

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN:

“Generación de tecnologías en la producción de inóculo y carpóforos del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y champiñón (*Agaricus bisporus*) en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas y Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador”

POR

Tomás Alberto Henríquez Mejía

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Ciudad Universitaria, Diciembre 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN:

“Generación de tecnologías en la producción de inóculo y carpóforos del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y champiñón (*Agaricus bisporus*) en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas y Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador”

POR

Tomás Alberto Henríquez Mejía

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

Ciudad Universitaria, Diciembre 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

Lic. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

MAECE. NELSON BERNABE GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

M.Sc. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

F: _____

M.Sc. JULIO CESAR ORTIZ PAVÓN

DOCENTE DIRECTOR

F: _____

M.Sc. OSCAR ALONSO RODRÍGUEZ GRACIAS

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

F: _____

M.Sc. OSCAR ALONSO RODRÍGUEZ GRACIAS

RESUMEN

La investigación se realizó en marzo a septiembre 2023, el área de invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas sede central de la Universidad de El Salvador ubicada en el municipio y departamento de San Salvador; y en la Estación Experimental y de Prácticas (EEP), ubicada en el municipio de San Luis Talpa departamento de la Paz, con el objetivo de evaluar diferentes sustratos, compostajes, y medios en la producción de carpóforos e inóculo del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y champiñón (*Agaricus bisporus*). Se aplicó análisis estadístico descriptivo básico y la técnica estadística del análisis de varianza (ANOVA). Todo el análisis se desarrolló con una significancia estadística $\alpha= 0.05$; y el uso del programa estadístico Infostat® 2020. En la producción del hongo *P. ostreatus* en el área de invernaderos se evaluaron los sustratos olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz con las dosis 10 g y 20 g, de inóculo por 3 kg de sustrato. El sustrato pasto pangola mostro la mayor producción con un promedio de racimos de 7.2 y peso de 474 g. En la producción del hongo *P. ostreatus* en la Estación Experimental y de Prácticas se evaluaron los sustratos 100% olote de maíz, 50% olote de maíz + 50% pasto pangola y 100% pasto pangola. El tratamiento con 50% olote de maíz + 50% pasto pangola mostró la mejor producción con un promedio racimos de 5.67 y peso de 177.18 g.

Palabras claves: Hongo comestible, sustrato agrícola, dosis de inóculo, *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*.

ÍNDICE

Contenido	Página
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN	1
3. MARCO TEÓRICO.....	2
3.1.1. Generalidades de los hongos.....	2
3.1.2. Hongos comestibles	2
3.1.3. Replicación de Micelio.....	2
3.1.4. Obtenciones de cepas.....	3
3.1.5. Aislamiento por tejido	3
3.1.6. Aislamiento por esporas	3
3.2. Morfología y tecnología del <i>Pleurotus ostreatus</i>	3
3.2.1. Características del hongo comestible del género <i>Pleurotus ostreatus</i>	3
3.2.2. Taxonomía del <i>Pleurotus ostreatus</i>	4
3.2.3. Datos nutricionales de <i>Pleurotus ostreatus</i>	4
3.2.4. Etapas de la producción de hongos	4
3.2.5. Preparación de sustratos	5
3.2.6. Ecurrido	5
3.2.7. Pasteurización	5
3.2.8. Siembra e incubación	5
3.2.9. Cuidados y Riego	5
3.2.10. Cosecha	5
3.2.11. Plagas y enfermedades.....	5
3.3. Morfología y producción del champiñón (<i>Agaricus bisporus</i>)	6
3.3.1. Clasificación Taxonomía	6
3.3.2. Características del hongo champiñón (<i>Agaricus bisporus</i>).....	6
3.3.3. Carpóforos o sombrero	6
3.3.4. Himenio	6
3.3.5. Micelio	7
3.3.6. Pie o pedicelo	7
3.3.7. Datos nutricionales el <i>Agaricus bisporus</i>	7
3.4.1. Sistema Americano	7
3.4.2. Sistema Holandés	7

3.4.3.	Sistema Francés	8
3.5.	Producción de hongo	8
3.5.1.	Compostaje	8
3.5.2.	Manejo del sustrato	8
3.5.3.	Hidratación	8
3.5.4.	Fermentación	8
3.5.5.	Pasteurización	8
3.5.6.	Siembra	8
3.5.7.	Incubación	8
3.5.8.	Cobertura.....	9
3.5.9.	Fructificación	9
3.5.10.	Producción Cosecha	9
3.6.1.	Plagas.....	9
3.6.2.	Enfermedades	10
4.	DESARROLLO	11
4.1.1.	Descripción de los lugares de estudio.....	11
4.1.2.	Metodología de campo	12
4.1.3.	Material experimental	12
4.1.4.	Pasteurización de sustratos	13
4.1.5.	Ecurrimiento o semi-secado	13
4.1.6.	Inoculación (siembra)	13
4.1.7.	Incubación o colonización	14
4.1.8.	Fructificación y cosecha	14
4.1.9.	Producción del hongo comestible <i>Agaricus bisporus</i>	15
4.1.10.	Elaboración de compostajes a base de estiércol bovino y equino.....	15
4.1.11.	Fase de fermentación.....	16
4.1.12.	Fase de pasteurización	16
4.1.13.	Fase de inoculación e incubación (colonización)	17
4.1.14.	Preparación de sustrato	18
4.1.15.	Producción de inoculo (semilla) de los hongos comestibles <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Agaricus bisporus</i> 18	
4.2.	Tratamientos	19
4.2.1.	Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas.	19

4.2.2.	Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en la Estación Experimental y de Prácticas.....	20
4.2.3.	Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo <i>Agaricus bisporus</i>	20
4.2.4.	Tratamientos a evaluar en la producción de inóculo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Agaricus bisporus</i>	21
4.3.	Toma de datos	21
4.3.1.	Producción de carpóforos del hongo ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	21
4.3.2.	Producción de carpóforos de champiñón (<i>Agaricus bisporus</i>).....	21
4.3.3.	Producción de inóculo (semilla)	22
4.4.	Metodología estadística	22
4.4.1.	Modelo lineal de un diseño completamente al azar (DCA).....	22
4.4.2.	Modelo lineal de un diseño de bloques completos al azar (DBCA)	23
4.4.3.	Modelo lineal de un arreglo factorial bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA).....	23
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1.1.	Resultados del efecto de dos dosis de inóculo (10 g y 20 g) y tres residuos agrícolas olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz en el área de invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas.	24
5.1.5.	Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> en la Estación Experimental y de Prácticas.....	29
5.4.	Otras experiencias.	38
6.	CONCLUSIONES.....	39
7.	RECOMENDACIONES	40

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Clasificación del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> -----	4
Cuadro 2. Contenido nutricional de <i>Pleurotus ostreatus</i> -----	4
Cuadro 3. Clasificación del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> -----	6
Cuadro 4. Contenido nutricional <i>Agaricus bisporus</i> -----	7
Cuadro 5. Tratamientos evaluados en la producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> -----	19
Cuadro 6. Tratamientos evaluados en la producción del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .-----	20
Cuadro 7. Tratamientos evaluados en la producción del hongo <i>Agaricus bisporus</i> -----	20
Cuadro 8. Tratamientos evaluados en la producción del hongo <i>Agaricus bisporus</i> -----	21
Cuadro 9. Medidas resumen del efecto de las dosis de inóculo en la invasión micelial del hongo (<i>P. ostreatus</i>).-----	24
Cuadro 10. Medidas resumen de los sustratos agrícolas en la invasión micelial del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .-----	25

Cuadro 11. Medidas resumen del efecto de diferentes dosis de inóculo en el número de cuerpos fructíferos -----	26
Cuadro 12. Medidas resumen del efecto de diferentes dosis de inóculo en el número de primordios del hongo comestible. -----	26
Cuadro 13. Media resumen del efecto de diferentes dosis en el peso total de racimos (g) por inóculo en el hongo comestible. -----	28
Cuadro 14. Mediadas resumen del efecto de diferentes sustratos en el peso total de racimos (g) del hongo comestible. -----	28
Cuadro 15. Análisis de varianza de la variable invasión micelial (%) -----	30
Cuadro 16. Análisis de varianza de la variable invasión micelial (días) -----	32
Cuadro 17. Análisis de varianza del variable número total de racimos o carpóforos. -----	33
Cuadro 18. Análisis de varianza del variable peso de racimos o carpóforos (g). -----	34
Cuadro 19. Análisis de varianza de la variable periodo de cosecha (días). -----	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Ubicación de la investigación	11
Figura 2. Mapa de la Estación Experimental y de Prácticas (EEP).	12
Figura 3. A) Inoculo comercial de la cepa CP-301; B y C) Recolecta de los sustratos.....	12
Figura 4. Pasteurización de los sustratos agrícolas: A) pasteurización en el área de invernaderos B; pasteurización en la Estación Experimental y Práctica (EEP).	13
Figura 5. Escurrimiento de los sustratos: A) invernadero; B) Estación Experimental y Práctica (EEP)	13
Figura 6. A) Peso del inoculo con dosis mínima; B) Inoculación.	14
Figura 7. Incubación y colonización del hongo ostra: A) invernadero; B) Estación Experimental y prácticas (EEP)	14
Figura 8. Fructificación del hongo ostra según los sustratos agrícolas: A) olote de maíz; B) pasto pangola; C) cascarilla de arroz.	15
Figura 9. Fructificación y cosecha del hongo ostra: A) Cosecha de los racimos del hongo ostra; B). Carpófagos.	15
Figura 10. Elaboración de compostaje: A) Invernaderos; B) Estación Experimental y Prácticas (EEP).	16
Figura 11. Fase de fermentación: A) Medición de temperatura; B) Prueba de humedad ..	16
Figura 12. A y B); Fase de pasteurización de los compostaje.	17
Figura 13. Fase de inoculación e incubación en el área de invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas: A) inoculación en javas; B) inoculación en bolsas	17
Figura 14. Producción del champiñón: A) inoculación; B) mantenimiento y revisión; C) control de humedad y temperatura.	18
Figura 15. preparación del sustrato; A) mezcla de sorgo y aserrín; B) desinfección e hidratación del sorgo	18
Figura 16. producción de semillas A) recipientes usados para reproducción del micelio; B) inoculación.....	19
Figura 17. Recipiente con los inóculos C; hongo ostra D; hongo champiñó	19

Figura 18. Toma de datos: A) medición del estípite; B) peso de carpófagos	21
Figura 19. Toma de datos A) registro de invasión; B) invasión micelial	22
Figura 20. Efecto de dos dosis de inóculo (10 g y 20 g) y tres residuos agrícolas olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz en la invasión micelial del hongo.....	25
Figura 21. Número de racimos por bolsas en promedios de dos dosis y tres sustratos agrícolas en estudio: tratamiento 1: 10g. + Olote de maíz, tratamiento 2: 10g. + pasto pangola, tratamiento 3: 10g + cascarilla de arroz, tratamiento 4: 20g. + Olote de maíz, tratamiento 5: 20g + pasto pangola, tratamiento 6: 20g+ cascarillas.....	27
Figura 22. Peso total por racimos en promedios de dos dosis y tres sustratos agrícolas en estudio: tratamiento 1: 10g. + Olote de maíz, tratamiento 2: 10g. + pasto pangola, tratamiento 3: 10g + cascarilla de arroz, tratamiento 4: 20g. + Olote de maíz, tratamiento 5: 20g. + pasto pangola, tratamiento 6: 20g + cascarilla	29
Figura 23. Invasión micelial en porcentajes en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola.	30
Figura 24. Invasión micelial en días en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola.....	31
Figura 25. Número total de racimos o carpóforos en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola.	32
Figura 26. . Peso de racimos o carpóforos en gramos en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola.	34
Figura 27. Periodo de cosecha en días en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola	35
Figura 28. . Primer ensayo de producción de champiñón en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas A; producción de champiñones en jvasas B; producción de champiñones en bolsas.....	36
Figura 29. Segundo ensayo de producción de champiñón en la Estación Experimental y de Practicas (EEP) A y B; Inoculación C; invasión micelial.....	36
Figura 30. Producción de micelio A; <i>A. bisporus</i> B; <i>P. ostreatus</i>	37
Figura 31. A; Capacitación en la producción de hongo comestible (<i>Pleurotus ostreatus</i>) B; y C; preparación del hongo ostra	38

INTRODUCCIÓN

Los hongos silvestres, comestibles y medicinales son los tres mayores componentes de la industria mundial de los macromicetos, los comestibles cultivados aportan el 54% es decir un 34,000 millón, los medicinales contribuyen el 34% 24,000 millones, mientras que los silvestres aportan 5,000 millones contribuyendo un 8% (Sánchez, J.2017). El cultivo de los hongos comestibles aumentado más de 30 veces desde 1978 hasta el año 2013, y se estima el promedio del consumo de hongo por persona al año es de 4.78 kg. En el 2013. Cinco géneros principales comprenden el 85% de la oferta mundial de hongos *Lentinula edodes shiitake* cultivando el 22%, *Pleurotus* y *Auricularia* se producen entre 19% y 18% respectivamente, *Agaricus bisporus* ocupa el cuarto lugar en términos de producción mundial con el 15% del total (Cano 2016).

La producción de hongos comestible es una actividad relevante desde el punto de vista social económico y ecológico, siendo El mayor productor de hongos comestibles a nivel mundial es Asia siendo los países más productores China, Japón, Taiwán Corea del sur, Tailandia, Vietnam e India, y con mayor producción es China con el 85% y el género de hongo de mayor importancia es el *Pleurotus* (Sánchez 2017). En el caso de producción de champiñón se estima una producción 300,000 toneladas por año (Muñoz). Sumadas las producciones de Europa y las Américas solo alcanzan 1% de la producción mundial de *Pleurotus*. Por lo tanto, relativamente hablando, estas regiones son contribuyentes menores a la producción total. En la producción de champiñones Europa es el segundo productor siendo el mayor país bajos donde se ha desarrollado mucha tecnología, los rendimientos son de 25-30 kg/m² o de 120-150 kg/m² al año (Sánchez 2017). Estados Unidos es el principal productor de champiñones a nivel mundial 350,000 toneladas estimadas a 4.0 kg de consumo per cápita (Muñoz s.f.).

