

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

RENDIMIENTO DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus*
CULTIVADO EN DIFERENTES SUSTRATOS A BASE
DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE
LA CIUDAD DE TACNA

TESIS

PRESENTADA POR:

ANACELLY VALERA LÓPEZ

Para optar el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON
MENCION EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

TACNA - PERÚ

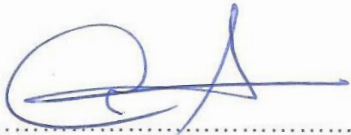
2019

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS


**RENDIMIENTO DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus ostreatus*
CULTIVADO EN DIFERENTES SUSTRATOS A BASE DE RESIDUOS
AGROINDUSTRIALES DE LA CIUDAD DE TACNA**

Tesis sustentada y aprobada el 29 de marzo del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : 
M.Sc. Marcial Alfredo Castillo Cohaila

SECRETARIO : 
Dr. Enrique Alfonso De Florio Ramirez

MIEMBRO : 
M.Sc. Magno Santos Robles Tello

ASESOR : 
Dr. Oscar Octavio Fernandez Cutire

DEDICATORIA

A papá Dios. Gracias por mostrarme tu voluntad, tu amor y tu gracia, que hace que tenga paz, aliento y fe, que camine tranquila en cada circunstancia de mi vida y porque, a través de ÉL, recibo sabiduría, entendimiento y conocimiento... gracias por tu amor eterno.

A mi familia, sobre todo a mis padres Ramón y Miria. Gracias te doy, mi Dios, por mis padres, ellos son mi ejemplo de constancia, dedicación y mi fortaleza de inspiración diaria. A mis hermanos Sussan y Danny, que, aunque crecemos en diferentes direcciones, nuestra raíz es una sola y sé que siempre podré contar con ustedes. A mi abuela Dolores, por esa fortaleza, templanza y amor que nos demuestras todos los días.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire, por brindarme su apoyo y orientación para la realización de la presente tesis.

*Al Blgo. Cesar Augusto Chimey Henna, por su apoyo y asesoría incondicional acerca del cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.*

Al Dr. Luis López Puycan, por su apoyo en el tratamiento estadístico de los datos en la investigación.

Al Blgo. Julio Gonzales, Ing. Bret Luque, Ing. Fabián Flores, Ing. Jorge Gutiérrez, por su valioso apoyo técnico en el laboratorio de Biotecnología vegetal, por proporcionar los residuos agroindustriales y apoyo en la preparación de los sustratos.

A vicerrectorado de investigación de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, que a través de los fondos de canon, sobrecanon y regalías mineras hicieron posible la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema.....	04
1.1.1 Antecedentes del problema	04
1.1.2 Problemática de la investigación.....	05
1.2. Formulación del problema.....	06
1.3. Justificación e importancia	07
1.3.1 Técnica-científico	07
1.3.2 Alimenticia.....	07
1.3.3 Social	08
1.3.4 Económica	08
1.3.5 Medioambiental.....	09
1.4. Alcances y limitaciones.....	10

1.5. Objetivos	10
1.5.1. Objetivo general	10
1.5.2. Objetivos específicos	10
1.6. Hipótesis	11

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	12
2.2. Bases teóricas	15
2.2.1 Primer cultivo de <i>Pleurotus</i> spp.	15
2.2.2 Producción y cultivo de <i>Pleurotus</i> en Hispanoamérica	16
2.2.3 Hongos comestibles silvestres en el Perú.....	17
2.2.4 Cultivo de hongos comestibles y de <i>Pleurotus</i> en el Perú	19
2.2.5 Sustratos empleados para la producción de <i>P. ostreatus</i> y su rendimiento.....	21
2.3. Definición de términos	24
2.3.1 <i>Pleurotus ostreatus</i>	24
2.3.1.1 Caracterización	24
2.3.1.2 Sistemática	25
2.3.1.3 Morfología	25
2.3.1.4 Ciclo biológico de <i>P. ostreatus</i>	26
2.3.1.5 Valor nutricional	27

2.3.1.6 Etapas del cultivo de Pleurotus ostreatus	29
2.3.1.7 Factores que afectan el crecimiento y fructificación.....	40
2.3.2 Evaluación del rendimiento del cultivo	45
2.3.2.1 Eficiencia biológica y rendimiento	46
2.3.2.2 Tasa de producción	46
2.3.2.3 Variables fenológicas.....	47
2.3.2.4 Variables morfológicas.....	47
2.3.3 Residuos agroindustriales.....	48
2.3.3.1 Residuos agroindustriales.....	48
2.3.3.2 Composición química de los residuos agroindustriales	48
2.3.3.3 Enzimas degradadoras de materiales lignocelulósicos.....	49
2.3.3.4 Principales residuos agroindustriales de Tacna.....	50

CAPÍTULO III: MARCO FILOSÓFICO

Marco Filosófico.....	53
-----------------------	----

CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación	57
4.2 Tipo y diseño de la investigación	57
4.3. Población y muestra	60
4.3.1 Población	60

4.3.2 Muestra	60
4.3.2.1 Muestra biológica	60
4.3.2.2 Sustratos	60
4.3.2.3 Materiales, equipos e insumos.....	61
4.4. Operacionalización de variables	63
4.5. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	64
4.5.1 Metodología	64
4.5.1.1 Reproducción del micelio de P. Ostreatus	64
4.5.1.2 Preparación de la semilla o spawn	67
4.5.1.3 Preparación del sustrato	70
4.5.1.4 Inoculación de la semilla	75
4.5.1.5 Incubación.....	76
4.5.1.6 Inducción y fructificación	78
4.5.1.7 Cosecha.....	80
4.5.1.8 Parámetros de evaluación	81
4.5.1.9 Procesamiento y análisis de datos.....	84

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Resultados	85
-----------------------	----

CAPITULO VI: DISCUSIÓN

6.1. Corrida de micelio	115
6.2. Número de hongos	118
6.3. Tamaño de basidiocarpo	120
6.4. Eficiencia biológica	122
6.5. Tasa de producción	124
6.6. Rendimiento.....	125
6.7. Determinación de proteína.....	126
CONCLUSIONES	128
RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Sustratos de cultivos y su expresión de su eficiencia biológica de <i>P. ostreatus</i> (Sánchez y Royse, 2001).....	23
Tabla 2.	Clasificación taxonómica de <i>Pleurotus ostreatus</i>	25
Tabla 3.	Composición bromatológica de <i>P. ostreatus</i>	28
Tabla 4.	Residuos agroindustriales utilizados en la preparación de los sustratos	61
Tabla 5.	Sustratos (tratamientos) preparados con residuos agroindustriales para el cultivo de <i>P. ostreatus</i>	61
Tabla 6.	Composición química del orujo de uva y orujo de aceituna	71
Tabla 7.	Composición química de la coronta y paja de maíz.....	72
Tabla 8.	Características de los sustratos preparados a base de residuos agroindustriales.....	74
Tabla 9.	Promedio de tiempo de corrida de micelio (días) de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los tratamientos evaluados.....	86
Tabla 10.	Prueba de Kruskal-Wallis para el tiempo de corrida de micelio (días) de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los tratamientos evaluados..	89
Tabla 11.	Comparación de los tratamientos evaluados con la prueba de Mann Whitney para el tiempo de corrida de micelio (días) de <i>Pleurotus ostreatus</i>	90

Tabla 12. Promedio de números de hongos de <i>Pleurotus ostreatus</i> producidos en los tratamientos evaluados.....	91
Tabla 13. Análisis de varianza para el promedio de números de hongos de <i>Pleurotus ostreatus</i> producidos en los tratamientos evaluados.....	93
Tabla 14. Prueba de Tukey para el promedio de números de hongos producidos de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los tratamientos evaluados.....	94
Tabla 15. Número total del tamaño de basidiocarpos (%) de <i>Pleurotus ostreatus</i> agrupados en intervalos en los tratamientos evaluados.....	95
Tabla 16. Promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los tratamientos evaluados.....	97
Tabla 17. Análisis de varianza para el promedio tamaño de basidiocarpos (cm) de <i>Pleurotus ostreatus</i> producidos en los tratamientos evaluados.....	99
Tabla 18. Promedio de la eficiencia biológica (%) de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los tratamientos evaluados	100
Tabla 19. Análisis de varianza de la eficiencia biológica (%) de <i>Pleurotus ostreatus</i> en los tratamientos evaluados.....	102

Tabla 20. Prueba de Tukey para la eficiencia biológica (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados.....	103
Tabla 21. Promedio de la tasa de producción (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados	104
Tabla 22. Análisis de varianza de la tasa de producción (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados.....	106
Tabla 23. Prueba de Tukey para la tasa de producción (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados.....	107
Tabla 24. Promedio del rendimiento (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados	108
Tabla 25. Análisis de varianza del rendimiento (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados	110
Tabla 26. Prueba de Tukey para el rendimiento (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados.....	111
Tabla 27. Contenido de proteínas totales (%) en Pleurotus ostreatus producidos en los tratamientos evaluados.....	112
Tabla 28. Promedio de cada variable analizada de Pleurotus ostreatus en los cuatros tratamientos evaluados.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño experimental de la Investigación.....	59
Figura 2. Reproducción del micelio de <i>P. ostreatus</i>	66
Figura 3. Pasos de la preparación de la semilla o spawn	69
Figura 4. Pasos de la inoculación del micelio en semilla	69
Figura 5. Adecuación y deshidratación de los residuos	71
Figura 6. Preparación de los sustratos.....	75
Figura 7. Inoculación de la semilla a los sustratos	76
Figura 8. Anemómetro multipropósito	77
Figura 9. Incubación del micelio de <i>P. ostreatus</i> en los sustratos.....	78
Figura 10. Formación de primordios	80
Figura 11. Formación de cuerpos fructíferos	80
Figura 12. Pesado de los cuerpos fructíferos.....	81
Figura 13. Promedio de tiempo de corrida de micelio (días) de <i>Pleurotus</i> <i>ostreatus</i> en los tratamientos evaluados.....	88
Figura 14. Promedio de números de hongos de <i>Pleurotus ostreatus</i> producidos en los cuatro tratamientos evaluados	92
Figura 15. Promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) de <i>Pleurotus</i> <i>ostreatus</i> en los tratamientos evaluados.....	98

Figura 16. Promedio de la eficiencia biológica (%) de Pleurotus ostreatus en los cuatros tratamientos evaluados.....	101
Figura 17. Promedio de la tasa de producción (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados.	105
Figura 18. Promedio del Rendimiento (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados	109
Figura 19. Contenido de Proteínas totales (%) en Pleurotus ostreatus producidos en los tratamientos evaluados	113

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el rendimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cultivados sobre tres sustratos preparados a base de residuos agroindustriales de la ciudad de Tacna. En la experimentación se realizó un montaje de 4 tratamientos con siete repeticiones con un total de 28 unidades experimentales distribuidas al azar. Los resultados obtenidos son: El menor tiempo de corrida de micelio se dio en el T2 (18 días) y el mayor tiempo en T4 (22 días). El mayor número de hongos se dio en T1, T3 y T4 (control) con valores de 51, 50 y 46, El tamaño de basidiocarpos en T1, T2, T3 y T4 fue de 5,8, 6,1, 5,9 y 5,9 cm respectivamente, la mejor eficiencia biológica se dio en T1 (87,6 %), T3 (76,5 %) y T4 (70,1 %). Los mejores rendimientos se dieron en T4 (26,9 %), T3 (24,1 %) y T1 (24,1 %). El valor de proteínas más alto fue en el T4 (10,07 %). Se concluye que el T1 formado por orujos de uva y coronta de maíz y el T3 formado por orujos de uva y orujos de aceituna fueron los más eficientes en rendimiento, eficiencia biológica y tasa de producción, no presentando diferencias significativas con el tratamiento control (T4).

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, residuos agroindustriales, rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the yield of the edible fungus *Pleurotus ostreatus* grown on three substrates prepared from agroindustrial waste from the city of Tacna. In the experimentation, an assembly of 4 treatments with seven repetitions was made with a total of 28 experimental units distributed randomly. The results obtained are: The shortest mycelial run time occurred in T2 (18 days) and the longest time in T4 (22 days). The highest number of fungi occurred in T1, T3 and T4 (control) with values of 51, 50 and 46. The size of basidiocarps in T1, T2, T3 and T4 was 5.8, 6.1, 5.9 and 5.9 cm respectively, the best biological efficiency was found in T1 (87.6%), T3 (76.5%) and T4 (70.1%). The best performances were given in T4 (26.9%), T3 (24.1%) and T1 (24.1%). The highest protein value was in T4 (10.07%). It is concluded that the T1 formed by grape marc and corn kernel and the T3 formed by grape marc and olive marc were the most efficient in yield, biological efficiency and production rate, not presenting significant differences with the control treatment (T4).

Key words: *Pleurotus ostreatus*, agroindustrial residues, yield.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la biotecnología se ha convertido en una verdadera alternativa para la obtención de hongos comestibles para el consumo humano, por la posibilidad de obtener grandes cantidades en pequeñas áreas mediante técnicas sencillas, a bajo costo, en cortos períodos de tiempo y empleando residuos agroindustriales como sustrato para su cultivo (Escobedo, 2012).

Uno de los hongos comestibles que más se ha estudiado y cultivado durante los últimos años es *Pleurotus ostreatus*, debido a la facilidad de cultivo y a su gran potencial económico y calidad nutricional (Herrera y Ancona, 2006). Este hongo se desarrolla en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso o rico en fibra como troncos, ramas y bagazos. Para su cultivo, se pueden utilizar otro tipo de materiales que contengan una composición similar a los residuos que utiliza para crecer en su ambiente natural. Dentro de estos materiales, se encuentran los residuos agroindustriales, los cuales, en la mayoría de los casos, no son reutilizados, sino simplemente son quemados o arrojados a los basureros, quebradas y ríos sin ningún tratamiento previo, lo que contribuye al daño de los ecosistemas (Hernández y López, 2005).

El presente trabajo propone como alternativa cultivar un alimento de alto contenido proteico y valor nutricional utilizando de una manera eficiente residuos agroindustriales de la ciudad de Tacna como sustratos en la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Este hongo comestible crece muy bien en residuos lignocelulósicos, por lo que es posible la utilización de orujos de uva, orujos de olivo, y coronta de maíz, que son residuos agroindustriales abundantes de la zona.

A partir de estas consideraciones, se planteó el siguiente problema de investigación:

¿Qué sustrato a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna, coronta de maíz mejorará el rendimiento del cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*?

Y, como hipótesis de investigación, se propuso lo siguiente:

La utilización de sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz de la ciudad de Tacna mejorará el rendimiento del cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

En el departamento de Tacna, no se ha cultivado estos hongos comestibles y tampoco se ha valorado el potencial de muchos residuos agroindustriales. La producción de estos hongos en la ciudad permitirá introducir un producto alimenticio de buena calidad nutritiva, utilizando residuos propios de los cultivos agroindustriales de la región.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes del problema

La generación de residuos agroindustriales, en las diferentes etapas de los procesos productivos, es actualmente una problemática a nivel mundial, se estima que se producen unas 1×10^{10} Tm cada año (Acevedo, 2017); debido a que en la mayoría de los casos no son procesados o dispuestos adecuadamente, estos pueden contribuir a la contaminación ambiental (Vargas y Pérez, 2018).

Dentro de esta gama de residuos agroindustriales, predominan los de naturaleza lignocelulósica (Sánchez y Royse, 2002), compuestos difíciles de degradar, por lo que, dentro de las alternativas de aprovechamiento, está su uso como sustrato en el cultivo de hongos basidiomicetos comestibles, en especial para el cultivo de *Pleurotus spp.* (Motato, Mejía y León, 2006).

1.1.2 Problemática de la investigación

Uno de los problemas de la región sur del país es tratar de aprovechar los residuos agroindustriales, las cuales en la mayoría de los casos son quemados o arrojados a la basura, ríos sin ningún tratamiento previo, lo que puede contribuir a la degradación del ecosistema y causar luego un problema ambiental.

Estos residuos agroindustriales no pueden ser aprovechados en forma directa para la alimentación humana y animal, debido a su baja digestión (Grodzinskaya, Infante y Piven, 2002), por lo que necesitan un tratamiento previo. Actualmente, se sabe que en la ciudad de Tacna son utilizadas solo como suplementos de alimento para animales de consumo (Flores, 1999).

El presente trabajo propone como alternativa cultivar un alimento de alto valor nutricional utilizando, de una manera eficiente, estos residuos agroindustriales como sustratos en la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Este hongo comestible crece muy bien en residuos lignocelulósicos, por lo que es posible la utilización de orujos de uva, orujos de olivo, y coronta de maíz, que son residuos agroindustriales abundantes en la ciudad de Tacna.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Qué sustrato a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna, coronta de maíz mejorará el rendimiento del cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál de los tres sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz se tendrá el menor tiempo de corrida de micelio de *P. ostreatus*?
- ¿Cuál de los tres sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz se tendrá el mayor número y tamaño del cuerpo fructífero de *P. ostreatus*?
- ¿Cuál de los tres sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz se tendrá la mayor eficiencia biológica del cultivo de *P. ostreatus*?
- ¿Cuál de los tres sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz se tendrá la mayor tasa de producción del cultivo de *P. ostreatus*?

- ¿Cuál de los tres sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz se tendrá el mayor rendimiento del cultivo de *P. ostreatus*?
- ¿Cuál será el contenido proteico del hongo comestible *P. ostreatus* cultivado en sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1 Técnica-científico

La técnica en el cultivo de *P. ostreatus* es una tecnología fácil de implementar, que utiliza residuos lignocelulósicos como sustratos, bajo condiciones ambientales controladas, generando un alimento con alto valor nutricional (Sánchez, 2013) que se puede difundir su cultivo en la ciudad de Tacna.

1.3.2 Alimenticia

El gran interés en la producción de *P. ostreatus* se debe a que es un alimento de alta calidad para consumo humano, con sabor y textura agradable y, sobre todo, por su valor nutritivo, siendo el contenido de proteínas su principal atributo nutricional, ya que puede contener hasta un valor de 35% en base a su peso seco comparado con el 25.2% en la

leche, 13.2% del trigo (Escobedo, 2012) 22.8 % en carne de res, 11.1% en el huevo, 23.8% carne de pollo (Martínez, 2012), lo que hace que sea considerado como un sustituto de la carne de origen animal (Sánchez y Castro, 2007).

1.3.3 Social

Es una alternativa de subsistencia alimentaria que puede ayudar a contribuir al desarrollo de la región, sobre todo, en las zonas rurales, fomentando el autoempleo que permita mejorar el nivel de vida de sus pobladores (Velasco y Vargas, 2004). Su venta, a nivel nacional, se hace en fresco y en seco y, para exportación, se prefiere en conservas, encurtidos y secos. Su distribución en el mercado local son restaurantes de comida internacional, pizzerías, hoteles, bufetes, empresas distribuidoras de aerolíneas y supermercados. A nivel internacional, los países demandantes son: EE. UU., Alemania, Francia, Asia, entre otros (Freundt, 2003).

1.3.4 Económica

Este trabajo propone producir un alimento de excelente calidad a bajo costo, utilizando residuos agroindustriales abundantes en la zona sur del país, pudiéndose convertirse en una fuente primaria y secundaria de

ingresos económicos (Guarín y Ramírez, 2004). Su precio en fresco varía entre 2 a 5 soles el kg a nivel nacional, comparado con el precio del pollo (8 soles el kg) y la carne de res (12 soles el kg). El precio de este hongo aumenta cuando se da un valor agregado (conserva, encurtidos, seco) y su presentación, así como para exportación, puede llegar a costar entre 20 - 30 soles el kg (Freundt, 2003).

1.3.5 Medioambiental

Después de la evaluación del cultivo de *P. ostreatus*, el sustrato puede ser reutilizado y convertirse en abono orgánico para la producción de plantas y hortalizas, permitiendo un efecto directo en la conservación y mejora de la calidad de los suelos (Freundt, 2003; Guarín y Ramírez, 2004; Martínez, 2012; Miglio, 2014).

En el departamento de Tacna, no se han cultivado estos hongos comestibles y tampoco se ha valorado el potencial de muchos residuos agroindustriales como orujos de uva y aceituna, coronta de maíz, entre otros, siendo estos residuos abundantes en la región. La producción de estos hongos en la ciudad permitirá introducir un producto alimenticio de buena calidad nutritiva, utilizando residuos propios de los cultivos agroindustriales de la región.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

La disponibilidad de todos los residuos agroindustriales se obtendrá de acuerdo a la época o periodo de cosecha y/o producción.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

- Determinar el rendimiento del hongo comestible *P. ostreatus* cultivados sobre tres sustratos preparados a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna, coronta de maíz y paja de maíz como control, de la Ciudad de Tacna.

1.5.2. Objetivos específicos

- Evaluar el tiempo de corrida del micelio de *P. ostreatus* sobre los diferentes sustratos.
- Determinar el mayor número y tamaño del cuerpo fructífero de *P. ostreatus*.
- Evaluar la eficiencia biológica del cultivo de *P. ostreatus* en los diferentes sustratos.
- Evaluar la tasa de producción del hongo comestible *P. ostreatus* en los diferentes sustratos.

- Evaluar el rendimiento de la producción del cultivo de *P. ostreatus* en los diferentes sustratos.
- Determinar el contenido proteico del hongo comestible *P. ostreatus*.

1.6. HIPÓTESIS

La utilización de sustratos a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz de la ciudad de Tacna mejorará el rendimiento del cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Los hongos comestibles son usados como alimentos por los hombres hace décadas y, actualmente, su producción está en continua expansión, son conocidas cerca de 600 especies, de las cuales solo 20 son utilizadas comercialmente en todo el mundo, siendo *Agaricus* y *Pleurotus* las más cultivadas comercialmente, apreciándose cada vez más las cualidades de estos hongos (García y Quintero, 1993; Zadrazil, 1992).

En la década de los setenta, diversos países centroeuropeos empezaron el cultivo extensivo de *P. ostreatus* sobre madera o paja, observándose que estos hongos son fáciles de cultivar, aprendiéndose así a producir su micelio en plan comercial, lo que llevó que su consumo se extendiera por toda Europa (García, 1991).

En los comienzos de la década de los ochenta, el champiñón representaba más del 70% de la oferta mundial, solamente el 2,8% de dicha producción corresponde a *P. ostreatus* y el 14,3% a *Shiitake*. Ahora,

las proyecciones actuales sitúan a la producción de *P. ostreatus* en segundo lugar, representando el 20% de la producción de hongos comestibles (Carbajal, 2010).

En América, el cultivo de este hongo se inicia a partir de los noventa en los países como México, Argentina, Colombia, Brasil, Chile, Guatemala, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Costa Rica y Perú (Sánchez y Royse, 2002).

