En lo que se refiere a la especie de *Pleurotus djamor* Martínez (2014) reportó diámetros promedio de 4.12, 5.53 y 5.70 cm en sustratos de coronta de maíz pulpa de café, rastrojo y pulpa de café, tallos de árbol de piñón y pulpa de café en una proporción de 3 a 1 (75/25%), asimismo en el presente trabajo se obtuvieron promedios de 6.76, 6.28 y 4.97 cm, en sustratos de aserrín de eucalipto sin fermentar, paja de trigo sin fermentar y paja de trigo fermentada. Esta diferencia se debe al tipo de sustrato utilizado en cada ensayo, el proceso fermentativo empleado y el tamaño de partícula, ya que Martínez reporta longitudes de 2.5 a 3 cm, mientras que en este trabajo se emplearon 3 cm de longitud para la paja de trigo y de 2 a 4 mm en los aserrines.

3.2.6. Duración del ciclo productivo

En la tabla 3.14 se observa que el análisis de variancia para la variable duración del ciclo productivo, no presento diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 3.14. Análisis de variancia para la duración del ciclo productivo

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	2425.3	186.6	1.64	0.1044
Error	52	5921.6	113.9		
Total	65	8346.9			

CV (%) = 23.79

En la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.15) se observa que no existen diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 3.15. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la duración del ciclo productivo

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Duración ciclo productivo día	r	Tukey 0.05
t05	Roble	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	62.00	3	a
t17	Eucalipto	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	53.67	3	a
t22	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	51.13	5	a
t30	Trigo	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	50.40	5	a
t21	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	49.80	5	a
t25	Trigo	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	45.00	5	a
t26	Trigo	Con proceso	<i>P. djamor</i>	44.00	5	a
t29	Trigo	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	42.80	5	a
t32	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	42.20	5	a
t31	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	41.60	5	a
t23	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	40.20	5	a
t24	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	40.00	5	a
t28	Trigo	Con proceso	<i>P. sp rosada</i>	38.00	5	a
t27	Trigo	Con proceso	<i>P. sp blanca</i>	37.60	5	a

El tratamiento con mayores días de ciclo productivo fue T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) con 62.00 días, seguido de los tratamientos T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T22 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. djamor*), T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. djamor*) y T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), con 53.67, 51.13, 50.40 y 49.80 días respectivamente. Los tratamientos T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T26 (paja de trigo con proceso fermentado y *P. djamor*), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo *P. sp rosada*), T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp blanca*), T23 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp blanca*) y T24 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp rosada*) mostraron resultados de 45.00, 44.00, 42.80, 42.20, 41.60, 40.20 y 40.00 días, aunque los tratamientos T28 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp rosada*) y T27 (paja de trigo con proceso y *P. sp blanca*) mostraron los valores más bajos de 38.00 y 37.60 días, no se encontró diferencias estadísticas significativas.

Por su parte Martínez (2014), obtuvo promedios para el ciclo productivo de tres oleadas con 52.00, 54 y 58 días para la especie de *Pleurotus ostreatus*, mientras, para la especie

Pleurotus djamor reportó promedios de 55, 61 y 61 días para los diferentes sustratos utilizados; valores que difieren a los encontrados en el presente trabajo, donde la especie *Pleurotus ostreatus* alcanzó valores de 62.00, 53.67, 49.80, 45.00 y 42.80 días, mientras, para la especie de *Pleurotus djamor* de 51.13, 50.40 y 44.00 días respectivamente.

En cuanto a las especies de *Pleurotus sp* rosada y *Pleurotus sp* blanca los promedios más bajos se obtuvieron con los sustratos de paja de trigo fermentada con valores de 38.00 y 37.60 días.

3.2.7. Precocidad

En la tabla 3.16 se observa que el análisis de variancia para la variable precocidad, presentó diferencias significativas entre los tratamientos, por ello se realizó la prueba de Tukey, con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.16. Análisis de variancia para la precocidad

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	318.82	24.52	5.79	<.0001
Error	52	220.29	4.24		
Total	65	539.12			

CV (%) = 19.79

La prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.17) se observa que el tratamiento T22 presentó el promedio más alto con diferencia significativa para la variable precocidad frente a los otros tratamientos, el tratamiento T17 presentó diferencia significativa en comparación con el tratamiento T30. Los tratamientos T05, T21, T26, T29, T25, T23, T27, T28, T32, T31 y T24, no mostraron diferencia estadística entre sí y mostraron los promedios más bajos en esta prueba.

La precocidad es una característica inherente de un hongo, cepa o aislamiento utilizado. Mientras mayor sea este valor de precocidad significa que el hongo es menos precoz, esto se entiende, que tiene un mayor periodo de recuperación o intervalo de tiempo para producir una oleada.

Tabla 3.17. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la precocidad

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Precocidad día	R	Tukey 0.05
t22	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	15.57	5	a
t17	Eucalipto	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	14.00	3	a b
t30	Trigo	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	12.60	5	a b c
t05	Roble	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	12.33	3	a b c d
t21	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	11.13	5	a b c d
t26	Trigo	Con proceso	<i>P. djamor</i>	11.00	5	a b c d
t29	Trigo	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	9.80	5	b c d
t25	Trigo	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	9.66	5	b c d
t23	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	9.27	5	b c d
t27	Trigo	Con proceso	<i>P. sp blanca</i>	9.07	5	c d
t28	Trigo	Con proceso	<i>P. sp rosada</i>	8.67	5	c d
t32	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	8.60	5	c d
t31	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	8.40	5	c d
t24	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	7.74	5	d

Se observó que el tratamiento más precoz fue T24 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp rosada*) con 7.74 días en promedio, seguida de los tratamientos T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp blanca*), T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo *P. sp rosada*), T28 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp rosada*), T27 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp blanca*), T23 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp blanca*), T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T26 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. djamor*), T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) con promedios de 8.40, 8.60, 8.67, 9.07, 9.27, 9.66, 9.80, 11.00, 11.13 y 12.33 días. Los tratamientos con los valores más altos en la variable precocidad fueron T22 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. djamor*), T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. djamor*) con promedios de 15.57, 14.00 y 12.60 días.

Así mismo, los resultados de precocidad de la especie de *Pleurotus ostreatus* fueron similares a los reportados por Zárate (2015) quien para cuatro aislamientos del hongo y dos sustratos (panca de maíz y paja de arroz), obtuvo promedios de 14.33, 12.29, 12.13,

12.08, 11.88, 11.75, 11.17 y 9.71 días respectivamente, sin embargo, los datos obtenidos en el presente trabajo son inferiores a los reportados por Muñoz (2017) donde utilizando dos sustratos (panca de maíz y paja de arroz) y 4 paquetes tecnológicos (alcalino. Hervido, pasteurizado y esterilizado) presentó promedios de 17.3, 18.3, 15.00, 13.00 y 12.9 días respectivamente.

3.3. RENDIMIENTO

En la tabla 3.1 se observa que el análisis de variancia para la variable rendimiento presenta diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual se realizó la prueba de Tukey, con la finalidad de realizar comparaciones entre los tratamientos.

Tabla 3.18. Análisis de variancia para el rendimiento de 3 oleadas

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > Fc
Tratamiento	13	1918.	147.54	14.59	<0.0001
Error	52	522.15	10.04		
Total	62	2440.17			

CV (%) = 17.87

La prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (tabla 3.19) muestra que el tratamiento T30 presentó el promedio más alto con diferencia significativa para la variable rendimiento frente a los otros tratamientos, los tratamientos T26 y T22 no mostraron diferencias significativas entre sí, pero si presentaron diferencias significativas en comparación con los demás tratamientos. Los tratamientos T28, T27 y T29 no mostraron diferencias significativas entre sí. El tratamiento T25 mostró diferencias significativas con los tratamientos T31, T21, T32, T17, T23, T05 y T24 estas últimas no mostraron diferencias significativas entre sí.

