

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL HONGO NEGRO (*Lentinula edodes*
Pegler) EN CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS DE *Pinus patula* Y
Eucalyptus globulus EN CAJAMARCA - PERÚ**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

Bachiller: LUIS ALFONSO ROJAS QUISPE

Asesor:

MSc. WALTER RICARDO RONCAL BRIONES

Cajamarca - Perú

2020

COPYRIGHT © 2020 by
LUIS ALFONSO ROJAS QUISPE
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

**CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL HONGO NEGRO (*Lentinula edodes*
Pegler) EN CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS DE *Pinus patula* Y
Eucalyptus globulus EN CAJAMARCA - PERÚ**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:
Bachiller: LUIS ALFONSO ROJAS QUISPE

JURADO EVALUADOR

MSc. Walter R. Roncal Briones
Asesor

Dr. Manuel Roncal Ordoñez
Jurado Evaluador

Dr. Marcial Mendo Vásquez
Jurado Evaluador

MSc. Manuel Roncal Rabanal
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2020



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL PÚBLICA DE TESIS

Siendo las 16:25 horas del día 24 de setiembre de dos mil veinte, reunidos a través de meet.google.com/jti-wwh-epa, creado por la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Evaluador presidido por el **Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ**, **Dr. MARCIAL HIDELSO MENDO VELÁSQUEZ**, **MSc. MANUEL ROBERTO RONCAL RABANAL** y en calidad de Asesor **M.Sc. WALTER RICARDO RONCAL BRIONES**; actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la **SUSTENTACIÓN PÚBLICA** de la tesis titulada **CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL HONGO NEGRO *Lentinula edodes* Pegler EN CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS DE *Pinus patula* Y *Eucalyptus globulus* EN CAJAMARCA – PERÚ**, presentada por el Bach. en Ingeniería Forestal **LUIS ALFONSO ROJAS QUISPE**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó **APROBAR** la mencionada Tesis con la calificación de **dieciséis (16)**; en tal virtud el Bach. en Ingeniería Forestal **LUIS ALFONSO ROJAS QUISPE**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 17: 55 horas del mismo día, se dio por concluido el acto



M.Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
Asesor



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
Jurado Evaluador



Dr. Marcial Hidelso Mendo Velásquez
Jurado Evaluador



MSc. Manuel Roberto Roncal Rabanal
Jurado Evaluador

A:

A Dios Padre Omnipotente,

A mis Padres Florinda Quispe Díaz, José Mercedes Rojas Briones, por su apoyo incondicional, ejemplo de amor y de vida en hogar.

A mis hermanos: Elvira, Eudocia, Irene, Gladys, Miguel, Carlos, José, Gustavo, por motivación constante.

A mi primogénito hijo Rodrigo José Rojas Soto, por ser luz en mi vida.

LUIS

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento sincero, a mis asesores Ing. Julio Vilca Aquino, por el acompañamiento y enseñanza, Ing. M.Sc. Walter R. Roncal Briones, por su paciencia y perseverancia, al Ing. Ulises Pajares Gallardo, por su respaldo y apoyo incondicional, al Técnico Carlos Tanta, Flor Judith & Yamalí; sin los cuales no se hubiese podido llevar el presente trabajo de calidad; a la Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal ADEFOR – Cajamarca; por ser la entidad receptora de ejecución de la presente investigación.

A todas las personas que de una u otra forma apoyaron en forma directa e indirectamente para alcanzar la meta y logro del presente trabajo.

EL AUTOR

Cuando se nace pobre, estudiar es el mayor acto de rebeldía contra el sistema. El saber rompe las cadenas de la esclavitud.

-Tomas Bulat

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
EPÍGRAFE	vii
ÍNDICE	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
SIGLAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos de la Investigación	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
1.4. Hipótesis de la investigación	3
1.5. Justificación e importancia de la investigación	3
1.6. Delimitación de la investigación	4
1.7. Alcance y limitaciones	4

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Los hongos comestibles en el contexto universal	6
2.1.2. Los hongos comestibles en Latino América	6
2.1.3. Los hongos comestibles en Perú	7
2.1.4. Los hongos comestibles en Cajamarca	7
2.2. Marco teórico	8
2.2.1. Reproducción con fines económicos o científicos	8
2.2.2. Ciclo de vida natural del shiitake	9
2.2.3. Morfología del Hongo negro <i>Lentinula edodes</i> Pegler	10
2.2.4. Taxonomía de <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	11
2.2.5. Composición Nutricional del <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	12
2.2.6. Análisis bromatológico del <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	14
2.2.7. Factores que intervienen en la producción de hongos comestibles.	14
2.2.8. Plagas y Enfermedades.	15
2.2.9. Cosechado y envasado.	15
2.2.10. Uso de la cal como desinfectante.	16
2.2.11. Uso de los hongos como purificadores de las aguas residuales	16

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área.	17
3.2. Materiales.	19
3.3. Metodología.	20
3.3.1. Diagrama de la propagación del hongo negro.	20
3.3.2. Multiplicación de esporas de <i>Lentinula edodes</i> Pegler en medio de cultivo PDA (papa, dextrosa, agar).	22