En este contexto, en el Perú, se debe ahondar más en este tema, ya que el consumo mundial de estos hongos comestibles está en crecimiento, buscando estrategias para la exportación que satisfagan las exigencias y demanda. En el ámbito nacional, existen investigaciones (Canchanya Quispe, 2009; García Roca, 1999; Odar Orozco, 2012; Pardo y Urtecho, 2011) muy variadas sobre el tema, desde estudios preliminares acerca de propiedades, formas de consumo, y similares, pasando a temas sobre modelos para incrementar la oferta exportable hasta la formación de empresas productoras de hongos comestibles.

En el Perú, se ha encontrado *P. ostreatus* en forma natural en los bosques de Tingo María y se sabe que constituyen un importante

alimento para los indígenas amazónicos, quienes lo denominaban “oreja de palo”, “callampa” siendo un plato favorito por sus cualidades culinarias (Ríos y Ruiz, 1993). En Lima, existe la empresa Fungi Pro S.A.C dedicada al cultivo de este hongo (Kanagusuku, 2011).

P. ostreatus es un hongo comestible con un gran valor nutritivo, presenta un alto contenido de proteínas, así como la presencia de vitaminas y minerales con un incomparable gusto y aroma (Botelho y Ramos, 1985; García y Quintero, 1993). También es utilizada en la medicina tradicional asiática, por lo que se le atribuye poderes curativos, previniendo algunas enfermedades como colesterol, hipertensión, estimulantes de la función hepática, vigor al organismo, evitan el estreñimiento y fortalecen las capacidades sexuales (Hobbs, 1986; Stamets, 2000), además que es posible su cultivo utilizando desechos lignocelulósicos como residuos agrícolas, madereros y agroindustriales (Velasco y Vargas, 2004).

Algunas investigaciones demostraron que, para la preparación de sustrato, pueden utilizarse paja de gramíneas como trigo, sorgo, cebada, rastrojos y marlos de maíz, rastrojo de mijo, pulpa de café, orujo de manzana, desechos de aguacate y piña, desechos industriales de malta,

bagazo de caña de azúcar, cáscara de arroz, uva, restos forestales como troncos, ramas, hojas, viruta, aserrín y también papel o desechos de la industria textil (Alberto y Gasoni, 2000; Hernández, 2000; Grodzinskaya, Infante y Piven, 2002; Vega y Caballero, 2002; Camacho, Macías, Núñez y Ramos, 2003).

El cultivo de este hongo comestible en América latina, sobre todo en Perú, tiene amplias posibilidades de cultivo y producción, más aún en el siglo veintiuno, donde falta mucho por hacer.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Primer cultivo de *Pleurotus spp.*

La producción comercial de *Pleurotus spp.* es una actividad relativamente reciente. Falck (1917) fue el primero en reportar el cultivo de este hongo en tocones y en troncos en Europa, en los inicios del siglo XX. Más tarde, Etter (1929) produjo cuerpos fructíferos en cultivo. Block, Tsao y Han (1958, 1959) fueron los primeros en escribir un reporte detallado sobre el cultivo de *P. ostreatus* en Estados Unidos, mientras que la primera explotación comercial de este hongo fue establecida en Europa, hasta la mitad de los años setenta (Sánchez y Royse, 2002).

2.2.2 Producción y cultivo de *Pleurotus* en Hispanoamérica

De todos los países hispanos, España es el mayor productor de *Pleurotus spp.* (Sánchez y Royse 2002).

Dr. Martínez-Carrera (1991), citado por Galván Sierra, menciona que, en México, el cultivo de *P. ostreatus* inició en 1974 en la población de Cuajimalpa. Actualmente, debido a diversas investigaciones y adaptaciones tecnológicas desarrolladas, el interés por cultivarlo se ha difundido en todos los ámbitos del país. Según Martínez-Carrera (1997), con este cultivo se observan dos tipos de tecnologías: una de tipo industrial que requiere de un composteo aerobio y otra más rústica, que se utiliza en pequeñas plantas de tipo familiar. Los sustratos utilizados en este país suelen variar, aunque los más frecuentes son el olote, el tamo y el rastrojo de maíz, las pajas, y la pulpa de café, entre otras. La elección depende de la disponibilidad. Las cepas utilizadas son principalmente de la especie *P. ostreatus*, las cuales pueden ser de origen nacional o extranjero (Guzmán *et al.*, 1993). Durante el periodo 1990 - 1997 se observó en México un incremento en la producción de dicha especie superior al 400%. En el año 2002, se estimó una producción de 1825 toneladas, lo cual significó un nivel de producción comercial de unas 5

t/día. Por esta razón, se ha considerado a México como el principal productor de América (Martínez-Carrera, 1997; Leal-Lara, 1998).

El cultivo de *Pleurotus spp.* adquiere cada vez más interés en los países de América. No existen estadísticas oficiales al respecto, sin embargo, es cultivado en Cuba, Colombia, Guatemala, Venezuela y Brasil. Por otra parte, se sabe que ha habido intentos por desarrollarlo o que existen pequeñas empresas de producción variable en El Salvador, Perú, Ecuador y, en general, en aquellos países donde se cultiva *A. bisporus* (Argentina, Costa Rica). Dada la extrema facilidad para cultivar este género, es previsible que su producción se siga incrementando en los años venideros y que se inicie en otros países no citados ahora (Sánchez y Royse, 2002).

2.2.3 Hongos comestibles silvestres en el Perú

Pavlich (1976), citado por Chimey y Holgado (2010, p.389), publicó *Ascomycetes y Basidiomycetes del Perú I, con énfasis en ceja de montaña y selva tropical*, donde realizó un inventario de 102 especies de hongos, constituyéndose durante muchos años como la única referencia de macromicetos del Perú. Pavlich (2001) publicó *Los hongos comestibles del Perú*, donde registró 22 especies nativas de hongos comestibles y/o

medicinales recolectadas en diferentes regiones, considerando su distribución geográfica y los caracteres microscópicos y macroscópicos. Al respecto, Pavlich mencionó que, de las especies encontradas, cinco son de mayor aceptación: *Agaricus campestris*, *Auricularia fuscosuccinea*, *Favolus alveolaris*, *Favolus brasiliensis*, y *Pleurotus ostreatus*. En Cusco, está *Pleurocollybia cibaria*, conocido como “Seta Cusqueña”, con la cual se preparan platos típicos como el “capchi de setas”.

También es posible encontrar hongos comestibles micorrízicos de la especie *Suillus luteus* (L.) Roussel que están siendo aprovechados por comunidades campesinas para su alimentación y como una alternativa de desarrollo económico en comunidades de Porcón, en Cajamarca, y en la comunidad San Isidro Labrador de Marayhuaca, en la sierra alta de la Región Lambayeque. Esta posibilidad de desarrollo surgió gracias a la forestación de pinos que realizó el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS), en 1996, a través de la Agencia Zonal de Inkawasi, apareciendo, junto con los pinos, de manera natural y como producto de la simbiosis micorrízica, una gran cantidad de estos hongos comestibles que ahora los pobladores utilizan para mejorar su dieta alimentaria y su calidad de vida (Soto y Lalopu, 2008; Chimey y Holgado, 2010).

2.2.4 Cultivo de hongos comestibles y de *Pleurotus* en el Perú

El cultivo de hongos comestibles en el Perú es un rubro bastante ignorado tanto por universidades como por instituciones del estado, lo que ha llevado a un limitado desarrollo de esta actividad. Las investigaciones sobre el tema son escasas y se ha concentrado en solo cinco géneros de hongos: *Agaricus*, *Agrocybe*, *Auricularia*, *Lentinula*, y *Pleurotus*. A pesar de las dificultades, el cultivo comercial de hongos comestibles se inició en el año 1960 con la introducción del “Champiñón” (*Agaricus bisporus*) por parte de la empresa “Compass”. Sin embargo, no es sino hasta el ingreso de “Agrícola la Chacra” (dueña de la marca Don Hongo) y ya en los 1980s con la entrada de la empresa “Paccu S.A.”, que el cultivo alcanzó niveles industriales (Chimey y Holgado, 2010).

Posteriormente, en los 1990s se completó el panorama con la introducción del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, “setas”, por parte de las empresas “Solis” y “Sori”. Cabe destacar que, en el 2008, la empresa “Mundo Fungi” logró introducir por primera vez la oferta de *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, *shiitake*, en estado fresco y cultivado localmente. Otra característica que resalta es que existe muy poca relación entre las universidades, instituciones o centros de investigación con las empresas de cultivo de hongos. Esto implica que los productores han desarrollado la

tecnología de manera privada y, por lo tanto, está poco disponible; esto ligado a que ninguna universidad ha implementado una línea de investigación y desarrollo permanente para este rubro. Aunque se pueden mencionar algunos esfuerzos que desafortunadamente no han perdurado en el tiempo, como el taller de cultivo de hongos comestibles de la Universidad Nacional Agraria La Molina, a cargo del Agrónomo Alfonso Palomo; las investigaciones realizadas en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, a cargo de la Dra. Magdalena Pavlich; y recientemente los talleres organizados por la Dra. Norma Salas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Actualmente, se vienen realizando investigaciones sobre el cultivo de hongos comestibles y medicinales en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, lográndose hasta la fecha el cultivo de *P. ostreatus* y *Auricularia delicata* (Fr.). El champiñón es el hongo más cultivado en el Perú y también el que mayor nivel tecnológico ha alcanzado. La empresa líder "Paccu S.A." ya realiza el cultivo bajo normas HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) y cuenta con climatización en sus naves de cultivo (Chimey y Holgado, 2010).

2.2.5 Sustratos empleados para la producción de *P. ostreatus* y su rendimiento

Existen muchos sustratos con potencial para el cultivo de hongos comestibles, tales como el aserrín, la viruta, el bagazo de caña de azúcar, pajas de cereales, restos de maíz, la pulpa de café, restos de papel y algodón, entre otros. El Perú cuenta con muchos de estos residuos, debido a que la actividad agrícola y la agroindustria usualmente solo aprovechan una parte de la biomasa generada en los cultivos. Generalmente, solo se aprovechan granos, frutos y raíces, entre otros, dejando como remanente casi la totalidad de la planta cultivada. En los ingenios azucareros, se producen 360,000 t de bagazo de caña anualmente, las cuales son usadas como combustible (quemadas) o abandonadas en el campo. Existen otros residuos provenientes de cultivos como café y maíz, que también podrían servir en el cultivo de hongos comestibles. Es importante mencionar que el cultivo de hongos comestibles es una actividad de carácter regional, cuyo eje radica en un adecuado proceso de articulación, iniciado por la identificación de los recursos disponibles (tipo de residuos, clima de la zona), una correcta selección del hongo, la tecnología por aplicar, y una estrategia adecuada para la transferencia tecnológica. En el Perú, el cultivo de *Pleurotus* se realiza, principalmente, sobre subproductos provenientes del cultivo del

maíz, acondicionados por la técnica de pasteurización por inmersión en agua caliente (Chimey y Holgado, 2010).

Patra y Pani (1995), citado por Sánchez y Royse (2001, p. 166), menciona que, para expresar los rendimientos o productividad de un sustrato, el concepto más aceptado es la eficiencia biológica, que es la relación, en porcentaje, entre el peso fresco de hongos producidos y el peso seco de sustrato empleado. La calidad productiva de un sustrato se percibe aceptable a partir de eficiencias biológicas de 50%.

Sánchez y Royse (2001) expone una cronología bibliográfica de algunas experiencias sobre la utilización de diferentes materiales como sustratos de cultivo para cultivar *Pleurotus ostreatus*, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Sustratos de cultivos y su expresión de su eficiencia biológica de P. ostreatus (Sánchez y Royse, 2001)

Especie*	Sustrato	E.B (%)	Referencia
<i>P. ostreatus</i>	Serrín resinoso, harina de avena (5%)	37,0	Block <i>et al.</i> (1958)
	Cascarilla de arroz, harina de avena (2%)	38,0	
<i>P. ostreatus</i>	Paja (93%) Hierba de pasto (harina) (7%)	113,0	Kalberer (1974)
<i>P. ostreatus</i>	Paja de arroz	79,2	Hashimoto y Takahasi (1974)
	Cascarilla de arroz	56,1	
<i>P. ostreatus</i> (<i>P. florida</i>)	Residuos de algodón	63,5	Leong (1982)
<i>P. ostreatus</i> (<i>P. florida</i>)	Cascarilla de cacahuete	100,0	Bahukhandi y Munjal (1989)
<i>P. ostreatus</i>	Pulpa de Café (5 días fermentada)	159,9	Martínez-Carrera (1989)
<i>P. ostreatus</i>	Bagazo de caña de azúcar (50%), pulpa de café (50%)	96,9	Martínez-Carrera <i>et al.</i> (1990)
	Bagazo de caña de azúcar (50%), paja de cebada (50%)	66,0	
<i>P. ostreatus</i> (<i>P. florida</i>)	Bagazo de caña de azúcar (66,6%) (15 días fermentado), espiga de maíz (33,3%)	105	Soto-Velazco <i>et al.</i> (1991)
<i>P. ostreatus</i>	Fibra de coco (33,3), pulpa de café (66,6%) (mezcla de 3 días fermentada)	60,0	Gonzales <i>et al.</i> (1993)
<i>P. ostreatus</i> (<i>P. florida</i>)	Fibra de coco (33,3), pulpa de café (66,6%) (mezcla de 5 días fermentada)	152,2	
<i>P. ostreatus</i> (<i>P. florida</i>)	Pulpa de café	120,5	Bermúdez <i>et al.</i> (1994)
<i>P. ostreatus</i> (<i>P. florida</i>)	Paja de arroz	84,6	Pani y Mohanty (1998)
	Paja de arroz (50%), Jacinto de agua (50%)	80,0	

*: Los nombres entre paréntesis indican la especie originalmente citada en la referencia.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 *Pleurotus ostreatus*

2.3.1.1 Caracterización

P. ostreatus, es un hongo saprófito o parásito débil, descomponedor del grupo de la podredumbre blanca que, en su ambiente natural, crece en el suelo, troncos o sobre desechos agrícolas o agroindustriales, que están constituidos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, alimentándose de estos nutrientes y degradándolos (Sánchez y Royse, 2002), también requiere de condiciones ambientales como temperatura, humedad, oxígeno y cierta cantidad de luz. Todos estos factores tienen que satisfacer las necesidades de este hongo y el conocimiento de los mismos permitirá manipularlo y producirlo en condiciones artificiales (Ardón, 2007; Martínez, 2012).

Comúnmente *P. ostreatus* es conocido como hongo ostra, aunque también suele llamársele Champiñón ostra, Gírgola, Orellana, Oreja de palo, Seta de chopo o simplemente Seta. *Pleurotus* viene del griego “*pleuro*” que significa formado lateralmente o en posición lateral, refiriéndose a la posición del estípite respecto al píleo; “*ostreatus*”, en

latín, quiere decir en forma de ostra y, en este caso, se refiere a la apariencia y al color del cuerpo fructífero (Martínez, 2012).

2.3.1.2 Sistemática

Según Sánchez y Royse (2002), Hernández y López (2005) y Donado (2014), *P. ostreatus* se encuentra clasificado taxonómicamente de la siguiente manera:

Tabla 2

Clasificación taxonómica de Pleurotus ostreatus

Reino	<i>Fungi</i>
División	<i>Basidiomycotina</i>
Clase	<i>Homobasidiomycete</i>
Subclase	<i>Hymenomicete</i>
Orden	<i>Agaricales</i>
Familia	<i>Tricholomataceae</i>
Genero	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>P. ostreatus</i>

Fuente: Sánchez y Royse 2002, Hernández y López, 2005 y Donado, 2014

2.3.1.3 Morfología

P. ostreatus, es una seta muy variable en su morfología, su carpóforo no presenta anillo ni volva, presenta sombrero convexo al principio, pero luego a medida que va abriendo y ensanchando el

sombrero, se hace cada vez menos convexo y se aplana, siendo su superficie lisa y uniforme. El color variable según la intensidad de luz, va desde gris claro al gris oscuro de tono violáceo o azulado y desde color café con leche pardo. Presenta esporas blancas ligeramente liliáceas, que vistas al microscopio son elipsoides, casi cilíndricas de 9.5 x 3.5 micras (Guzmán et al., 1993). El pie o estípite de la seta suele ser corto y grueso, excéntrico ligeramente duro y blanco. La inserción en el sustrato es ligeramente lateral y su dirección es oblicua. El micelio es blanquecino, longitudinalmente radial, llegando a ser algodonoso, enredado, pegajoso y tiene aroma generalmente agradable, distinto del anís o casi como la almendra (García, 1991; García y Quintero, 1993).

2.3.1.4 Ciclo biológico de *P. ostreatus*

Se inicia cuando se produce esporas sexuales (basidioespora) en los cuerpos fructíferos llamados basidiocarpos, el cual porta estructuras especializadas conocidas como basidias. Estas esporas van a dar origen al micelio primario u homocarión, llamado así para enfatizar que todos sus núcleos son idénticos y contiene un solo núcleo, también puede llamársele monocarión. Cuando dos micelios homocarióticos compatibles se unen, dan origen al micelio secundario que presenta dos núcleos (dicarión), aquí involucra la formación de estructuras especializadas

llamadas conexiones grapa o fíbulas, que son formadas durante la división los núcleos en el extremo de la hifa en crecimiento. La presencia de conexiones grapa se considera generalmente como indicativo de la condición dicariótica. Es este micelio quien va a formar nuevamente el cuerpo fructífero. Para que se dé el ciclo, es necesario de ciertos factores ambientales que condicionen su crecimiento (Sánchez y Royse, 2002).

2.3.1.5 Valor nutricional

P. ostreatus presenta un alto valor nutritivo, contiene minerales, vitaminas y proteínas, igualmente presenta un sabor agradable que hace que sea apetecible en muchas regiones del mundo. Por su alto contenido proteínico, a este hongo se le llama "bistec vegetal", su proteína es asimilable y además presenta buenas características organolépticas. Este hongo posee bajo contenido de grasa y sodio, unido al relativamente alto contenido de potasio, lo cual hace que tenga también importancia para padecimientos cardiovasculares y estados de hipertensión, así como para combatir la obesidad. En él, están presentes todos los aminoácidos esenciales, es una rica fuente de vitaminas y se han reportado contenidos de ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), ácido pantoténico (vitamina B3), biotina (H). Es rico en ergosterol y vitamina D, así como en minerales como fósforo, sodio,

magnesio, calcio, hierro, manganeso, zinc y cobre (Ardón, 2007; Hernández y López, 2005).

Ardón (2007) recopila reportes de varios autores sobre la composición nutricional de *P. ostreatus*, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3

Composición bromatológica de P. ostreatus

Componente	Cardona, 2001	Cistena, 2002	Rodríguez et al. ,2005	Promedio
Agua	87-93 %	88-91 %	90,00 %	89,83 %
Proteína	24,64-30,40	14,40-19,90	15,70-30,00	22,51
Grasas	3,1-9,25	0,8-2,0	1,5-5,0	3,61
Carbohidratos	26,33-30,46	51,6-62	50-57	3,61
Minerales	7,66-8,79	0,83-13,3	7,90-8,0	7,75
Fibra	32,14-36,81	13,70-15,6	8,5-14	20,13
Calorías	345	300	150-350	298,33

Fuente: Ardón, 2007

Nota: A excepción de las calorías que están expresadas en kilocalorías por cien gramos de peso seco del hongo, los restantes componentes corresponden a gramos por cien gramos de hongo seco.

2.3.1.6 Etapas del cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Sánchez (1994), citado por Cárdenas (2015, p. 24), menciona que la producción de hongos comestibles consta de cuatro etapas fundamentales, los cuales son: preparación del inóculo, preparación del sustrato, siembra e incubación y el fructificación; mientras que Pavlich y Chimey (1999) mencionan que consta de las siguientes etapas: reproducción del micelio, preparación de la semilla y/o spawn, preparación, inoculación e incubación en el sustrato, inducción a la fructificación y cosecha.

2.3.1.6.1 Reproducción del micelio

Esta etapa se realiza en condiciones asépticas en el laboratorio. Consiste en la siembra y propagación del micelio del hongo a partir de un tubo inclinado que contenga la cepa original en óptimas condiciones fisiológicas. Se puede partir también tomando micelio de un carpóforo fresco. La siembra se hace en placa petri, que contienen medios nutritivos como agar malta, agar papa dextrosa, agar de saboreaud, etc., y se incuba de 25 a 28°C en oscuridad (Cárdenas, 2015; Zarate, 2015).

2.3.1.6.2 Preparación del inóculo o semilla “spawn”

Esta etapa debe llevarse a cabo en condiciones de asepsia. El inóculo o "semilla" constituye un sustrato intermedio que contiene micelios del hongo, con características ideales para su multiplicación, provocar infección y colonización del sustrato definitivo. Como sustratos intermedios, se pueden utilizar sorgo, trigo o aserrín, dependiendo del tipo de hongo (Zarate, 2015).

El grano elegido como sustrato intermedio se limpia, se rehidrata en agua pura limpia (durante 15 horas para el caso del sorgo, o 24 para el maíz), se deja después escurrir para eliminar el exceso de agua, se preparan porciones de 200 gramos y se mete dentro de bolsas de polipapel o bolsas de polipropileno (Cárdenas, 2015). También se puede preparar la semilla cocido en agua (1 k por cada 1.5 l de agua) por 15 minutos a fuego lento, dejándolo reposar, escurrir y orear hasta una humedad entre el 40 y 50 % (Pavlich y Chimey, 1999). Posteriormente, se esteriliza a 121°C durante 30 minutos, se deja enfriar para después inocularlo en condiciones de asepsia rigurosa con micelio proveniente de 1 cm² del hongo, que se ha cultivado previamente en placa petri. Una vez inoculadas, las porciones de 200 gramos colocadas dentro de las bolsas

de polipapel o bolsas de polipropileno, se incuba durante 10-15 días a 28°C en oscuridad (Cárdenas, 2015; Zarate, 2015).

2.3.1.6.4 Preparación del sustrato

Las propiedades físico-químicas de un sustrato determinan que hongos y que microbios puedan crecer sobre él. Algunos hongos pueden usar un rango amplio de sustratos, mientras que otros son muy selectivos. La selectividad de un sustrato depende de los nutrientes disponibles en él, su acidez, la actividad microbiana que soporta, su capacidad de aireación, su contenido de agua, etc. (Ardón, 2007).

La preparación del sustrato consistirá en facilitarle al micelio los nutrimentos en forma más accesible para que se realice un rápido crecimiento del hongo. La forma de preparación del sustrato dependerá principalmente de su estructura y composición química (Cárdenas, 2015).

Sánchez (1994), citado por Cárdenas (2015, p. 24), aclara que esta parte comprende la fermentación (en el caso de la pulpa de café, del bagazo de caña), el picado (en el caso de pajas), el secado y la facturación o quiebra (en el caso de la cáscara de cacao o el olote de maíz), la hidratación y escurrimiento, la pasteurización y, finalmente, el

enfriamiento y (si se trata de una mezcla) el mezclado de los materiales que servirán como soporte para el crecimiento y fructificación del hongo.