Según Cano (2016) México produce un alrededor 59% de la producción total de latino América, ubicándose en el 18°. Productor a nivel mundial, los principales hongos cultivados son: champiñón *Agaricus* 94.3% 36,500 ton/año setas *Pleurotus* 5.6% 2,190 ton/año y el *shiitake lentinulase*. Se cultiva de manera inconsistente

Por ese motivo se presentó el siguiente estudio, "Generación de tecnologías en la producción de inóculo y carpóforos del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y champiñón (*Agaricus bisporus*) tiene como propósito validar diferentes alternativas para la producción de inóculo y cuerpos fructíferos de los hongos *pleurotus* y champiñón bajo protocolos artesanales que puedan ser implementados por los agricultores en El Salvador.

3. MARCO TEÓRICO

3.1.1. Generalidades de los hongos

Los hongos son un grupo diferente de organismos más emparentados con los animales que con las plantas, basándonos en un conocimiento preciso de su estructura bioquímica y genética, constituidos en los últimos treinta años, los hongos actualmente se dividen en tres reinos separados y distintos. Es erróneo y podría ser mal interpretado referirse a los hongos como "plantas sin clorofilas" (Palacios 2020).

Los hongos llamados macromicetos son organismos que, en general, son conocidos por su forma de paraguas con su sombrero, más o menos circulares y un eje o pie que lo sostiene (Palacios 2020).

3.1.2. Hongos comestibles

Son hongos que se pueden agregar que muchos de ellos forman sus esporas en cuerpos fructíferos. Esos cuerpos son los que se encuentran en el bosque y en los prados sobre la tierra, los troncos y las ramas, con formas y colores más o menos vistosos (FAO 2005)

Según FAO 2005. Se han registrado un total de 154 especies comestibles de las cuales los géneros *Pleurotus* y *Agaricus* son los principales a nivel mundial.

A los hongos comestibles, diferentes al champiñón, se les conoce con el nombre de setas; para estas el pie que las sostiene es más lateral que céntrico, por lo que su desarrollo se da en forma de una ostra u oreja (Palacios 2020).

3.1.3. Replicación de Micelio

La obtención de la semilla (inoculo) debe realizarse en espacios de trabajo con condiciones específicas, generalmente laboratorios, y realizar un proceso minucioso, (Montenegro 2021).

La semilla inicial se elabora a partir de cultivos puros de los hongos, los cuales se encuentran en su fase micelial sobre agares nutritivos y crioprotectores, almacenados en nitrógenos líquidos a -196°C , para preservar su potencial genético. A partir de los cultivos crioconservados se obtienen los cultivos de trabajo, los cuales consisten en tubos de ensayos con agar nutritivo sobre el cual se establece el hongo en su fase micelial y cuya conservación se realiza por refrigeración a 4°C . (Rodríguez 2006).

Las cepas conservadas en tubos de ensayos se multiplican en botellas planas con medio de cultivo (EMA). Estas botellas son las que se usan para producir hongos entomopatógenos. (Rodríguez 2006).

El micelio contenido en las botellas planas se multiplica en granos de cereal (pueden utilizarse trigo, mijo, sorgo, cebada, centeno, maíz o arroz), para conformar la semilla madre o semilla primaria, la cual es usada para preparar la semilla de siembra o inoculo secundario, también llamada semilla comercial (Rodríguez 2006).

3.1.4. Obtenciones de cepas

Al micelio de un hongo (forma algodonosa) que se desarrolla sobre un medio de cultivo nutritivo se le llama cepa, su aislamiento se puede realizar por medios de tejidos (fragmento) o por medio de esporas (Gaitán 2006).

3.1.5. Aislamiento por tejido

Este tipo de aislamiento es una de las formas más simples de obtener una cepa y el resultado es una copia idéntica del hongo del cual se ha obtenido el tejido. El hongo se corta longitudinalmente con una navaja, con una ayuda de unas pinzas estériles y fría se toma un fragmento de la carne del hongo y se coloca en cajas Petri con medio de cultivo, las cajas son aislada a temperaturas de 25 a 28°C y de preferencia en oscuridad, a los 2 o 3 días después se puede observar la invasión del hongo. (Gaitán 2006).

3.1.6. Aislamiento por esporas

Para llevar a cabo este aislamiento, se deberá contar con una esporada de hongo. La esporada se obtiene colocando el sombrero del hongo en las láminas hacia abajo de papel estéril por un tiempo de 6 a 8 horas. Transcurrido el tiempo, se retira el hongo del papel, que dando impregnado las esporas sobre el papel, se es recomendable dejar el hongo en el papel por 24 horas en temperaturas de 28 a 30 °C. Luego son incubas en cajas Petri entre 5 a 8 días para su reproducción. (Gaitán 2006).

3.2. Morfología y tecnología del *Pleurotus ostreatus*

3.2.1. Características del hongo comestible del género *Pleurotus ostreatus*

Dentro de las setas se encuentran las que pertenecen al género *Pleurotus spp*, conocidas popularmente como "hongos ostra" u "Orellana". Dentro de las Orellana se encuentra las siguientes especies más explotada: *P. cornucopioides*, *floridanus*, *pulmonarius*, *ostreatus*, *sajor caju*, *ostratus*.

Los carpóforos del *Pleurotus ostreatus*, no presentan anillo ni volva. El pileo es de 5-25 centímetro de diámetro, ampliamente convexo y algunas veces casi plano en la madurez; de margen lobulado a ondulado, cuando joven; la superficie es lisa, presenta color variable según la intensidad de la luz, con tonos entre blanquecinos, grises o azulados; la carnosidad es blanca y con olor anís lamela formada por agalla decurrentes de color blanco, y amarillentas en estado avanzado de desarrollo, no pubescentes. El estípite es corto y grueso, de 0.5 a 3.0 centímetros de longitud, 0.5 2.0 centímetros de espesor, excéntrico o lateral con pubescencia densa de color blanco en la base.

En estado natural crece sobre troncos y ramas de latifoliadas, bien en árboles en pie o más frecuentemente en tocones, arboles de derribados o sobre rastrojos de algodón, en zona de producción de cereales emerge de los montones pacas de paja cuando las condiciones son favorables. Fructifica en grupos o racimos en forma de repisas de considerable tamaño (Ardón 2007).

3.2.2. Taxonomía del *Pleurotus ostreatus*

Clasificación taxonómica del hongo *P. ostreatus*.

Cuadro 1. Clasificación del hongo *Pleurotus ostreatus*

Reino	Fungi
División	Basidiomycota
Subdivisión	Basidiomycotina
Clase	Basidiomycetes
Subclase	Holobasidiomycetidae
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomataceae
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>Ostreatus</i> (Jacq.: Fr) Kummer.

Barba y López 2017

3.2.3. Datos nutricionales de *Pleurotus ostreatus*

Este hongo es rico en carbohidratos, vitamina, fibra y minerales, además de que posee un bajo contenido de grasas. Presenta entre el 57 y 61 por ciento de carbohidratos en base a su peso seco, 26 por ciento de proteína y un contenido de fibra del 11.9 por ciento. Contiene vitaminas como la niacina, tiamina (vitamina B1), vitamina B12 y la vitamina C o ácido ascórbico. Además se le han detectado minerales como el potasio, fósforo, calcio, entre otros. Su contenido de grasas es de 0.9 a 1.8 por ciento con base en su peso seco y su valor nutricional en relación con otros alimentos (Gaitán 2006).

Cuadro 2. Contenido nutricional de *Pleurotus ostreatus*

Componente	Valor	Unidad de Medida
Carbohidratos	57-61	% en base seca
Proteínas	26	% en base seca
Grasa bruta	0,1-1,8	% en base seca
Fibra cruda	11,9	% en base seca
Valor energético	367	Kcal/g

Gaitán 2006

3.2.4. Etapas de la producción de hongos

Los sistemas de producción de hongos comestibles son una serie de eventos secuenciales con los cuales se simula el crecimiento natural de cepas fúngicas sometidas previamente a procesos de domesticación (Ardón C.2007).

3.2.5. Preparación de sustratos

Se humedece el rastrojo de maíz por periodo de 12 horas y posteriormente se pasteuriza o esteriliza en la autoclave para eliminar los microorganismos que pudiera albergar. Se mete el rastrojo previamente humedecido en agua a 80°C y se conserva así durante 45 min y se deja enfriar para posteriormente sembrar la semilla (Ávila).

3.2.6. Escurrido

Después de 24 horas de rehidratación se procede a quitar el tapon del tanque para el escurrido del agua en exceso (Pineda, J. 2016).

3.2.7. Pasteurización

Es un proceso térmico realizado en un tanque de pasteurización que funciona a vapor, para destruir los microorganismos indeseados del sustrato que pueda contaminar el hongo y afectar la producción (Pineda, J. 2016).

3.2.8. Siembra e incubación

La siembra consiste en la mezclar el micelio con la paja o sustrato ya preparado, se emplea varia del 1 al 4 por 100 del peso húmedo (lo más frecuente es un 2 o un 3 por 100). Si la cifra es alta, el desarrollo del hongo será más rápido y abundante, pero resulta más caro y la temperatura del sustrato puede subir demasiado y matar al propio micelio (García 2002).

3.2.9. Cuidados y Riego

Después de 3 semanas una vez invadidas las bolsas ya se observaban los primeros primordios. (Ávila.).

Las regamos con un atomizador varias veces al día para que sigan fructificando. Salen aproximadamente 3 cosecha. Cuando han crecido la cosecha es importante cortar los hongos con todos y los tallos y no dejar pedazos de ellos porque podría contaminar, y posteriormente dar otras 2 semanas para la siguiente cosecha y otras 2 para la tercera. (Es probable que sigan saliendo hongos después de la tercera cosecha pero es preferible quitar esas bolsas del lugar donde ponemos nuevas bolsas para evitar contaminación). (Ávila).

3.2.10. Cosecha

Una vez las setas alcance un tamaño de 6 a 8 cm se puede proceder a cortar con una cuchilla de acero inoxidable lavada previamente. De cada biocelda se van a obtener tres oleadas (cosechas), la primera a los 20 días, la segunda a los 30 y la tercera a los 40 días. Se pueden obtener hasta cinco cosechas de una sola biocelda, pero los rendimientos disminuyen (Gaitán 2006)

3.2.11. Plagas y enfermedades

Los contaminantes son bacterias (mohos), bacterias y levaduras siendo los de mayor importancia los hongos como *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Neurospora*, *Mycogone* y *Coprinus*, entre otros. Estos hongos aparecen en forma de manchas verdes, amarillentas, negras y/o anaranjadas sobre el sustrato, invadiéndolo de forma rápida y evitando el crecimiento micelial de las setas. Su presencia se ve favorecida por la alta humedad en el ambiente y en el sustrato, así como por alta temperatura, luz directa y sustrato mal pasteurizado, entre otros.

Las plagas las constituyente insectos que atacan a los cultivos tanto en incubación como en el área de producción, atraídos por el olor del substratos, estos insectos son de las llamadas mosca de los hongos como Dípteros del genero *Lycoriella* que ponen sus huevecillos en el sustrato donde en un principio se alimenta de micelio del hongo y después de las fructificaciones adultas. Otros insectos comunes en los cultivos de setas son llamadas Catarina pequeños escarabajos de los géneros *Mycotretus* y *Pseudyschirus*. (Gaitán 2006)

3.3. Morfología y producción del champiñón (*Agaricus bisporus*)

3.3.1. Clasificación Taxonomía

La taxonomía del champiñón según García 2002.

Cuadro 3. Clasificación del hongo *Pleurotus ostreatus*

Reino	Fungí
Filo	Basidiomiceta
Clase	Homobasidiomicetes
Sub clase	Himenomicetes
Orden	Agaricales
Familia	Agaricaceae
Genero	Agaricus

García 2002

3.3.2. Características del hongo champiñón (*Agaricus bisporus*)

Se distingue las siguientes partes:

3.3.3. Carpóforos o sombrero

Es la parte más carnosa del hongo. Tiene forma redondeada, globosa, que recuerda a la de un paraguas. Su tamaño es mayor o menor según la edad del hongo. Puede alcanzar hasta unos 15 centímetro de diámetro, pero desde el punto de vista comercial no interesa que llegue a alcanzar este tamaño (Barbado 2003).

3.3.4. Himenio

Está situado en la parte inferior del sombrero. Está formado por numerosas laminillas dispuestas a manera de radios, que van desde el pie hasta el borde externo del sombrero. El color de las laminillas es rosado a los principios y se vuelve pardo e incluso negro después. Cuando el champiñón es pequeño, el himenio está protegido por una fina membrana llamada velo unida al sombrero y al pie (Barbado 2003)

3.3.5. Micelio

Entre las laminillas se encuentra millones de esporas que cuando germinan, dan lugar a unos hilos, filamentos o hifas, que constituyen el micelio o blanco del champiñón. (Barbado 2003).

3.3.6. Pie o pedicelo

Es la parte del hongo que sirve de soporte al sombrero. Tiene forma cilíndrica, es lisa, blanca y por su parte inferior está unida al micelio o filamentos del hongo que crecen en el sustrato (Barbado 2003).