Tabla 3.19. Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de 3 oleadas

Tratamiento	Substrato	Proceso fermentativo	Especie de hongo	Rendimiento (%)	r	Tukey 0.05
t30	Trigo	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	26.40	5	a
t26	Trigo	Con proceso	<i>P. djamor</i>	25.50	5	a b
t22	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. djamor</i>	25.43	5	a b
t28	Trigo	Con proceso	<i>P. sp rosada</i>	21.04	5	a b c
t27	Trigo	Con proceso	<i>P. sp blanca</i>	18.76	5	b c
t29	Trigo	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	17.80	5	c
t25	Trigo	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	17.10	5	c d
t31	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	16.18	5	c d e
t21	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	15.80	5	c d e
t32	Trigo	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	15.40	5	c d e
t17	Eucalipto	Con proceso	<i>P. ostreatus</i>	14.97	3	c d e
t23	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp blanca</i>	10.42	5	d e
t05	Roble	Sin proceso	<i>P. ostreatus</i>	9.90	3	d e
t24	Eucalipto	Sin proceso	<i>P. sp rosada</i>	9.36	5	e

Se observó que los tratamientos con mayores rendimientos fueron T30 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. djamor*), T26 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. djamor*), T22 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. djamor*) y T28 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp rosada*) con promedios de 26.40, 25.50, 25.43 y 21.04 % respectivamente. Los tratamientos T27 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. sp blanca*), T29 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T25 (paja de trigo con proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T31 (paja de trigo sin proceso fermentativo y *P. sp blanca*), T21 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*), T32 (paja de trigo sin proceso fermentativo *P. sp rosada*) y T17 (aserrín de eucalipto con proceso fermentativo y *P. ostreatus*) obtuvieron un rendimiento de 18.76, 17.80, 17.10, 16.18, 15.40 y 14.97 %. Los tratamientos con los rendimientos más bajos fueron T23 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp blanca*), T05 (aserrín de roble sin proceso fermentativo y *P. ostreatus*) y T24 (aserrín de eucalipto sin proceso fermentativo y *P. sp rosada*) con 10.42, 9.90 y 9.63 % respectivamente.

Quizhpilema (2013), reportó en su investigación rendimientos promedios de 15.24, 10.97 y 20.50 % para la especie de *Pleurotus ostreatus*, cultivados en sustratos a base de trigo, avena y cebada, siendo similares a las obtenidas en el presente estudio.

Por otra parte, Martínez (2014), reportó rendimientos de 14.79, 14.04 y 9.31 % para la especie de *Pleurotus ostreatus*, en sustratos de coronta de maíz pulpa de café, tallos de árbol de piñón y pulpa de café, rastrojo y pulpa de café, en una proporción de 3 a 1 (75/25%), mientras que, para la especie de *Pleurotus djamor* obtuvo rendimientos de 7.55, 8.04 y 7.43 % utilizando los mismos sustratos; asimismo los resultados reportados utilizando la especie de *Pleurotus ostreatus* fueron similares a los de la presente investigación, sin embargo, los rendimientos para la especie de *Pleurotus djamor* reportados por Martínez, fueron inferiores a los obtenidos.

3.3.1. Análisis de similitud

Este análisis se realizó con la finalidad de agrupar a los tratamientos en base a la similitud encontrada en todas las variables evaluadas.

En la figura 3.7 se observa claramente la formación de dos grandes grupos. El primer grupo constituido por los tratamientos T01, T02, T03, T04, T08, T10, T12, T13, T14, T16, T18, T19, T20, T06, T11, T07, T15 y T09 y el segundo grupo formado por los tratamientos T05, T17, T21, T25, T29, T27, T28, T31, T32, T23, T24, T22, T30 y T26; dentro de este último grupo, los tratamientos T22, T30 y T26 forman un grupo con los mejores rendimientos frente al resto de tratamientos, coincidiendo con los análisis de componente principal, los cuales se pueden observar en la figura 3.8