Se recomienda únicamente fermentar aquellos materiales que poseen una gran cantidad de azúcares solubles, caso contrario promueven el crecimiento rápido de mohos, levaduras y bacterias, los cuales competirán con el micelio por el sustrato, desplazándolos fácilmente. Realizar la inoculación y no eliminar estos carbohidratos hará que estas moléculas se transformen en ácidos como el ácido acético, butírico o propiónico, atrayendo insectos, principalmente de distintos tipos de moscas, las cuales depositan sus huevos sobre el sustrato cuyas larvas producidas se alimentarán del micelio, provocando fuertes problemas de contaminación. Los sustratos usados para el cultivo de *Pleurotus* (las pajas, fibra de algodón, rastrojos, olote de maíz, etc.) tienen la ventaja de separarse fácilmente de la celulosa y la lignina, sin la necesidad de fermentarlos (Zarate, 2015).

El proceso de preparación del sustrato consiste en humectarlos, desinfectarlos y desinfectarlos; con el propósito de eliminar macro y microorganismos que puedan competir con el crecimiento del hongo y

brindar condiciones de humedad que favorezcan el desarrollo de las setas (Ardón, 2007).

La hidratación se lleva a cabo con sustratos secos (pajas, rastrojos, desechos de algodón, papel, aserrín, pulpa de café deshidratados, etc.) si presentan segmentos muy grandes o largos, como en las pajas, es necesario reducir su tamaño a segmentos de aproximadamente tres a cinco centímetros con lo cual permita una mejor retención de humedad y un fácil manejo. La fragmentación puede realizarse fácilmente con una picadora comercial usada en la agricultura. La desinfestación del sustrato se puede realizar sumergiendo el sustrato en agua caliente a 85°C durante mínimo de 40 minutos, con vapor de agua a una temperatura entre 70 a 80 °C por dos o cuatro horas, inmersión alcalina que consiste en sumergir el sustrato de 12 a 48 horas en agua con cal hidratada y la esterilización que se lleva a cabo en autoclave con vapor a 121°C durante una hora o dos según el tamaño del contenedor (Zarate, 2015).

2.3.1.6.5 Inoculación o siembra

Consiste en adicionar la semilla o spawn del hongo al sustrato ya preparado y estéril, y se debe realizar en un sitio cerrado sobre un mesón

previamente desinfectado para evitar que se presente contaminación en la fase del establecimiento micelial (Hernández y López, 2005).

Para la siembra, es conveniente el empleo de semillas en una proporción de 2 a 5 % por cada 100 kg de sustrato húmedo. Este valor es conocido también como tasa de inoculación, que viene a ser la cantidad de semilla que se usa en función de la cantidad de sustrato (Pavlich y Chimey, 1999; Zarate, 2015).

Mientras más baja sea la tasa de inoculación, menor será el costo de compra del inóculo, pero mayor el tiempo requerido para que el hongo colonice el sustrato. Además, a mayor tiempo que demore la colonización del sustrato mayor será el riesgo de contaminación. En la siembra, comercial es común utilizar tasas de inoculación del 2-2,5 %, mientras que en zonas rurales reportaron tasa de inoculación del 15 % (Sánchez y Royse, 2002).

2.3.1.6.6 Incubación

La incubación es la etapa que permite la colonización del sustrato con los micelios del hongo, en condiciones de temperatura, luminosidad, ventilación y humedad óptimas, para obtener la mayor tasa de crecimiento

posible que representaría una mayor velocidad de colonización (Zarate, 2015).

El tiempo requerido para la incubación depende de varios factores: el tipo de sustrato, la cantidad de semilla y la temperatura (Zarate, 2015). Asimismo, influyen en el desarrollo del micelio, el vigor de la cepa, adaptación de la cepa y cantidad de inóculo (Ardón, 2007).

Esta etapa se debe realizar en un local donde la luz sea mínima o en completa oscuridad, colocando los sustratos en anaqueles, donde debe mantenerse una temperatura de 28 °C durante 15-21 días (Ardón, 2007).

Hernández & López (2005) manifiesta que este proceso se debe realizar en un cuarto cerrado y oscuro donde las bolsas deben acomodarse en estanterías metálicas o colocarse directamente en el suelo, con una temperatura de incubación entre 20 a 28 °C, con una humedad relativa alrededor del 70 a 80 % y escasa o nula iluminación.

Para Cruz et al. (2010) la temperatura requerida en esta etapa es de 25 a 30 °C y la humedad debe estar entre 60 a 70 %. Carbajal (2010) expresa que la luminosidad escasa o nula propicia que el hongo inicie el

consumo de nutrientes y la degradación de la materia muerta. El crecimiento durante las primeras 24 horas es lento debido a que *P. ostreatus* necesita adaptarse a su nuevo medio de crecimiento. La temperatura será de 18 a 22 °C y la ventilación de 1 metro cúbico de aire por hora y por kilogramo de sustrato.

2.3.1.6.7 Inducción

En esta fase, las bolsas que han terminado su periodo de incubación y que se encuentran totalmente invadidas por el hongo *P. ostreatus* (pastel debe tener una coloración blanca) se trasladan al lugar de fructificación. La aparición de primordios de cuerpos fructíferos requiere del manejo adecuado de los factores ambientales; la temperatura va de los 18 a los 23 °C; la humedad del aire debe ser del 80 al 95 %, se proporciona iluminación de 8 a 12 horas. Para que la luz permita que broten los hongos (o cuerpos fructíferos) y alcancen su madurez (Carvajal, 2010).

Para Ardón (2007), inducir la formación de primordios requiere una temperatura de 18-26 °C, humedad relativa de 85-95 % y ventilación continúa para que la circulación de aire fresco favorezca el descenso de la temperatura y la concentración de CO₂ ambiental. La iluminación

continúa para que la circulación de aire fresco favorezca el descenso de la temperatura y la concentración de CO₂ ambiental. La iluminación también debe modificarse de total oscuridad a 8-12 horas de iluminación por día. Dos o tres días después de la inducción, se forman pequeñas protuberancias aglomeradas llamadas primordios, los cuales crecen y expanden durante 5 a 6 días hasta formar los carpóforos.

En esta etapa, es necesario efectuar perforaciones mayores para que los hongos salgan a través de ellas. Los diferentes patrones de perforación de las bolsas pueden ser los siguientes:

- a) Perforaciones de sección circular: Se puede efectuar perforaciones de sección circular de 1 a 2 centímetros de diámetro con un elemento estéril como un cuchillo o sacabocado calentado al fuego, puesto al rojo y luego enfriado. El patrón se repite efectuando los cortes en línea.
- b) Cortes en cruz: Se realizan dos cortes perpendiculares de 3x3 centímetros, el patrón se repite efectuando cortes en línea.
- e) Cortes longitudinales parciales: Se puede cortar la bolsa en secciones de 3 a 5 centímetros de largo.
- d) Cortes longitudinales completos: Se pueden efectuar rasgaduras a lo largo de la bolsa en sentido vertical

- e) Cortes en tapa: Se puede cortar la parte superior de las bolsas, como si fuera una tapa, para obligar a los hongos a fructificar sólo por arriba.
- f) Remoción total de bolsas: Las bolsas pueden ser removidas en su totalidad dejando el substrato colonizado "desnudo" (Zarate, 2015).

2.3.1.6.8 Fructificación

Esta etapa es el inicio de la etapa netamente productiva. Aquí, los riegos son menos complejos y se puede lograr buenas cosechas manteniendo las condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Días después de estar en la sala de fructificación (previamente inducida) empieza a aparecer los primordios, es decir, los primeros cuerpos fructíferos. Cuatro días después, los primordios se han desarrollado bien, cubren la totalidad de la superficie de cada bolsa y estarán en madurez comercial, listos para ser cosechado (Zarate, 2015).

Pavlich y Chimey (1999) manifiestan que, para el desarrollo de cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, se debe tener una humedad relativa entre 85 a 90 %, con una temperatura promedio entre 10-21 °C y luz de 1000-1500 lux durante 8-12 horas diarias.

Para Cruz et al. (2010), la temperatura promedio para esta etapa es de 22 a 25 °C, con una humedad aproximada de 70 a 80 %. Los primordios aparecen aproximadamente ocho días después, se desarrollan completamente en seis o siete días alcanzando así su madurez comercial y un diámetro de 6 a 8 centímetros.

2.3.1.6.9 Cosecha

La cosecha es la fase en la cual se realiza la recolección de los cuerpos fructíferos. Comúnmente, se realiza de forma manual haciendo un movimiento de torsión sobre la base del estipe o utilizando una cuchilla estéril para evitar contaminaciones posteriores en los puntos del sustrato donde creció el hongo. Asimismo, la cosecha se divide en tres periodos, el primero en el cual se recoge el 50 % de la producción, el segundo en donde se recoge el 30 % y el tercer periodo solamente el 20 % de la producción. Habitualmente, en el cultivo de hongos no se recoge más de tres cosechas ya que la productividad es muy baja y el riesgo de contaminación es más frecuente (Hernández y López, 2005).

Para evaluar el rendimiento de las cosechas, se calcula la eficiencia biológica, que es una de las medidas más exactas, pues con este parámetro determinamos el porcentaje de hongos frescos obtenidos en relación con la materia seca del sustrato utilizado (Zarate, 2015).

2.3.1.7 Factores que afectan el crecimiento y fructificación

2.3.1.7.1 La temperatura

La temperatura afecta el metabolismo de las células. Influye tanto en la capacidad enzimática del organismo, como la fluidez de los lípidos de la membrana celular. La susceptibilidad a la temperatura no solo varía entre cepas, sino también para una misma cepa según la etapa de desarrollo, *P. ostreatus* crece en un rango de 0 a 32 °C con temperaturas óptimas de 26 a 28 °C (Ardón, 2007).

Para el desarrollo del micelio, se ha determinado que la temperatura óptima es de 20 a 25 °C. El desarrollo de los primordios se obtiene entre los 10 y 20 °C y la formación de los cuerpos fructíferos ocurre óptimamente entre los 13 y 16 °C (Tipán, 2016).

2.3.1.7.2 El pH

El micelio de *Pleurotus* mostrará un bajo crecimiento y una incubación defectuosa si el pH es superior a 7,0 o inferior a 5,0. Para el crecimiento de *Pleurotus*, se han citado rangos de crecimiento entre 4 y 7 de pH. Con un óptimo entre 5 y 6. Así, Zadrazil (1974) cita que los sustratos ácidos (pH 4) inhiben el desarrollo de *P. ostreatus* (Carvajal, 2010).

2.3.1.7.3 El sustrato

Un sustrato es conveniente para el crecimiento de un hongo, si contiene todos los requerimientos nutritivos en cantidad suficiente para que este sintetice sus metabolitos y tome de él la energía que requiere. El carbono es necesario para los hongos porque es la fuente directa de energía para su metabolismo; así mismo, es necesario para la formación de las diferentes partes y estructuras celulares, es el que requiere en mayores cantidades. El carbono puede ser utilizado por el hongo a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos, etc. *Pleurotus* es considerada de pudrición blanca, porque son capaces de degradar materiales ricos en lignina, celulosa y hemicelulosa. Los carbohidratos que se encuentran entre las fuentes de carbono preferidas por *Pleurotus* son la glucosa, manosa y la galactosa. La adición de aceites vegetales tiene un efecto benéfico para el crecimiento micelial de *P. ostreatus*. Los productos del hidrólisis de aceites (glicerol, ácidos grasos y saponinas) deprimen el crecimiento, pero la adición de triglicéridos y metil ésteres de ácidos grasos generalmente promueven el crecimiento. El contenido de humedad influye directamente sobre el desarrollo de los hongos porque afecta la disponibilidad de nutrientes. Así, los contenidos de humedad inferiores al 50 % no serán propicias y una humedad superior al 80 % tendrá un efecto negativo en el crecimiento de

Pleurotus. El contenido de humedad no solo afecta la disponibilidad de nutrientes en el sustrato, sino también la disponibilidad de oxígeno. En efecto, el agua ocupa espacios que pueden ser ocupados por el aire. A niveles excesivos esto se vuelve una limitante para la respiración del hongo (Sánchez & Royse, 2001).

Para Donado (2014), el sustrato puede ser difícilmente digerido si el contenido en agua es inferior al 55 %. Por encima del 70 %, la flora bacteriana es más activa, colonizando la película de agua de alrededor de cada paja y dejando mínimas esperanzas al micelio de *Pleurotus*.

El tamaño de partícula afecta el crecimiento y fructificación, porque se relaciona con la accesibilidad a los nutrientes, al agua y al aire por parte de las hifas del hongo. Los tamaños de partícula muy pequeños dificultan la aireación necesaria para la respiración y los tamaños muy grandes son inadecuados, porque dificultan la compactación del sustrato y el acceso del hongo a los nutrientes. Se recomiendan tamaños de partícula de 2-3 cm cuando se usa rastrojo de arroz para el cultivo de especies de *Pleurotus* (Sánchez y Royse, 2001).

2.3.1.7.4 Relación C/N

Los hongos del género *Pleurotus* pueden crecer con relaciones C/N entre 30 y 300, pero necesita una selectividad biológica (microbiota protectora y no competidora). La relación C/N óptima del sustrato depende de la fase en la que se encuentra el hongo, altas relaciones C/N favorecen el crecimiento del micelio y bajas relaciones favorecen el desarrollo de cuerpos fructíferos (Sánchez y Royse, 2001).

Sánchez (1994), citado por Cárdenas (2015, p. 52), expresa que Manu-Tawiah y Martin determinaron que la relación óptima para el crecimiento en medio líquido de *P. ostreatus* era 40:1. Por su parte, Hong en 1978, encontró que para la misma especie, una relación de 15,23 permitía una rápida formación de cuerpos fructíferos con bajos rendimientos, que una relación de 11,42 incrementaba los rendimientos pero que disminuía la formación de cuerpos fructíferos y que tomando en cuenta los dos aspectos (rendimiento y velocidad de formación), la relación óptima debía ser 30,46.

2.3.1.7.5 Humedad del aire

El contenido de humedad relativa es una de las condiciones más importantes. Durante la incubación la humedad relativa, debe mantenerse entre 65 y 70 % y durante el fructificación debe mantenerse entre 80 y 95

% humedades muy bajas retrasan el desarrollo de los cuerpos fructíferos, mientras que humedades muy altas favorecen el desarrollo de plagas o la formación de cuerpos fructíferos mucilaginosos y con sensación de humedad (Tipán, 2016).

2.3.1.7.6 Aireación]

Si la aireación es deficiente durante el recubrimiento y fructificación, los hongos ostra muestran un crecimiento atrofiado por el dióxido de carbono. Sin embargo, un exceso de ventilación produce grandes pérdidas de humedad y endurecimiento del sustrato. Es importante mantener los niveles de CO₂ en valores menores a 1 000 ppm para evitar pedicelos demasiado largos y sombreros minúsculos (Tipán, 2016).

Para el caso de *Pleurotus* spp., se ha notado que la concentración alta en CO₂ estimula la germinación de las esporas y el crecimiento micelial, pero inhibe el fructificación. Para *P. ostreatus*, obtiene una máxima estimulación de su crecimiento micelial cuando el aire contiene 28 % de CO₂ (Sánchez y Royse, 2001).

2.3.1.7.7 Luz

P. ostreatus requiere de oscuridad para el crecimiento micelial, pero no puede fructificar en oscuridad continua (Ardón, 2017). La iluminación

está en relación con la coloración durante el período de fructificación. Una iluminación reducida está asociada a una producción de cuerpos fructíferos baja, sin embargo, se requiere que dicha iluminación sea indirecta para evitar una reducción brusca de la humedad en el hongo. Si la luz es insuficiente el hongo toma una coloración blanquecina con troncos alargados (Tipán, 2016).

Para Donado (2014), las condiciones de escasez de luz permiten la producción de cuerpos fructíferos con forma de corneta, sombrero muy reducido y pie alargado y débil, los carpóforos pálidos no pigmentados aparecen cuando la intensidad luminosa se sitúa por debajo de 300 lux, 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.

2.3.2 Evaluación del rendimiento del cultivo

Entre las variables de evaluación al rendimiento del cultivo de *P. ostreatus* y en general de las setas comestibles, están: eficiencia biológica, tasa de producción variables fenológicas (precocidad y tiempo a cosecha), variables morfológicas (número de fructificaciones por bolsa y

medidas biométricas), además de las pérdidas del proceso (Benavides, 2013).

2.3.2.1 Eficiencia biológica y rendimiento

La eficiencia biológica (EB) es la variable que evalúa la calidad de los desechos lignocelulósicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles, la cual relaciona la producción de cuerpos fructíferos frescos con respecto a la masa sin humedad del sustrato en tanto que el rendimiento tiene en cuenta la masa de hongos frescos en relación a la masa de sustrato fresco. Las diferencias de EB encontradas en los materiales de cultivo se atribuyen a la disponibilidad de los nutrientes, por tal motivo algunas combinaciones de sustratos ofrecen mejores rendimientos (Benavides, 2013).

La calidad productiva de un sustrato se percibe como aceptable a partir de eficiencias biológicas de 50 % (Carvajal, 2010) y con un rendimiento superior al 10 % (Bermúdez, García & Mourlot, 2007).

2.3.2.2 Tasa de producción

Esta variable relaciona la eficiencia biológica y el tiempo en días para completar un ciclo del cultivo o periodo productivo (PP) a partir de la

siembra. Básicamente, indica el potencial productivo diario de un determinado hongo después de ser sembrado (Sánchez y Royse, 2002).

2.3.2.3. Variables fenológicas

La precocidad corresponde al tiempo transcurrido, desde la siembra de micelio hasta la aparición de los primordios; también es conocida como periodo siembra-primordio y presenta valores variables, dependiendo de la forma de propagación del micelio en el sustrato de crecimiento. El tiempo de cosecha es el periodo que transcurre desde la siembra de micelio hasta la cosecha de hongos. Las características bioquímicas de los sustratos pueden influir en la disminución de esta variable (Benavides, 2013).

2.3.2.4 Variables morfológicas

El número de fructificaciones (setas) por bolsa, se halla cuantificando el número promedio de setas obtenidas en cada bolsa productiva por cosecha. El número de racimos obtenidos es proporcional al número de setas, lo que puede atribuirse al mayor nivel de propagación del micelio en los sustratos. Respecto a las medidas biométricas, estas son: longitud del sombrero y longitud del estípite de los carpóforos (Benavides, 2013).

2.3.3 Residuos agroindustriales

2.3.3.1 Residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales son materiales en estado sólido o líquido que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización, y que ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico, de interés comercial y/o social (Saval, 2012).

2.3.3.2 Composición química de los residuos agroindustriales

Los materiales utilizados para el cultivo de *P. ostreatus*, están constituidos de compuestos lignocelulolíticos, los cuales están formados por celulosa y hemicelulosa enlazadas mediante lignina, un polímero aromático altamente oxigenado, con un esqueleto de fenilpropano que se repite. Sobre esta matriz se deposita una mezcla de compuestos de bajo peso molecular llamados extractivos que son sustancias que se encuentran presentes en las diferentes fibras vegetales, que no son carbohidratos, tales como ácidos grasos, terpenos, fenoles y resinas (Hernández y López, 2005).

2.3.3.3 Enzimas degradadoras de materiales lignocelulósicos

Los macromicetes de pudrición blanca, tal como *Pleurotus*, pueden producir variedad de moléculas degradadoras de materiales lignocelulósicos, entre las que se encuentran las enzimas celulolíticas, xilanolíticas y ligninolíticas. El complejo de enzimas celulolíticas consiste de tres enzimas hidrolíticas: endoglucanasa, exoglucanasa y β -glucosidasa, las cuales trabajan en forma sinérgica. Las zonas amorfas de la celulosa son atacadas inicialmente por la endoglucanasa, hidrolizando los enlaces glucosídicos β -1,4; generando múltiples sitios de ataque para la exoglucanasa, la cual actúa sobre los extremos no reductores de la cadena. Al mismo tiempo, la β -glucosidasa ejerce acción sobre la celobiosa o sobre pequeños oligómeros, produciendo moléculas de glucosa. Las enzimas xilanolíticas tienen la capacidad de degradar la hemicelulosa y su nombre varía de acuerdo a la composición del sustrato: las manasas degradan mananos, mientras que las xilanasas degradan xilanos. Se conocen tres enzimas ligninolíticas en los hongos causantes de pudrición blanca: lignin-peroxidasa (LiP), manganeso-peroxidasa (MnP) y lacasa. Esta última enzima es la más frecuente en los hongos de pudrición blanca (Benavides, 2013).

2.3.3.4 Principales residuos agroindustriales de Tacna

2.3.3.4.1 Coronta de maíz

Es el residuo producido luego de desgranar la mazorca de maíz, es decir, su tronco y se estima que por cada tonelada de maíz se obtienen 170 kg de coronta. Es un tejido esponjoso y blanco que representa la médula donde se almacenan las reservas alimenticias del cereal. Está compuesto en base seca por celulosa (45 %), hemicelulosa (35 %) y lignina (15 %) (Cruz, 2016).

De igual forma, se puede encontrar terpenos, resinas como grasas, ácidos grasos, alcoholes, taninos, hidratos de carbono de bajo peso molecular, carbonatos, oxalatos y minerales (Montiel y Romero, 2015).

2.3.3.4.2 Orujo de aceituna

El procesamiento de las aceitunas para obtener aceite, produce orujo y alpechín como subproductos. En la composición química general de los orujos, se pueden encontrar celulosa, lignina, sustancias nitrogenadas, lípidos, taninos y minerales. Los orujos brutos contienen cáscara del hueso en trozos, piel y pulpa molida de la aceituna, que contiene alrededor del 25 por ciento de agua y una pequeña cantidad de aceite que favorecen su rápida alteración. Los orujos agotados se diferencian por su

menor contenido de aceite y un bajo contenido de agua, ya que han sido deshidratados durante el proceso de extracción (Aparicio y Harwood, 2003).

Los orujos agotados parcialmente deshuesados están formados fundamentalmente por la pulpa (mesocarpio) y todavía contienen una pequeña proporción de cáscaras. Los orujos brutos son pobres en sustancias nitrogenadas y ricos en celulosa bruta y sustancias grasas. Su agotamiento con disolventes disminuye el contenido de sustancias grasas y aumenta relativamente el de otros componentes como materia orgánica, elementos minerales incluyendo el nitrógeno, fósforo y potasio. El deshuesado parcial por tamizado o por corriente de aire reduce el contenido de celulosa bruta (Aparicio y Harwood, 2003; Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]).

2.3.3.4.3 Orujo de uva

Los orujos son residuos sólidos, desechos del proceso de vinificación y que están compuestos por raspón, semillas y hollejos. En la composición química general de los orujos, están los constituyentes fenólicos, que comprenden, sobre todo, los ácidos fenólicos, los antocianos, los flavonoles, y las catequinas. Los hollejos de uva

corresponden a entre un 7-12 % del peso total de la baya y se componen principalmente de agua (78-80 %), ácidos orgánicos (0,8-1,6 %), taninos (0,4-3 %), antocianos (0-0,5 %), compuestos nitrogenados (1,5-2 %), minerales (1,5-2 %), ceras (1-2 %), sustancias aromáticas. Las semillas de la baya corresponden hasta un 6 % del peso total y están compuestas principalmente de agua (25-45 %), compuestos glucídicos (34-36 %), taninos (4-10 %), compuestos nitrogenados (4-6,5 %), minerales (2-4 %), lípidos (13-20 %) (Zúñiga, 2005).