3.3.7. Datos nutricionales el *Agaricus bisporus*

El champiñón es rico en proteínas vitaminas y minerales. Un kilogramo de hongos secos contiene tanta proteína como un kilogramo de carne de vacuno. También, el champiñón es bajo en carbohidratos y grasas, sólo proporciona de 15 a 20 calorías por cada 100 gramos de champiñones. El champiñón es rico en varias vitaminas necesarias para el desarrollo saludable del hombre como es la tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido ascórbico (vitamina C), ergosterina (pro-vitamina D2) y la biotina (vitamina H). También contiene un importante nivel de ácido fólico, escaso en las hortalizas, y que puede estimular la curación de la anemia (muñoz r.)

Cuadro 4. Contenido nutricional *Agaricus bisporus*

Fuente	Propiedades
Agua (%)	92 %
Proteína	3.5
Grasa	0.3
Carbohidratos	4.0
Minerales	1.0

Fuente: Muñoz R. 2007

3.4. Existen tres sistemas de producción conocido en el mundo

3.4.1. Sistema Americano

Comúnmente este sistema es utilizado en Estados Unidos y es conocido también como sistema de camas el cual se caracteriza por emplearse un tipo de camas de madera invertidas donde es colocada la composta. El peso promedio de cada cama es entre 250 y 280kg (Fernández 2005).

3.4.2. Sistema Holandés

Este sistema es actualmente el que tiene la mayor tecnología en materia de producción de champiñones, este sistema es conocido como sistema de bandejas. En este sistema todas

las operaciones y procesos de cultivos se realiza prácticamente dentro de los cuartos de producción (Fernández 2005).

3.4.3. Sistema Francés

Este sistema es conocido también como sistema de bolsas plásticas y es actualmente el más empleado por ser práctico y ajustable a diferentes niveles de inversión (Fernández 2005).

3.5. Producción de hongo

3.5.1. Compostaje

Para prepara compost para champiñón pueden utilizarse toda clase de materias de origen vegetal. En muchos casos se utiliza paja de diferentes cereales como materia básica para la fabricación de compost. Partiendo de materias no totalmente muertas y secas, no puede prepararse compost de calidad. A estas materias de origen vegetal deben añadirseles suplementos nitrogenados en forma orgánica, como lo es el estiércol de pollo entre otros (García 2002).

3.5.2. Manejo del sustrato

En esta etapa del proceso, se presentan cambios en el pH, lo cual permitirá la adaptación de distintos microorganismos que provocan la descomposición de azúcares, dando origen a carbohidratos menos complejos y que a su vez generan proteína y evita probabilidades de contaminación con hongos como penicillium (Leonel 2006).

3.5.3. Hidratación

Se realiza básicamente en sustratos secos como pajas, rastrojos, desechos de algodón, papel, aserrín y pulpas deshidratadas. Lo cual permite mayor retención de humedad y un fácil manejo del sustrato (Leonel. 2006).

3.5.4. Fermentación

Esta proceso se refiere al tiempo requerido para que los materiales empleados en la composta, vaya cumpliendo con las cualidades que necesita el sustrato para un adecuado desarrollo del micelio de champiñón (Fernández 2005).

3.5.5. Pasteurización

Acaba la fase I de fermentación el lote se introduce en el túnel de pasteurización utilizando nuevamente una línea mecánica de llenado. Durante el proceso de pasteurización, la eliminación de amoníaco es muy efectiva, reduciendo considerablemente las concentraciones de amoníaco en el compost. (Leiva 2016).

3.5.6. Siembra

La etapa de siembra se refiere al momento de inocular el sustrato con el hongo. Existen varias técnicas para realizar el cultivo, entre las cuales se encuentran: el proceso de túnel, en bolsas plásticas, en contenedores y bloques prensados (Leonel 2006).

3.5.7. Incubación

Durante el crecimiento del micelio la humedad relativamente se debe mantener entre 90-95%. Y la temperatura deberá oscilar entre 24 y 26°C. Temperatura mayor a 30°C. Es letal para el micelio. La iluminación es innecesaria (Ardón 2007).

3.5.8. Cobertura

La principal función de la tierra de cobertura es mantener la humedad y suplir de agua al micelio y los cuerpos de fructificación estimulado la formación de los pines o champiñones recién formado.

Después de 14 días de la siembra el compost está completamente colonizado, de color blanco por el micelio y esto indica que puede ponerse la tierra de cobertura. La tierra de cobertura se desinfecta con formalina. Se agrega formalina a una dosis de 2 l/m³ con suficiente agua para humedecer la tierra hasta tener una estructura grumosa, la mezcla se cubre con plástico y se deja por dos días, es necesario un día ante darle vuelta a la tierra de cobertura para que salga los vapores de la formalina. Es necesario agregar carbonato de calcio para que la tierra tenga un pH de 7.0-7.7 (Ardón 2007).

3.5.9. Fructificación

La fructificación del hongo es el último paso en el cultivo del champiñón y se da bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y una ventilación adecuada, este proceso se lleva acabo después de la incubación cuando el micelio ya crecido a formado una superficie blanco que ha recubierto el sustrato y empieza la formación de primordio (Leonel 2006).

3.5.10. Producción Cosecha

La producción de hongos ocurre en oleadas llamadas cortes o cosechas, en las cuales el pico de cosecha se presenta aproximadamente cada siete días. La mayoría de los cultivos realiza 2-4 corte y termina el ciclo porque la producción declina rápidamente después del segundo corte (Sánchez. 2007)

3.6. Plagas y enfermedades

3.6.1. Plagas

Las plagas más conocidas del champiñón son ácaros nematodos e insectos. Los ácaros más conocidos. Araña blanquecina, araña rubia, araña roja (Gea, 2016).

Los dípteros constituyen una plaga cuyas larvas estropean el micelio del hongo, causando fallos en la fructificación, y dañan los hongos ya formados, labrando túneles o galerías en el pie y en el sombrero de los champiñones, (Gea. 2016).

Algunas especies de moscas se desplazan rápidamente (*Phoridae*) otras son más lentas (*Sciaridae*), algunas, durante el proceso reproductivo, pasan por el estado de larva y pupa, otras como las de la familia *Cecidomyidae* se reproducen por pedogenesis, o sea, varias larvas pueden originarse de una única madre (Martínez, 2012)

En cuanto a los escarabajos (colémbolos), producen pequeños orificioso vales, de aspecto reseco, sobre el sombrerillo. Los tratamientos con lindano y malatión son los más efectivos (Gea. 2016).

3.6.2. Enfermedades

Las enfermedades las producen agentes patogénicos que causan daños directamente sobre el hongo cultivado, (Prieto, B., 2009). Los hongos patógenos más frecuente:

El *Verticillium* es una de las enfermedades más importante en la producción comercial de *Agaricus* (Phillip. 2002).

Diehliomyces spp: conocido como falsa trufa. Se desarrolla en el compost. Para la germinación de la espora será necesaria una temperatura superior a 28°C, y también pueden crecer a temperaturas por encima de los 16°C. (Rodriguez, 2011)

Dactylium spp. Su crecimiento se verá favorecido en condiciones de temperaturas relativamente elevadas. (Rodriguez, 2011).

Trichoderma. Las especies de *Trichoderma* son hongos asexuales que se propagan a través de crecimiento vegetativo y producción de esporas asexuales (conidias). Las conidias son esparcidas fácilmente por varios medios (Phillip .2002)

4. DESARROLLO

4.1.1. Descripción de los lugares de estudio

El estudio se realizó durante el periodo de marzo a septiembre del año 2023, en una primera etapa en el área de invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, ubicada en la ciudad de San Salvador, El Salvador, con coordenadas geográficas: 13°43'09.29" Latitud Norte, 89°12'01.55" Longitud Oeste, y una elevación de 687 msnm (figura 1).



Figura 1. Ubicación de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

La segunda etapa de la investigación se llevó a cabo en el módulo de producción de hongos de la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas, con coordenadas geográficas 13°28'11.1" Latitud Norte, 89°05'13" Longitud Oeste, y una elevación de 40 msnm, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz, a una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar (msnm), con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte y 89°05'8" Longitud Oeste; temperaturas que oscilan entre 24.6° C y 35° C, precipitación pluvial anual de 1,607 mm/año (figura 2).

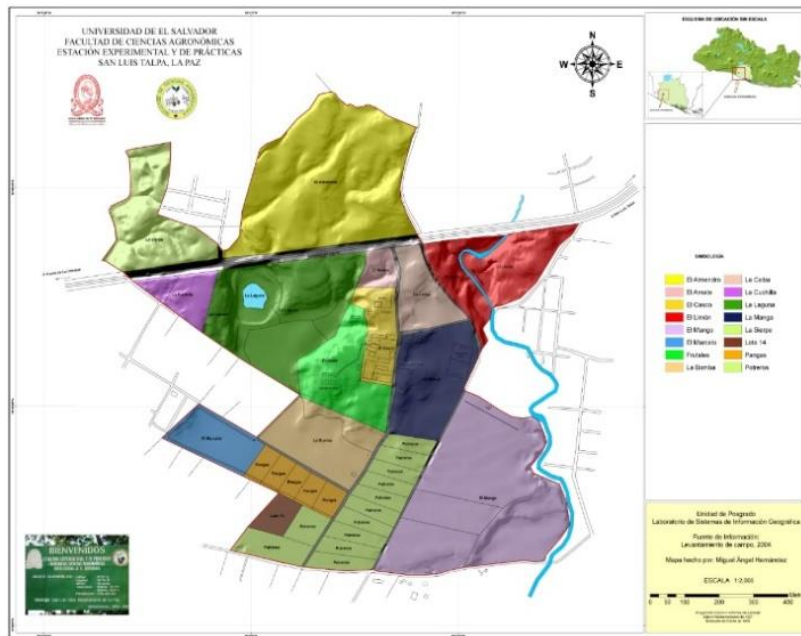


Figura 2. Mapa de la Estación Experimental y de Prácticas (EEP).

4.1.2. Metodología de campo

El montaje de los experimentos se realizó en dos fases producción de setas y producción de inoculo (semilla) de los hongos comestibles *P. ostreatus* y *A. bisporus*.

4.1.3. Material experimental

En la investigación se trabajó con inoculo comercial de la cepa CP-3015 adquirido de la empresa HONGOS DEL CAMPO de Guatemala. Los residuos agrícolas que se recolectaron para la producción del *P. ostreatus* son olote, pasto pangola y cascaría de arroz (figura 3).



Figura 3. A) Inoculo comercial de la cepa CP-301; B y C) Recolecta de los sustratos.

4.1.4. Pasteurización de sustratos

La Pasteurización de los sustratos se realizó por inmersión en agua con cal hidratada de los sustratos olote de maíz, pasto pangola y cascaría de arroz en una solución a base de cal hidratada, en una relación de un kilogramo de cal por 10 galones de agua, en barriles de lámina industrial o de plástico de 55 galones de capacidad. Una vez se preparó la solución se procedió a sumergir los sustratos en dicha solución por un tiempo de 48 horas (figura 4).



Figura 4. Pasteurización de los sustratos agrícolas: A) pasteurización en el área de invernaderos B; pasteurización en la Estación Experimental y Práctica (EEP).

4.1.5. Ecurrimiento o semi-secado

Luego de pasteurizados los sustratos agrícolas se colocaron a escurrimiento durante 48 horas bajo condiciones de sombra hasta alcanzar una humedad óptima para su manejo (70%) (Figura 5).



Figura 5. Ecurrimiento de los sustratos: A) invernadero; B) Estación Experimental y Práctica (EEP)

4.1.6. Inoculación (siembra)

Este procedimiento consistió en aplicar cada dosis del inoculo en estudio en los sustratos, iniciando con la limpieza y esterilización de los materiales y la mesa de trabajo mediante un rociador con etanol al 70%. La siembra de semilla del hongo (micelio activo) sobre los diferentes sustratos se realizó utilizando bolsas de polietileno de 12.5 libras en las cuales se colocaron 3 kilogramos de cada uno de los residuos agrícolas en estudio con su respectiva dosis de inoculo puestos en capas en el borde u orilla de cada capa de sustrato (figura 6).



Figura 6. A) Peso del inoculo con dosis mínima; B) Inoculación.

4.1.7. Incubación o colonización

A los 3 o 4 días después de la siembra las bolsas se perforaron a cada 5 cm con una aguja de disección desinfectada, para facilitar la ruptura en la etapa de fructificación y favorecer el intercambio gaseoso en la bolsa. Las bolsas fueron monitoreadas cada tres días con el fin de controlar su invasión durante su etapa de incubación que dura entre 3 a 4 semanas. En esta fase es importante el control o monitoreo de los factores climáticos temperatura y humedad relativas los cuales tienen de oscilar entre 20°C a 25 °C la temperatura y la humedad relativa del 70% al 80% (figura 7).



Figura 7. Incubación y colonización del hongo ostra: A) invernadero; B) Estación Experimental y prácticas (EEP)

4.1.8. Fructificación y cosecha

Esta fase consistió en el apareamiento de los primordios sobre los sustratos en estudio. Los primordios iniciaron su crecimiento hasta formar los sombreros y esporular; se realizó perforaciones de mayor tamaño en las zonas que presenten primordios. Inicialmente éstos son masas algodonosas que aparecen pocos días después de la transferencia de las bolsas, y con el tiempo se diferencian en pequeñas protuberancias que salen del sustrato. Los primordios requieren en promedio una semana para llegar a ser hongos adultos, que estarán listos para cosecharse para la cosecha se observó que el sombrero estuviera compacto, turgente, no flácido y antes de que sus orillas se enrollen hacia arriba.