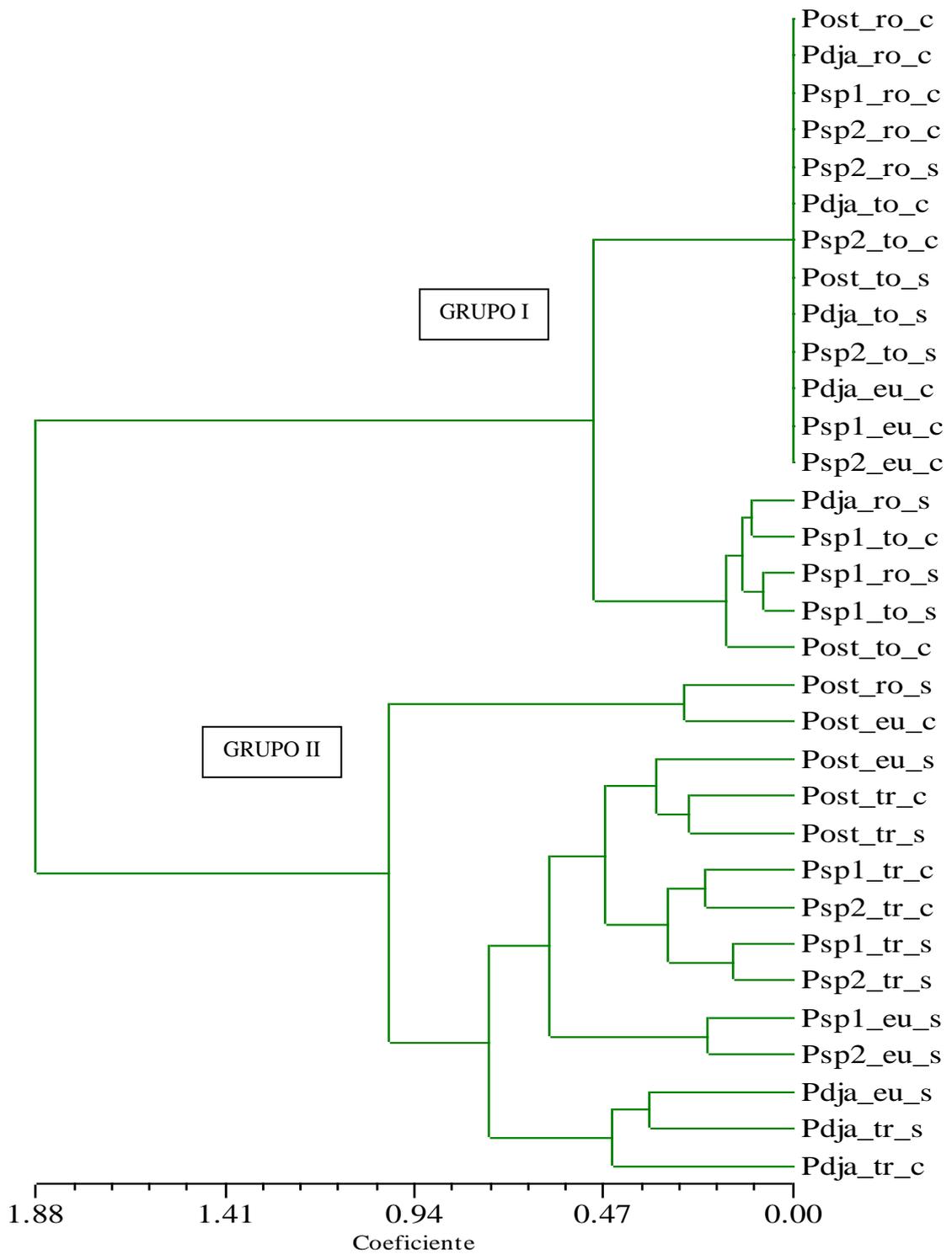


Figura 3.7. Análisis de similitud

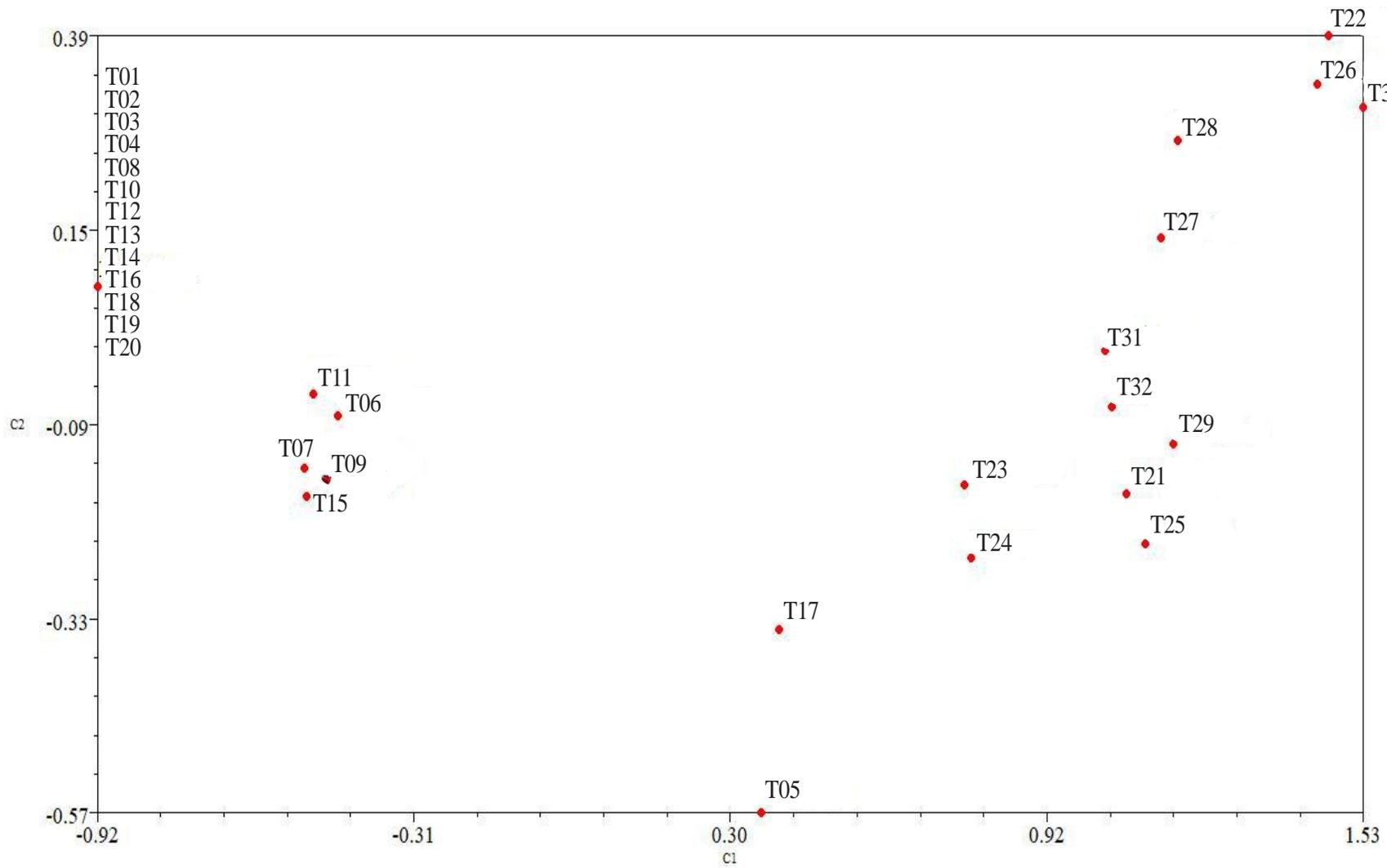


Figura 3.8. Componente principal

CONCLUSIONES

1. Las cuatro especies de *Pleurotus* presentaron porcentajes distintos de eficiencia biológica (EB). *Pleurotus djamor* mostró el valor más alto con 88.00%, seguida de *Pleurotus sp* rosada con 70.13% y *Pleurotus sp* blanca con 62.53%, *Pleurotus ostreatus* obtuvo el menor valor con 59.33 %.
2. Los sustratos paja de trigo y aserrín de eucalipto permitieron el mejor desarrollo de los hongos. En paja de trigo fermentada, se obtuvo mejor colonización del sustrato (14.6 días con *Pleurotus sp* rosada), mayor número de primordios (14.4 primordios con *Pleurotus sp* blanca), menor duración del ciclo productivo (37.6 días con *Pleurotus sp* blanca). En paja de trigo sin fermentar, se consiguió mayor peso fresco de carpóforos (264 g con *Pleurotus djamor*). En aserrín de eucalipto sin fermentar, se obtuvo mejor diámetro de carpóforo (6.76 cm con *Pleurotus djamor*)
3. Las cuatro especies de *Pleurotus* obtuvieron altos rendimientos, resaltando la especie de *Pleurotus djamor* en el sustrato de paja de trigo sin fermentar, con un valor de 26.50%. *Pleurotus sp* rosada alcanzó altos resultados en el sustrato paja de trigo fermentada con 21.04%, apreciándose así el efecto del proceso fermentativo en el sustrato utilizado. También se determinó el efecto del proceso fermentativo en el sustrato de paja de trigo obteniéndose valores mayores en los sustratos que fueron sometidos a este proceso. En cuanto a *Pleurotus sp* blanca y *Pleurotus ostreatus*, los valores que presentaron fueron ligeramente inferiores, con 18.76 y 17.80%.

RECOMENDACIONES

1. Mejorar las condiciones de aireación del módulo de producción, al verse problemas de ventilación las cuales afectaron al desarrollo de *Pleurotus ostreatus*, así también sobre el tema de la humedad relativa al observarse secado de algunos carpóforos.
2. Evaluar el desarrollo de estas 4 especies de *Pleurotus* en sustratos con diámetro de partícula mayor, al observarse compactación en los sustratos y un reducido intercambio gaseoso.
3. Identificar las especies de *Pleurotus sp* blanca y rosada y proseguir las investigaciones, al presentar una precocidad y duración del ciclo productivo bajas. También lograr su identificación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, C. (2017). Valoración y crecimiento del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos generados a partir de procesos productivos agropecuarios, en el Municipio de Málaga Santander. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Acosta, UL., Bustos, Z. (1998). Cultivo de *Pleurotus ostreatus*, en la planta Probiote. Tesis pregrado. Q.F.B. Chiapas, México, Universidad Autónoma de Chiapas. 57p.
- Aguilar, L. (2007). Producción de inóculo líquido para el cultivo de *Pleurotus spp.* Instituto Politécnico Nacional - México
- Albertó, E. (2008). Cultivo intensivo de los hongos comestibles. 1^{ra} edición, 2008 y 1^{ra} reimpresión, 2017. Edit. Hemisferio sur S.A. Buenos Aires. p. 19-95 y p. 134-185.
- Albertó, E. & Jaramillo, S. (2012). Despunte de caña de azúcar, sustrato altamente eficiente para la producción de *Pleurotus ostreatus*. Universidad Nacional de General San Martín – CONICET, Argentina.
- Ardón, C. (2007). Producción de los hongos comestibles. Universidad de San Carlos, Guatemala
- Arias, G., Gutiérrez, C., Ospina, C. (2008). Propuesta del cultivo de hongo *Pleurotus ostreatus* 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. Vol 4. No. 6. pag. 35 – 68.
- Arrúa, J. & Quintanilla, J. (2007). Producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) a partir de las malezas *Paspalum fasciculatum* y *Rottboelia cochinchinensis*. Costa Rica.
- Barrales, M. & Mata, G. (2016). Selección de cepas nativas del hongo de maguey (*Pleurotus opuntiae*) y evaluación de su producción en sustratos fermentados. México.
- Benavides, C. (2013). Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para el cultivo de orellanas (*Pleurotus ostreatus*). Universidad de Nariño. Colombia.
- Bolaños, G. (2010). Composición química de diversos materiales lignocelulósicos de interés industrial y análisis estructural de sus ligninas. Instituto de Recursos

- Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Sevilla.
- Camacho, M., Guzman, G. & Guzman, D. (2012). *Pleurotus opuntiae* (Durieu et Lev.) Sacc. (Higher Basidiomycetes) and Other Species Related to Agave and Opuntia Plants in Mexico—Taxonomy, Distribution, and Applications. *International journal of medicinal mushrooms*. 14, 65-78.
- Cardona, A. (2011). Hongos de tipo ostra (*Buenas prácticas*), técnico de campo de Food Facility, FAO/Unión Europea, 1^{ra} edición – INFOAGRO. p. 1-6.
- Carvajal, T. (2010). Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (tamo de trigo, tamo de cebada, tamo de vicia, tamo de avena y paja de páramo); enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio. Pontificia Católica del Ecuador. Ibarra – Ecuador.
- Chang, S. & Miles, P. (2004). Mushrooms. Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. 2^{da} Edition.
- Chang, S. T. & Miles. (2004). Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. 2^a ed. Florida (US): CRC Press, .451 p. ISBN 0- 8493-1043-1.
- Cillóniz, B. (2008). Hongos comestibles, un negocio rentable en Huancavelica. *AgroForum.pe*.
- Cuevas, F. 2008. Cultivo de *Pleurotus Ostreatus*/ Carne Vegetal: Alternativa Domestica Xalapa, Veracruz, México. 2006. p 1-56.
- Dirección general forestal y de fauna silvestre (MINAGRI). (2013). Producción de madera aserrada, según departamento, 1993-2013. P. 98. Perú.
- Dominguez, D. (2006). Evaluación de la producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres tipos de sustrato con tres densidades de Siembra. Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), Ibarra – Ecuador.
- Donado, T. (2014). Evaluación de tres sustratos para la producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*); Moyuta, Jutiapa – Guatemala. P. 7-19.
- Esbobedo, R. (2003). Producción del hongo seta (*Pleurotus ostreatus*). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - México.
- Fernández, F. (2002). El cultivo de setas (*Pleurotus spp*), *Fungitec Asesorías*, Guadalajara, Jalisco México. p. 85-115.