CAPÍTULO III

MARCO FILOSÓFICO

Hay diversas investigaciones relacionadas con las actualmente emergentes, etnociencias, que se caracterizan por satisfacer el valor intrínseco de las entidades biológicas o científicas con una visión desde los conocimientos engendrados dentro de las comunidades tradicionales (Gonzales, 2014). En esta disciplina, existen diferentes enfoques epistemológicos en los que los estudios etnobiológicos pueden desarrollarse, uno de ellos es la etnomicología (Blanco et al., 2012).

Toda actividad de clasificación y conceptualización de las áreas de conocimiento en torno a la investigación etnomicológica es eminentemente un ejercicio intelectual. Así con frecuencia, no pueden desligarse del todo, temas biológicos de aspectos sociales, aunque asumimos que mientras los segundos son esencialmente una expresión cultural, los biológicos (en este caso, las características de los hongos y sus relaciones ambientales), constituyen elementos intrínsecos de estos organismos, a partir de los cuales se desarrolla el conocimiento tradicional como expresión cultural, influenciado por la cosmovisión, la historia y las

relaciones socioeconómicas de las comunidades. Saber que, a su vez, afecta indefectiblemente a las propiedades biológico-ecológicas de los hongos a través del tiempo (Estrada y Palacios, 2014).

En la historia, el uso de los hongos por parte del género humano ha sido permanente en un proceso coevolutivo que involucra la alimentación, la salud, el arte y las creencias religiosas o espirituales desde el Paleolítico. Para no ir más lejos, la medicina herbolaria china tiene registro del uso de hongos como tónico y medicina desde hace más de 2000 años. Los hongos han proporcionado al género humano alimento y medicina desde siempre, y también han restaurado paisajes deteriorados por causas naturales durante años (Hernández, 2008).

Cada pilar del desarrollo sostenible (económico, ecológico y social) tiene sus propios problemas, algunos de los cuales pueden ser solucionados mediante la microbiología aplicada y biotecnología de recursos naturales bajo principios bioéticos y ecoéticos; en otras palabras, la Fungicultura o cultivo de setas es una gran alternativa (Hernández, 2008).

Pauli (1996), autor del *Concepto de producción limpia y productividad Total*, citado por Hernández (2008, p. 8) establece un mecanismo de respuesta de carácter bioético y ecoético, en el que los residuos no son considerados como tales, sino más bien son considerados como insumos o materia prima para otro sistema productivo. La inadecuada disposición de los residuos agroindustriales ocasiona la pérdida de abundantes nutrientes, que pueden ser recuperados por los hongos carnosos y reincorporados en los diferentes niveles tróficos, mejorando su eficiencia energética. Los residuos agroindustriales ricos en lignocelulosa son el sustrato ideal para el cultivo de setas u hongos carnosos nutraceuticos.

El cultivo de hongos o setas, visto tanto como arte y como ciencia, tal como el puente de Potter entre las humanidades y las ciencias, es un mecanismo para romper viejos paradigmas que han perdido vigencia en el nuevo milenio; alternativamente, los hongos pueden ofrecer una solución a los problemas ambientales, sociales, económicos, alimenticios, etc., con grandes implicaciones bioéticas y ecoéticas para la calidad de vida humana y la salud de todo el planeta. Teniendo en cuenta las necesidades creadas por la problemática, la solución está en la implementación de esta biotecnología, puesto que se tienen las materias

primas permanentemente a disposición, junto con las condiciones ambientales apropiadas, lo cual se convierte en una alternativa de producción limpia y productividad total que aprovecha racionalmente los residuos y no genera emisiones contaminantes, sin embargo, debe fortalecerse la socialización del tema del cultivo de hongos comestibles en el común de la gente mediante charlas que permitan exponer las propiedades nutracéuticas de los hongos, para que las comunidades apliquen los principios bioéticos y ecoéticos manifiestos de forma autónoma, autoorganizativa, cooperativa, para generar beneficencia en una demostración de economía solidaria al producir su propio alimento sano, manejando racionalmente los residuos de cosechas, con precaución y responsabilidad ambiental, de forma que se garantice la continuidad de la vida, con calidad, en todas sus manifestaciones (Hernández, 2008).

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en dos etapas, una etapa *in vitro* y una etapa productiva. La etapa *in vitro* se realizó dentro del laboratorio de Biotecnología vegetal y la etapa productiva en un ambiente adecuado ubicado fuera del laboratorio de Biotecnología vegetal. Ambos ambientes están ubicados en el fundo los Pichones y pertenecen a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, en la ciudad de Tacna, con la siguiente ubicación en coordenadas: latitud sur 17°59'38", longitud oeste 74°14'22", altitud 550 m.s.m (Googlemaps).

4.2 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación está basado en un estudio experimental comparativo que busca encontrar el mejor residuo agroindustrial de la zona para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, teniendo en cuenta las variables de evaluación de rendimiento del hongo en estudio. En la

experimentación, se realizó un montaje de 3 tratamientos (sustratos) a base de tres residuos agroindustriales diferentes (orujo de uva, orujo de aceituna y coronta de maíz), con 1 tratamiento de cultivo control con la paja de maíz, haciendo un total de 4 tratamientos con siete repeticiones en cada uno haciendo un total de 28 unidades experimentales distribuidas completamente al azar. Cada tratamiento se mantuvo bajo condiciones ambientales controladas y asegurándose que estuvieran libres de contaminación. En la figura 1, se muestra el diseño experimental de la investigación.

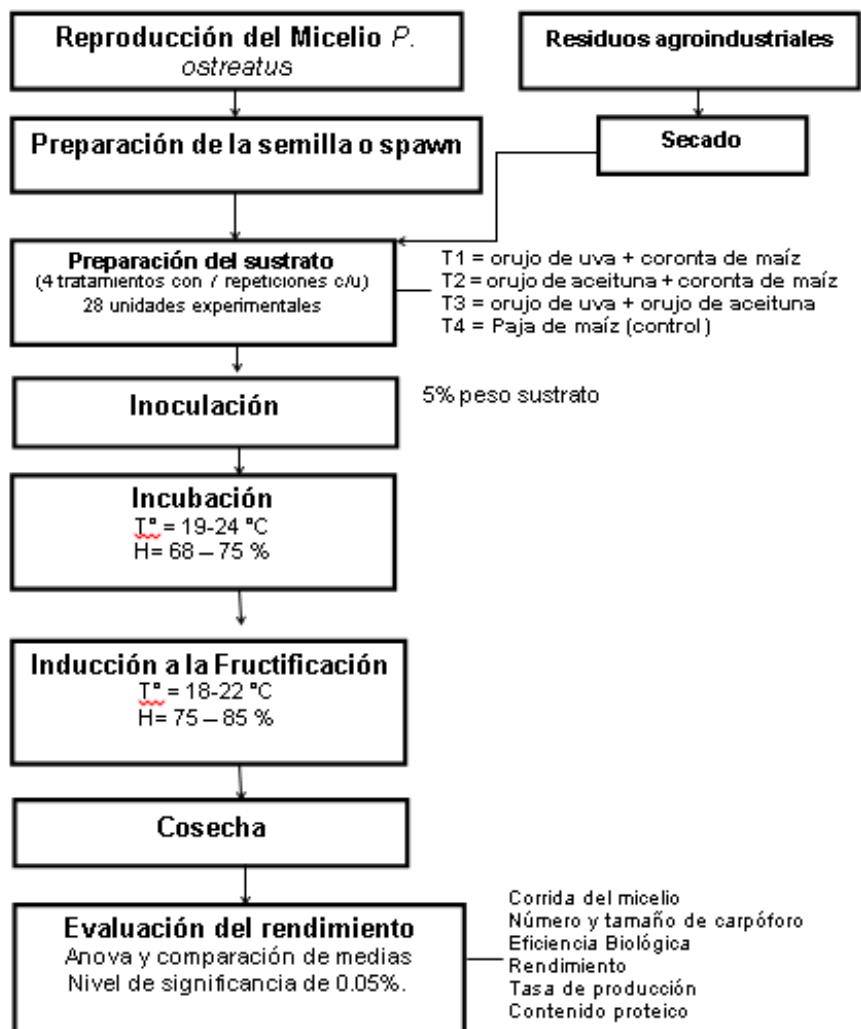


Figura 1. Diseño experimental de la Investigación

Fuente: Elaboración propia

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.3.1 Población

Estuvo formado por 28 unidades experimentales constituidas por 4 tratamientos, con 7 repeticiones por cada tratamiento, distribuidas completamente al azar. Cada unidad experimental consistió en una bolsa de polipropileno conteniendo 1,5 kg de sustrato húmedo que fueron inoculadas con el 5 % de semilla por peso sustrato.

4.3.2 Muestra

4.3.2.1 Muestra biológica

Cepa de *Pleurotus ostreatus*, obtenida de la empresa Perú Mushroom C y T S.A.

4.3.2.2 Sustratos

Se trabajó con tres sustratos (tratamientos) diferentes y un sustrato control utilizando residuos agroindustriales para su preparación, las cuales están descritos en la tabla 4 y tabla 5.

Tabla 4*Residuos agroindustriales utilizados en la preparación de los sustratos*

Residuo Agroindustrial	Procedencia
Orujos de uva	Bodegas vitivinícolas de Pocollay.
Orujos de aceituna	Plantas de aceite de oliva de Magollo.
Coronta de maíz	Pachía.
Paja de maíz	Pachía.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5*Sustratos (tratamientos) preparados con residuos agroindustriales para el cultivo de *P. ostreatus**

TRATAMIENTO	SUSTRATO	PROPORCIÓN
T1	1 kg Orujo de uva + 0,5 kg Coronta de maíz	2:1
T2	1 kg Orujo de aceituna + 0,5 kg Coronta de maíz	2:1
T3	0,75 kg Orujo de uva + 0,75 kg Orujo de aceituna	1:1
T4 (control)	Paja de maíz	1

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.3 Materiales, equipos e insumos

4.3.2.3.1 Materiales

- Placas petri.
- Tubos de ensayo.
- Matraz Erlenmeyer.

- Costales de plástico.
- Bagueta.
- Bolsas plásticas de polipropileno 5 x 10 y 10 x 15 cm.
- Cintas indicadoras de esterilidad.
- Algodón.
- Papel Kraft.
- Hilo pabilo.
- 2 estantes metálicos.
- Material de protección (máscara, mandil, guantes).
- Material de cocina (olla, cernidor, cuchara).
- Material de escritorio (cuaderno, papel bond, lapiceros, lápiz, etc.).
- Fluorescentes.
- Temporizador de encendido y apagado.
- Frasco rociador de 2 l.
- Papel absorbente.
- Bandejas.
- Cocina eléctrica.
- Regla metálica.

4.3.2.3.2 Equipos

- Balanza de precisión digital marca Ocampo.

- Balanza analítica Ohaus modelo 210.
- Refrigerador Inresa.
- Autoclave Oll American y Quimis.
- Cámara de flujo laminar Faster modelo QBN.
- Estufa Biobase.
- Horno microondas LG.
- Incubadora Fisher.
- Aire acondicionado Khor.
- Termómetro ambiental de pared.
- Anemómetro 5 en 1 marca Lutron Modelo LM8010.
- Medidor de pH de suelos marca Lutron Modelo PH2268.
- Cámara fotográfica Canon.

4.3.2.3.2 Insumos

- Medio de cultivo (PDA).
- Granos de trigo.
- Carbonato de calcio.

4.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables e indicadores que se evaluaron se describen en el siguiente cuadro

Operacionalización de las variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES
Variable dependiente: Rendimiento del cultivo <i>P. ostreatus</i>	Corrida del micelio (día) Número de cuerpo fructífero (unid.) Tamaño del cuerpo fructífero (cm) Eficiencia biológica (%) Tasa de producción (%) Rendimiento (%) Determinación de proteínas (%)
Variable independiente: Aplicación de los sustratos a base de residuos agroindustriales	Características físico-químico de los sustratos.

Fuente: Elaboración propia

4.5 Técnicas e instrumentos para recolección de datos

4.5.1 Metodología

Para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* se utilizó la técnica empleada por Pavlich- Chimey (1999).

4.5.1.1 Reproducción del micelio de *P. Ostreatus*

- Para multiplicar el micelio de *Pleurotus ostreatus*, se utilizó la cepa del hongo, obtenida de la empresa Perú Mushroom C y T S.A.

- Se preparó en un matraz erlenmeyer, 300 ml de Agar papa dextrosa (PDA), para lo cual se necesitó 9,75 g de PDA. Se tapó con algodón, se envolvió con papel Kraft y se sujetó con pabilo. Se llevó a esterilizar en la autoclave a una temperatura de 121 °C, a 15 libras de presión durante 30 minutos. Para determinar la eficiencia de la autoclave, se colocó una cinta indicadora de esterilidad en su interior.
- Una vez que el agar PDA fue esterilizado se dejó enfriar a 50 °C y se agregó 0,5 g de antibiótico (Oxitetraciclina) y se procedió a verter el medio en 10 placas Petri hasta que solidifiquen.
- Para la siembra, se procedió colocar 0,5 cm de micelio del hongo y se procedió a inocular la cepa en las placas Petri preparadas anteriormente.
- Este proceso se realizó en condiciones asépticas, dentro de una cámara de flujo laminar y mechero prendido, donde se aplicó alcohol al 70 % y 10 minutos de luz UV.
- Las placas Petri inoculadas fueron colocadas en una incubadora a una temperatura de 25 °C en oscuridad hasta la invasión completa del micelio en la placa.

- Durante la incubación, las placas Petri fueron revisadas periódicamente para observar su crecimiento y determinar posibles contaminantes.
- La invasión completa del micelio en la placa ocurrió entre 15 a 20 días.



Figura 2. Reproducción del micelio de *P. ostreatus*

Fuente: Elaboración propia

- Laboratorio de Biotecnología Vegetal – área de siembra.
- Cepa de *P. ostreatus*.
- Reproducción del micelio.
- Incubación.
- Crecimiento micelial en placa.

4.5.1.2 Preparación de la semilla o spawn

- Para preparar la semilla, se utilizó como sustrato grano de trigo entero, el cual fue limpiado manualmente, eliminando impurezas.
- En seguida, fueron cocidos en agua (1kg de grano de trigo por cada 1,5 L de agua) durante 25 minutos aproximadamente a fuego lento, cuidando que los granos no se rompan.
- Luego los granos cocidos se dejaron reposar, escurrir y orear hasta alcanzar una humedad del 50 %. Se consideró una humedad correcta cuando los granos se cogieron sin mojar las manos.
- Los granos de trigo se mezclaron con 3,5 g de carbonato de calcio (CaCO_3) con el propósito de disminuir la acidez y servir como fuente de calcio y 13 g de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) para que los granos no se peguen unos a otros; cantidades usadas para preparar un kilogramo de trigo.
- Se colocaron 150 g de trigo cocido ya preparado en bolsas de polipropileno de 5 x 10 cm, se selló con un tapón de algodón y se sujetó con pabilo para facilitar el intercambio gaseoso.
- Se llevó a esterilizar en la autoclave a una temperatura de 121 °C, a 15 libras de presión durante 30 minutos. Para determinar la eficiencia de la autoclave, se colocó una cinta indicadora de esterilidad en su interior.

- Una vez alcanzado la temperatura ambiente, se procedió a inocular con el micelio de *P. ostreatus* contenidos en las placas Petri con agar PDA.
- Para la inoculación, se procedió a cortar el micelio de *P. ostreatus* crecido en las placas petri en cuadrados de aproximadamente 1,5 cm, introduciéndolos luego en las bolsas con los granos de trigo. Se inocularon 4 bolsas de semilla de 150 g por cada placa de micelio de *P. ostreatus*.
- Este proceso se realizó en condiciones asépticas, dentro de una cámara de flujo laminar, donde se aplicó alcohol al 70 % y 10 minutos de luz UV y con mechero prendido.
- Finalmente se llevó a incubar a una temperatura de 25 °C en oscuridad hasta la invasión completa del micelio al grano. Las bolsas inoculadas fueron agitadas cada cuatro días para garantizar la colonización completa y homogénea.
- La invasión completa del micelio en los granos de trigo ocurrió entre 15 a 20 días.



Figura 3. Pasos de la preparación de la semilla o spawn

Fuente: Elaboración propia

- a. Cocinado, reposado, escurrido y oreado de la semilla.
- b. Pesado y envasado de la semilla.



Figura 4. Pasos de la inoculación del micelio en semilla

Fuente: Elaboración propia

- c. Reproducción del micelio en la semilla.
- d. Crecimiento micelial en granos de trigo (semilla).

4.5.1.3 Preparación del sustrato

4.5.1.3.1 Adecuación y deshidratación de los residuos

- Los residuos agroindustriales utilizados fueron: orujo de uva, orujo de aceituna, coronta de maíz y paja de maíz. Estos residuos fueron seleccionados y sometidos a un proceso de deshidratación.
- Para los orujos de uva y aceituna, se realizó un proceso de fermentación por 7 días, donde se colocaron los orujos apilados sobre una lámina de plástico y en sombra, empezando a voltear al tercer día de iniciado la fermentación. Luego de los 7 días, se procedió a secar directamente al sol hasta que se vieron físicamente secos.
- Para la coronta y paja de maíz, se secaron directamente al sol por 7 días hasta que se vieron físicamente secos. Luego fueron cortados con un machete a un tamaño entre 2-3 cm.
- Se embolsó 1 kg de cada uno de los residuos para llevarlos al laboratorio para determinar su composición química, el resto fue embolsado y almacenado para ser usados en la preparación de los sustratos.



Figura 5. Adecuación y deshidratación de los residuos
Fuente: Elaboración propia

- a. Picado de paja y coronta de maíz.
- b. Secado de los residuos.

4.5.1.3.2 Composición química de los residuos

Los residuos fueron llevados al laboratorio de Suelos de la Universidad Agraria la Molina para su respectivo análisis químico, como lo muestra la tabla 6 y tabla 7

Tabla 6

Composición química del orujo de uva y orujo de aceituna

Composición química	RESIDUO AGROINDUSTRIAL	
	Orujo de uva	Orujo de aceituna
pH	4,0	5,01
C %	50,88	49,71
N %	2,02	1,5
M.O %	87,71	85,7
P2O5 %	0,69	0,19
K2O %	2,55	1,01
CaO %	0,96	0,53
MgO %	0,22	0,09
Hd %	8,61	8,19
Na %	0,14	0,14

Fuente: Laboratorio de Suelos. UNALM (2017).

Tabla 7

Composición química de la coronta y paja de maíz

Composición química	RESIDUO AGROINDUSTRIAL	
	Coronta de maíz	Paja de maíz
C %	55,8	49,85
N %	0,97	1,37
M.S %	90,64	91,87
P %	0,17	0,16
K %	1,12	2,51
Ca%	0,04	0,35
Mg %	0,07	0,16
S %	0,09	0,18
Na %	0,02	0,05
Zn ppm	47	73
Cu ppm	5	7
Mn ppm	12	124
Fe ppm	83	1157
B ppm	6	47

Fuente: Laboratorio de Suelos. UNALM (2017).

4.5.1.3.3 Mezcla de los residuos para la preparación de los sustratos.

- Se procedió a realizar la mezcla de los residuos en las proporciones correspondientes para la preparación de los cuatro sustratos.
- Cada mezcla fue homogenizada y humedecida, remojándolos en agua por 24 horas, luego se dejó escurrir por 5 horas, sin exponerse directamente al sol, donde de manera práctica, se comprobó la humedad adecuada, cogiendo el sustrato con la mano y no escurriendo agua, quedando solo húmedo.
- Después el oreado, se ajustó el pH a valores entre 5,5 – 6,5 con carbonato de calcio para cada mezcla.

- Se procedió a llenar 1,5 kg de cada uno de los sustratos en bolsas de polipropileno de 10 x 15 cm. Se cerraron con tapones de algodón y se sujetaron con pabilo para facilitar el intercambio gaseoso.
- Fueron 7 bolsas por cada sustrato, haciendo un total de 28 bolsas con sustrato.
- Paralelo se tomó el peso húmedo del sustrato embolsado, se hizo secar en una estufa a 60 °C y se anotó el peso seco para determinar la humedad inicial del sustrato.
- Se llevó los sustratos embolsados a esterilizar en la autoclave a una temperatura de 121 °C, a 15 libras de presión durante dos horas. Para determinar la eficiencia de la autoclave, se colocó una cinta indicadora de esterilidad en su interior.
- Se calculó la relación C/N de cada uno de los sustratos a partir de los residuos agroindustriales.
- En la tabla 9, se describe las características de los sustratos.

Tabla 8

Características de los sustratos preparados a base de residuos agroindustriales

TRATAMIENTO	SUSTRATO	pH	HUMEDAD %	C/N
T1	1 kg Orujo de uva + 0,5 kg Coronta de maíz	5,9	68	31,4:1
T2	1 kg Orujo de aceituna + 0,5 kg Coronta de maíz	5,8	66	39:1
T3	0,75 kg Orujo de uva + 0,75 kg Orujo de aceituna	6,1	65	28,6:1
T4 (control)	Paja de maíz	6,2	71	36,4:1

Fuente: Elaboración propia.

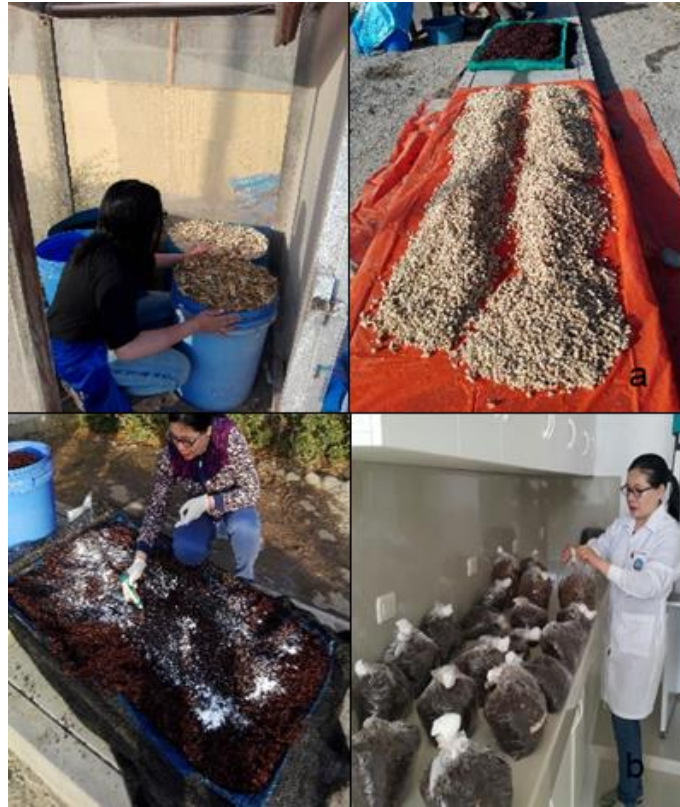


Figura 6. Preparación de los sustratos

Fuente: Elaboración propia

- a. Remojado en agua y escurrido.
- b. Ajuste de pH y rotulado.