La cosecha no se concluyó en un día, por lo que se hizo una selección de los hongos con su máximo desarrollo. Existen dos indicadores de cosecha que permiten garantizar setas de calidad según las exigencias comerciales. El primer indicador es cosechar las setas a los dos días después de iniciada la esporulación. El segundo indicador consiste en realizar

la cosecha a los cuatro días después de haber emergido los primordios. En esta investigación se trabajó con el segundo indicador de cosecha. Esta fase duró un aproximado de dos meses. La temperatura y la humedad relativa se controló con la aplicación de riego con bomba de mochila 3 veces/día, garantizando temperaturas de 20 - 30° C y la humedad relativa del 70- 80% (figuras 8 y 9).



Figura 8. Fructificación del hongo ostra según los sustratos agrícolas: A) olote de maíz; B) pasto pangola; C) cascarilla de arroz.



Figura 9. Fructificación y cosecha del hongo ostra: A) Cosecha de los racimos del hongo ostra; B). Carpófagos.

4.1.9. Producción del hongo comestible *Agaricus bisporus*

4.1.10. Elaboración de compostajes a base de estiércol bovino y equino.

Para la producción de champiñón se utilizaron como base fichas técnicas basada a región americana. Primero se procedió en el proceso de compostaje, esto consistió en recolectar la materia prima y elaborarlo (García 2002), los materiales a ocupar para la elaboración del sustrato para 24 jvas, se ocupará 4 sacos de estiércol de bovino, 2 sacos de pasto pangola y 2 sacos de silo de maíz (figuras 10).



Figura 10. Elaboración de compostaje: A) Invernaderos; B) Estación Experimental y Prácticas (EEP).

4.1.11. Fase de fermentación

La realización del compostaje duro 20 días donde la primera semana se realizó la fase de fermentación con temperatura óptima de 70°C. Se realizaron volteos tres veces por semana y se tomaron datos de la temperatura y la humedad (figura 11).

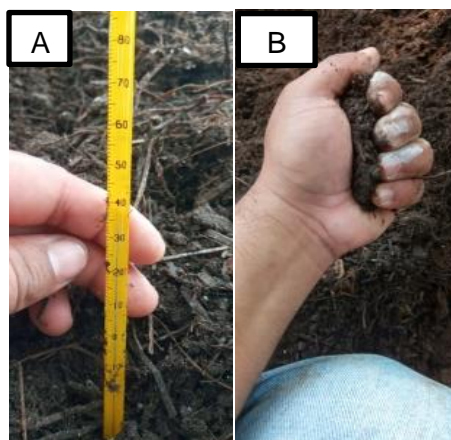


Figura 11. Fase de fermentación: A) Medición de temperatura; B) Prueba de humedad

4.1.12. Fase de pasteurización

En esta etapa la temperatura aumentó, con el propósito de eliminar cualquier agente patógeno, para eso se añadió un porcentaje de urea en el compost y se volvió a realizar tres volteos por semana hasta que la temperatura descienda a 30°C óptimo para la producción de champiñón en su primera etapa (figura 12).



Figura 12. A y B); Fase de pasteurización de los compostajes.

4.1.13. Fase de inoculación e incubación (colonización)

En el primer ensayo realizado en los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas se usaron 24 jvas paperas y 24 bolsas de 9'' x 12'' para la producción del hongo comestible *A. bisporus* teniendo cinco bloques con jvas y cinco con bolsas. En el experimento desarrollado en la EEP, se preparó el módulo donde se colocaron las jvas en estantes de bambú y se utilizaron 18 jvas en total distribuidas en cinco bloques (figuras 13 y 14).



Figura 13. Fase de inoculación e incubación en el área de invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas: A) inoculación en jvas; B) inoculación en bolsas

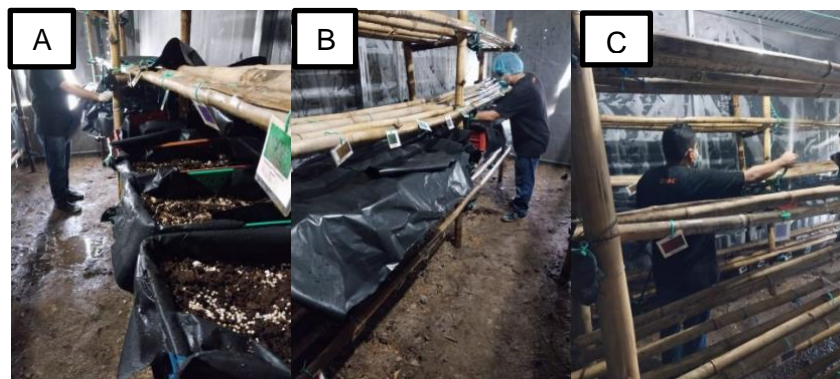


Figura 14. Producción del champiñón: A) inoculación; B) mantenimiento y revisión; C) control de humedad y temperatura.

4.1.14. Preparación de sustrato

Se hizo una mezcla de 75% sorgo y 25% aserrín, luego este sustrato se llevó a inmersión en agua en punto de ebullición (100 °C) durante 2 horas según recomendación técnica de laboratorios certificados; luego se llevó a escurrimiento y posteriormente se depositó a los recipientes a evaluar (figura 15).



Figura 15. preparación del sustrato; A) mezcla de sorgo y aserrín; B) desinfección e hidratación del sorgo.

4.1.15. Producción de inóculo (semilla) de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* y *Agaricus bisporus*

Para producir inóculo de ambas especies de hongos se trabajó con un protocolo artesanal utilizando inóculo comercial secundario de ambas especies; sorgo y aserrín como sustrato y tres tipos de recipiente bolsa ziploc, frascos de vidrio de 32 onzas y comideras térmicas (figura 16 y 17).

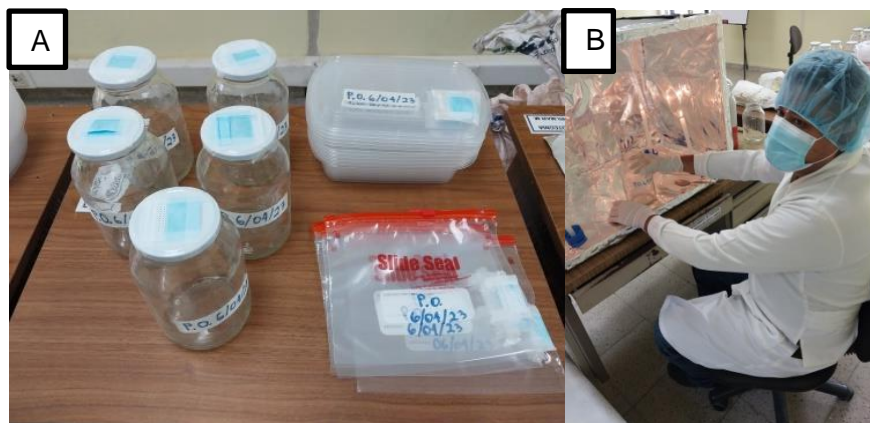


Figura 16. producción de semillas A) recipientes usados para reproducción del micelio; B) inoculación



Figura 17. Recipiente con los inóculos C; hongo ostra D; hongo champiñón.

4.2. Tratamientos

4.2.1. Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus* en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Cuadro 5. Tratamientos evaluados en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*

Tratamientos	Descripción
Tratamiento testigo (T1)	Olote de maíz + 10 g de inóculo
Tratamiento 2 (T2)	Pasto pangola + 10 g de inóculo
Tratamiento 3 (T3)	Cascarilla de arroz +10 g de inóculo
Tratamiento 4 (T4)	Olote de maíz + 20 g de inóculo
Tratamiento 5 (T5)	Pasto pangola + 20 g de inóculo
Tratamiento 6 (T6)	Cascarilla de arroz +20 g de inóculo

4.2.2. Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus* en la Estación Experimental y de Prácticas

Cuadro 6. Tratamientos evaluados en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Tratamientos	Descripción
Tratamiento testigo (T0)	Olote de maíz 100%+ 30 g de inóculo
Tratamiento 1 (T1)	Olote de maíz 50%+ pasto pangola 50%+ 30 g de inóculo
Tratamiento 2 (T2)	Olote de maíz 25%+ pasto pangola75% + 30 g de inóculo
Tratamiento 3 (T2)	Pasto pangola 100% + 30 g de inóculo

4.2.3. Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo *Agaricus bisporus*.

Cuadro 7. Tratamientos evaluados en la producción del hongo *Agaricus bisporus*

Fa (Compostajes)	Fb (Dosis de inóculo)	Tratamientos	Descripción
C1: Estiércol bovino	D1: 100 g/	Tratamiento testigo (T0)	Compost de estiércol bovino + 100 g de inóculo
	D2: 90 g/	Tratamiento 1 (T1)	Compost de estiércol bovino + 90 g de inóculo
	D3: 80 g/	Tratamiento 2 (T2)	Compost de estiércol bovino + 80 g de inóculo
C2: Estiércol equino	D1: 100 g/	Tratamiento 3 (T3)	Compost de estiércol equino + 100 g de inóculo
	D2: 90 g/	Tratamiento 4 (T4)	Compost de estiércol equino + 90 g de inóculo
	D3: 80 g/	Tratamiento 5 (T5)	Compost de estiércol equino + 80 g de inóculo

4.2.4. Tratamientos a evaluar en la producción de inóculo del hongo *Pleurotus ostreatus* y *Agaricus bisporus*

Cuadro 8. Tratamientos evaluados en la producción inóculo de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* *Agaricus bisporus*

Tratamientos	Descripción
Tratamiento testigo (T0)	Sorgo + frascos de vidrio + 100 g de inóculo
Tratamiento 1 (T1)	Sorgo + bolsas ziploc + 100 g de inóculo
Tratamiento 2 (T2)	Sorgo + comederas térmicas + 100 g de inóculo

4.3. Toma de datos

4.3.1. Producción de carpóforos del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*)

Para la producción de carpóforos en el primer ensayo se tomaron como datos días de invasión número de cuerpos fructíferos y peso total de racimos; para el segundo ensayo los datos que se tomaron invasión micelial (%), número de días para la aparición de primordios, número de racimos por bolsa; y el periodo de cosecha y el periodo de cosecha. Utilizando pesa analítica y análoga, calibrador pie de rey digital se registrará el diámetro del estípite (mm), longitud del estípite (cm) y el diámetro del sombrero (cm). (figura18).



Figura 18. Toma de datos: A) medición del estípite; B) peso de carpóforos

4.3.2. Producción de carpóforos de champiñón (*Agaricus bisporus*)

Se tomaron datos cada dos días, la primera toma se realizó a los dos días después de inocula. Tomando en cuenta la humedad y la temperatura del módulo, se tomaron los datos de porcentaje (%) invasión micelial, días de los primero primordios, número de carpóforos peso, diámetro y altura (cm) (figura 19).



Figura 19. Toma de datos A) registro de invasión; B) invasión micelial

4.3.3. Producción de inoculo (semilla)

Los datos que se tomaron fueron días de invasión porcentaje invasión, porcentaje de contaminación.

4.4. Metodología estadística

Se aplicó análisis estadístico básico como media aritmética, desviación estándar, y coeficiente de variación. También se aplicó la técnica estadística del análisis de varianza (ANOVA). En la producción de carpóforos del hongo *P. ostreatus* en el área de vivero de la facultad se aplicó un arreglo factorial 2x3 en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) siendo el factor A las dosis de inoculo mínimas 10 g y 20 g; y el factor B los sustratos agrícolas olote de maíz, pasto pangola, cascarilla de arroz. En la producción de carpóforos del hongo *P. ostreatus* en la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) se aplicó el diseño de bloques completos al azar (DBCA). En la producción de carpófagos del hongo champiñón *A. bisporus* se ejecutó un diseño completamente al azar (DCA). Para la producción de inoculo de los hongos comestibles *P. ostreatus* y *A. bisporus* se desarrolló un diseño completamente al azar (DCA). En todos los experimentos se trabajó con 5 repeticiones garantizando el cumplimiento de la regla mínima de grados de libertad del error experimental el cual es de 12. Todo el análisis se desarrolló con una significancia estadística $\alpha = 0.05$; y el uso del programa estadístico Infostat® 2020 y hojas de cálculo de Microsoft Excel.

4.4.1. Modelo lineal de un diseño completamente al azar (DCA).

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Es el valor de la variable respuesta correspondiente al i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = Es la media general

T_i = Efecto de i-esimo tratamiento

ε_{ij} = error experimental

4.4.2. Modelo lineal de un diseño de bloques completos al azar (DBCA)

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Efecto sobre la variable respuesta correspondiente al tratamiento i en el bloque j .

μ = Media general

β_j = Efecto atribuido al j -ésimo bloque

T_i = Efecto atribuido al i -ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental para cada observación ij ; donde el error experimental tiene una distribución normal e independiente con media 0 y varianza σ^2

4.4.3. Modelo lineal de un arreglo factorial bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA)

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$i = 1, 2, \dots, a$; donde a es el número de niveles del factor A

$j = 1, 2, \dots, b$; donde b es el número de niveles del factor B

$k = 1, 2, \dots, r$; donde r es el número de bloques

Y_{ijk} = Valor de la variable respuesta correspondiente al nivel i del factor A (dosis de inóculo) y al nivel j del factor B (sustratos agrícolas) en el bloque k

μ = efecto de la media general

β_k = efecto atribuido al bloque k

A_i = efecto atribuido al nivel i del factor A (dosis de inóculo de 80g, 80 g, y 80 g)

B_j = efecto atribuido al nivel j del factor B (sustratos agrícolas: lote de maíz, tusa de maíz, rastrojo de frijol, y pasto pangola)

$[(AB)]_{ij}$ = efecto atribuido a la interacción entre el nivel i del factor A y el nivel j del factor B

ε_{ijk} = error experimental.