- Flores, V. (2009). Caracterización del perfil del consumidor de hongos comestibles en la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.
- France, A. Cañimir, J. & Cortéz, M. 2000. Producción de hongos ostra. Boletín INIA N⁰ 23 – MINAGRI, Chillán – Chile. p. 7-30.
- Fuchs, R., Hernandez, M., Lay, P., Orellana, S. & Peña, M. L. (s/f). Producción de hongos comestibles. Universidad del Pacífico, Editor: Ministerio de Producción, Perú. “Crea tu Empresa” – documento ampliado de negocio para la ficha 11. p. 2-12.
- Gaitán, H. R., Salmones, D., Pérez, M. R. & Mata, G. (2009). Evaluación de la eficiencia biológica de cepas de *Pleurotus pulmonarius* en paja de cebada fermentada. Instituto de Ecología. Veracruz – México.
- García, M. (1985). Nuevas técnicas de cultivo del *Pleurotus ostreatus*. Hojas divulgadoras N⁰ 08/85, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación – España, p. 11 y 12.
- Girón, D. (2000). Cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en subproductos lignocelulósicos derivados de la agroindustria de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). Tesis pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.
- Guarín, J. & Ramírez, A. (2004). Estudio de la factibilidad técnico financiera de un cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. Pontificia Universidad Javeriana, Cali – Colombia.
- Guzman, G. (1977). Identificación de los hongos comestibles venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Edit. Limusa S.A. México. p. 129-134.
- Guzmán, G. (2000). Genus *Pleurotus* P. Kumm. (Agaricomycetidae): diversity, taxonomic problems, and cultural and traditional medicinal uses. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 2, 95-123.
- Hernandez, C. & López, R. (2008). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre distintos residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia.
- Illescas, O. (S/F). Producción orgánica de setas, representante de la empresa denominada Setas Monarca (www.setasmonarca.com.mx/). Entrevista realizada por Ing. Luis Alberto Mena Garza.
- López, C. & Hernández, R. (2006). Evaluación del crecimiento y producción de

- Pleurotus ostreatus* sobre diferentes sustratos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. Bogotá D.C. – Colombia. P. 5-22.
- Martínez, C. (2012). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en el valle de El Fuerte, Sinaloa: una alternativa de aprovechamiento de esquilmos agrícolas. Sinaloa – México.
- Martínez, M. (2014). Producción de tres especies de *Pleurotus spp.* utilizando diferentes sustratos; Nuevo Progreso, San Marcos. México.
- Martinez-Carrera D. (1989). Simple technology to cultivate *Pleurotus* on coffee pulp in the tropics. *Mush. Sci.* 12 (2),169-178.
- MINAGRI. (2013). Total, de empresas manufactureras según actividad y tamaño de la región Ayacucho. P. 6.
- Motato, R. K., Mejia, G. A. & León, P. A. (2006). Evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamor*. Universidad de Antioquia. Medellín – Colombia. p. 24 – 29.
- Muñoz, E. (2017). Comparativo de dos sustratos y cuatro paquetes tecnológicos utilizados en la producción comercial de *Pleurotus ostreatus*. UNALM, Lima – Perú. p. 9-25.
- MushWorld. (2005). Manual del cultivador de hongos 1. Cultivo del hongo ostra. República de Corea.
- Ovidio, O. (2012). Evaluación de cuatro sustratos para la producción artesanal del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), bajo condiciones controladas, en el municipio de la unión, Zacapa - Guatemala. p. 2-22.
- Pedrerros, J. (2007). Evaluación del crecimiento y producción de *Lentinula edodes* (shiitake), en residuos agroindustriales. Pontificia Universidad Javeriana, Cali - Colombia.
- Quizhpilema, P. (2013). Validación de la tecnología para la producción e industrialización de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* utilizando sustratos orgánicos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- Rojas, E. A. (2004). Evaluación de paja de trigo, *triticum sativum*; broza de encino, *Quercus sp.* y rastrojo de maíz, *zea mays*; para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones artesanales en San Rafael la independencia, Huehuetenango. Tesis de grado. Universidad San Carlos

de Guatemala. Págs. 19.

- Romero, J. Rodríguez, M. Pérez, R. (2000). *Pleurotus ostreatus*. Importancia y tecnología del cultivo. Grupo de Nutrición, Departamento de Física-Química, Facultad de Mecánica Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cuatro caminos. Ciudad de Cienfuegos. Cuba.
- Romero, O., Huerta, H., Damián, M., Macías, A., Tapia, A., Parraguirre, J. & Juárez, J. (2010). Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* var. roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Saldarriaga, Y. (2001). Manual de micología aplicada. Universidad de Antioquia - Colombia. P. 71-100.
- Sánchez, J. E. y Royse, D. (2001). La Biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. 1a. Ed. México: Edit. Noriega Editores.
- Sánchez, J.; Martínez, D.; Carrera, G. y Leal, H. 2007. El cultivo de setas *Pleurotus* spp en México. 1^{ra} edición, p. 81-131.
- Sánchez, P. (2015). Producción de hongos comestibles del genero *Pleurotus* a partir de los residuos vegetales provenientes de la plaza de mercado del Municipio de Quibdo.
- Species Fungorum. (2016). Catalogue of Life: *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., 1871.
- Stamets, P. (2000). Growing gourmet and medicinal mushrooms. Press. Hong Kong.
- Suarez, C. (2010). Obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (*Lentinula edodes*) y orellanas (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla. P. 21. Bogota – Colombia.
- Triana O, Leonard M, Saavedra F, Fernández N, Guillermo G, Pena E. (1990). Atlas del Bagazo de Caña de Azúcar. GEPLACEA. Cuba.
- Tuchan, R. O. (2004). Evaluación del efecto de la pulpa de café *Coffea arabica* L. en el incremento de la eficiencia biológica de la cepa INIREB-8 de *Pleurotus ostreatus* utilizando cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) y bambú (*Bambusa vulgaris* var. Striata) como sustrato, en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 55p.

- Uceda, C. (2015). Determinación del poder calorífico de 20 especies forestales de la amazonia peruana. *Revista Forestal del Perú*. Perú.
- Vargas, S., Hoyos, J. & Mosquera, S. (2012). Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus*. Universidad del Cauca. Popayán. Colombia.
- Willches, J. (2014). Valoración y crecimiento de hongos comestibles nutraceuticos y nutraceuticos en sustratos agroindustriales del Valle del Cauca, Colombia. P. 21.
- Zárate, J. (2015). Producción y desarrollo de cuatro aislamientos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.), cultivados en restos de cosecha. UNALM, Lima – Perú. p. 12-33.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica del laboratorio de Rhizobiología del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería



Anexo 2. Ubicación geográfica del módulo de incubación y producción



Anexo 3. Datos para las variables número de primordios, número de carpóforos por primordio, diámetro de carpóforo y peso fresco de carpóforos para cada oleada

Repetición	Tratamiento	Substrato	Proceso	Especie	Oleada	Número de primordios u/bolsa	Número de carpóforos/primordio u/primordio	Diámetro de carpóforo cm	Peso fresco de carpóforos g
r1	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t03	Roble	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t04	Roble	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t07	Roble	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t08	Roble	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Primera	3.00	6.33	3.97	24.00
r1	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Primera	2.00	10.00	3.29	84.00
r1	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Primera	4.00	6.48	3.73	65.75
r1	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Primera	5.00	4.20	6.15	122.00

r1	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Primera	1.00	4.20	2.00	25.00
r1	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Primera	1.00	2.75	6.14	57.00
r1	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Primera	1.00	5.00	4.40	47.00
r1	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Primera	7.00	4.43	4.54	105.00
r1	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Primera	6.00	3.00	5.38	73.00
r1	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Primera	4.00	4.25	6.88	120.00
r1	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Primera	6.00	5.00	3.13	74.00
r1	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Primera	5.00	7.00	5.04	159.00
r1	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Primera	5.00	4.60	5.04	63.00
r1	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Primera	4.00	6.00	3.73	33.00
r2	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t03	Roble	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t04	Roble	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Primera	1.00	4.00	4.93	22.00
r2	t07	Roble	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t08	Roble	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00

r2	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Primera	6.00	14.67	4.24	94.00
r2	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Primera	5.00	4.40	5.40	90.00
r2	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Primera	7.00	2.71	3.55	45.00
r2	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Primera	6.00	3.00	3.61	55.00
r2	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Primera	4.00	4.25	4.94	103.00
r2	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Primera	6.00	4.83	5.48	116.00
r2	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Primera	6.00	4.83	6.10	121.00
r2	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Primera	6.00	3.33	5.20	106.00
r2	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Primera	2.00	10.50	3.24	61.00
r2	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Primera	5.00	6.00	5.44	127.00
r2	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Primera	6.00	4.80	4.18	83.00
r2	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Primera	5.00	4.60	3.63	61.00
r3	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t03	Roble	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t04	Roble	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Primera	2.00	16.00	2.50	62.00
r3	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t07	Roble	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t08	Roble	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00