4.5.1.4 Inoculación de la semilla

- La tasa de inoculación fue calculada al cinco por ciento del peso húmedo del sustrato.
- La inoculación se realizó sembrando 75 g de semilla (granos de trigo con micelio) por cada bolsa de 1,5 Kg de sustrato evaluado.

- Este proceso también se llevó a cabo en condiciones asépticas dentro de una cámara de flujo laminar, donde se aplicó alcohol al 70 % y 10 minutos de luz UV y con mechero prendido.



Figura 7. Inoculación de la semilla a los sustratos
Fuente: Elaboración propia

4.5.1.5 Incubación

- La incubación se realizó en un cuarto cerrado, sin iluminación en condiciones controladas de temperatura del ambiente y humedad relativa. Para mantener la temperatura, se instaló un equipo de aire acondicionado y para mantener la humedad se realizó riegos diarios del ambiente en pisos y paredes.
- La temperatura del ambiente y la humedad relativa fueron medidos con un anemómetro multipropósito (Figura 8) registrando un promedio de temperatura entre 19 °C a 24 °C y un rango de humedad relativa entre 68–75 %.

- Los sustratos inoculados fueron colocados en anaqueles a una distancia de 5 cm entre sustrato y sustrato y distribuidos al azar en cada uno de los anaqueles, de tal manera que se encontraran bajo las mismas condiciones ambientales de cultivo y completar la colonización del micelio de *P. ostreatus*.
- En esta etapa, se mantuvieron prácticas de higiene al ingresar a la sala de incubación: desinfección de la planta de los zapatos con hipoclorito de sodio al 1 %, lavado de manos y desinfección con alcohol al 70° y uso de guardapolvo.
- La fase de incubación se completó en diferentes días para cada sustrato, hasta observar una coloración blanca en todo el sustrato, lo que indica que el micelio lo ha colonizado por completo, esto ocurrió entre 17 a 24 días (Figura 9).



Figura 8. Anemómetro multipropósito



Figura 9. Incubación del micelio de *P. ostreatus* en los sustratos

4.5.1.6 Inducción y fructificación

- Esta etapa consistió en establecer condiciones ambientales de temperatura, humedad, fotoperiodo y ventilación para inducir la formación de los primordios y el desarrollo de los cuerpos fructíferos.
- Para mantener la temperatura y ventilación, se instaló un equipo de aire acondicionado, para mantener la humedad se realizó riegos diarios del ambiente en pisos y paredes, y se instalaron fluorescentes con un temporizador que controlaba el encendido por 12 horas diarias de la luz.
- La temperatura del ambiente, la humedad relativa, la ventilación y la luz fueron medidos con un anemómetro multipropósito registrando un promedio de temperatura entre 18 °C a 22 °C, un rango de humedad relativa entre 75 – 85 %, una iluminación de 700 a 1000 lux/hora durante 12 horas al día.

- Los sustratos con micelio fueron colocados en anaqueles a una distancia de 20 cm entre sustrato y sustrato y distribuidos al azar en cada uno de los anaqueles, de tal manera que se encontraran bajo las mismas condiciones ambientales de cultivo. En seguida, se realizaron seis cortes longitudinales parciales de tres centímetros de largo separados de 10 centímetros unos de otros con un bisturí desinfectada con alcohol al 96 % en cada corte.
- Se realizaron riegos con un atomizador de rocío fino en cada bolsa, dos veces al día hasta la aparición de los primeros primordios.
- Los primordios aparecieron a partir de los 4 a 8 días de la inducción en el tratamiento 1 (orujo de uva + coronta de maíz), de 9 a 13 días en el tratamiento 2 (orujo de aceituna + coronta de maíz), de 3 a 4 días en el tratamiento 3 (orujo de uva + orujo de aceituna) y de 4 a 5 días en el tratamiento 4 (control: paja de maíz).
- Una vez que aparecieron los primordios, se suspendió el riego de rocío sobre los sustratos hasta el momento de su cosecha, los riegos a las paredes y piso del ambiente continuaron para mantener las condiciones de humedad.
- En esta etapa, también se mantuvieron prácticas de higiene al ingresar a la sala de fructificación: desinfección de la planta de los

zapatos con hipoclorito de sodio al 1 %, lavado de manos y desinfección con alcohol al 70° y uso de guardapolvo.

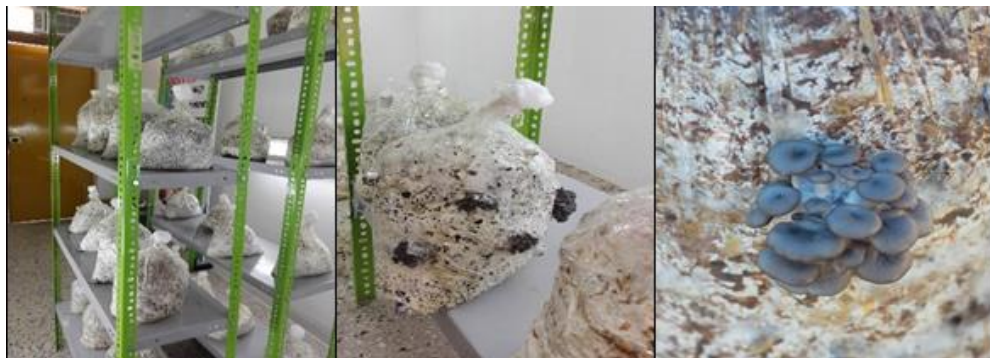


Figura 10. Formación de primordios



Figura 11. Formación de cuerpos fructíferos

4.5.1.7 Cosecha

- Se procedió a cortar los cuerpos fructíferos (basidiocarpos) previa desinfección de las manos con alcohol de 96° y el uso de guantes.

- La cosecha se hizo con los dedos de la mano girando levemente hasta retirarlos de la bolsa.
- Este procedimiento se realizó tres veces por cada cosecha para cada tratamiento.
- Los cuerpos fructíferos cosechados fueron pesados en una balanza, valor que fue registrado como peso fresco en gramos.
- Dependiendo las variables de evaluación, se tomaron los datos correspondientes.

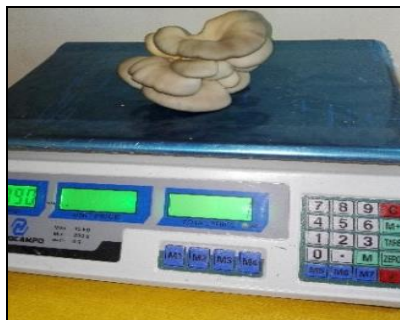


Figura 12. Pesado de los cuerpos fructíferos

4.5.1.8 Parámetros de evaluación

Los parámetros de evaluación fueron los siguientes:

- **Tiempo de corrida del micelio:** Se midió el tiempo en días hasta que el hongo haya colonizado completamente el sustrato, evidenciado con el cambio de color a blanco y la compactación del sustrato.

- **Número de hongos producidos:** Se determinó el número de hongos cosechados por bolsa en promedio en cada sustrato a partir de las tres cosechas.
- **Tamaño del basidiocarpo:** Se llevó a cabo por medio de la medición del diámetro del sombrero del basidiocarpo en centímetros.
- **Eficiencia Biológica (EB):** Esta variable relaciona el peso fresco de hongos producidos y el peso seco de sustrato empleado expresada en porcentaje. La eficiencia biológica fue calculada individualmente para cada tratamiento a partir del peso total de la producción, incluido las tres cosechas y sus siete repeticiones. Los valores de eficiencia biológica se calcularon con la siguiente fórmula:

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

- **Tasa de producción (TP):** Esta variable relaciona la eficiencia biológica y el tiempo en días para completar un ciclo del cultivo a partir de la siembra en el sustrato. La tasa de producción expresada en porcentaje se calculó individualmente para cada tratamiento, incluido las tres cosechas y sus siete repeticiones registrando los valores obtenidos de la eficiencia biológica y el número de días que se necesitó para completar

su periodo productivo a partir de la siembra. Los valores de la tasa de producción se calcularon con la siguiente formula:

$$TP = \frac{\text{Eficiencia biológica (EB)}}{\text{Tiempo de Producción (días)}}$$

- **Rendimiento (R):** Se determina en porcentaje. Es la relación entre el peso fresco de hongos producidos y el peso húmedo de sustrato utilizado. El rendimiento fue calculado individualmente para cada tratamiento a partir del peso total de la producción, incluido las tres cosechas y sus siete repeticiones. Los valores de rendimiento se calcularon con la siguiente fórmula:

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

- **Determinación de proteínas:** Se tomaron muestras de basidiocarpos de las tres cosechas de cada tratamiento, haciendo un total de cuatro muestras. La determinación de proteínas se realizó mediante el método de Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984) en el laboratorio de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María.

4.5.1.9 Procesamiento y análisis de datos

Se calculó el promedio y la media total de los datos obtenidos. Se aplicó un análisis de varianza de un solo factor y comparación múltiple de medias (< 0.05) utilizando el programa estadístico SPSSv25. Para el análisis de varianza, se utilizó el método de transformación raíz cuadrada (\sqrt{Y}), para estandarizar los datos. Los promedios de los datos obtenidos se utilizaron con la prueba de comparaciones múltiples.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. RESULTADOS

Este capítulo tiene como finalidad presentar el proceso que conduce a la demostración de la hipótesis; luego de aplicar los instrumentos de recolección de datos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9

Promedio de tiempo de corrida de micelio (días) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	22	18	20	21	
2	20	18	19	21	
3	21	17	19	24	
4	20	17	19	22	
5	20	19	20	21	
6	20	19	20	23	
7	20	17	20	24	
Promedio	20	18	20	22	20

*: Incluidas las tres cosechas para cada tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 9 y la figura 13, se observa el promedio de tiempo de corrida de micelio en días de *P. ostreatus* obtenido de las tres cosechas en los cuatro tratamientos evaluados, cada tratamiento con siete repeticiones.

Los resultados muestran que el menor tiempo de corrida de micelio se dio en el tratamiento T2 que fue de 18 días, luego le sigue los tratamientos T1 y T3 donde el tiempo de corrida del micelio fue de 20 días y, finalmente, el T4 (control) con 22 días.

Se hizo los supuestos de un anova paramétrico, en la cual no cumplieron los supuestos, por lo que se aplicó un anova no paramétrico Kruskal Wallis.

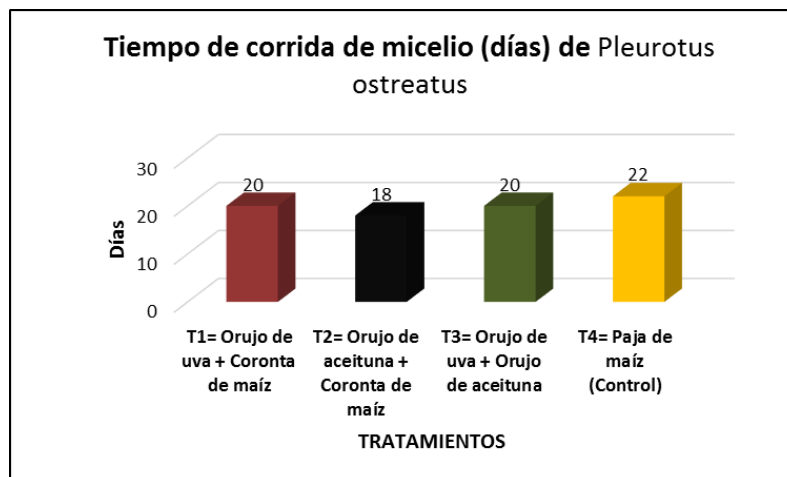


Figura 13. Promedio de tiempo de corrida de micelio (días) de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

*Prueba de Kruskal-Wallis para el tiempo de corrida de micelio (días) de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados*

ANOVA NO PARAMETRICA		
Tratamientos	N° de repeticiones	Rango promedio
T1	7	17,29
T2	7	4,43
T3	7	12,00
T4	7	24,29
Total	28	
	Chi-cuadrado	22,830
	Grados de libertad	3
	Media	4,4715
	Desv. Desviación	0,20621
	Sig.	0,000
	C.V	4,61 %

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En esta tabla, se observa los resultados de análisis de varianza, donde el tiempo de corrida de micelio del hongo *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos son significativamente diferentes. El coeficiente de variación fue de 4,61 %. Al obtener diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Mann Whitney a un nivel de significancia de 0,05%.

Tabla 11

Comparación de los tratamientos evaluados con la prueba de Mann Whitney para el tiempo de corrida de micelio (días) de Pleurotus ostreatus

Comparación múltiple		Significancia		
		Tiempo de corrida en días		
Tratamientos	N° de repeticiones	1	2	3
T1	7	20		
T2	7		18	
T3	7	20		
T4	7			22
Total	28			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Estos resultados indican que el tiempo de corrida de micelio de *P. ostreatus* producidos en los tratamientos T1 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí. El tratamiento T2 sí presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4. El tratamiento T4 (control) también presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T2 y T3.

El tratamiento T2 tuvo el valor promedio de 18 días, siendo el menor tiempo de corrida de micelio de *P. ostreatus*. En los tratamientos T1 y T3, se obtuvieron valores promedio de 20 días. El Tratamiento T4 (control) tuvo el mayor tiempo con un valor promedio de 22 días de tiempo de corrida de micelio.

Tabla 12

Promedio de números de hongos de Pleurotus ostreatus producidos en los tratamientos evaluados

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	48	31	55	43	
2	48	26	57	54	
3	39	33	64	35	
4	70	28	60	49	
5	45	28	42	46	
6	47	29	38	51	
7	60	24	36	45	
Promedio	51	28	50	46	43,8

*: Incluidas las tres cosechas para cada tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 12 y la figura 14, se observa el promedio de número de hongos de *P. ostreatus* obtenidos de las tres cosechas en los cuatro tratamientos evaluados, cada tratamiento con siete repeticiones.

Los resultados muestran que, en el tratamiento T1, se obtuvo el valor de 51 en número de hongos, siendo el más alto, luego le sigue el tratamiento T3 y T4 (control) con valores de 50 y 46 respectivamente. El valor más bajo se dio en el tratamiento T2 con 27 en número de hongos.

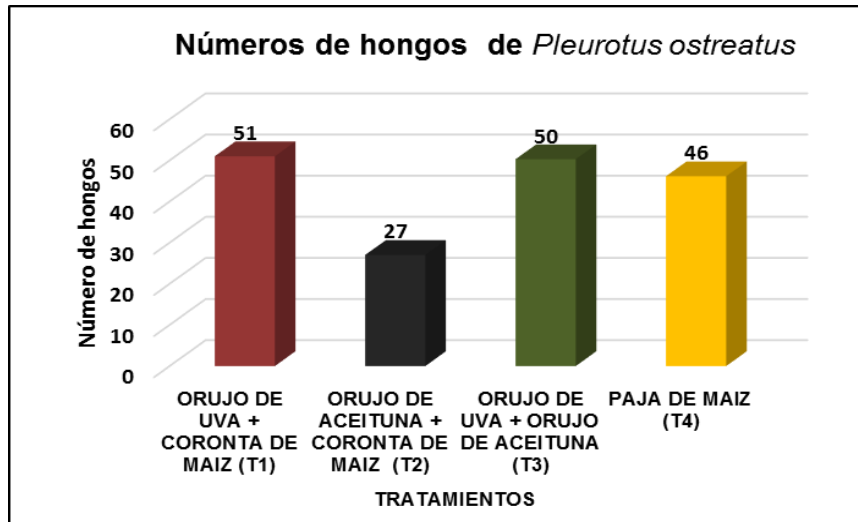


Figura 14. Promedio de números de hongos de *Pleurotus ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos evaluados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

*Análisis de varianza para el promedio de números de hongos de *Pleurotus ostreatus* producidos en los tratamientos evaluados*

ANOVA de un factor					
Coefficiente de variación: 9,2 %					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	14,817	3	4,939	13,497	0,000
Error	8,782	24	0,366		
Total	23,599	27			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En esta tabla, se observa que los resultados de análisis de varianza del número de hongos de *P. ostreatus* producidos en los cuatro sustratos (tratamientos) son significativamente diferentes. El coeficiente de variación es de 9,2 %. Al obtener diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 0,05 %.

Tabla 14

*Prueba de Tukey para el promedio de números de hongos producidos de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados*

TRATAMIENTOS	N° de repeticiones	Significancia	
		Promedio N° hongos	
		1	2
T2	7	27	
T4	7		46
T3	7		50
T1	7		51
Sig.		1,000	0,737

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la prueba de Tukey con un nivel de confianza al 95 %, el número de hongos producidos en los tratamientos T1, T3 y T4 (control) no presentaron diferencias significativas entre sí. El número de hongos producidos en el tratamiento T2 presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4.

Los tratamientos T1, T3 y T4 (control) tuvieron los valores más altos con 51, 50 y 46 respectivamente de número de hongos de *P. ostreatus*. El tratamiento T2 obtuvo el valor más bajo con 27 de número de hongos.

Tabla 15

Número total del tamaño de basidiocarpos (%) de *Pleurotus ostreatus* agrupados en intervalos en los tratamientos evaluados

Hongo	Tamaño de Basidiocarpos (cm)	TRATAMIENTO*							
		T1= Orujo de uva + Coronta de maíz		T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz		T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna		T4= Paja de maíz (Control)	
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
<i>P. ostreatus</i>	[0-2)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	[2-4)	6	1,7	0	0,0	6	1,7	9	2,8
	[4-6)	164	45,9	85	42,7	170	48,3	143	44,3
	[6-8)	130	36,4	78	39,2	120	34,1	105	32,5
	[8-10)	50	14,0	23	11,6	44	12,5	36	11,1
	[10-12)	7	2,0	10	5,0	8	2,3	13	4,0
	[12-14]	0	0,0	3	1,5	4	1,1	17	5,3
Total	357	100	199	100	352	100	323	100	

*: Incluidas las tres cosechas y siete repeticiones para cada tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En esta tabla, se observa el número total de basidiocarpos de *P. ostreatus* agrupados según tamaño en rangos de 2 cm con su porcentaje correspondiente, obtenidos de las tres cosechas en los cuatro tratamientos evaluados, cada tratamiento con siete repeticiones.

Los resultados muestran que el mayor porcentaje en tamaño de basidiocarpos de *P. ostreatus* fue de 5 a 6 cm, en los tratamientos T1, T2,

T3 y T4(control) con 45,9 %, 42,7 %, 48,3 % y 44,3 % respectivamente. Luego le siguen el tamaño de 7 a 8 cm, también en los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) con porcentajes de 36,4 %, 39,2 %, 34,1 % y 32,5 % respectivamente.

El tamaño de basidiocarpos de *P. ostreatus*, en el tratamiento T1, estuvo en el rango de 3 a 12 cm, mientras que, en los tratamientos T2, T3 y T4, los tamaños estuvieron en el rango de 3 a 14 cm. El tratamiento T4 (control) tuvo el mayor porcentaje de tamaño de 13 a 14 cm en comparación con los tratamientos T2 y T3 con 5,3 %.

Tabla 16

Promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	5,2	5,7	5,9	5,6	
2	5,2	5,6	5,5	5,9	
3	6,4	6,5	5,6	6,0	
4	6,1	6,0	6,1	6,9	
5	5,3	6,1	6,9	6,0	
6	5,9	5,9	4,9	4,6	
7	6,2	6,8	6,4	6,3	
Promedio	5,8	6,1	5,9	5,9	5,9

*: Incluidas las tres cosechas

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 16 y la figura 15, se observa el promedio del tamaño de basidiocarpos de hongos de *P. ostreatus* obtenidos de las tres cosechas en los cuatro tratamientos evaluados, cada tratamiento con siete repeticiones. Los resultados muestran que el promedio del tamaño de basidiocarpos en el tratamiento T2 fue de 6,1 cm, luego le sigue los tratamientos T3 y T4 (control) con valores de 5,9 cm en ambos tratamientos y en el tratamiento T1 con 5,8 cm.

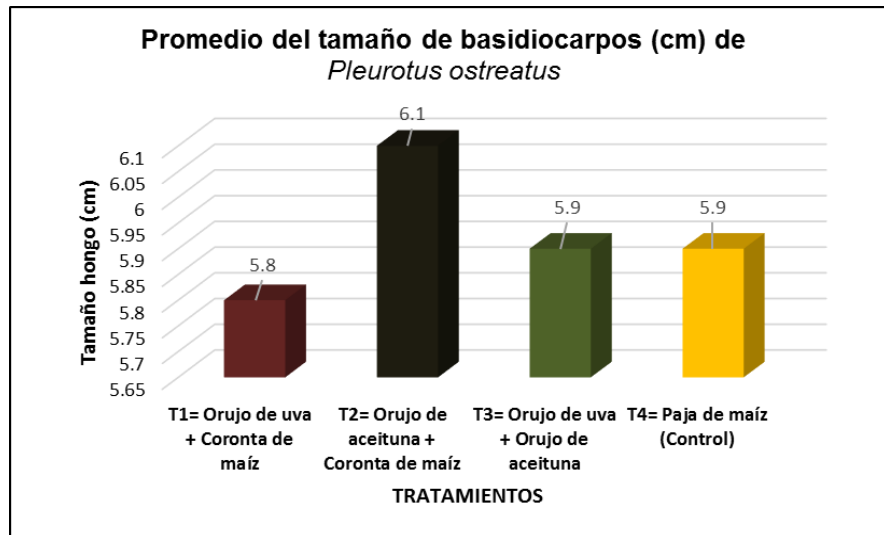


Figura 15. Promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Análisis de varianza para el promedio tamaño de basidiocarpos (cm) de Pleurotus ostreatus producidos en los tratamientos evaluados

ANOVA de un factor					
Coefficiente de variación: 5,04 %					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	0,017	3	0,006	0,376	0,771
Error	0,353	24	0,015		
Total	0,370	27			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En esta tabla, se observa que los resultados de análisis de varianza del tamaño de basidiocarpos de *P. ostreatus* producidos en los cuatro sustratos (tratamientos) no son significativamente diferentes. El coeficiente de variación es de 5,04 %. El promedio de tamaño de basidiocarpos de *P. ostreatus* en los cuatro tratamientos (incluyendo el control) son estadísticamente iguales.