4.2.4. Modelo lineal de un arreglo bifactorial de 2x3 en un diseño completamente al azar (DCA):

4.2.5. Modelo lineal del diseño completamente al azar (DCA)

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Es el valor de la variable respuesta correspondiente al i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

μ = Es la media general

T_i = Efecto de i -ésimo tratamiento

ε_{ij} = error experimental

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.1. Resultados del efecto de dos dosis de inóculo (10 g y 20 g) y tres residuos agrícolas olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz en el área de invernaderos de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

5.1.2. Invasión micelial (días)

La dosis de inóculo de 20 g presentó la mejor invasión micelial del hongo *Pleurotus ostreatus* con 24.6 días; seguido por la dosis 10 g con 25.13 días (cuadro 9). Los resultados obtenidos en la invasión micelial de esta investigación difieren a lo obtenido por Rodríguez *et al.* (2023:40) quienes evaluaron las dosis de inoculo 60 g, 70 g y 80 g con valores de periodo de invasión micelial de 18 a 22 días. Esta diferencia en los días de invasión se atribuye a las dosis evaluadas en esta investigación las cuales son inferiores a las dosis recomendadas, siendo esta de 80 g/ por 3 kg por dosis (cuadro 9).

Cuadro 9. Medidas resumen del efecto de las dosis de inoculó en la invasión micelial del hongo (*P. ostreatus*).

Factor A (dosis de inóculo)	Variable	Media	Desviación estándar
D1: 10 gramos	Días a invasión	25.13 ^a	4.42
D2: 20 gramos		24.6 ^a	4.36

Medias con una letra común no son significativamente no son diferentes ($p > 0.05$)

El sustrato pasto pangola mostro una mayor invasión micelial con un promedio de 19.9 días, seguido del olote de maíz con una media de 24.6 días, quedando por último la cascarilla de arroz con una invasión promedio de 30.1 días (cuadro10).

Los resultados obtenidos en la invasión micelial de esta investigación difieren a lo obtenido por Rodríguez *et al.* (2023:41) quienes evaluaron los sustratos olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz con valores de periodo de invasión micelial de 17 a 21 días. Al contrario, los resultados obtenidos en esta investigación reflejan similar comportamiento a lo obtenido por Garzón y Cuervo (2008:8) quienes evaluaron residuos agrícolas lignocelulósicos mezclas de café con o sin aserrín junto con el bagazo de caña de azúcar y tallo de maíz obteniendo un promedio de invasión micelial de 26 días (cuadro 10)

Cuadro 10. Medidas resumen de los sustratos agrícolas en la invasión micelial del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Factor B (sustratos)	Variable	Media	Desviación estándar
S1: Olote de maíz		24.6 ^a	0.7
S2: Pasto pangola	Días a invasión	19.9 ^b	0.99
S3: cascarilla de arroz		30.1 ^a	0.88

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al analizar la combinación de las diferentes dosis de inoculo evaluadas y los tres sustratos agrícolas en estudio los tratamientos T5: pasto pangola + 20 g y el T2: pasto pangola + 10 g presentaron la mejor invasión micelial con 19.8 días y 20 días, respectivamente (figura 20).

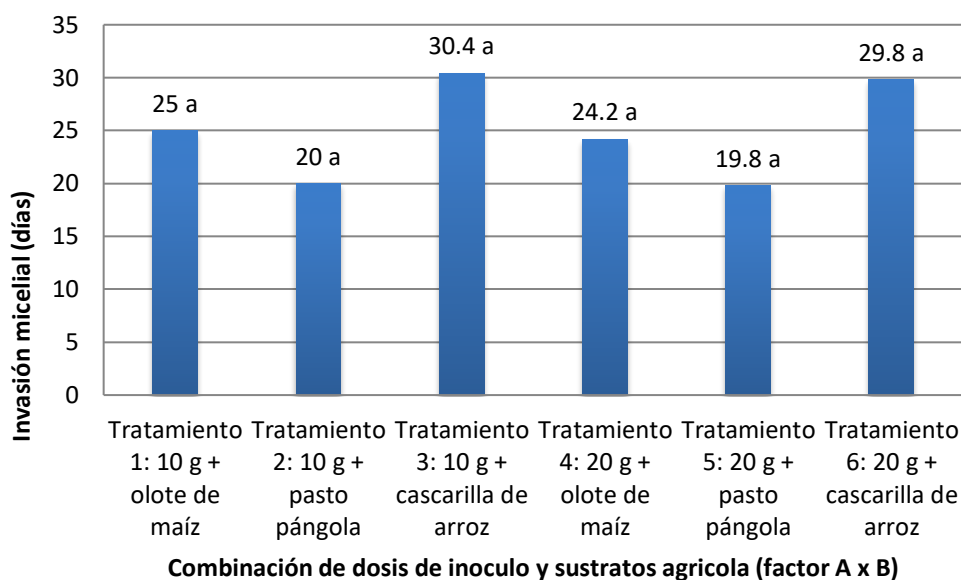


Figura 20. Efecto de dos dosis de inoculo (10 g y 20 g) y tres residuos agrícolas olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz en la invasión micelial del hongo.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p - valor) de 0.0829 mayor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las dosis de inoculo de 10 g y 20 g no presentaron diferencias estadísticas en la invasión micelial del hongo *Pleurotus ostreatus* (anexo 1).

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p - valor) de 0.0001 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 que los sustratos agrícolas olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz presentaron diferencias estadísticas en la invasión micelial del hongo *Pleurotus ostreatus* (anexo 1).

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) a la combinación de las dosis de inoculo con los sustratos agrícolas se demostró estadísticamente con probabilidad (p - valor) de 0.699

mayor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las combinaciones no presentaron diferencias estadísticas en la invasión micelial del hongo *Pleurotus ostreatus* (anexo 1).

5.1.3. Número de cuerpos fructíferos por bolsa

La dosis de 20 g mostro el mayor número de racimos con una media de 4.87 racimos y la dosis de 10 g mostro un menor número de racimos con una media de 1.93 unidad de cuerpos fructíferos por bolsa (cuadro 11). Los resultados obtenidos en esta investigación en el número de carpóforos son inferiores a lo reportado por Rodríguez *et al.* (2023:64) quienes evaluaron las dosis 60 g, 70 g y 80 g con valores de 13.75 racimos, 17.5 racimos y 21.5 racimos. Es importante considerar que en esta investigación se ha trabajado con dosis mínimas de inoculó, a lo cual se atribuye la inferioridad en el número de carpóforos (cuadro 11).

Cuadro 11. Medidas resumen del efecto de diferentes dosis de inóculo en el número de cuerpos fructíferos

Factor A (dosis de inóculo)	Variable	Media	Desviación Estándar
D1: 10 gramos	Número de racimos por bolsa.	1.93	2.52
D2: 20 gramos		4.87	5.29

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El sustrato pasto pangola mostro un mayor número de racimos con una media de 7.2 cuerpos fructíferos por bosas, seguido de la cascarilla de arroz con promedio de 2.4 racimos, y por último el olote de maíz con un promedio de 0.6 racimos (cuadro 12). De los residuos agrícolas evaluados en esta investigación el pasto pangola presentó el mayor número de racimos o carpóforos. Los resultados en el número total de racimos son similares a lo reportado por Varnero *et al.* (2010:8), en una investigación en Santa Cruz, a 40 km de la ciudad de San Fernando, Chile, estudiaron el potencial de los residuos forestales astillas de álamo, astillas de eucalipto, mezcla de paja de trigo y eucalipto y paja de trigo (testigo), como sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. La mezcla de paja de trigo y eucalipto presentó el mayor número de racimos con 6.8, seguido por la paja de trigo con 5.2 racimos, eucalipto con 4.6 racimos y las astillas de álamo con 2.8 racimos (cuadro 12).

Cuadro 12. Medidas resumen del efecto de diferentes dosis de inóculo en el número de racimos del hongo comestible.

Factor B (sustrato)	Variable	Media	Desviación Estándar
S1: olote de maíz	Número de racimos por bolsa.	0.6	1.26
S2: pasto pangola		7.2	5.31
S3: cascarilla de arroz		2.4	2.22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al analizar la combinación de las diferentes dosis de inoculo evaluadas y los tres sustratos agrícolas en estudio los tratamientos T5: pasto pangola + 20 g y el T2: pasto pangola + 10 g presentaron mayor número de cuerpos fructíferos por bolsa con un promedio de 10.6 y 3.8, respectivamente (figura 21).

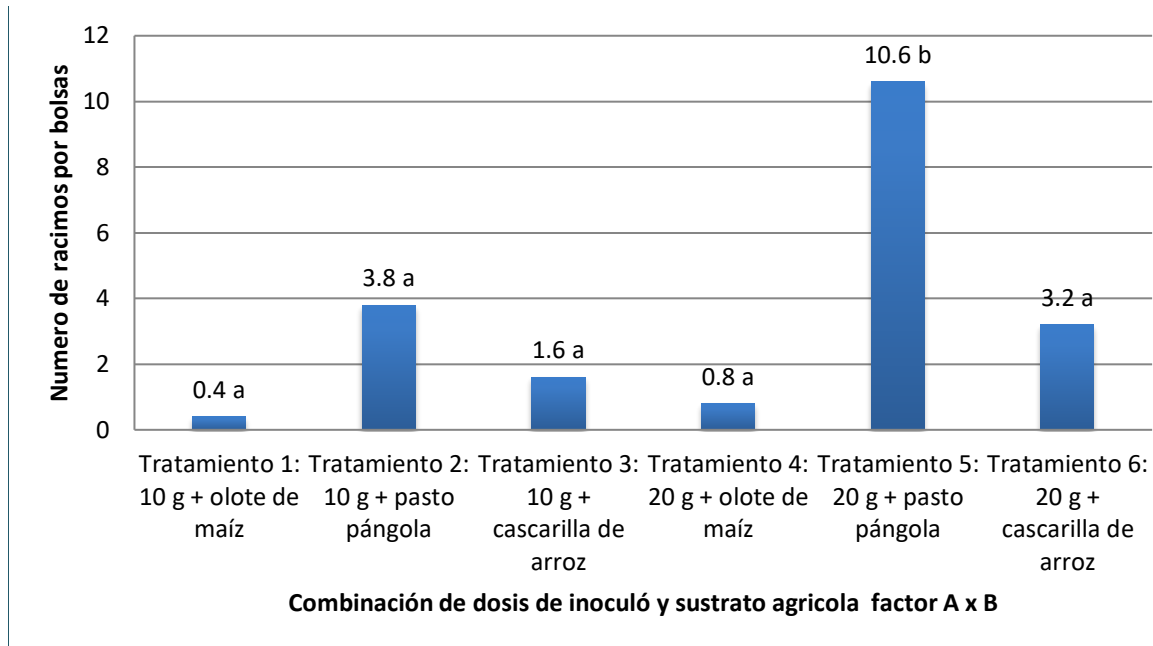


Figura 21. Número de racimos por bolsas en promedios de dos dosis y tres sustratos agrícolas en estudio: tratamiento 1: 10g. + Olote de maíz, tratamiento 2: 10g. + pasto pangola, tratamiento 3: 10g + cascarilla de arroz, tratamiento 4: 20g. + Olote de maíz, tratamiento 5: 20g + pasto pangola, tratamiento 6: 20g+ cascarillas

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.0162 mayor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las dosis de inoculo de 10 g y 20 g no presentaron diferencias estadísticas en número de racimos por bolsas del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.0003 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 que los sustratos agrícolas olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz presentaron diferencias estadísticas en el número de racimos por bolsas del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) a la combinación de número de racimos por bolsas se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.0676 mayor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las combinaciones no presentaron diferencias estadísticas en la variable número de racimos por bolsas del hongo *Pleurotus ostreatus*.

5.1.4. Peso total de racimos (g)

La dosis de inóculo de 20 g genero el mayor peso de racimos con una media de 246.33 g. seguido de 10 g. que genero un promedio de peso de racimos es de 128.33 g. (cuadro 13). Los resultados obtenidos en esta investigación en el peso total de racimos son menores a lo reportado por Rodríguez *et al.* (2023:67) quienes evaluaron las dosis 60 g, 70 g y 80 g obteniendo valores de 298.5 g, 409.42 g y 392.67 g. Al igual que en el número carpóforos es importante considerar que en esta investigación se ha trabajado con dosis mínimas de inóculo, a lo cual se atribuye la inferioridad en el peso total de carpóforos (cuadro 13).

Cuadro 13. Media resumen del efecto de diferentes dosis de inóculo en el peso total de racimos (g) en el hongo comestible.

Factor A (dosis de inóculo)	Variable	Media	Desviación Estándar
D1: 10 gramos	Peso total de racimos	128.33	158.48
D2: 20 gramos	(g)	246.33	315.21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El sustrato pasto pangola mostro el mayor peso de racimos con una media de 474 g. seguido de la cascarilla de arroz con una media de 53.5 g. y en tercer lugar olote de maíz con una media de peso 34.5 g (cuadro 14). El peso fresco total de los carpóforos obtenidos en esta investigación es concordante a los resultados de Garzón y Cuervo (2008:12), en Colombia cultivaron el hongo *Pleurotus ostreatus* en los siguientes sustratos: bagazo de caña de azúcar, tallo de maíz, aserrín y sobras de café de consumo humano. El rendimiento de los sustratos que tuvieron café y en mezclas varió entre 265 g a 409 g, y fueron significativamente más altos ($p < 0.05$) que los sustratos que no lo tenían en los cuales varió entre 1.5 g y 154 g de peso fresco de carpóforos (cuadro14).

Cuadro14. Mediadas resumen del efecto de diferentes sustratos en el peso total de racimos (g) del hongo comestible.

Factor B (sustrato)	Variable	Media	Desviación Estándar
S1: olote de maíz		34.5	67.76
S2: pasto pangola	Peso total de racimos (g)	474	244.91
S3: cascarilla de arroz		53.5	59.07

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al analizar la combinación de las diferentes dosis de inóculo evaluadas y los tres sustratos agrícolas en estudio los tratamientos T5: pasto pangola + 20 g y el T2: pasto pangola + 10 g presentaron mayor peso total de racimos I con 636 g y 312, respectivamente (figura 22).