r3	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Primera	2.00	2.50	3.50	18.00
r3	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Primera	3.00	7.00	1.99	31.00
r3	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Primera	3.00	2.33	3.43	33.00
r3	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Primera	4.75	4.24	6.40	108.50
r3	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Primera	5.00	2.80	4.75	54.00
r3	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Primera	7.00	2.00	2.94	20.00
r3	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Primera	3.00	5.00	4.13	86.00
r3	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Primera	7.00	3.86	5.76	139.00
r3	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Primera	6.00	4.33	4.07	75.00
r3	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Primera	7.00	3.14	4.91	89.00
r3	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Primera	2.00	15.50	2.40	26.00
r3	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Primera	3.00	11.00	6.26	129.00
r3	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Primera	5.00	5.00	4.46	86.00
r3	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Primera	4.00	1.67	5.76	42.00
r4	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t03	Roble	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t04	Roble	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Primera	2.00	12.50	3.41	65.00
r4	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t07	Roble	spf	Nativa_b	Primera	4.00	3.00	5.12	46.00
r4	t08	Roble	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00

r4	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Primera	4.00	4.00	4.43	43.00
r4	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Primera	4.00	4.25	4.63	95.00
r4	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Primera	4.00	5.75	5.25	148.00
r4	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Primera	5.00	2.80	4.64	42.00
r4	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Primera	5.00	2.00	2.70	17.00
r4	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Primera	3.00	4.50	3.53	42.00
r4	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Primera	8.00	5.75	4.65	167.00
r4	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Primera	11.00	3.44	5.45	130.00
r4	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Primera	7.00	4.57	4.14	100.00
r4	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Primera	4.00	5.67	4.72	94.00
r4	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Primera	4.50	7.10	6.75	139.50
r4	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Primera	4.00	4.00	6.79	59.00
r4	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Primera	4.00	5.25	5.35	129.00
r5	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t03	Roble	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t04	Roble	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Primera	1.00	15.00	4.31	56.00
r5	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00

r5	t07	Roble	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t08	Roble	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Primera	3.00	9.33	2.25	46.00
r5	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Primera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Primera	3.00	4.67	2.61	41.00
r5	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Primera	5.00	2.60	5.80	74.00
r5	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Primera	4.00	1.75	5.06	31.00
r5	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Primera	3.00	3.00	6.67	69.00
r5	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Primera	3.00	5.00	3.31	33.00
r5	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Primera	6.00	4.17	5.28	112.00
r5	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Primera	5.00	7.40	4.32	110.00
r5	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Primera	2.00	8.50	6.00	122.00
r5	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Primera	4.00	3.50	4.31	126.00
r5	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Primera	5.00	4.40	5.87	143.00
r5	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Primera	6.00	3.33	3.97	61.00
r5	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Primera	3.00	5.33	6.61	101.00
r1	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00

r1	t03	Roble	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t04	Roble	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t07	Roble	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t08	Roble	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Segunda	1.00	14.00	4.19	43.00
r1	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Segunda	1.00	6.00	6.33	50.00
r1	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Segunda	2.5	8.00	3.07	61.25
r1	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Segunda	4.00	2.75	8.27	87.00
r1	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Segunda	6.00	3.80	4.26	79.00
r1	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Segunda	3.00	5.33	3.50	12.00
r1	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Segunda	2.00	12.50	2.93	62.00
r1	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Segunda	3.00	3.00	6.31	59.00
r1	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Segunda	4.00	3.25	4.75	37.00
r1	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Segunda	2.00	1.00	15.00	44.00
r1	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Segunda	4.00	5.00	5.50	48.00
r1	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Segunda	3.00	5.67	5.56	70.00

r1	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Segunda	3.00	8.50	4.02	57.00
r1	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Segunda	4.00	3.50	3.97	29.00
r2	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t03	Roble	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t04	Roble	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Segunda	6.00	2.33	5.96	73.00
r2	t07	Roble	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t08	Roble	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Segunda	3.00	3.00	3.07	48.00
r2	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Segunda	2.00	3.00	8.22	80.00
r2	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Segunda	6.00	1.00	6.86	31.00
r2	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Segunda	5.00	2.40	4.21	16.00
r2	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Segunda	2.00	13.00	2.98	49.00
r2	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Segunda	6.00	4.67	5.26	96.00

r2	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Segunda	4.00	2.00	5.03	28.00
r2	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Segunda	2.00	1.00	12.00	55.00
r2	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Segunda	4.00	10.50	2.90	56.00
r2	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Segunda	2.00	2.50	9.38	66.00
r2	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Segunda	3.00	4.00	5.50	32.00
r2	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Segunda	7.00	3.29	3.79	38.00
r3	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t03	Roble	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t04	Roble	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Segunda	1.00	6.00	5.72	44.00
r3	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t07	Roble	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t08	Roble	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Segunda	2.00	2.33	5.76	23.00
r3	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Segunda	1.00	9.00	4.01	31.00
r3	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Segunda	2.00	11.00	3.30	58.00
r3	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Segunda	3.00	4.38	7.01	112.25

r3	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Segunda	7.00	3.57	4.88	78.00
r3	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Segunda	8.00	3.50	2.85	14.00
r3	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Segunda	4.00	6.75	2.92	50.00
r3	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Segunda	3.00	3.67	4.63	38.00
r3	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Segunda	6.00	3.00	3.60	35.00
r3	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Segunda	4.00	4.00	4.40	34.00
r3	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Segunda	2.00	15.50	3.38	31.00
r3	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Segunda	3.00	7.00	5.69	111.00
r3	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Segunda	5.00	4.00	4.33	70.00
r3	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Segunda	4.00	7.25	3.55	67.00
r4	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t03	Roble	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t04	Roble	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Segunda	1.00	4.00	2.25	6.00
r4	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t07	Roble	spf	Nativa_b	Segunda	1.00	6.00	3.72	9.00
r4	t08	Roble	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Segunda	3.00	3.25	4.32	34.00
r4	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00

r4	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Segunda	3.00	6.00	2.82	72.00
r4	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Segunda	2.00	6.00	6.87	98.00
r4	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Segunda	8.00	2.88	3.98	61.00
r4	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Segunda	5.00	3.40	2.86	11.00
r4	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Segunda	3.00	5.67	3.20	50.00
r4	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Segunda	2.00	6.50	3.58	38.00
r4	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Segunda	4.00	4.50	3.60	30.00
r4	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Segunda	2.00	1.00	11.25	28.00
r4	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Segunda	7.00	5.67	2.96	55.00
r4	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Segunda	2.50	5.79	5.84	81.75
r4	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Segunda	1.00	1.00	4.20	12.00
r4	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Segunda	8.00	3.29	3.19	20.00
r5	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t03	Roble	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t04	Roble	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Segunda	1.00	9.00	4.02	31.00
r5	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t07	Roble	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t08	Roble	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00

r5	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Segunda	3.00	9.33	1.86	41.00
r5	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Segunda	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Segunda	2.00	12.00	3.10	67.00
r5	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Segunda	4.00	5.75	7.59	184.00
r5	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Segunda	2.00	3.50	5.89	33.00
r5	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Segunda	5.00	3.40	2.63	13.00
r5	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Segunda	5.00	6.20	3.40	69.00
r5	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Segunda	1.00	5.00	3.52	17.00
r5	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Segunda	3.00	8.67	3.61	51.00
r5	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Segunda	4.00	1.50	4.90	33.00
r5	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Segunda	5.00	3.50	3.26	61.00
r5	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Segunda	2.00	8.00	6.61	80.00
r5	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Segunda	6.00	2.83	4.85	65.00
r5	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Segunda	5.00	2.20	3.74	20.00
r1	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t03	Roble	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t04	Roble	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t07	Roble	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t08	Roble	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Tercera	1.00	8.00	4.16	15.00
r1	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00

r1	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Tercera	1.00	8.00	2.74	22.00
r1	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Tercera	1.75	2.00	8.45	31.00
r1	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Tercera	1.00	4.00	7.63	28.00
r1	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	1.00	2.50	2.00
r1	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Tercera	3.00	6.00	3.37	41.00
r1	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	10.50	3.47	52.00
r1	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Tercera	4.00	4.50	4.51	56.00
r1	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Tercera	3.00	6.00	4.18	45.00
r1	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Tercera	4.00	7.25	3.94	64.00
r1	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	2.00	2.85	43.00
r1	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Tercera	1.00	8.00	4.81	27.00
r1	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	3.50	3.87	29.00
r1	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Tercera	4.00	6.50	2.88	30.00
r2	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t03	Roble	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t04	Roble	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Tercera	1.00	2.00	10.05	20.00