Tabla 18

Promedio de la eficiencia biológica (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	85,6	49,2	67,9	96,7	
2	87,2	39,7	90,2	92,6	
3	81,5	66,7	81,4	74,3	
4	78,3	46,9	69,8	95,8	
5	53,1	52,3	61,1	106,8	
6	70,8	50,5	45,5	66,7	
7	79,3	36,1	75,1	80	
Promedio	76,5	48,8	70,1	87,6	70,75

*: Incluidas las tres cosechas para cada tratamiento

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la tabla 18 y la figura 16, se observa el promedio de la eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* obtenido de las tres cosechas en los cuatro tratamientos evaluados, cada tratamiento con siete repeticiones. Los resultados muestran que el T4 (control) fue más eficiente que en los demás tratamientos con un valor de 87,6 %, seguido del T1 con 76,5 %, T3 con un 70,1 % y, finalmente, el T2 con 48,8 % de eficiencia biológica.

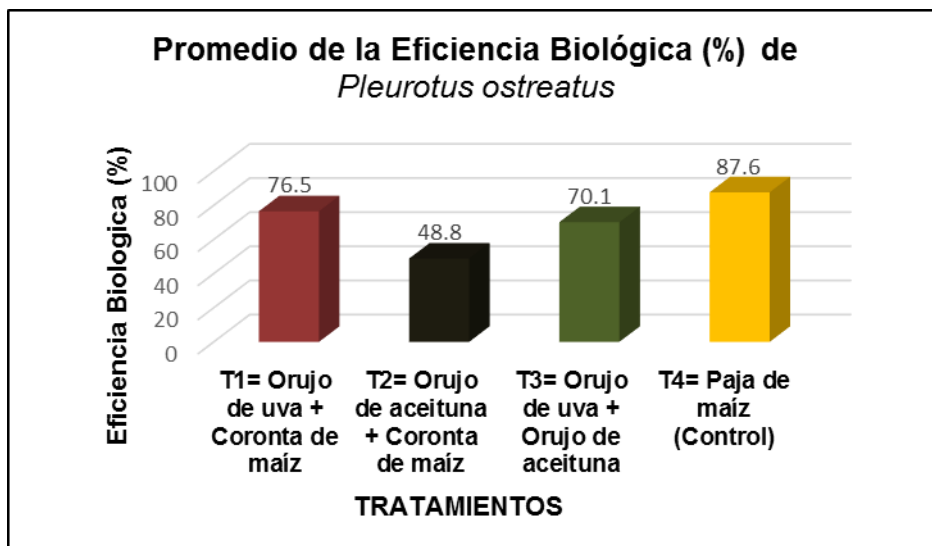


Figura 16. Promedio de la eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Análisis de varianza de la eficiencia biológica (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados.

ANOVA de un factor					
Coeficiente de variación: 9,2 %					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	21,346	3	7,115	12,054	0,000
Error	14,167	24	0,590		
Total	35,512	27			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En esta tabla, se observa los resultados de análisis de varianza de la eficiencia biológica de *P. ostreatus* producidos en los cuatro sustratos (tratamientos) son significativamente diferentes. El coeficiente de variación es de 9,2 %. Al obtener diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 %.

Tabla 20

Prueba de Tukey para la eficiencia biológica (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

TRATAMIENTOS	N° de repeticiones	Promedio Eficiencia Biológica (%)	
		1	2
T2	7	48,8	
T4	7		70,1
T3	7		76,5
T1	7		87,6
Sig.		1,000	,074

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la prueba de Tukey con un nivel de confianza al 95 %, las eficiencias biológicas obtenidas en los tratamientos T1, T3 y T4 no presentaron diferencias significativas entre sí. La eficiencia biológica obtenida en el sustrato (tratamiento) T2 presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4.

En los tratamientos T1, T3 y T4, se alcanzaron los valores más altos con 87,6, 76,5 y 70,1 % de eficiencia biológica, no presentando diferencias significativas entre sí, mientras que, en el tratamiento T2, se obtuvo el valor más bajo con 48,8% de eficiencia biológica, presentando diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4.

Tabla 21

Promedio de la tasa de producción (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	1,5	0,9	1,2	1,9	
2	1,7	0,7	1,6	1,8	
3	1,7	1,1	1,4	1,3	
4	1,3	0,9	1,2	1,7	
5	0,9	0,8	1,1	2,0	
6	1,1	0,8	0,8	1,3	
7	1,4	0,6	1,3	1,5	
Promedio	1,4	0,8	1,2	1,6	1,3

*: Incluidas las tres cosechas para cada tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 22 y la figura 17, se observa el promedio de la tasa de producción (%) de *Pleurotus ostreatus* para cada uno de los cuatro tratamientos a partir de la relación de la eficiencia biológica y el número de días que necesitaron para terminar su período productivo desde la siembra hasta su tercera cosecha cada sustrato (tratamiento) con siete repeticiones.

Los resultados muestran que el T4 (control) tuvo la mayor tasa de producción que en los demás tratamientos con un valor de 1,6 %, seguido del T1 con 1,4 %, T3 con un 1,2 % y, finalmente, el T2 con 0,8 % de tasa de producción.

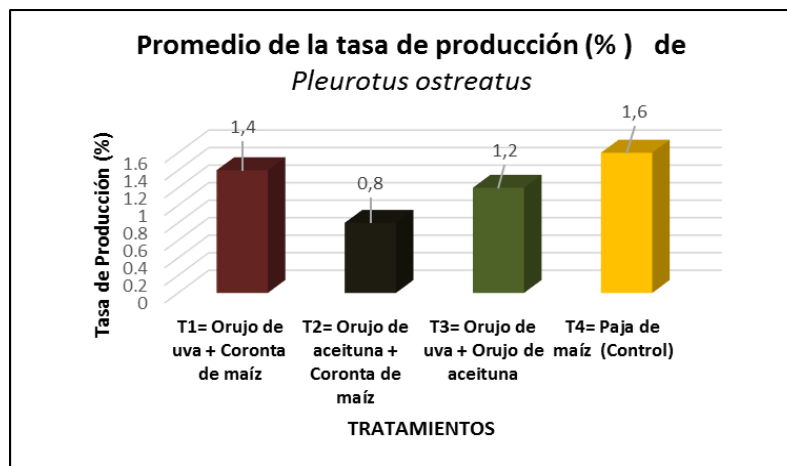


Figura 17. Promedio de la tasa de producción (%) de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Análisis de varianza de la tasa de producción (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

ANOVA de un factor					
Coeficiente de variación: 10,3 %					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	0,507	3	0,169	13,326	0,000
Error	0,305	24	0,013		
Total	0,812	27			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En esta tabla, se observa los resultados de análisis de varianza de la tasa de producción de *P. ostreatus* obtenidos en los cuatro sustratos (tratamientos) son significativamente diferentes. El coeficiente de variación es de 10,3 %. Al obtener diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 %.

Tabla 23

Prueba de Tukey para la tasa de producción (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

TRATAMIENTOS	N° de repeticiones	Promedio Tasa de Producción		
		1	2	3
T2	7	0,8		
T4	7		1,2	
T3	7		1,4	1,4
T1	7			1,6
Sig.		1,000	0,719	0,214

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la prueba de Tukey con un nivel de confianza al 95 %, las tasas de producción obtenidas en los tratamientos T1 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí, así como T3 y T4 tampoco presentaron diferencias significativas entre sí. Los tratamientos T1 y T4 sí presentaron diferencias significativas entre sí. La tasa de producción obtenida en el tratamiento T2 presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4. La tasa de producción obtenida en el tratamiento T4 presentó diferencias significativas con los tratamientos T1 y T2.

En los tratamientos T1 y T3, se alcanzaron los valores más altos con 1,6 y 1,4 % de tasa de producción, no presentando diferencias significativas entre sí; luego le sigue el tratamiento T4 con un valor de 1,2 % de tasa de producción, mientras que el tratamiento T2 se obtuvo el valor más bajo con 0,8 % de tasa de producción.

Tabla 24

Promedio del rendimiento (%) de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	27	18,2	23,3	29,7	
2	27,5	14,7	31	28,4	
3	25,7	24,7	28	22,8	
4	24,7	17,3	24	29,4	
5	16,7	19,3	21	32,8	
6	22,3	18,7	15,6	20,5	
7	25	13,3	25,8	24,5	
Promedio	24,1	18,0	24,1	26,9	23,3

*: Incluidas las tres cosechas para cada tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 25 y la figura 18, se observa el promedio del rendimiento (%) de *Pleurotus ostreatus* obtenido de las tres cosechas en los cuatro sustratos (tratamientos) evaluados, cada tratamiento con siete repeticiones.

Los resultados muestran que el T4 (control) se obtuvo el mayor rendimiento que en los demás tratamientos con un valor de 26,9 %, seguido del T1 y T3 con valores de 24,1 % respectivamente, y, finalmente, el T2 con 18,0 % de rendimiento.

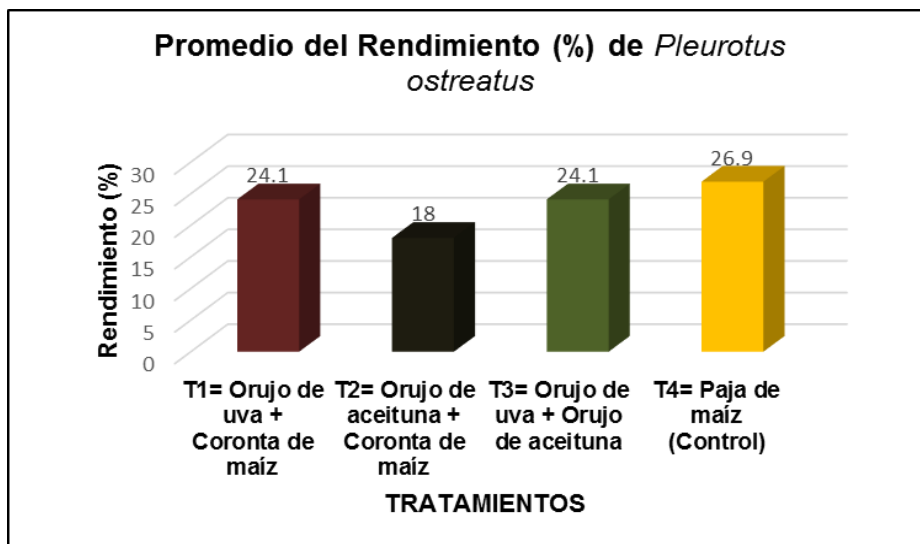


Figura 18. Promedio del rendimiento (%) de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Análisis de varianza del Rendimiento (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

ANOVA de un factor					
Coefficiente de variación: 9,28%					
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3,362	3	1,121	5,647	0,004
Error	4,763	24	0,198		
Total	8,125	27			

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En esta tabla, se observa que los resultados de análisis de varianza del rendimiento de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos son significativamente diferentes. El coeficiente de variación es de 9,28 %. Al obtener diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 0,05 %.

Tabla 26

Prueba de Tukey para el Rendimiento (%) de Pleurotus ostreatus en los tratamientos evaluados

TRATAMIENTOS	N° de repeticiones	Promedio rendimiento (%)	
		1	2
T2	7	18,0	
T1	7	24,1	24,1
T3	7	24,1	24,1
T4	7		26,9
Sig.		0,055	0,613

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la prueba de Tukey con un intervalo de confianza al 95 %, el rendimiento obtenido en los sustratos (tratamientos) T1, T3 y T4 no presentaron diferencias significativas entre sí. Asimismo, el rendimiento obtenido en los tratamientos T2, T1 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí. El rendimiento obtenido en el sustrato (tratamiento) T2 presentó diferencias significativas con el rendimiento obtenido en el tratamiento T4.

En los tratamientos T4, T3 y T1, se alcanzaron los valores más altos con 26,9, 24,1 y 24,1 % de rendimiento respectivamente, no presentando diferencias significativas entre sí, mientras que el tratamiento T2 se obtuvo el valor más bajo con 18,0 % de rendimiento, presentando diferencia significativa con el tratamiento T4.

Tabla 27

Contenido de Proteínas totales (%) en Pleurotus ostreatus producidos en los tratamientos evaluados

TRATAMIENTO	PROTEINA TOTAL (%)
T1(Orujo de uva + Coronta de maíz)	3,83
T2 (Orujo de aceituna + Coronta de maíz)	4,37
T3 (Orujo de uva + Orujo de aceituna)	5,67
T4 (Paja de maíz) (Control)	10,07

Método de Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984

Fuente: Laboratorio de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María (2018)

Interpretación

En la tabla 27 y la figura 19, se observa lo valores de proteínas totales en porcentaje de las tres cosechas en los cuatro tratamientos evaluados.

Los resultados muestran que el tratamiento T4 (control) se obtuvo el valor de proteínas más alto con 10,07 %, el T3 con 5,67 %, luego le sigue el T2 con 4,37 %, seguido del T1 con 3,83 %.

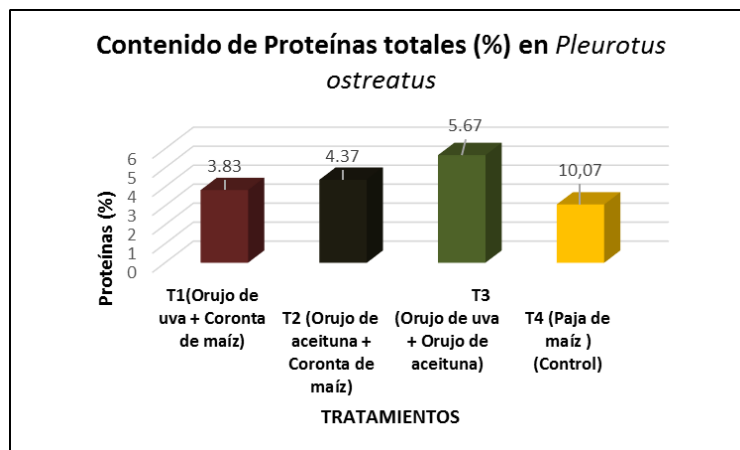


Figura 19. Contenido de proteínas totales (%) en *Pleurotus ostreatus* producidos en los tratamientos evaluados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Promedio de cada variable analizada de Pleurotus ostreatus en los cuatros tratamientos evaluados

VARIABLE	TRATAMIENTOS *			
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)
Tiempo de corrida del micelio (días)	20 ⁽¹⁾	18 ⁽²⁾	20 ⁽¹⁾	22 ⁽³⁾
Número de hongos	51 ⁽²⁾	28 ⁽¹⁾	50 ⁽²⁾	46 ⁽²⁾
Tamaño del basidiocarpo (cm)	5,8 ⁽¹⁾	6,1 ⁽¹⁾	5,9 ⁽¹⁾	5,9 ⁽¹⁾
Eficiencia Biológica (%)	76,5 ⁽²⁾	48,8 ⁽¹⁾	70,1 ⁽²⁾	87,6 ⁽²⁾
Tasa de Producción (%)	1,4 ⁽³⁾	0,8 ⁽¹⁾	1,2 ⁽²⁾⁽³⁾	1,6 ⁽²⁾
Rendimiento (%)	24,1 ⁽¹⁾⁽²⁾	18,0 ⁽¹⁾	24,1 ⁽¹⁾⁽²⁾	26,9 ⁽²⁾
Proteína Cruda (%)	3,83	4,37	5,67	10,07

() Comparación de medias con $\alpha = 0,05$

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 28, se muestra el promedio de cada una de las variables evaluadas del cultivo de *P. ostreatus* en los cuatro tratamientos, con su comparación múltiple de medias a un nivel de significancia de 0.05 %. La tabla muestra que los tratamientos T1 formado por orujos de uva y coronta de maíz y el tratamiento T3 formado por orujos de uva y orujos de aceituna fueron los más eficientes en eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento, no presentando diferencias significativas con el tratamiento control (T4).

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1 CORRIDA DE MICELIO

El tiempo que demora el hongo en colonizar completamente el sustrato, se le conoce como el tiempo de corrida del micelio. La colonización del hongo *P. ostreatus* se evidenció con el cambio de color a blanco y la compactación del sustrato en todos los tratamientos evaluados (Figura 9), incluyendo el tratamiento control; bajo las mismas condiciones ambientales de temperatura (19– 24°C), humedad relativa entre 68 – 75% y oscuridad.

Los resultados de tiempo de corrida de micelio se deben, principalmente, a la concentración de carbono y nitrógeno presentes en los sustratos (tratamientos), ya que el hongo utiliza principalmente el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para formar componentes celulares y nuevas células, aumentando así su población para la colonización del micelio, sobre todo, el carbono que influye en la corrida del micelio, ya que, a mayor cantidad de carbono, el hongo se adapta con mayor facilidad para la degradación del sustrato y lo usa para su

crecimiento y formación de biomasa (Hernández y López, 2005). En la tabla 9, podemos se observa la relación C/N, donde el tratamiento T2 tiene una mayor proporción de carbono (39,4 %), seguido por el tratamiento T4 (36,4 %), luego el tratamiento T1 (31,4 %) y, por último, el tratamiento T3 (28,6 %).

Otro factor importante a considerar es el tamaño de la partícula de los sustratos, que afecta directamente en la velocidad de colonización del micelio en los tratamientos. Los tratamientos T1 y T2 estuvieron formados principalmente por orujo de uva y orujo de aceituna respectivamente, cuyas características granulométricas no fueron modificadas, lo que hizo que los tamaños de sus partículas sean más homogéneos, mientras que el tratamiento T4 (control) formado por paja de maíz, se realizaron cortes manuales, donde los tamaños no fueron tan homogéneos, lo que dificultó su compactación. El tamaño de la partícula afecta al crecimiento, porque se relaciona con la accesibilidad a los nutrientes, al agua y al aire por parte del micelio del hongo, los tamaños de partícula muy pequeños dificultan la aireación y los tamaños de partículas muy grandes dificultan la compactación del sustrato y el acceso del hongo a los nutrientes (Sánchez y Royse, 2001). Esto pasó con el tratamiento T4 (control) que,

al tener la segunda mayor cantidad de carbono, tuvo el mayor tiempo de corrida de micelio.

La presencia de carbohidratos y lípidos en los orujos de uva y orujos de aceituna (Zúñiga Morales, 2005; Aparicio y Harwood, 2003) residuos componentes de los tratamientos T1, T2 y T3, también afectaron el tiempo de corrida de micelio, ya que estos estimulan el crecimiento del hongo (Sánchez y Royse, 2001) y que el carbono puede ser utilizado por el hongo a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos, etc. (Ardón, 2007). *P. ostreatus* posee una maquinaria enzimática muy compleja, que, en su fase micelial, consume preferentemente carbohidratos solubles y hemicelulosa respecto de la celulosa y lignina (Acevedo, 2017; Garzón y Cuervo 2008) con base a esto, otra razón podría ser es que los orujos de uva y aceituna aumentaron la disponibilidad de carbohidratos solubles, lípidos o compuestos más fácilmente asimilables por el hongo en su fase de crecimiento micelial. Este factor permitió que los tratamientos T2, T1 y T3 tuvieran un tiempo de corrida de micelio menor en comparación con el tratamiento T4 (control).

El tiempo de corrida de micelio de *P. ostreatus* para todos los tratamientos estuvo entre los 18 y 22 días, valores que están dentro de los rangos reportados por bibliografía. Tipan (2016) menciona investigaciones que reportan de 19 a 21 días (Vaca, 2011), así como de 18 a 34 días (Flores, 2004).

6.2 NÚMERO DE HONGOS

La fructificación o formación de los carpóforos permitió evaluar el número de hongos producidos en los tratamientos, incluyendo el control, bajo las mismas condiciones ambientales de temperatura (18-22°C), humedad relativa (75-85 %), iluminación de 700 a 1000 lux/hora durante 12 horas al día.

La formación de primordios en el tratamiento T1 se dio entre 4 y 8 días de ser inducidos; en el tratamiento T2, tuvo el mayor tiempo entre los 9 y 13 días; en el tratamiento T3, tuvo el menor tiempo entre 3 y 4 días y el tratamiento T4 (control) que duró entre 4 y 5 días (Anexo 1). Para Cruz et al. (2010), los primordios aparecen aproximadamente ocho días después, se desarrollan completamente en seis o siete días alcanzando así su madurez comercial. El tiempo de formación de primordios

obtenidos en los tratamientos evaluados T1, T3 y T4 fueron cercanos a los encontrados por Cruz et al., lo que no sucedió con el tratamiento T2.

Se obtuvieron los valores más altos en los tratamientos T1, T3 y t4 (control) con 51, 50 y 46 de número de hongos y el valor más bajo en el tratamiento T2 con 27 de número de hongos. Estos resultados hacen suponer que, dentro de las características físico químicas de los sustratos, la presencia de lignina, celulosa y hemicelulosa fue un factor importante a considerar en la formación de los carpóforos, ya que los tratamientos T1, T3 y T4(control) están formados por orujos de uva y coronta de maíz, orujos de uva y aceituna y paja de maíz respectivamente que contienen mayor contenido lignocelulosicos, si lo comparamos con el tratamiento T2 que contiene orujo de aceituna y coronta de maíz. Donado (2014) manifiesta que la presencia de lignina favorece un mayor crecimiento del hongo, desde su brotación o primordio. Sánchez y Royse, (2001) indica que el principal grupo de materias primas utilizados en la elaboración de sustratos para *Pleurotus* lo forman las pajas de cereales, que son materias con un alto predominio de lignocelulosa, necesarios para el crecimiento del hongo.

Benavides (2013) menciona investigaciones en tusa de mazorca como sustrato con número de setas de 34,50/bolsa (López, et al., 2008), paja de trigo con número de 18,20/ bolsa (Varnero, et al., 2010), 88/bolsa (Ramos et al., 2011), capacho de uchuva con 65/bolsa (López, et al., 2008). Los resultados obtenidos en los tratamientos evaluados fueron cercanos a los encontrados por los investigadores anteriormente nombrados.

6.3 TAMAÑO DE BASIDIOCARPO

En la tabla 16, se observa que el tamaño de basidiocarpos de *P. ostreatus* en el tratamiento T1 estuvo en el rango de 3 a 12 cm, mientras que, en los tratamientos T2, T3 y T4, los tamaños estuvieron en el rango de 3 a 14 cm. En los cuatro tratamientos, el tamaño entre 5 a 6 cm fue el que tuvo el mayor porcentaje del total de número de carpóforos (42 a 45 %). Estos resultados muestran que hubo una equilibrada producción en tamaño de basidiocarpos en los tratamientos, incluyendo el control. Estos resultados concuerdan con los reportados por López et al. (2008), mencionado por López (2011), en donde observó que el tamaño de los carpóforos o sombreros en todos los residuos evaluados eran similares entre sí, con un promedio de 5 a 6 cm de diámetro, y tampoco existía una diferencia significativa con respecto al sustrato testigo. Tipan (2016)

menciona los estudios de Hernández y López (2006), en los que se reporta un diámetro promedio de 5,53 cm para los carpóforos cultivados en tusa de mazorca, similar a los valores de la presente investigación.