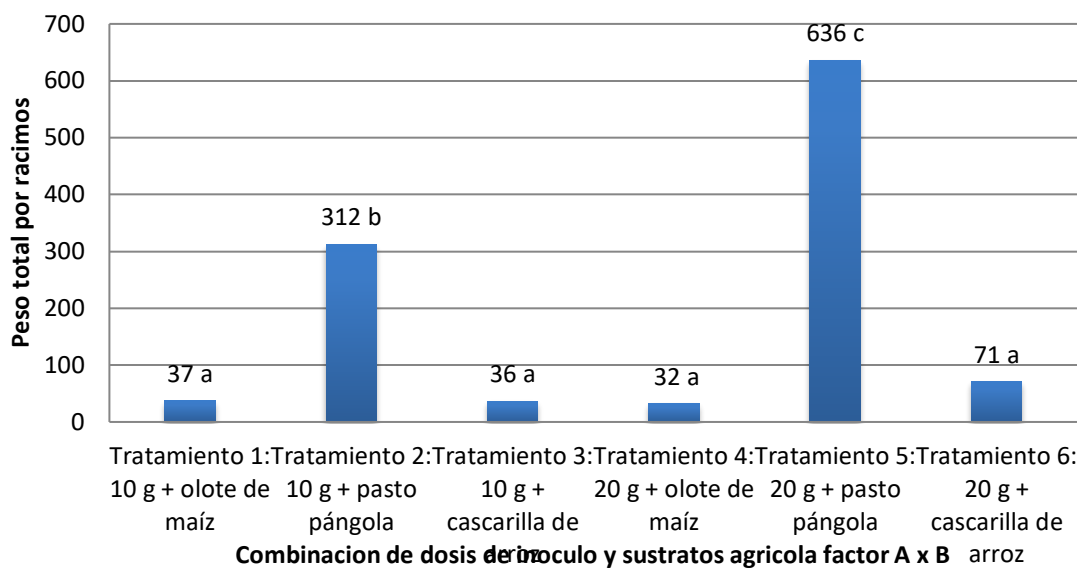


Figura 22. Peso total por racimos en promedios de dos dosis y tres sustratos agrícolas en estudio: tratamiento 1: 10g. + Olote de maíz, tratamiento 2: 10g. + pasto pangola, tratamiento 3: 10g + cascarilla de arroz, tratamiento 4: 20g. + Olote de maíz, tratamiento 5: 20g. + pasto pangola, tratamiento 6: 20g + cascarilla

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.0198 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las dosis de inóculo de 10 g y 20 g presentando diferencias estadísticas en peso total de racimos por bolsas del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.0001 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 que los sustratos agrícolas olote de maíz, pasto pangola y cascarilla de arroz presentaron diferencias estadísticas en el peso total de racimos del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) a la combinación de número de racimos por bolsas se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.0179 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las combinaciones presentaron diferencias estadísticas en peso total por racimos por bolsas del hongo *Pleurotus ostreatus*.

5.1.5. Tratamientos a evaluar en la producción de carpóforos del hongo *Pleurotus ostreatus* en la Estación Experimental y de Prácticas.

5.1.6. Invasión micelial (%)

El tratamiento T4: 100% pasto pangola mostro una mayor invasión micelial con un valor del 92.92%; seguido del tratamiento T3: 25% olote de maíz + 75% pasto pangola con el 79.58%; el tratamiento T2: 50% olote de maíz + 50% pasto pangola con el 71.67%; finalmente el tratamiento T1: 100% olote de maíz presento la menor invasión micelial con un valor del 27.5% (figura 21). Los resultados obtenidos en el porcentaje de invasión micelial

de esta investigación difieren a lo obtenido por Rodríguez *et al.* (2023:55) quienes evaluaron los sustratos olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz con porcentaje de invasión micelial entre 90.56% al 100%. Probablemente esta discrepancia en el porcentaje de invasión micelial se debe a la dosis de inóculo utilizada en esta invasión siendo de 30 g por 30 kg de sustrato (figura 23).

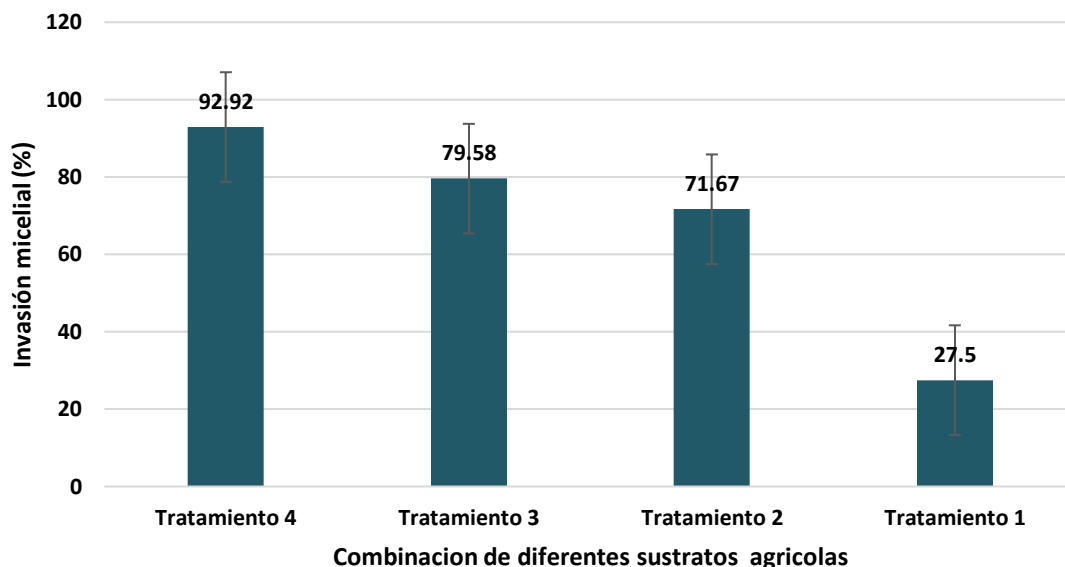


Figura 23. Invasión micelial en porcentajes en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p-valor) de 0.0001 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 las combinaciones o mezclas de los sustratos agrícolas T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola presentaron diferencias estadísticas en la invasión micelial del hongo *Pleurotus ostreatus* (cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de varianza de la variable invasión micelial (%)

Factor de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadro medio	Factor	p-valor
Tratamientos	28904.17	3	9634.72	15.45	<0.0001**
Bloques	14154.17	11	1286.74	2.06	0.0534
Error	20583.33	33	623.74		
Total	63641.67	47			

5.1.7. Días para una completa invasión

El tratamiento T4: 100% pasto pangola mostro una mayor invasión completa de 17.8 días; seguido del tratamiento T3: 25% olote de maíz + 75% pasto pangola con 21 días; el tratamiento T2: 50% olote de maíz + 50% pasto pangola con el 28.25%; finalmente el tratamiento T1: 100% olote de maíz presento la menor invasión micelial con un valor de 28.25 días (figura 22). Los resultados obtenidos en la invasión micelial de esta investigación son similares a lo obtenido por Rodríguez *et al.* (2023:57) quienes evaluaron los sustratos olote de maíz, pasto pangola, rastrojo de frijol y tusa de maíz con valores de periodo de invasión micelial entre 17 a 21 días. Los resultados de esta investigación también concuerdan a lo reportado por Garzón y Cuervo (2008:8) quienes evaluaron residuos agrícolas lignocelulósicos mezclas de café con o sin aserrín junto con el bagazo de caña de azúcar y tallo de maíz obteniendo un promedio de invasión micelial de 26 días (figura 24).

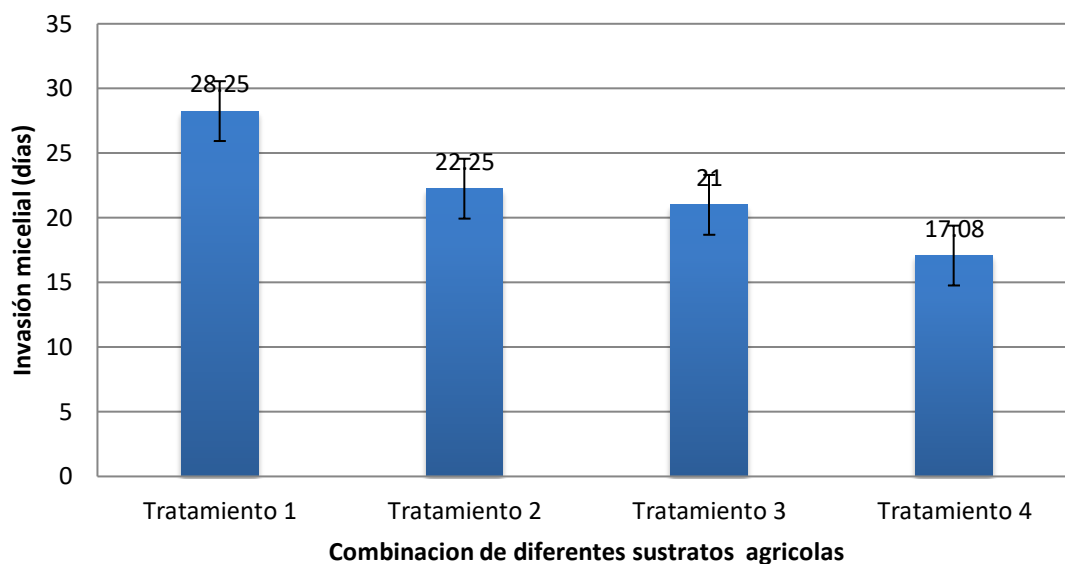


Figura 24. Invasión micelial en días en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p -valor) de 0.0002 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 en las combinaciones o mezclas de los sustratos agrícolas T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola presentaron diferencias estadísticas en la invasión completa del hongo *Pleurotus ostreatus* (cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza de la variable invasión micelial (días)

Factor de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrados medios	Factor	p-valor
Tratamientos	770.56	3	8256.85	8.82	0.0002**
Bloques	364.73	11	33.16	1.14	0.3646
Error	960.69	33	29.11		
Total	2095.98	47			

5.1.8. Número de cuerpos fructíferos por bolsa

Los tratamientos T4: 100% pasto pangola y el T2: 50% olote de maíz + 50% pasto pangola mostraron el número de cuerpos fructíferos por bolsa con un valor del 5.67 racimos; seguido del tratamiento T3: 25% olote de maíz + 75% pasto pangola con 3.83 racimos; finalmente el tratamiento T1: 100% olote de maíz presentó el menor número de cuerpo fructíferos por bolsa con 2.08 racimos (figura 23). Los resultados en el número total de racimos son concordantes a lo reportado por Varnero et al. (2010:8), en una investigación en Santa Cruz, a 40 km de la ciudad de San Fernando, Chile, estudiaron el potencial de los residuos forestales astillas de álamo, astillas de eucalipto, mezcla de paja de trigo y eucalipto y paja de trigo (testigo), como sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. La mezcla de paja de trigo y eucalipto presentó el mayor número de racimos con 6.8, seguido por la paja de trigo con 5.2 racimos, eucalipto con 4.6 racimos y las astillas de álamo con 2.8 racimos (figura 25).

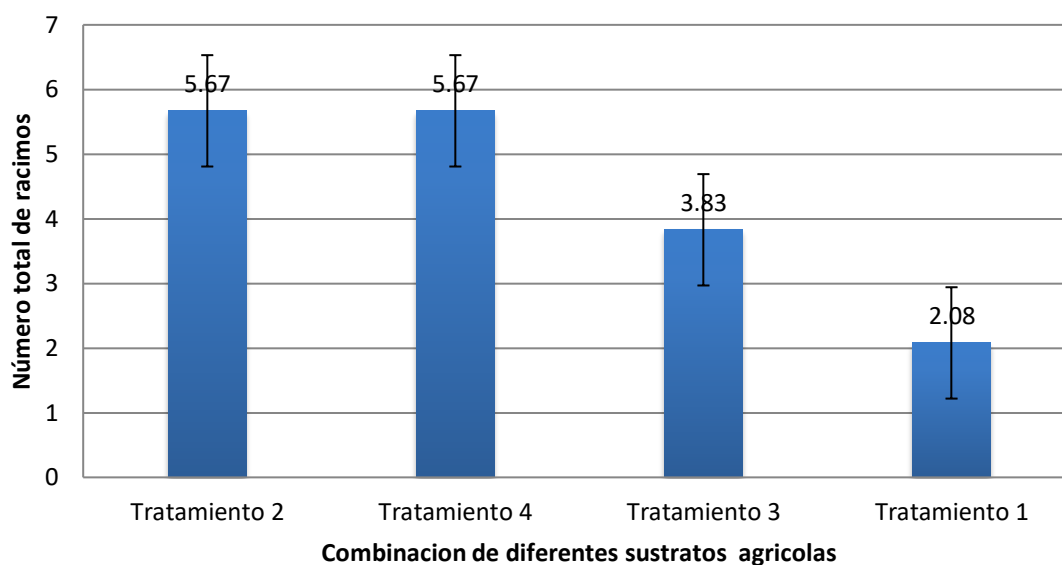


Figura 25. Número total de racimos o carpóforos en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.1811 menor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las combinaciones o mezclas de los sustratos agrícolas T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola no presentaron diferencias estadísticas en número de cuerpos fructíferos por bolsa del hongo *Pleurotus ostreatus* (cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis de varianza de la variable número total de racimos o carpóforos.