r2	t07	Roble	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t08	Roble	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Tercera	1.00	2.00	11.15	41.00
r2	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Tercera	4.00	4.00	6.96	72.00
r2	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	1.00	5.00	4.00
r2	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Tercera	5.00	3.80	4.12	47.00
r2	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	12.00	2.89	53.00
r2	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Tercera	4.00	3.50	6.31	86.00
r2	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Tercera	3.00	4.33	5.57	55.00
r2	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Tercera	6.00	4.83	4.24	76.00
r2	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Tercera	3.00	7.00	2.80	18.00
r2	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Tercera	1.00	8.00	6.30	47.00
r2	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Tercera	3.00	4.67	5.37	58.00
r2	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Tercera	4.00	6.75	3.47	67.00
r3	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00

r3	t03	Roble	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t04	Roble	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Tercera	1.00	2.00	4.50	4.00
r3	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t07	Roble	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t08	Roble	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	7.00	3.16	9.00
r3	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Tercera	5.00	7.00	2.54	94.00
r3	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Tercera	3.00	3.00	6.77	37.00
r3	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Tercera	1.75	2.50	7.38	33.50
r3	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	3.00	3.90	18.00
r3	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Tercera	4.00	4.00	2.86	33.00
r3	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	8.50	2.55	46.00
r3	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Tercera	2.00	3.50	6.46	43.00
r3	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Tercera	3.00	5.00	4.87	47.00
r3	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Tercera	3.00	8.00	4.33	74.00
r3	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Tercera	3.00	8.00	2.92	59.00
r3	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Tercera	2.00	5.50	5.55	57.00

r3	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Tercera	3.00	3.00	6.12	47.00
r3	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Tercera	3.00	5.67	3.83	30.00
r4	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t03	Roble	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t04	Roble	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Tercera	1.00	9.00	2.42	27.00
r4	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t07	Roble	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	7.00	3.39	10.00
r4	t08	Roble	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Tercera	3.00	2.33	4.39	39.00
r4	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	1.00	5.75	19.00
r4	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Tercera	2.00	2.00	5.49	34.00
r4	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	5.00	2.88	16.00
r4	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Tercera	5.00	2.80	2.63	16.00
r4	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	6.00	2.43	61.00
r4	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Tercera	4.00	6.25	3.98	83.00

r4	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Tercera	5.00	4.40	5.50	58.00
r4	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Tercera	4.00	6.00	3.76	52.00
r4	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Tercera	5.00	5.00	3.55	77.00
r4	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Tercera	1.25	6.13	10.00	42.75
r4	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Tercera	2.00	5.00	3.75	46.00
r4	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Tercera	4.00	3.67	3.79	38.00
r5	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t03	Roble	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t04	Roble	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	Tercera	1.00	2.00	4.05	2.00
r5	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t07	Roble	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t08	Roble	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	8.00	5.15	50.00
r5	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	Tercera	1.00	2.00	10.15	27.00
r5	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	Tercera	0.00	0.00	0.00	0.00

r5	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	Tercera	1.00	1.00	2.00	2.00
r5	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	Tercera	4.00	2.75	4.68	47.00
r5	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	Tercera	2.00	6.50	2.46	52.00
r5	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	Tercera	6.00	4.67	5.18	120.00
r5	t27	Trigo	pf	Nativa_b	Tercera	3.00	5.00	3.87	43.00
r5	t28	Trigo	pf	Nativa_r	Tercera	2.00	7.50	4.52	55.00
r5	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	Tercera	5.00	5.60	3.07	61.00
r5	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	Tercera	1.00	3.00	6.67	40.00
r5	t31	Trigo	spf	Nativa_b	Tercera	3.00	5.33	3.63	41.00
r5	t32	Trigo	spf	Nativa_r	Tercera	2.00	6.50	5.32	65.00

Anexo 4. Datos para las variables duración ciclo productivo, precocidad, eficiencia biológica, rendimiento y colonización del sustrato

Repetición	Tratamiento	Sustrato	Proceso	Especie	Duración ciclo productivo días	Precocidad días	Eficiencia biológica %	Rendimiento %	Colonización del sustrato días
r1	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t01	Roble	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t02	Roble	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t03	Roble	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t03	Roble	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t03	Roble	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t03	Roble	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t03	Roble	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t04	Roble	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t04	Roble	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t04	Roble	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t04	Roble	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t04	Roble	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	60.00	48.00	36.67	11.00	28.00

r4	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	57.00	48.33	32.67	9.80	33.00
r5	t05	Roble	spf	Pleurotus_o	69.00	56.33	29.67	8.90	35.00
r1	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	73.00	54.33	38.33	11.50	37.00
r3	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t06	Roble	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t07	Roble	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t07	Roble	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t07	Roble	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t07	Roble	spf	Nativa_b	60.00	50.00	21.67	6.50	36.00
r5	t07	Roble	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t08	Roble	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t08	Roble	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t08	Roble	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t08	Roble	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t08	Roble	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	68.00	55.00	27.33	8.20	31.00
r2	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t09	Tornillo	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t10	Tornillo	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

r3	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	57.00	46.67	38.67	11.60	31.00
r5	t11	Tornillo	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t12	Tornillo	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t13	Tornillo	spf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t14	Tornillo	spf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	68.50	53.33	16.67	5.00	42.00
r4	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t15	Tornillo	spf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t16	Tornillo	spf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	77.00	57.00	52.00	15.60	30.00

r2	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	40.00	34.67	52.00	15.60	26.00
r4	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t17	Eucalipto	pf	Pleurotus_o	44.00	39.00	45.67	13.70	26.00
r1	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t18	Eucalipto	pf	Pleurotus_d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t19	Eucalipto	pf	Nativa_b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r2	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r3	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r4	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r5	t20	Eucalipto	pf	Nativa_r	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
r1	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	36.00	39.42	52.67	15.80	16.00
r2	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	52.00	41.67	61.00	18.30	16.00
r3	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	52.00	38.67	42.67	12.80	16.00
r4	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	52.00	35.67	62.00	18.60	16.00
r5	t21	Eucalipto	spf	Pleurotus_o	57.00	41.67	45.00	13.50	16.00
r1	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	65.00	43.00	79.00	23.70	17.00
r2	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	65.00	43.00	80.67	24.20	15.00
r3	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	12.67	44.00	84.75	25.43	15.00
r4	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	77.00	47.00	93.33	28.00	15.00
r5	t22	Eucalipto	spf	Pleurotus_d	36.00	20.00	86.00	25.80	15.00

r1	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	34.00	32.67	35.33	10.60	15.00
r2	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	65.00	43.00	26.67	8.00	15.00
r3	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	34.00	32.67	50.00	15.00	15.00
r4	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	34.00	32.67	39.67	11.90	17.00
r5	t23	Eucalipto	spf	Nativa_b	34.00	32.67	22.00	6.60	15.00
r1	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	40.00	32.33	36.67	11.00	15.00
r2	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	40.00	32.33	39.33	11.80	17.00
r3	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	40.00	32.33	22.33	6.70	17.00
r4	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	40.00	32.33	14.67	4.40	18.00
r5	t24	Eucalipto	spf	Nativa_r	40.00	32.33	43.00	12.90	17.00
r1	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	45.00	27.00	53.67	16.10	18.00
r2	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	45.00	34.67	68.33	20.50	18.00
r3	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	45.00	34.67	60.67	18.20	18.00
r4	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	45.00	37.33	51.00	15.30	18.00
r5	t25	Trigo	pf	Pleurotus_o	45.00	36.33	51.33	15.40	18.00
r1	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	48.00	32.67	73.33	22.00	18.00
r2	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	52.00	34.00	99.33	29.80	18.00
r3	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	40.00	31.00	73.33	22.00	17.00
r4	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	40.00	31.67	96.00	28.80	18.00
r5	t26	Trigo	pf	Pleurotus_d	40.00	31.67	83.00	24.90	18.00
r1	t27	Trigo	pf	Nativa_b	38.00	29.33	51.67	15.50	16.00
r2	t27	Trigo	pf	Nativa_b	38.00	29.33	68.00	20.40	17.00
r3	t27	Trigo	pf	Nativa_b	36.00	27.67	52.33	15.70	16.00
r4	t27	Trigo	pf	Nativa_b	38.00	29.33	72.67	21.80	15.00
r5	t27	Trigo	pf	Nativa_b	38.00	28.33	68.00	20.40	15.00
r1	t28	Trigo	pf	Nativa_r	38.00	29.33	76.00	22.80	13.00
r2	t28	Trigo	pf	Nativa_r	38.00	29.33	79.00	23.70	16.00
r3	t28	Trigo	pf	Nativa_r	38.00	29.33	65.67	19.70	16.00
r4	t28	Trigo	pf	Nativa_r	38.00	29.33	60.00	18.00	15.00