En las tablas 17 y la figura 15, se observa que el promedio del tamaño de basidiocarpos en el tratamiento T2 fue de 6.1 cm, luego le sigue los tratamientos T3 y T4 (control) con valores de 5,9 cm en ambos tratamientos y, en el tratamiento T1, con 5.8 cm. Del análisis comparativo entre los tratamientos evaluados, se determinó que no hay diferencia significativa entre los promedios de los tamaños de basidiocarpos, por lo cual se puede afirmar que el tamaño se mantuvo independientemente de los diferentes tratamientos, es decir, los sustratos no influyeron en el diámetro de los basidiocarpos. Benavides (2013) menciona que las medidas biométricas están más relacionadas con las características genéticas de la cepa que con el tipo de sustrato y, por esto, cuando se mantienen condiciones ambientales adecuadas durante la fase de propagación y desarrollo de fructificaciones, los hongos resultantes son semejantes en tamaño.

Según López (2011), el diámetro de los sombreros de los hongos producidos por bolsa no es relevante como su peso fresco, ya que lo

importante de un sustrato es el rendimiento y la productividad en cuanto al peso fresco que este pueda generar.

6.4 EFICIENCIA BIOLÓGICA

La variable eficiencia biológica (EB) permitió evaluar la calidad de los desechos lignocelulósicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles, la cual relaciona la producción de cuerpos fructíferos frescos con respecto a la masa sin humedad del sustrato (Benavides, 2013).

Sánchez y Royse (2001), Carvajal (2010) consideran que la calidad productiva de un sustrato se percibe aceptable a partir de eficiencias biológicas de 50 %, como valor mínimo de producción económicamente rentable para *P. ostreatus* (Benavides, 2013). Los resultados muestran que en los tratamientos T1 y T3 superaron el 50 % de eficiencia biológica y que no existen diferencias significativas con la eficiencia biológica encontrada en el tratamiento T4 (control). Lo que no sucedió con la eficiencia en el tratamiento T2 es que no superó el 50 % de eficiencia biológica. Las diferencias de eficiencias biológicas encontradas en los sustratos se atribuyen a la disponibilidad de los nutrientes, por tal motivo algunas combinaciones de sustratos ofrecen mejores rendimientos (Benavides, 2013). En la investigación, se puede afirmar que los

tratamientos T1 formado por orujos de uva y coronta de maíz y el tratamiento T3 formado por orujos de uva y orujos de aceituna fueron los más eficientes.

Sánchez y Royse (2001) reportan algunas experiencias sobre la utilización de diferentes residuos como sustratos para el cultivo *P. ostreatus* con resultados similares de eficiencia biológica (EB) a esta investigación en Paja de arroz con 79,2 de EB (Hashimoto y Takahasi, 1974), en Maguey tequilero (20 días fermentado) con 84,0 de EB (Soto-Velazco et al., 1991), residuos vitivinícolas con 70,4 de EB (Kurt y Buyukalaca, 2010). Donado (2014) reporta algunos sustratos evaluados también para el cultivo de *Pleurotus* con eficiencias biológicas (EB) superiores a los obtenidos en esta investigación, en paja se obtuvo una EB de 113 %, en pulpa de café (5 días fermentada) una EB de 175,8 % y sin fermentar 170 %.

El único tratamiento que no superó el 50 % de eficiencia biológica fue el T2 con 48,8 %, sin embargo Garzón y Cuervo (2008) reportaron que las eficiencias biológicas de *P. ostreatus* cultivado sobre borra de café al 18 y 55 % de peso seco en mezcla con aserrín y paja de trigo, también sobre trigo en mezcla con aserrín bajo condiciones controladas fueron de

40,5, 43,2 y 35,2 %, calificándolas como aptas para uso comercial, aunque las eficiencias biológicas en este ensayo fueron bajas, estuvieron cercanas a las aceptadas comercialmente.

Uno de los factores que también puede afectar la eficiencia biológica son los contaminantes del sustrato (Zarate, 2015). En la investigación, no hubo contaminantes que afectara los tratamientos, ni incidencia de plagas y/o patógenos.

6.5 TASA DE PRODUCCIÓN

Esta variable permitió evaluar la relación entre la eficiencia biológica y el tiempo en días para completar un ciclo del cultivo a partir de la siembra, básicamente, indica el potencial productivo diario de un determinado hongo después de ser sembrado (Sánchez y Royse, 2002). Las tablas 22 y 24, reportan que la tasa de producción obtenida en el tratamiento T1 obtuvo el valor más alto con 1,6%, no presentando diferencias significativas con el tratamiento T3. El tratamiento T3 con un promedio de tasa de producción de 1,4% no presentó diferencias significativas con el tratamiento T4. El tratamiento T4 con un valor de 1,2 % sí presentó diferencias significativas con T1. El Tratamiento T2 obtuvo el promedio más bajo con 0,8% de tasa de producción y presentó

diferencias significativas con los tratamientos T1, T3 y T4. Estos resultados indican que el tiempo del ciclo de cultivo fue menor en los tratamientos T1 y T3. Zarate (2015) indica que, si la tasa de producción es alta, el periodo productivo puede ser más corto, desde la inoculación hasta la última cosecha, lo que representa mayor producción diaria y más periodos productivos al año.

Los valores de tasa de producción obtenidos en esta investigación son similares a reportados por Rodríguez et al. (2018), que cita una tasa de producción entre 0,63 y 1,13 %, al inocular 19 cepas de *Pleurotus spp.*, en viruta de pino y paja de cebada.

6.6 RENDIMIENTO

La variable rendimiento permitió evaluar la relación entre el peso fresco de hongos producidos y el peso húmedo de sustrato utilizado. Los resultados muestran que en los tratamientos T4, T3 y T1 se alcanzaron los valores más altos con 26,9, 24,1 y 24,1 % de rendimiento respectivamente, no presentando diferencias significativas entre sí, mientras que el tratamiento T2 se obtuvo el valor más bajo con 18,0 % de rendimiento, presentando diferencia significativa con el tratamiento T4. La calidad productiva de un sustrato se percibe como aceptable a partir de

eficiencias biológicas de 50 % (Carvajal, 2010) y con un rendimiento superior al 10 % (Bermúdez, García y Murlot, 2007), con esto se afirma que los rendimientos de los sustratos evaluados en esta investigación son rentables.

6.7 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

La variable de evaluación proteína cruda en *P. ostreatus* puede variar dependiendo del tipo de sustrato de crecimiento, en especial, por su contenido de nitrógeno, el cual influye directamente en la cantidad y calidad proteica de los hongos (Benavides, 2013). Los resultados muestran que en el tratamiento T4 (control) se tuvo el valor de proteínas más alto con 10,07 %, mientras que, en los demás tratamientos T1, T2 y T3, se obtuvieron valores de 3,83 %, 4,37 %, 5,67 %.

Los valores bajos de proteínas en los tratamientos T1, T2 y T3 puede deberse al bajo nivel de nitrógeno que presentaron los sustratos al realizar las mezclas. Benavides (2013) reporta que el contenido de proteína cruda en *P. ostreatus* puede oscilar entre 10,5 % y 30,4 %. Se ha demostrado también que el contenido de proteína de los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus* se puede mejorar enriqueciendo los sustratos con fuentes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno tales como harina de

soya, salvado de arroz, trigo, o simplemente urea, lo cual también aumenta la cantidad de proteína (Sánchez y Royse, 2001). En esta investigación, se trabajó con residuos de la región sin suplementar y/o enriquecer con otros compuestos.

CONCLUSIONES

1. El hongo *Pleurotus ostreatus* completo su crecimiento micelial y productivo, en los cuatro sustratos (tratamientos) evaluados preparados a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna, coronta de maíz y paja de maíz de la ciudad de Tacna.
2. El menor tiempo de corrida de micelio de *P. ostreatus* se dio en el T2 (orujo de aceituna y coronta de maíz) con 18 días, seguido del T1 (orujo de uva y coronta de maíz) y T3 (orujo de uva y orujo de aceituna) con 20 días y el T4 (paja de maíz) como control tuvo el mayor tiempo de corrida con 22 días.
3. Los tratamientos que mayor número de hongos de *P. ostreatus* presentaron fueron T1, T3 y T4 (control) con valores de 51, 50 y 46, no presentando diferencias significativas entre sí. El tratamiento T2 obtuvo el valor más bajo con 27 de número de hongos.

4. Los valores promedio del tamaño de basidiocarpos en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (control) fue de 5,8, 6,1, 5,9 y 5,9 cm respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre sí.
5. El tamaño entre 5 a 6 cm fue el que tuvo el mayor porcentaje del total de numero de basidiocarpos (42 a 45 %) de *P. ostreatus* en los cuatro tratamientos, donde hubo una equilibrada producción en tamaño de basidiocarpos en los tratamientos, incluyendo el control.
6. Los tratamientos T1, T3 y T4 (control) presentaron los valores más altos con 87,6, 76,5 y 70,1 % de eficiencia biológica, no presentando Diferencias significativas entre sí, mientras que el tratamiento que presentó menor eficiencia biológica fue T2 con 48,8 %, teniendo en cuenta eficiencias óptimas aceptables para la producción comercial por encima de 50 %.
7. Los tratamientos que tuvieron el valor más alto en la tasa de producción de *P. ostreatus* fueron en T1 y T3 con valores de 1,6 y 1,4 %, no existiendo diferencias significativas entre sí, superando al control (T4) y el valor más bajo se obtuvo en el T2 con 0,8 %.

8. Los tratamientos T4 (control), T3 y T1 alcanzaron los valores más altos de rendimiento de *P. ostreatus* con 26,9, 24,1 y 24,1 % respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre sí, el tratamiento T2 se obtuvo el valor más bajo con 18,0 % de rendimiento, teniendo en cuenta rendimientos aceptables para la producción comercial por encima de 10 %.

9. El tratamiento T4 (control) proporcionó el valor de proteínas más alto con 10,07 %, en los tratamientos T1, T2 y T3 los valores de proteínas fueron bajos con 3,83, 4,37 y 5,67 %, respectivamente, teniendo en cuenta que no hubo enriquecimiento o suplementación con fuentes nitrogenadas a los tratamientos.

10. Los tratamientos T1 formado por orujos de uva y coronta de maíz y el tratamiento T3 formado por orujos de uva y orujos de aceituna fueron los más eficientes en eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento, no presentando diferencias significativas con el tratamiento control (T4).

RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones de cultivo de *P. ostreatus* con los mismos sustratos (tratamientos) utilizados en esta investigación, incluir, en la evaluación de rendimiento, variables de evaluación como precocidad, razón de producción, biodegradación del sustrato, costo de producción, valor nutritivo o proximal del hongo, que permita tener una caracterización más exacta de su comportamiento productivo.
2. En el caso del tratamiento 2 (orujo de aceituna y coronta de maíz), se recomienda realizar análisis detallados de la composición química y estructural del orujo de aceituna, y así determinar la posible interferencia en el crecimiento y desarrollo de la fructificación de *Pleurotus ostreatus* por parte de algún compuesto del residuo.
3. Se recomienda para futuras investigaciones crear un diseño de mezclas que permita enriquecer los tres sustratos evaluados (T1, T2 y T3) para mejorar el componente proteína del hongo *P. ostreatus*.

4. Realizar un análisis químico proximal completo de la composición de los carpóforos obtenidos a partir de cada uno los sustratos evaluados para determinar si el residuo en el que se cultiva influye en esta característica.

5. Impulsar las investigaciones en la producción de hongos comestibles como *P. ostreatus*, así como el aprovechamiento de los orujos de uva, orujos de aceituna, coronta de maíz y otros residuos lignocelulosicos en la región, ya que es la primera vez que se producen estos hongos en Tacna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, C. R. (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. (Tesis de grado, Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD). Recuperado el 20 de agosto del 2018 de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13043/1/63398539.pdf>
- Alberto, E. y Gasoni, L. (2000). Producción de hongos comestibles en Argentina. Revista INTA. Argentina UNSAM (11), 70-76.
- Aparicio, R. y Harwood, J. (2003). Manual del aceite de Oliva. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Ardón López, C. E., (2007). La producción de hongos comestibles. (Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala). Recuperado el 05 de octubre del 2016 de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2043/07_1932.pdf
- Blanco, D., Fajardo J., Verde, A. y Rodríguez, C. (2012). Etnomicología de los hongos del género *Suillius*, una visión global. Bol. Soc. Micolb. Madrid (36), 175-186. Recuperado el 03 de abril de 2019

<http://www.abengibre.net/uploads/media/ETNOMICOLOGIA-DE-LOS-HONGOS-SUILLUS.pdf>

Benavides Calvache, O. L. (2013). Aprovechamiento de residuos lignocelulosicos para el cultivo de Orellanas (*Pleurotus ostreatus*). (Tesis de maestría, Universidad de Nariño). Recuperado el 06 de marzo del 2018 de <http://sired.udenar.edu.co/2527/1/89544.pdf>

Bermúdez Savon, R. C., García Oduardo, N., Mourlot López, A. (2007). Fermentación sólida para la producción de *Pleurotus sp.* Sobre mezclas de pulpa de café y viruta de cedro. Tecnología Química, XXVII (2), 55-62.

Bothelo, T. S. y Ramos, B. V. (1985). Cogumelos comestiveis. Sao Paulo, Brasil: Editorial Icome.

Canchanya Quispe, F. (2009). Estudio preliminar para la instalación de una empresa productora de hongos comestibles (*Suillus luteus*). Universidad de Lima, Lima.

Camacho, S., Macías, R., Núñez, J. y Ramos, S. (2003). Selección de sustratos para producir hongos setas (*Pleurotus ostreatus*). Universidad Nacional de México. Recuperado el 29 de setiembre del 2016 de

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fdocuments.mx%2Fdocuments%2Funiversidad-nacional-autonoma-de-mexico-facultad-de->

ingenieria-ingenieria-en-sistemas-integrantes-camacho-sanchez-ma-
guadalupe-macias-troncoso-raquel.html&h=wAQETHj_-

Cárdenas, Y. (2015). Efecto de los sustratos a base de residuos agrícolas, en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* <Jacquin Fries> Kummer, Distrito de Santa Ana, La Convención. (Tesis). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Lima. Recuperado el 10 de octubre del 2017 de

<https://docplayer.es/81083631-Universidad-nacional-de-san-antonio-abad-del-cusca.html>

Cardona Urrea, L. (2001). Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Revista Forestal y del Medio Ambiente, (16), 99-119. Recuperado de

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Anotaciones-Hacerca-De-La-Bromatologia-y/4258067.html>

Carvajal, G. (2010). Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (tamo de trigo, tambo de cebada, tambo de vicia, tambo de avena y paja de paramo); enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio. (Tesis de grado de título, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Recuperado el 10 de mayo del 2017 de

<https://es.slideshare.net/jeanpierregutierrezhuaman/pleorotus-ostreatus>

Chimey, C. A. y Holgado, M. (2010). Los hongos comestibles silvestres y cultivados en Perú. Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. D. En Martínez-Carrera, N., Curvetto, M., Sobal, P., Morales & Mora, Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales: Producción, Desarrollo y Consumo (Capítulo 21, pp. 381-395). Puebla, México. Recuperado el 20 de setiembre del 2016 de

<http://documents.mx/documents/21-chimey-holgado.html>

Cruz, D., López de León, E., Pascual, L. F., Batlaglia, M. (2010). Guía técnica de Producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 104 (3-4), 139-154. Recuperado el 30 de Abril del 2018 de

<file:///C:/Users/SONY/Downloads/16-89-1-PB.pdf>

Cruz García, M. G. (17, febrero del 2016). Obtención de Furfural a partir del olote de Maíz. Recuperado el 23 de octubre del 2016 de

<http://documents.mx/documents/propiedades-del-maiz-olote.html#>

Donado, T. V. (2014). Evaluación de tres sustratos para la producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), Moyuta, Jutiapa. (Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar). Recuperado el 08 de marzo de

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Donado-Tania.pdf>

Escobedo, R. (2005). Producción de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Puebla, México. Recuperado el 10 de mayo del 2017 de

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Producci%C3%B3n%20de%20Hongo%20Seta.pdf>

Estrada, M. y Palacios, R. (2014). Importancia del contexto socioeconómico en los estudios etnomicológicos. Red de etnoecología y Patrimonio Biocultural. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Recuperado el 03 de abril de

https://www.academia.edu/35359392/Importancia_del_contexto_socioeconomico_en_los_estudios_etnomicologicos

Flores Arocutipa, J. (1999). La agroindustria en Tacna. Perú, Tacna: Editorial Universidad Nacional de Tacna.

Freundt, P. (2003). Producción y comercialización de hongos comestibles para el mercado nacional e internacional. (Tesis, Universidad de Piura, Perú). Recuperado el 16 de diciembre del 2016 de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1314/ECO_013.pdf?sequence=4

García, G. y Quintero, R. (1993). Biotecnología alimentaria. México: Editorial Limusa.

García, M. (1991). Cultivo de setas y trufas. Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa.

García Roca, M. (1999). Evaluación de la producción natural de hongos comestibles en el predio Granja Porcón con énfasis en la especie *Suillus luteus* en plantaciones de *Pinus radiata*. (Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina).

Galván, Sierra, S. Los hongos comestibles y su cultivo. Historia, desarrollo actual y perspectivas en México y el mundo. Recuperado el 10 de octubre del 2016 de <http://sistemas.fciencias.unam.mx/~germoplasma/files/s6/Sierra%20Galvan.pdf>

Garzón, G. y Cuervo, A. (2008). Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulosicos de diferente procedencia. NOVA. 6(10):101-236.

Gonzales, H. (2014). LA KAYAMBA: Los hongos comestibles de la Chagra que alimentan la vida de los inga de Caquetá (Trabajo de grado, universidad Pedagógica Nacional). Recuperado el 03 de abril del 2019 de

<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1855/TE-17250.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzales, P., Jáuregui, A., Ortiz, R., y Aguirre, J. (2016). Calculadora de plantas de compostaje en pilas dinámicas. Agencia de Gestión Agraria y pesquera de Andalucía, España. Recuperado el 10 de setiembre del 2018 de

www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/modelos_mezcla.xls

Grodzinskaya, A., Infante, D. y Piven, N. (2002). Cultivo de hongos comestibles utilizando desechos agrícolas e industriales. Agronomía Tropical, 52(4), pp. 427-447.

Guarín, J. y Ramírez, Á. (2004). Estudio de Factibilidad técnico -financiero de un cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en Cundimarca (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado el 16 de octubre del 2016 de

<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis79.pdf>

Guzmán, G., Mata, D. Salmones, C. Soto-Velasco, L. y Guzmán-Dávalos (1993). El cultivo de los hongos comestibles. Instituto Politécnico Nacional, México.

Hernández, M. E. (2000). Valor nutricional de setas (*Pleurotus ostreatus*) cultivadas en paja de trigo y bagazo de agave (agave tequilaza weber, var.azul) enriquecido con col. (Tesis, Universidad de Guanajuato). Recuperado el 20 de octubre del 2016 de

WWW.respyn.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art05.pdf

Hernández Niño, J. R. (2008). Algunas consideraciones bioéticas y ecoéticas sobre el cultivo de hongos nutracéticos en el departamento de Casanare, Colombia. (Tesis de maestría, Universidad del Bosque). Recuperado de

http://www.bioeticaunbosque.edu.co/Investigacion/tesis/AMBIENTE/JAIR_O_HERNANDEZ_NINO.pdf

Hernández, R. y López, C. (2005). Evaluación del crecimiento y Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundimarca. (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado el 19 de octubre del 2016 de

www.javeriana.edu.co%252Fbiblos%252Ftesis%252Fciencias%252Ftesis257.pdf

Herrera Ramírez, J. y Ancona Gonzales, M. A. (2006). Proyecto de inversión de una unidad productora de setas en el Municipio de las Vigas. (Tesis de maestría, Universidad Veracruzana de México). Recuperado el 03 de marzo del 2018 de

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/31280/HERRERAANCONA.pdf;jsessionid=4B2245399115E7FD3BAB931E40912A2B?sequence=2>

Hobbs, Ch. Medicinal Mushrooms. (1986). Loveland. Inteweave. Press. Inc. Recuperado el 19 de octubre del 2016 de WWW.Christopherhobbs.com/website/library/articles/article_files/mushrooms_med_ol.html

Kanagusuku, R. (11, marzo 2011). Entrevista a Cesar Chimey Henna. [Entrada de blog] Recuperado el 01 de octubre del 2016 de <http://cronicasnikkeis.blogspot.pe/2011/03/entrevista-cesar-chimey-henna.html?m=1>

Leal Lara, H. (1998). Research priorities for production of edible fungi in México. *Inoculum* 49(2):31.

López, C. A. (2011). Manejo holístico en la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en el semidesierto. (Tesis de Grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro). Recuperado el 25 de julio del 2018 de

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6415/T18723%20%20LOPEZ%20PEREZ%2C%20CARLOS%20ANTONIO%20%2061853.pdf?sequence=1>

Martínez-Carrera, D. (octubre, 1997). Producción de *Pleurotus* en México. VI Congreso Nacional de Micología. Sociedad Mexicana de Micología, Tapachula, México.

Martínez Cañedo, J. (2012). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en el valle de El Fuerte, Sinaloa: Una alternativa de aprovechamiento de esquilmas agrícolas. (Tesis doctoral, Universidad autónoma indígena de México). Recuperado el 08 de octubre del 2016 de

<http://uaim.edu.mx/cgiip/PDF/TESIS-JESUS-MARTINEZ-CANEDO.pdf>

Montiel Centeno, A. y Romero Castro, L. (2015). Obtención de Bioetanol a partir de la coronta(olote) del maíz variedad HS-5 por el método de hidrólisis acida diluida-fermentación separada, laboratorio de Química UNAN-MANAGUA, I-II semestre 2015. (Trabajo de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Recuperado el 23 de octubre del 2016 de

<http://repositorio.unan.edu.ni/1357/1/Monograf%C3%ADa%20KiaraLeticia.pdf>

Motato, K., Mejía, A., y León, 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*. *Vitae*, 13(1), 24-29. Recuperado el 01 de mayo del 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n1/v13n1a04.pdf>

Odar Orozco, N. C. (2012). Proyecto para la industrialización de los residuos forestales de las plantaciones de Pino Radiata de la Comunidad de Marayhuaca - Inkahuasi - Región Lambayeque, para la instalación de una fábrica de ladrillo de bioconcreto. (Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo).

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). Los subproductos del Olivar en la alimentación animal: los orujos de aceituna. Recuperado el 23 de octubre del 2016 de <http://www.fao.org/docrep/004/X6545S/X6545S02.htm>

Pardo Quispe, H., y Urtecho Vega, M. (2011). La asociación empresarial para el incremento de la oferta exportable de los hongos silvestres comestibles en el Perú, tomando como referencia a los modelos México y Argentina. (Tesis). Universidad de San Martín de Porres, Lima. Recuperado el 10 de octubre del 2016 de

http://www.administracion.usmp.edu.pe/wp-content/uploads/sites/9/2014/02/sme_v5n2_cmendoza_Determinacion-de-estrategias-para-exportacion-de-hongos-comestibles-Inkahuasi.pdf

Pavlich, M. (2001). Los Hongos Comestibles del Perú. Revista Peruana de Ciencias Biológicas BIOTA. (100), 3-19.

Pavlich, M. y Chimey, C. (1999). Técnicas de cultivo de hongos comestibles. UPCH. Lima. Perú.