Factor variación	Suma de cuadro	Grado de libertad	Cuadrado medio	Factor	p-valor
Tratamientos	106.4	3	35.47	1.72	0.1811ns
Bloques	171.06	11	15.55	0.76	0,679
Error	678.85	33	20.57		
Total	956.31	47			

5.1.9. Peso total de racimos (g)

El tratamiento T2: 50% olote de maíz + 50% pasto pangola mostro mayor en peso de racimos 177.18 g; T4: 100% pasto pangola con un valor del 155.21 g; seguido del tratamiento T1: 100% olote de maíz con una media de 129.94 g; finalmente el tratamiento T3: 25% olote de maíz + 75% pasto pangola presento el menor peso total por racimos con un valor del 119.31 g (figura 24). El peso fresco total de los carpóforos obtenidos en esta investigación tienen cierta similitud a los resultados expresados por Vargas et al. (2012:6), en los tratamientos : T1: bagazo 100%, T2: roble 100%, T3: roble 75% y 25% de bagazo, T4: roble 50% y 50% bagazo y T5: roble 25% y 75% bagazo en la producción de *Pleurotus ostreatus*, "el tratamiento T1 arrojó 248.33 g por unidad experimental de 2 kg de sustrato, siendo mayor a 228.33 g y 121.67 g en cosechas posteriores, con comportamiento similar en los otros tratamientos. La producción de setas tuvo disminución durante las cosechas por el agotamiento del sustrato que pierde peso y materia orgánica, implicando una disminución en la cantidad de nutrientes y por tanto disminución en el rendimiento. La producción promedio de hongos en sustrato de pulpa de café en la primera cosecha fue de 248.33 g, pero con unidades experimentales de 3 kg, lo que indica 86 g/kg de sustrato, mientras que el bagazo de caña en la primera cosecha arrojó 248.33 g con una unidad experimental de 2 kg, con un valor de 124.17g/kg de sustrato, valor mayor que el de pulpa de café; otros sustratos como la pulpa y el pasto King Grass arrojaron valores de 385 g/kg de sustrato y 128.33 g/kg de sustrato respectivamente, valor mayor que los mencionados, por lo que se puede deducir que la producción promedio de hongos es diferente en cada sustrato por lo que debe ser evaluado según su naturaleza física y química"(figura 26).

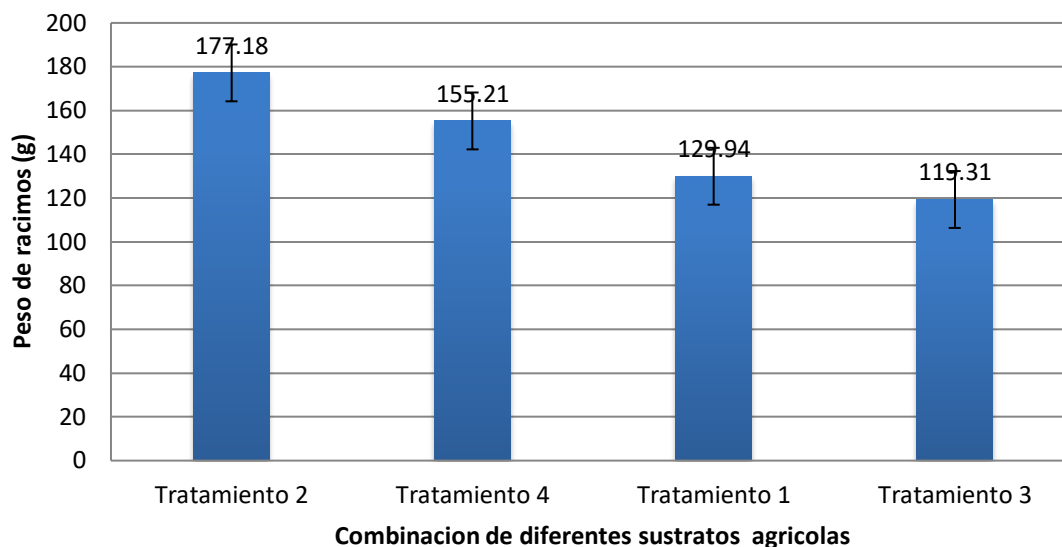


Figura 26 . Peso de racimos o carpóforos en gramos en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p- valor) de 0.723 mayor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las combinaciones o mezclas de los sustratos agrícolas T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola no presentaron diferencias estadísticas significativa en peso total por racimos del hongo *Pleurotus ostreatus* (cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de varianza de la variable peso de racimos o carpóforos (g).

Factor variación	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	Factor	p-valor
Tratamientos	24319.29	3	8106.43	0.44	0.723 ^{ns}
Bloques	152180.29	11	13834.57	0.76	0.677 ^{ns}
Error	602198.56	33	18248.44		
Total	778698.14	47			

5.1.10. Periodo de cosecha (días)

El tratamiento T2: 50% olote de maíz + 50% pasto pangola mostro el mayor periodo de cosecha con un valor 13.03 días; seguido T4: 100% pasto pangola con una 10.91 días; el tratamiento T3: 25% olote de maíz + 75% pasto pangola con 10.66 días; finalmente el tratamiento T1: 100% olote de maíz presento el menor periodo de cosecha con 7.84 días (figura 21). Los resultaos obtenidos por Rodríguez *et al.* (2023:40) quien evaluó las dosis

de inóculo 60 g, 70 g y 80 g representando que las dosis de 70 g y 80 g presentaron el mayor periodo de cosecha de 24.67 días y 20.67 días (figura 27).

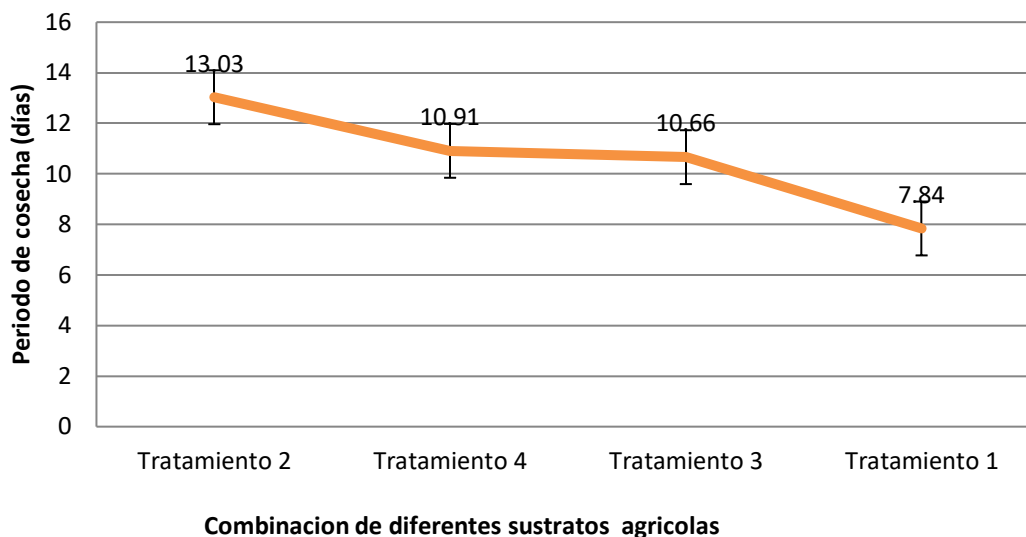


Figura 27. Periodo de cosecha en días en las diferentes combinaciones de sustratos agrícolas en estudio T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró estadísticamente con probabilidad (p-valor) de 0.623 mayor a la significancia estadística (α) de 0.05 que las combinaciones o mezclas de los sustratos agrícolas T1: 100% olote de maíz; T2: 50% olote de maíz más 50% pasto pangola; T3: 25% olote de maíz más 75% pasto pangola; y T4: 100% pasto pangola no presentaron diferencias estadísticas en el periodo de cosecha del hongo *Pleurotus ostreatus* (cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis de varianza de la variable periodo de cosecha (días).

Factor de variación.	Suma de cuadrados	Grados libertad	Cuadrado medio	Factor	p-valor
Tratamientos	107.87	3	35.96	0.6	0.623 ^{ns}
Bloques	283.18	11	25.74	0.43	0.9276 ^{ns}
Error	1383.82	23	60.17		
Total	1774.87	37			

5.2. Evaluación de dos tipos de compost a base de estiércol bovino y equino con dosis de inóculo de 80 g, 90 g y 100 g en la producción de hongo champiñón *Agaricus bisporus*.

En el cultivo del hongo champiñón se logró registrar información de la invasión micelial al inicio de la investigación (15 días después de la siembra) con porcentajes entre 30% al 40% en el compost a base de estiércol bovino. A partir de los 15 días después de la siembra no fue posible registrar información de los demás parámetros en estudio, esto se debe a los siguientes factores presentes durante la investigación: altos niveles de contaminación en las unidades experimentales; infraestructura no adecuada para el cultivo del hongo no permitiendo cumplir con los requerimientos micro climáticos básicos como temperatura de 18°C a 20 °C y humedad relativa del 70% a 90% infraestructura no adecuada para el cultivo (figura 16). Según Vergara (2017:19) menciona que para tener excelentes crecimientos miceliales se necesita tener un óptimo de temperatura 22°C y 27 °C y si la temperatura supera los 35°C se detendrá el desarrollo, y que, para el desarrollo del grano y el crecimiento del champiñón, el intervalo favorable se encuentra entre 20 °C y 25 °C y si estas son las adecuadas abra un crecimiento rápido. Contractando con López (1990: 8) que el grano y el crecimiento es favorable con los intervalos de 10 °C y 20 °C y menciona que la humedad del sustrato durante el crecimiento debe oscilar los 62% y 68% y en el caso de ser excesiva puede asfixiar el micelio y Ardón (2007:75) menciona que la humedad relativa que se debe tener dentro de la instalación es de 90-95% (figuras 28).

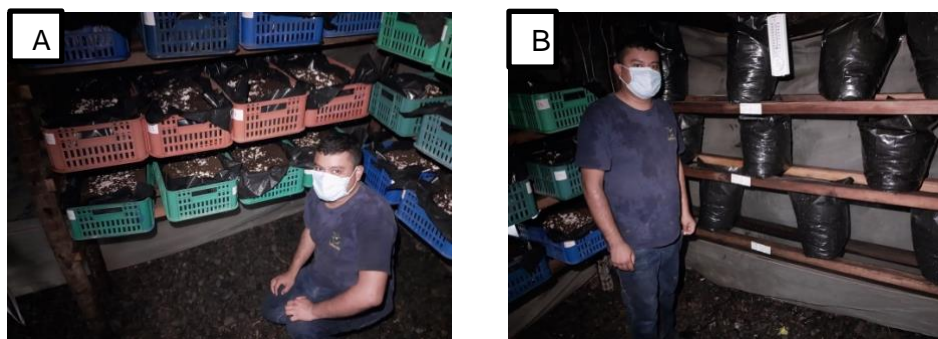


Figura 28. Primer ensayo de producción de champiñón en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas A; producción de champiñones en jvas B; producción de champiñones en bolsas



Figura 29. Segundo ensayo de producción de champiñón en la Estación Experimental y de Practicas (EEP) A y B; Inoculacion C; invasion micelial.

5.3. Evaluación de tres tipos de recipientes frascos de vidrio, bolsas ziploc y comideras térmicas en la producción de inóculo de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* y *Agaricus bisporus*.

Para la producción de inóculo de calidad de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* y *Agaricus bisporus* se requiere condiciones básicas de infraestructura (área con condiciones de un laboratorio), equipo (cámara de flujo laminar, autoclave, olla de presión, entre otros), reactivos y cristalería. En esta investigación no fue posible disponer de los recursos anteriormente mencionados por ello se intentó producir inóculo de los hongos comestible bajo protocolos artesanales dificultando la obtención del mismo (figuras 17). También, otro factor importante que afectó este ensayo fue el retiro de las instalaciones por los juegos Centroamericanos y del Caribe de los cuales fue sede la UES. En los protocolos descrito por Grassi y Álvarez (2019:7) nos menciona para la producción de semillas se necesitan condiciones muy especiales de higiene y control de temperatura y humedad, lo cual solamente se logra eficientemente en un laboratorio o un espacio diseñado y equipado para tal efecto. Barba y López (2017:24) nos manifiesta como producir el inóculo en semilla que se deberá realizarse en un área aséptica, de preferencia cerrada y ajena de corrientes de aire y con equipo esterilizado en lo que los recomienda usar una cámara de flujo laminar o en su defecto dos o tres mecheros Fisher, colocados de tal manera que originen una zona estéril o aséptica en el área de la mesa donde se trabaja. Ardón (2007:56) menciona que se debe esterilizar frascos o bolsas haciendo uso de equipos como una autoclave o un básico como el uso de una olla (figura 30).

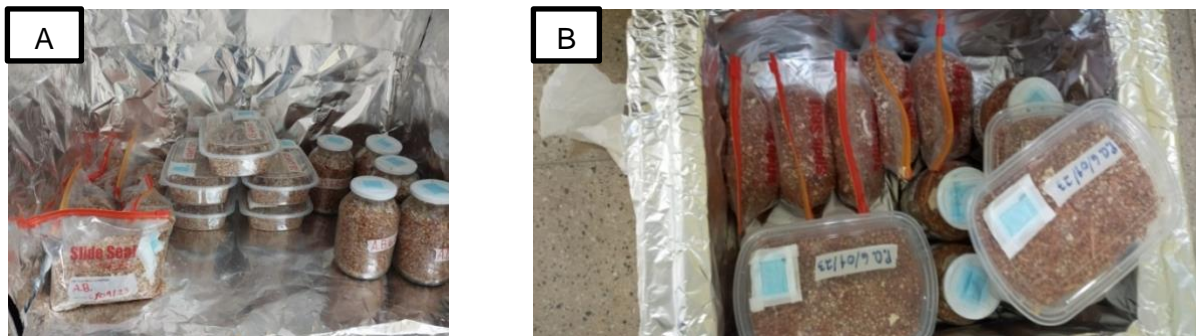


Figura 30. Producción de micelio A; *A. bisporus* B; *P. ostreatus*

5.4. Otras experiencias.

Como resultado importante en el trabajo de la pasantía fue el apoyo técnico en el proyecto "Producción y procesamiento del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y establecimiento de un huerto de hortalizas en el Instituto Nacional General Francisco Menéndez (INFRAMEN)", el cual tenía como objetivo contribuir a la formación del personal docente y estudiantil del Instituto Nacional General Francisco Menéndez (INFRAMEN) en la producción y conservación del hongo comestible y establecimiento de un huerto hortícola (figura 31).