r5	t28	Trigo	pf	Nativa_r	38.00	29.33	70.00	21.00	13.00
r1	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	45.00	38.00	55.00	16.50	15.00
r2	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	43.00	38.67	45.00	13.50	15.00
r3	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	40.00	34.67	38.67	11.60	15.00
r4	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	43.00	34.00	75.33	22.60	15.00
r5	t29	Trigo	spf	Pleurotus_o	43.00	34.00	82.67	24.80	15.00
r1	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	57.00	37.33	85.33	25.60	15.00
r2	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	51.00	34.33	80.00	24.00	15.00
r3	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	65.00	39.00	99.00	29.70	15.00
r4	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	28.00	36.25	88.00	26.40	15.00
r5	t30	Trigo	spf	Pleurotus_d	51.00	34.33	87.67	26.30	18.00
r1	t31	Trigo	spf	Nativa_b	48.00	38.00	49.67	14.90	16.00
r2	t31	Trigo	spf	Nativa_b	40.00	31.67	57.67	17.30	16.00
r3	t31	Trigo	spf	Nativa_b	40.00	32.33	67.67	20.30	16.00
r4	t31	Trigo	spf	Nativa_b	40.00	31.67	39.00	11.70	15.00
r5	t31	Trigo	spf	Nativa_b	40.00	32.33	55.67	16.70	16.00
r1	t32	Trigo	spf	Nativa_r	38.00	31.00	30.67	9.20	16.00
r2	t32	Trigo	spf	Nativa_r	38.00	31.00	55.33	16.60	16.00
r3	t32	Trigo	spf	Nativa_r	57.00	42.00	46.33	13.90	16.00
r4	t32	Trigo	spf	Nativa_r	38.00	31.00	62.33	18.70	16.00
r5	t32	Trigo	spf	Nativa_r	40.00	32.33	62.00	18.60	16.00

Anexo 5. Panel fotográfico

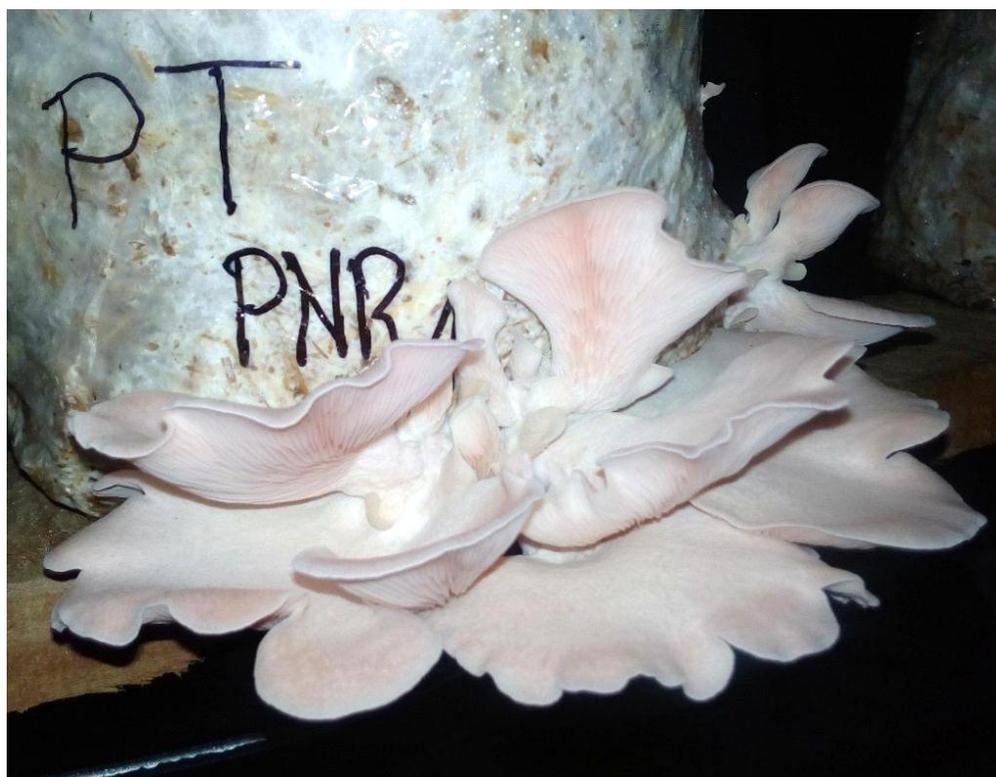


Foto 1. *Pleurotus sp* rosada en paja de trigo sin fermentar

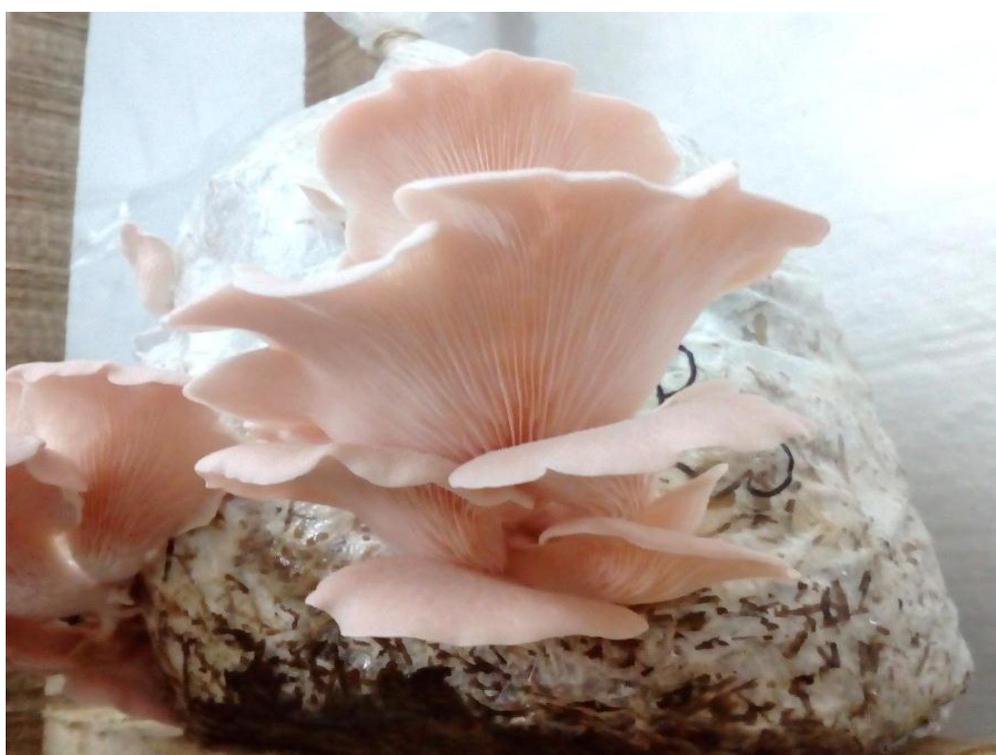


Foto 2. *Pleurotus sp* rosada en paja de trigo fermentada



Foto 3. Primordio de *Pleurotus sp* rosada en paja de trigo sin fermentar



Foto 4. *Pleurotus djamor* en aserrín de eucalipto sin fermentar



Foto 5. *Pleurotus djamor* en aserrín de eucalipto sin fermentar



Foto 6. *Pleurotus djamor* en aserrín de eucalipto sin fermentar (izquierda) y en paja de trigo sin fermentar (derecha)



Foto 7. Primordio de *Pleurotus djamor* en aserrín de eucalipto sin fermentar



Foto 8. *Pleurotus sp* blanco en paja de trigo sin fermentar



Foto 9. Crecimiento de carpóforos de *Pleurotus sp* blanca en paja de trigo fermentada