Ríos, R. y Ruiz, L. (1993). Aislamiento y cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (jacq. ex fr. Kumn) en Tingo María. Folia Amazónica, 5 (1-2), 5-15. Recuperado el 22 de octubre del 2016 de <http://WWW.iiap.org.pe/publicaciones/folias/folias/fofia>

Rodríguez et al. (2018). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kummer sobre orujo de pera: Evaluación de la productividad y composición química del sustrato biodegradado. Anales de Biología, 40: 21-30. Recuperado el 17 de setiembre de https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/40/PDF/40_2018_03.pdf

Sánchez Vélez, C. A. (2013). Evaluación de la productividad del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre un residuo agroindustrial del departamento de Valle de Cauca y residuos de poda de la Universidad Autónoma de Occidente. (Grado para optar el título de

Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, Universidad autónoma de Occidente). Recuperado el 08 de octubre del 2016 de

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5218/1/TAA01602.pdf>

Sánchez, Z. y Castro, J. (2007). Producción de hongos comestibles ostra (*Pleurotus ostreatus*). Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Sánchez Palacios, A. (2015). Producción de hongos comestibles del genero *Pleurotus* a partir de los residuos vegetales provenientes de la plaza de mercado del Municipio de Quibdó. (Tesis de maestría, Universidad de Manizales). Recuperado el 05 de octubre de

[http://ridum.umanizales.edu.co:8080/Fjspui/bitstream/6789/2204/3/Tesis/Annerys/6/de/mayo/de/02015\(1\).pdf](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/Fjspui/bitstream/6789/2204/3/Tesis/Annerys/6/de/mayo/de/02015(1).pdf)

Sánchez, J. y Royse, D. (2002). La Biología y el cultivo de *Pleurotus sp.* México: Ecosur/Limusa.

Saval, S. (2012). Aprovechamiento Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *Biotechnología*, 16(2), 14-46. Recuperado el 23 de octubre del 2016 de

http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2012_2/Saval_Residuosagroindustriales.pdf

- Stamets, P. (2000). Growing gourmet and medicinal mushrooms. Third Edition. Berkeley, Toronto: Ten Speed Press.
- Soto, A. y B. Lalopu. (2008). Reportaje a la comunidad de Marayhuaca. Canal N, Andina. Recuperado el 20 de octubre del 2016 de <http://lahoradelachalina.blogspot.pe/2015/07/the-marayhuaca-mushrooms-success-story.html>
- Tipan, C. V. (2016). Evaluación del crecimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* con el uso de un sustrato de rastrojo de maíz con composición variable de papel. (Tesis) Escuela Politécnica Nacional, Quito. Ecuador.
- Vargas Corredor, Y. y Pérez Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 14 (1), 1-14. Recuperado el 30 de abril del 2018 de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3108/2874>
- Vega, A. y Caballero, R. E. (2005). Aporte del Dr. Gastón al desarrollo de la micología en Panamá. Revista Mexicana de Micología, (21), 11-13. Recuperado el 18 de octubre del 2016 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88302103>

- Velasco, J. y Vargas, E. (2004). Manual cultivo del hongo seta (*Pleurotus ostreatus*), México. Recuperado el 02 de junio del 2018 de http://www.academia.edu/7547055/CULTIVO_DEL_HONGO_SETA_Pleurotus_ostreatus
- Zadrazil, F. (1992). Production of Edible Mushrooms. Solid Substrate cultivation. London and New York: Edited by Horst. Elsevier Sciences Publisher Ltd.
- Zarate, J. R. (2015). Producción y desarrollo de cuatro aislamientos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.), cultivados en restos de cosecha. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima).
- Zúñiga Morales, M. C. (2005). Caracterización de fibra dietaria en orujo y capacidad antioxidante en vino, hollejo y semilla de uva. (Tesis de grado, Universidad de Chile). Recuperado el 20 de octubre del 2016 de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101763/zuniga_m.pdf?sequence=4&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1.
Total, de días en aparecer los primordios de *P. ostreatus* en los tratamientos.

TRATAMIENTO	Repeticiones	Días que demoro <i>P. ostreatus</i> en colonizar el sustrato	1er Primordio días en aparecer	Total días Primordio
T1 ORUJO DE UVA(1Kg) + CORONTA(0.5Kg)	1	22	4	26
	2	20	6	26
	3	21	4	25
	4	20	4	24
	5	20	8	28
	6	20	7	27
	7	20	6	26
T2 ORUJO DE ACEITUNA(1Kg) + CORONTA (0.5Kg)	1	18	10	28
	2	18	12	30
	3	17	13	30
	4	17	10	27
	5	19	12	31
	6	19	9	28
	7	17	13	30
T3 ORUJO DE UVA(0.75Kg) + ORUJO DE ACEITUNA(0.75Kg)	1	20	3	23
	2	19	3	22
	3	19	3	22
	4	19	4	23
	5	20	3	23
	6	20	4	24
	7	20	4	24
T4 PAJA DE MAIZ(1.5Kg)	1	21	4	25
	2	21	4	25
	3	24	5	29
	4	22	5	27
	5	21	5	26
	6	23	4	27
	7	24	4	28

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.

Total, tiempo (días) de cultivo de *P. ostreatus* desde siembra del micelio hasta la tercera cosecha en los tratamientos.

TRATAMIENTO	Repeticiones	1era OLEADA	2da OLEADA	3era OLEADA	Total tiempo de Produccion (días)
		Cosecha dias	Cosecha dias	Cosecha dias	
T1 ORUJO DE UVA(1Kg) + CORONTA(0.5Kg)	1	31	15	11	57
	2	31	13	8	52
	3	30	12	7	49
	4	32	15	15	62
	5	33	15	11	59
	6	32	16	15	63
	7	31	14	13	58
T2 ORUJO DE ACEITUNA(1Kg) + CORONTA (0.5Kg)	1	33	10	13	56
	2	35	11	9	55
	3	35	14	10	59
	4	32	10	12	54
	5	36	16	16	68
	6	33	12	15	60
	7	35	10	11	56
T3 ORUJO DE UVA(0.75Kg) + ORUJO DE ACEITUNA(0.75Kg)	1	28	16	13	57
	2	27	14	14	55
	3	27	15	16	58
	4	28	16	14	58
	5	28	15	13	56
	6	29	14	12	55
	7	29	12	15	56
T4 PAJA DE MAIZ(1.5Kg)	1	30	10	12	52
	2	30	9	12	51
	3	34	12	10	56
	4	32	11	13	56
	5	31	12	10	53
	6	32	10	10	52
	7	33	10	10	53

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3.
Informe de análisis de residuo agroindustrial orujo de uva.

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA							
SOLICITANTE	:	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN					
PROCEDENCIA	:	TACNA/ TACNA/ POCOLLAY					
MUESTRA DE	:	ORUJO DE UVA					
REFERENCIA	:	H.R. 60419					
FACTURA	:	1368					
FECHA	:	22/09/17					
Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
628		4.00	3.07	87.71	2.02	0.69	2.55
Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %	C %	Máx. Ret. Hd %
628		0.96	0.22	8.61	0.14	50.88	54.04
<i>Dr. Sady García Bendezú</i>							
<i>Jefe de Laboratorio</i>							

Fuente: Laboratorio de Suelos. UNALM (2017).

Anexo 4.
Informe de análisis de residuo agroindustrial orujo de aceituna.

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA							
SOLICITANTE	:	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN					
PROCEDENCIA	:	TACNA/ TACNA/ LA YARADA					
MUESTRA DE	:	ORUJO DE ACEITA					
REFERENCIA	:	H.R. 60420					
FACTURA	:	1368					
FECHA	:	22/09/17					
Nº	CLAVES	pH	C.E.	M.O.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
LAB			dS/m	%	%	%	%
629		5.01	3.75	85.70	1.50	0.19	1.01
Nº	CLAVES	CaO	MgO	Hd	Na	C	Máx. Ret.
LAB		%	%	%	%	%	Hd
629		0.53	0.09	8.19	0.14	49.71	45.62
<i>Dr. Sady García Bendezú</i>							
<i>Jefe de Laboratorio</i>							

Fuente: Laboratorio de Suelos. UNALM (2017).

Anexo 6.
Informe de análisis de residuo agroindustrial paja de maíz.

INFORME DE ANALISIS FOLIAR															
SOLICITANTE		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN													
PROCEDENCIA		TACNA/ TACNA/ PACHIA													
MUESTRA DE		PAJA DE MAIZ													
REFERENCIA		H.R. 60422													
FACTURA		1368													
FECHA		22/09/2017													
N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm	M.S. %	C %
7600		1.37	0.16	2.51	0.35	0.16	0.18	0.05	73	7	124	1157	47	91.87	49.85
<i>Dr. Sady García Bendejú</i> <i>Jefe de Laboratorio</i>															

Fuente: Laboratorio de Suelos. UNALM (2017).

Anexo 7.

Informe de análisis de proteína de *P. ostreatus* en tratamiento T1



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umaccillo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 • 51 54 382038 ANEXO 1186
 E laboratorio@ensayo@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Aptno. 1350
 AREQUIPA - PERU




INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA09C18.003238A

Nombre del Cliente	: Anacelly Valera López
Dirección del Cliente	: No declara
RUC	: No corresponde
Condición del Muestreado	: Por el cliente
Descripción	: <i>Pterotus ostreatus</i> T1
Tamaño de muestra	: 10 g
Fecha de Recepción	: 09/03/2018
Fecha de Inicio del Ensayo	: 09/03/2018
Fecha de Emisión de Informe	: 16/03/2018
Página	: 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (%) Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	3,83

OBSERVACIONES:

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.p
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad





Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
 QFDA 00024
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



Fuente: Laboratorio de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María.

Anexo 8. Informe de análisis de proteína de *P. ostreatus* en tratamiento T2





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umachillo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204205 ☎ + 51 54 362038 ANEXO 1166
 ✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Actdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ

INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA09C18.003238B


Nombre del Cliente : Anacelly Valera López
Dirección del Cliente : No declara
RUC : No corresponde
Condición del Muestreado : Por el cliente
Descripción : *Plerotus ostreatus* T2
Tamaño de muestra : 10 g
Fecha de Recepción : 09/03/2018
Fecha de Inicio del Ensayo : 09/03/2018
Fecha de Emisión de Informe : 16/03/2018
Página : 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (%) Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	4,37

OBSERVACIONES:



- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.p
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad




Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez
 COFOA 00024
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC

Fuente: Laboratorio de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María.

Anexo 9. Informe de análisis de proteína de *P. ostreatus* en tratamiento T3

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD
Univ. San José S/N Umachillo CAMPUS UNIVERSITARIO H. 2034/2005 ☎ + 51 54 392056 ANEXO 1186
 ✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📍 Apútao, 1350
 AREQUIPA - PERU

INFORME DE ENSAYO
N° DE INFORME: ANA09C18.003238D


Nombre del Cliente	: Anacelly Valera López
Dirección del Cliente	: No declara
RUC	: No corresponde
Condición del Muestreo	: Por el cliente
Descripción	: <i>Pterotus ostreatus</i> T4
Tamaño de muestra	: 10 g
Fecha de Recepción	: 09/03/2018
Fecha de Inicio del Ensayo	: 09/03/2018
Fecha de Emisión de Informe	: 16/03/2018
Página	: 1 de 1

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:


ANALISIS	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (%) Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	3,07

OBSERVACIONES:

- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.p
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



Q.F. Ricardo A. Noril Ramírez
LECC 00284
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



Fuente: Laboratorio de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María.

Anexo 10.
Informe de análisis de proteína de *P. ostreatus* en tratamiento T4

 UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD <small>Urb. San José S/N Umazoto CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 + 51 54 352038 ANEXO 1166 laboratoriodensayo@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Aptdo. 1350 AREQUIPA - PERU</small>		
INFORME DE ENSAYO N° DE INFORME: ANA09C18.003238D		
Nombre del Cliente Dirección del Cliente RUC Condición del Muestreo Descripción Tamaño de muestra Fecha de Recepción Fecha de Inicio del Ensayo Fecha de Emisión de Informe Página	: Anacelly Valera López : No declara : No corresponde : Por el cliente : <i>Pterolus ostreatus</i> T4 : 10 g : 09/03/2018 : 09/03/2018 : 16/03/2018 : 1 de 1	
I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:		
ANÁLISIS		RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (%) Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.		10,07
OBSERVACIONES:		
- Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL –DA.p - Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad		
 Q.F. Ricardo A. Joril Ramírez C.O.P.A. 00524 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC		

Fuente: Laboratorio de ensayo y control de calidad de la Universidad Católica de Santa María.

Anexo 11.
Prueba de Kruskal-Wallis para tiempo de corrida de Micelio de *P. ostreatus* en los cuatro tratamientos evaluados.

Rangos			
	TA	N	Rango promedio
b	1	7	17,29
	2	7	4,43
	3	7	12,00
	4	7	24,29
	Total	28	

Se halló su estadística de contraste, su media y desviación para hallar el coeficiente de variación.

Estadísticos de contraste^{a,b}		
		b
Chi-cuadrado		22,830
gl		3
Sig. asintót.		,000
a. Prueba de Kruskal-Wallis		
b. Variable de agrupación: TA		
Estadísticos		
T		
N	Válido	28
	Perdidos	0
Media		4,4715
Desv. Desviación		,20621

Anexo 12.

Prueba de comparaciones múltiples de U de Mann Whitney para el tiempo de corrida de micelio (días) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Rangos				
	codb1b2	N	Rango promedio	Suma de rangos
T1T3	1,00	7	9,57	67,00
	2,00	7	5,43	38,00
	Total	14		

Rangos				
	codb1b2	N	Rango promedio	Suma de rangos
T1T2	1,00	7	11,00	77,00
	2,00	7	4,00	28,00
	Total	14		

Rangos				
	codb1b2	N	Rango promedio	Suma de rangos
T1T4	1,00	7	4,71	33,00
	2,00	7	10,29	72,00
	Total	14		

Rangos				
	codb1b2	N	Rango promedio	Suma de rangos
T2T3	1,00	7	4,43	31,00
	2,00	7	10,57	74,00
	Total	14		

Anexo 13.
Promedio del número de basidiocarpos convertidos \sqrt{x} de *Pleurotus ostreatus* en los tratamientos evaluados.

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	6.93	5.57	7.42	6.56	
2	6.93	5.1	7.55	7.35	
3	6.24	5.74	8	5.92	
4	8.37	5.29	7.75	7	
5	6.71	5.29	6.48	6.78	
6	6.86	5.39	6.16	7.14	
7	7.75	4.9	6	6.71	
Promedio	7.1	5.3	7.1	6.8	6,6

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14.

Prueba de normalidad para número de hongos de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos evaluados.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	,327	7	,023	,878	7	,219
T2	,293	7	,071	,799	7	,040
T3	,232	7	,200*	,890	7	,273
T4	,163	7	,200*	,961	7	,825
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

Anexo 15.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas para número de hongos de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos evaluados.

Prueba de homogeneidad de varianzas			
v1			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,795	3	24	,062

Anexo 16.
Prueba de la Independencia para número de hongos de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos evaluados.

Prueba de rachas					
TA		T1	T2	T3	T4
a	Valor de prueba ^a	48	28	55	46
	Casos < Valor de prueba	3	2	3	3
	Casos >= Valor de prueba	4	5	4	4
	Casos en total	7	7	7	7
	Número de rachas	5	4	2	5
	Z	,061	,000	-1,637	,061
	Sig. asintót. (bilateral)	,952	1,000	,102	,952
a. Mediana					

Anexo 17.
Promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) convertidos \sqrt{x} de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	2.3	2.4	2.4	2.4	
2	2.3	2.4	2.3	2.4	
3	2.5	2.5	2.4	2.4	
4	2.5	2.4	2.5	2.6	
5	2.3	2.5	2.6	2.4	
6	2.4	2.4	2.2	2.1	
7	2.5	2.6	2.5	2.5	
Promedio	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18.

Prueba de Normalidad para el promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos evaluados.

Pruebas de normalidad^{c,d,e,f}							
	f	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	1,00	,242	7	,200 [*]	,859	7	,147
T2	1,00	,201	7	,200 [*]	,910	7	,399
T3	1,00	,126	7	,200 [*]	,995	7	,999
T4	1,00	,249	7	,200 [*]	,920	7	,472

Anexo 19.

Prueba de homogeneidad de varianzas para el promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos evaluados.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
T	Se basa en la media	,862	3	24	,474
	Se basa en la mediana	,525	3	24	,670
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,525	3	16,461	,671
	Se basa en la media recortada	,856	3	24	,477

Anexo 20.
Prueba de la independencia para el promedio del tamaño de basidiocarpos (cm) de *P. ostreatus* producidos en los cuatro tratamientos evaluados.

Prueba de rachas				
	T1	T2	T3	T4
Valor de prueba ^a	5,90	6,00	5,90	5,70
Casos < Valor de prueba	3	3	3	3
Casos >= Valor de prueba	4	4	4	4
Casos totales	7	7	7	7
Número de rachas	4	4	5	2
Z	,000	,000	,061	-1,637
Sig. asintótica(bilateral)	1,000	1,000	,952	,102
a. Mediana				

Anexo 21.
Promedio de la eficiencia biológica (%) convertidos \sqrt{x} de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	9,3	7,0	8,2	9,8	
2	9,3	6,3	9,5	9,6	
3	9,0	8,2	9,0	8,6	
4	8,8	6,8	8,4	9,8	
5	7,3	7,2	7,8	10,3	
6	8,4	7,1	6,7	8,2	
7	8,9	6,0	8,7	8,9	
Suma	61,1	48,7	58,3	65,3	
Promedio	8,7	7,0	8,3	9,3	8,3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22.
Prueba de normalidad para la eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	,274	7	,120	,843	7	,106
T2	,217	7	,200*	,938	7	,621
T3	,152	7	,200*	,983	7	,972
T4	,210	7	,200*	,952	7	,744

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo 23.
Prueba de homogeneidad de varianzas para la eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Prueba de homogeneidad de varianzas			
V1			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,656	3	24	,587

Anexo 24.

Prueba de la independencia para la eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Prueba de rachas				
	T1	T2	T3	T4
Valor de prueba ^a	79,3	49,2	69,8	92,6
Casos < Valor de prueba	3	3	3	3
Casos >= Valor de prueba	4	4	4	4
Casos en total	7	7	7	7
Número de rachas	3	6	4	4
Z	-,788	,910	,000	,000
Sig. asintót. (bilateral)	,431	,363	1,000	1,000
a. Mediana				

Anexo 25.

Promedio de la tasa de producción (%) convertidos \sqrt{x} de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	1,2	0,9	1,1	1,4	
2	1,3	0,8	1,3	1,3	
3	1,3	1,0	1,2	1,1	
4	1,1	0,9	1,1	1,3	
5	0,9	0,9	1,0	1,4	
6	1,0	0,9	0,9	1,1	
7	1,2	0,8	1,1	1,2	
Suma	8,2	6,3	7,7	8,9	
Promedio	1,2	0,9	1,1	1,3	1,1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26.

Prueba de normalidad para la tasa de producción (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	,150	7	,200*	,940	7	,635
T2	,185	7	,200*	,967	7	,877
T3	,169	7	,200*	,973	7	,920
T4	,174	7	,200*	,914	7	,423
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

Anexo 27.

Prueba de homogeneidad de varianzas para la tasa de producción (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Prueba de homogeneidad de varianzas			
V1			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,150	3	24	,349

Anexo 28.

Prueba de la independencia para la tasa de producción (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Prueba de rachas				
	T1	T2	T3	T4
Valor de prueba ^a	1,4	,8	1,2	1,7
Casos < Valor de prueba	3	2	2	3
Casos >= Valor de prueba	4	5	5	4
Casos en total	7	7	7	7
Número de rachas	3	4	3	4
Z	-,788	,000	-,380	,000
Sig. asintót. (bilateral)	,431	1,000	,704	1,000
a. Mediana				

Anexo 29.

Promedio del rendimiento (%) convertidos \sqrt{x} de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Repeticiones	TRATAMIENTOS *				Media total
	T1= Orujo de uva + Coronta de maíz	T2= Orujo de aceituna + Coronta de maíz	T3= Orujo de uva + Orujo de aceituna	T4= Paja de maíz (Control)	
1	5,2	4,3	4,8	5,4	
2	5,2	3,8	5,6	5,3	
3	5,1	5,0	5,3	4,8	
4	5,0	4,2	4,9	5,4	
5	4,1	4,4	4,6	5,7	
6	4,7	4,3	3,9	4,5	
7	5,0	3,6	5,1	4,9	
Promedio	4,9	4,2	4,9	5,2	4,8

Fuente: Elaboración propia

Anexo 30.
Prueba de normalidad para el rendimiento (%) de *Pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	,276	7	,116	,842	7	,104
T2	,221	7	,200*	,938	7	,623
T3	,150	7	,200*	,983	7	,972
T4	,208	7	,200*	,952	7	,745
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

Anexo 31.
Prueba de homogeneidad de varianzas para el rendimiento (%) de *pleurotus ostreatus* en los cuatros tratamientos evaluados.

Prueba de homogeneidad de varianzas			
V1			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,411	3	24	,747

Anexo 32.
Prueba de la independencia para el rendimiento (%) de *Pleurotus ostreatus*
en los cuatros tratamientos evaluados.

Prueba de rachas				
	T1	T2	T3	T4
Valor de prueba ^a	25,0	18,2	24,0	28,4
Casos < Valor de prueba	3	3	3	3
Casos >= Valor de prueba	4	4	4	4
Casos en total	7	7	7	7
Número de rachas	3	6	4	4
Z	-,788	,910	,000	,000
Sig. asintót. (bilateral)	,431	,363	1,000	1,000
a. Mediana				

Anexo 33. Link de video etapa de reproducción de micelio de *P. ostreatus*.
<https://youtu.be/Vp0H060UT9k>

Anexo 34. Link de video siembra de micelio de *P. ostreatus* en placas.
<https://youtu.be/Vzc6ZnUMg9c>

Anexo 35. Link de video preparación de la semilla o spawn.
<https://youtu.be/KxCZ-9ATY7M>

Anexo 36. Links de video inoculación de micelio de *P. ostreatus* a la semilla.

<https://youtu.be/kBK56ZGE8W0> <https://youtu.be/sc2Mdk-8WZA>

Anexo 37. Links de video proceso de secado de los residuos agroindustriales.

https://youtu.be/ljO__CKJHlk

Anexo 38. Links de video proceso de preparación de los sustratos.

<https://youtu.be/Ru5CQPa5XIU>

Anexo 39. Links de video inoculación de la semilla de *P. ostreatus* a los sustratos.

<https://youtu.be/EGN3tIsyu9g> <https://youtu.be/D023dnNx6gM>

Anexo 40. Links de video crecimiento del micelio *P. ostreatus* en los sustratos.

<https://youtu.be/jvNYsKAwZN4>

Anexo 41. Links de video crecimiento del basidiocarpos de *P. ostreatus* en los sustratos.

https://youtu.be/0zqi_DsedKU