Figura 31. A: Capacitación en la producción de hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) B; y C: preparación del hongo ostra

6. CONCLUSIONES

En la producción de carpófagos del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) el sustrato agrícola pasto pangola presento el mayor número y peso de racimos en los dos experimentos desarrollados con valores de 7.20 racimos y 474 g en el ensayo ejecutado en el área de invernadero; 5.67 racimos y 176.18 g en el experimento realizados en la Estación Experimental y de Practicas (EEP).

Al evaluar las dosis mínimas de inculo de 10 g y 20 g en la producción de carpófagos del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) la dosis de 20 g mostro la mayor producción con valores de 4.87 racimos y 246.33 g.

En este trabajo de pasantía no fue posible garantizar las exigencias para el cultivo del hongo champiñón (*Agaricus bisporus*) siendo la principal limitante la infraestructura que permitiera un control del micro clima; esto dificulto la producción de carpófagos de este hongo comestible.

El trabajo de producción de inculo se desarrolló bajo un protocolo artesanal; siendo la falta de condiciones y equipo de laboratorio básico como cámara de flujo laminar, autoclaves y medio de cultivo dificulto la producción de inculo de los hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) y (*Agaricus bisporus*). Otro factor que impidió terminar la investigación de producción de inculo fue el desalojo de las instalaciones por los juegos Centroamericanos y del Caribe, San Salvador 2023.

7. RECOMENDACIONES

En la producción de carpófagos del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) se recomienda el sustrato agrícola pasto pangola por haber mostrado mayor producción de carpófagos y peso de racimos en los dos experimentos desarrollados con valores de 7.20 racimos y 474 g en el ensayo ejecutado en el área de invernadero; 5.67 racimos y 176.18 g en el experimento realizados en la Estación Experimental y de Practicas (EEP).

Para tener la confiabilidad de las dosis ideales a utilizar en el cultivo del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) se recomienda continuar con investigaciones donde se evalúen dosis a partir de los 20 g producto que fue la presento la mayor producción con valores de 4.87 racimos y 246.33 g.

Para la producción del hongo champiñón (*Agaricus bisporus*) se recomienda garantizar el cumplimiento de las siguientes tres reglas básicas: 1. Disponer la infraestructura que garantice los requerimiento climáticos que exige el cultivo temperaturas entre los 18°C y 20°C, humedad relativa del 80% al 90%; 2. Compostaje que cumpla la exigencia nutricionales del hongo con un porcentaje entre 1.6% y 1.8 % de nitrógeno sobre peso seco; 3. Adquirir inculo de calidad a través de laboratorios certificado.

Para garantizar la producción de inculo de calidad de los hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) y (*Agaricus bisporus*) se recomienda disponer de la infraestructura y equipo de laboratorio básicos como cámara de flujo laminar, autoclaves y medios de cultivo; también personal debidamente capacitado.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ardón López, CE. 2007. La producción de los hongos comestibles. Tesis M. Sc. Universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de Humanidades, departamento de postgrado. 213 p.
- Barbado, J. 2003. Hongos comestibles: champiñones, girgolas, trufas. 1era. Ed. Editorial albatros. SACI (En línea). . Buenos Aires Argentina. Pag. 18. Consultado 24 septiembre 2022. Disponible: https://books.google.com/sv/url?client=caprintalbatros&format=googleprint&num=0&id=qPykPteTTkC&q=http://www.albatros.com.ar/catalogo/microemprendimientos/microemprendimientoshongos.html&usg=AOvVaw3xu3q4PO3O_5An21ODolxl&source=gbs_buy_r
- Barba Chávez, JM; López Cruz, JI. 2017. Guía práctica para el cultivo de Setas (en línea). México. Consultado 20 septiembre. 2023. Disponible en <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/csetas.pdf>
- Centro Nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal. CENTA. 2021. Revista Cosecha. Hongos comestibles. Edición 40 pag. 10. Consultado 24 septiembre 2022
- Calderón A., Cea C., 2006. Estrategias de mercado para la comercialización del hongo ostra producido en El Salvador. Caso práctico empres Manix, S.A de C.V. (tesis). (En Línea). Antiguo Cuscatlán, San Salvador. Consultado 10 Octubre 2022. Disponible. <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/01/MER/ADCE0000303.pdf>
- Cano, A. Romero, L. 2016. valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. (En línea). Hidalgo, Mexico. Consultado 24 de Septiembre 2022. Disponible. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v43n1/art11.pdf>
- Donando P. 2014. Univeridad Rafael Landivar. Evaluación de tres sustratos para la producción de hongo ostra (pleurotus ostreatus); moyuta, Jutiapa (En línea). Jutiapa Guatemala. Consultado 24 de Septiembre 2022. Disponible. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Donado-Tania.pdf>
- García, N., Dra. Catalina C. Lic. Serrano-Alberni., M. 2011. Formulaciones de sustratos en la producción de setas comestibles pleurotus. Centro de Estudio de Biotecnología Industrial (CEBI), Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. Consultado 29 de Noviembre de 2022. Disponible. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222461852011000300002&script=sci_arttext&tlng=en
- Gea, F. Martin, A. 2016. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Guía de gestión integral de plagas champiñón y setas. (En línea). Madrid. España. Consultado 10 Octubre 2022. Disponible:

https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidadvegetal/guiagipchampionys etas_tcm30-57974.pdf

García O. 2002. Zamorano. Evaluación de tres materiales como sustrato y dos materiales como tierra de cobertura para el cultivo del champiñón (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) (En línea). Honduras. Consultado 24 de Septiembre 2022. Disponible. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/12c31a8d-1305-4bd1-a885-481aa8d7c03e/content> García O. 2002. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Garzón, JP; Cuervo, JL. 2008. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia (en línea). Consultado 10 jul. 2023. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316652826_Produccion_de_Pleurotus_ostreatus_sobre_residuos_solidos_lignocelulosicos_de_diferente_procedencia/link/5909fead458515ebb4a41763/download

Evaluación de tres materiales como sustrato y dos materiales como tierra de cobertura para el cultivo del champiñón (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) Artículo. (En línea). Honduras. Consultado 24 de Septiembre 2022. Disponible. <https://bdigital.zamorano.edu/items/f986aaca-fc45-4237-b86c-cff7ef25a8cd>

García M. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Nueva técnicas del cultivo del *Pleurotus ostreatus*. (En línea). Madrid España. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_08.pdf

Gaitán Hernández, R., Salmones, D., Pérez Merlo 2006. Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción 1era. Ed. (En línea). Xalapa, México. Instituto de Ecología. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible. http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Manual_PleurotusGaitan.pdf

López R. Hernández R. 2008. Evaluación el crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca tesis. (En línea) Bogotá, Colombia. Consultado 24 de Septiembre 2022. Disponible. https://eventos.iica.int/sites/default/files/202010/Art.%20cientifico_%20Ronald%20Axel%20Heredia%20V%C3%A1squez.pdf

Leonel, E. 2006. AGROCYT. Fondo competitivo de desarrollo tecnológico agroalimentario. Generación de tecnología para cultivo de hongos champiñones.(en línea). Guatemala. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible: http://168.234.106.70/library/images/c/c4/AGROCYT_2002.17.pdf

- Leiva F., J., 2016. Producción sostenible de champiñón de la rioja y mejora de la protección ambiental, a través de la investigación de ecoindicadores del análisis de ciclo de vida (ACV). (Tesis). Consultado 9 Octubre 2022. Disponible. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2348274.pdf>
- Michelis, A., Rajchenberg M. 2006 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Hongos comestibles: teoría y práctica para la recolección, elaboración y conservación. Argentina. Consultado 24 Septiembre 2022.
- Muñoz, R. fundación para la innovación tecnológica agropecuaria. Cultivo de champiñones. Honduras. Consultado 24 Septiembre 2022.
- Rodríguez G., Oscar A. (2023). Estrategias de adaptación en el desarrollo, rendimiento, calidad nutricional y sensorial del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) y su cadena de valor en El Salvador. Master tesis, Universidad de El Salvador. Consultado 24 septiembre del 2023. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/32591/>
- Rodríguez N. Araque M. 2006. ASOFUNGICOL. Asociación de productores de hongos comestibles de Colombia. Producción de los hongos comestibles Orellanas y Shiitake. (En línea). Colombia. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/857/1/Hongos%20comestibles%20Orellanas%20Shiitake.pdf>
- Rodríguez, M., Domínguez, L. 2011. Agaricus Bisporus: cultivo, problemas y prevención. Vol.15. (en línea). España. Consultado 10 Octubre 2022. Disponible: <https://www.radoctores.es/doc/1V15N2-calvo-agaricusbissporus.pdf>
- Royse, D. Sánchez, J. 2017. La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas pleurotus spp. (En línea). Chiapas, México. Consultado 24 de Septiembre 2022. Disponible. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Sanchez-104/publication/321686533_La_Biologia_el_cultivo_y_las_propiedades_nutricionales_y_medicinales_de_las_setas_Pleurotus_spp/links/5a2af33c45851552ae7a84bf/La-Biologia-el-cultivo-y-las-propiedades-nutricionales-y-medicinales-de-las-setas-Pleurotus-spp.pdf
- Pineda, J. Ponce, C. 2016. CEBA. Centro Ecuatoriano de Biotecnología Del Ambiente. Guía de producción artesanal: champiñón ostra. 1era. Ed. (en línea). Villavicencio, Colombia. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible. https://www.researchgate.net/profile/Astrid-Duarte-Trujillo/publication/307858229_Champinon_ostra_guia_de_produccion_artesanal_Pleurotus_ostreatus_guide_for_homemade_production/links/57cf24e208ae83b37462351e/Champinon-ostra-guia-de-produccion-artesanal-Pleurotus-ostreatus-guide-for-homemade-production.pdf

- Prieto, B., 2009. Avance en la tecnología de la producción comercial del champiñón y otros hongos cultivados. (En línea). España. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/2012_1009/actas_v_jornadas_champinon_en_clm.pdf
- Phillip, S., Barder, W., Bayer, D. 2002. Tecnología de comunicación e información en el colegio de ciencia agronómica. Manejo integrado de plagas del champiñón. (En línea). Consultado 9 Octubre 2022. Disponible <https://www.americanmushroom.org/clientuploads/IPM/mushroomIPM-manual-Spanish.pdf>.
- Palacios, V., Montes, A. 2020. Guía para cultivos de hongos comestibles: producción de hongos comestibles para fortalecer estrategias de vida en comunidades periurbanas de tlalnahuayocan y Xalapa. México. Consultado 24 Septiembre 2022.
- O'Neal K., 2016. Ciencia y Tecnología., Universidad de Costa Rica. (Revista). En línea Consultado 10 Octubre 2022. Disponible: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/06/30/cia-promueve-produccion-de-hongos-comestibles.html>
- Sánchez., J., Royse., D., 2007. El colegio de la frontera del sur. Cultivo, mercadotecnia e inocuidad alimenticia de *Agaricus bisporus*. 1era edición. Chiapas, Mexico. (En línea). Consultado 9 Octubre 2022. Disponible: https://www.researchgate.net/profile/JoseSanchez104/publication/256527519_Cultivo_mercadotecnia_e_inocuidad_alimenticia_de_Agaricus_bisporus/links/004635271170fae3dd000000/Cultivo-mercadotecnia-e-inocuidad-alimenticia-de-Agaricus-bisporus.pdf
- Valencia N., Araque M., y Perdomo F., 2006. Producción de los hongos comestibles orellanas y shiitake. Programa Nacional de innovación y desarrollo tecnológico. En línea. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/857/1/Hongos%20comestibles%20Orellanas%20Shiitake.pdf>
- Vargas, PS; Hoyos, JL; Mosquera, SA. 2012. Uso de hojarasca de roble y bagazo de caña en la producción de *Pleurotus ostreatus* (en línea). Consultado 24 sept. 2023. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a16.pdf>
- Varnero, MT; Quiroz, MS; Álvarez, CH. 2010. Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*) (en línea). Consultado 24 sept. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.4067/S0718-07642010000200003>
- Vergara C, Carina 2017. Comparativo de tres sustratos orgánicos en la producción de champiñones (*Agaricus bisporus*) en la comunidad de LLañucancho, Abancay Apurímac. Tesis. Universidad Tecnológica de los Andes Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Agronomía. (en línea). Consultado 6 octubre. 2023. Disponible. <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/83/1/Tesis-Comparativo%20de%20tres%20org%C3%A1nicos%20en%20la%20producci%C3%B3n%20de%20champi%C3%B1ones.pdf>

Quispe A., 2017. Evaluación de tres substratos en base a estiércol de cuy y chala de maíz para el cultivo de *Agaricus bisporus*, distrito de San Jerónimo – Cusco. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. (Tesis). . En línea. Consultado 9 Octubre 2022. Disponible. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3171https://irp.cdn-website.com/172049c1/files/uploaded/Cultivo%20Del%20Champi%C3%B1on%20%20La%20Trufa%20Y%20Otros%20Hongos.pdf>