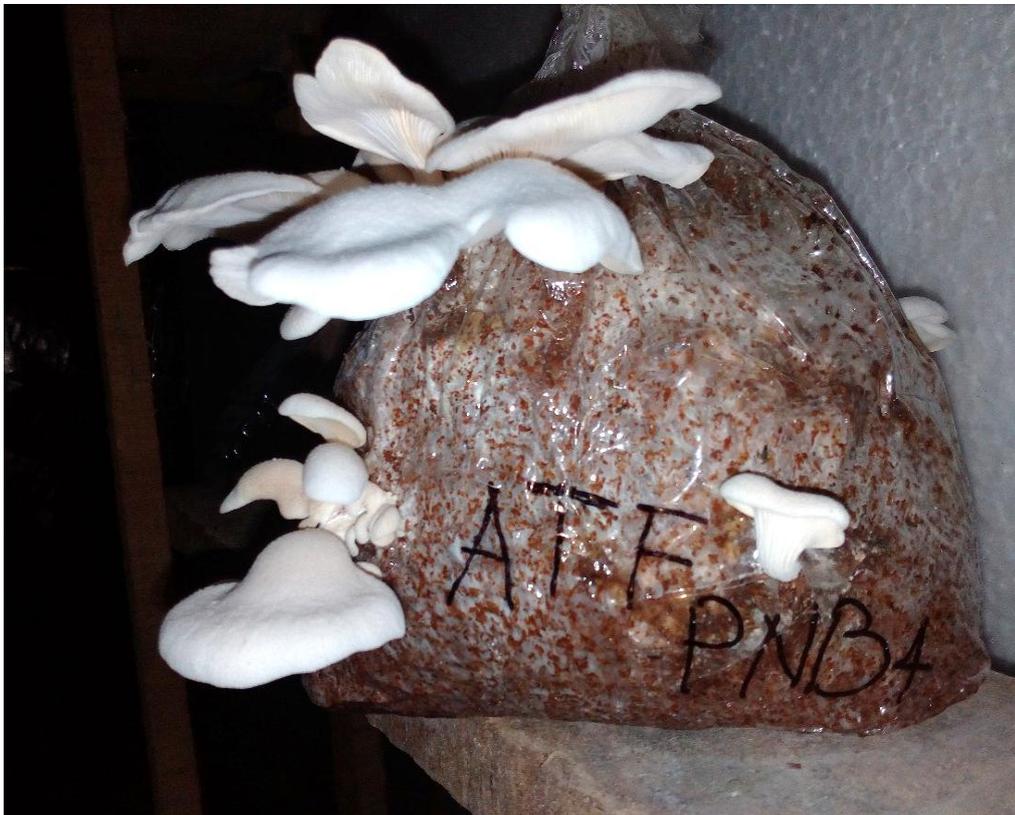


Foto 10. *Pleurotus sp* blanco en aserrín de tornillo fermentada



Foto 11. *Pleurotus sp* blanca en aserrín de eucalipto sin fermentar



Foto 12. Primordio de *Pleurotus sp* blanca en aserrín de tornillo fermentada

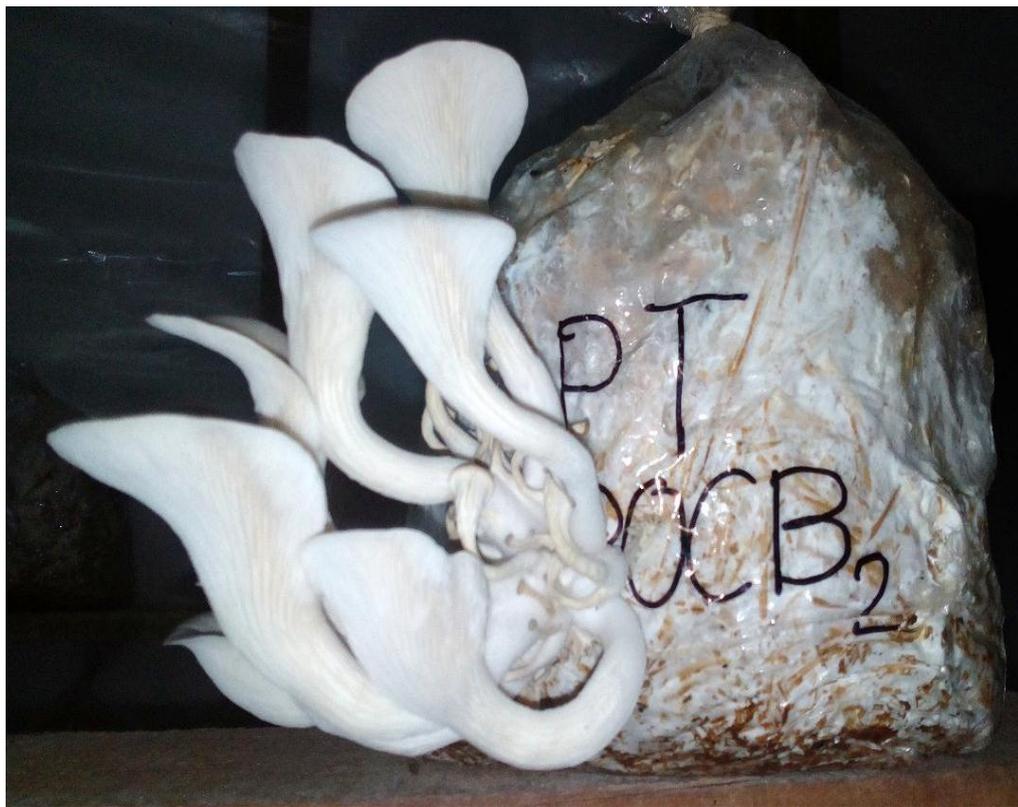


Foto 13. *Pleurotus ostreatus* en paja de trigo sin fermentar



Foto 14. Primordio de *Pleurotus ostreatus* en paja de trigo sin fermentar



Foto 15. *Pleurotus ostreatus* en aserrín de roble sin fermentar



Foto 16. *Pleurotus ostreatus* en aserrín de tornillo



Foto 17. Síntomas de exceso de CO₂ en *Pleurotus ostreatus*



Foto 18. Contaminación por *Penicillium sp*



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hacen constar que el trabajo titulado;

Tipos de aserrín en la producción de hongos comestibles del género *Pleurotus*. Ayacucho 2018

Autor : Albert Joseph Baes Mendoza

Asesor : Nery Luz Santillana Villanueva

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veintinueve por ciento (29 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 1986040988

Ayacucho, 22 de diciembre de 2022

M.Sc. WALTER AUGUSTO MATEU MATED
Presidente de comisión

Tipos de aserrín en la producción de hongos comestibles del género Pleurotus. Ayacucho 2018

por Albert Joseph Baes Mendoza

Fecha de entrega: 22-dic-2022 09:13p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1986040988

Nombre del archivo: TESIS_ALBERT_BAES_TURNITIN_FINAL_16.10.2022_1.docx (18.56M)

Total de palabras: 24917

Total de caracteres: 126931

Tipos de aserrín en la producción de hongos comestibles del género Pleurotus. Ayacucho 2018

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

29%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	3%
3	core.ac.uk Fuente de Internet	3%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	docero.mx Fuente de Internet	1%
6	biblioteca.ecosur.mx Fuente de Internet	1%
7	uaeh.redalyc.org Fuente de Internet	1%
8	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	1%
9	biblio3.url.edu.gt Fuente de Internet	1%

10	citeseerx.ist.psu.edu Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1 %
12	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1 %
14	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
15	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
16	ri.conicet.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
18	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
19	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21 www.slideshare.net <1 %
Fuente de Internet

22 repositoriosiidca.csuca.org <1 %
Fuente de Internet

23 repositorio.utea.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

24 biblioteca.usac.edu.gt <1 %
Fuente de Internet

25 www.javeriana.edu.co <1 %
Fuente de Internet

26 Istvan David, Malvina Latifaj, Jakob Pietron, Weixing Zhang et al. "Blended modeling in commercial and open-source model-driven software engineering tools: A systematic study", Software and Systems Modeling, 2022 <1 %
Publicación

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

TRANSCRIPCIÓN DE ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DEL LIBRO N° 10 FOLIO 382 Y 383, DEL EX-ALUMNO ALBERT JOSEPH BAES MENDOZA, DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA, PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de Ayacucho a los los veintidos días del mes de agosto del año dos mil veintidos, siendo las siete y diez de la tarde se reunieron en el auditorio virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Dr. Rolando Bautista Gómez, el jurado calificador conformado por los siguientes docentes: Dr. Antonio Jerí Chávez, Dra. Nery Luz Santillana Villanueva como asesora, Dra. Roberta Esquivel Quispe y el Ing. Guillermo Carrasco Aquino, actuando como secretario docente el Ing. Ennio Chauca Retamozo.

El sustentante **ALBERT JOSEPH BAES MENDOZA**, a pedido del señor Decano, procedió a desarrollar el contenido de la Tesis titulada: **Tipos de aserrín en la producción de hongos comestibles del género *Pleurotus*. Ayacucho 2018.** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Terminado la exposición, los señores profesores miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones que consideraron convenientes en el orden que señaló el Decano de la Facultad.

Acto seguido el Decano de la Facultad, informa públicamente al sustentante el resultado final, obteniendo la nota aprobatoria de **dieciséis (16)**, felicitándole e instándole al profesionalismo que todo egresado de Nuestra Casa de Estudios debe demostrar en el desempeño de sus funciones.

Ayacucho, noviembre 25 de 2022

Ing. Ennio Chauca Retamozo
Secretario docente