3.3.3. Propagación del micelio en placas petri.	23
3.3.4. Propagación del micelio en medio de soporte de cebada.	24
3.3.5. Formulación e inoculación de sustratos.	25
3.3.6. Factores y tratamientos en estudio.	25
3.3.7. Descripción de técnicas de desinfección utilizadas.	27
3.3.8. Fructificación y cosecha.	28
3.3.9. Diseño experimental.	29
3.3.10. Evaluaciones y registros.	29

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUCION

4.1. Esporulación del <i>Lentinula edodes</i> Pegler en PDA en laboratorio	30
4.2. Multiplicación del <i>Lentinula edodes</i> Pegler en Medios de soporte de cebada	31
4.3. Producción de setas (gramos) de <i>Lentinula edodes</i> Pegler en invernadero	33
4.4. Estructura de la seta <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	36
4.5. Fases de crecimiento y desarrollo del <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	37
4.6. Tamaño y desarrollo de carpoforos seta del <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	38

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
-----------------------------------	----

ANEXOS		44
ANEXO 1.	GLOSARIO	44
ANEXO 2.	FORMATOS – EVALUACIÓN 1 Y 2.	47
ANEXO 3.	ARCHIVO FOTOGRAFICO.	53
ANEXO 4.	TAMAÑO DE CARPOFOROS.	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo de vida del shiitake.	9
Figura 2. Estructura del shiitake.	10
Figura 3. Tamaño y forma de setas a cosechar.	15
Figura 4. Diagrama de propagación del hongo negro.	20
Figura 5. Preparación del medio de PDA.	23
Figura 6. Aislamiento del micelio.	23
Figura 7. Obtención de 1 Kg de semilla de hongo negro.	24
Figura 8. Formulación e inoculación de sustratos.	25
Figura 9. Esporulación del hongo <i>Lentinula edodes</i> Pegler en PDA.	30
Figura 10. Esporulación del hongo <i>Lentinula edodes</i> Pegler en cebada	31
Figura 11. Curva de crecimiento y producción del <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	32
Figura 12. Comparación de T tabular con T calculada.	34
Figura 13. Peso (g) del hongo <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	35
Figura 14. Estructura del hongo negro.	36
Figura 15. Fases de crecimiento y desarrollo del hongo negro.	37

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Composición del hongo <i>Lentinula edodes</i> Pegler.	13
Tabla 2.	Condiciones meteorológicas durante la conducción del ensayo.	17
Tabla 3.	Datos al interior del invernadero.	18
Tabla 4.	Descripción de los tratamientos en estudio.	26
Tabla 5.	Siembra del 1.25% de semilla o micelio del <i>Lentinula edodes</i> Pegler x bolsa.	28
Tabla 6.	Distribución de tratamientos en el Invernadero.	29
Tabla 7.	Producción (g) del hongo negro en invernadero.	33
Tabla 8.	Producción (g) del hongo negro por tratamiento.	35
Tabla 9.	Promedio en tamaño y peso del hongo negro.	38

SIGLAS

PFNM	= Productos forestales no maderables
HC	= Hongos comestibles
BPA	= Buenas prácticas agrícolas
HCF	= Hongos comestibles frescos
HSC	= Hongos silvestres comestibles
PDA	= Papa, dextrosa, agar
DBCA	= Diseño de bloques completamente al azar
ADEFOR	= Asociación para la investigación y desarrollo forestal
UNC	= Universidad Nacional de Cajamarca
ANVA	= Análisis de varianza estadística
Θ	= Referido al diámetro de los postes de madera
HCS	= Hongo comestible seco.

RESUMEN

ROJAS QUISPE, LUIS ALFONSO (2020). **CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL HONGO NEGRO (*Lentinula edodes* Pegler) EN CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS DE *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus* EN CAJAMARCA - PERÚ.** Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, Maestría en Planificación Para el Desarrollo, Línea de Gestión Ambiental. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias.

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el sustrato adecuado para el crecimiento y producción del hongo negro (*Lentinula edodes* Pegler); utilizando cuatro sustratos constituidos por aserrín y corteza precompostada, postes perforados de las especies *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus*; para obtener la asepsia de estos sustratos, se trataron convenientemente: los tratamientos T₁ - T₄ se remojaron por 24 horas en agua de cal (CaO); los T₂ - T₅ se expusieron a vapor de agua por 8 horas; T₃ - T₆ se hirvieron en agua por 3 horas, los tratamientos T₇ y T₈ constituidos por postes recientemente cortados, de las especies arriba mencionados, los mismos que fueron perforados con broca de un diámetro de 3/8" x 2 a 4 cm de profundidad. En los mismos se sembró 1 g de micelio del hongo; los ocho tratamientos y diez repeticiones se establecieron bajo el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2S x 3M. El experimento se condujo en invernadero. Finalizando el experimento se determinó que los sustratos promisorios fueron los tratamientos T₇ (Trozas de *Pinus radiata* de 1 m de longitud x 15 cm diámetro) y T₈ (Trozas de *Eucalyptus globulus* de 1 m de longitud x 15 cm de diámetro) respectivamente, siendo el tratamiento T₈ el más adecuado llegándose a obtener carpoforos de mejor calidad, cantidad, tamaño y vigorosidad, con pesos promedio que van de 15 - 20 g por cuerpo fructífero y 6453 g de producción.

Palabras Clave: *Lentinula edodes*, Sustrato.

ABSTRACT

ROJAS QUISPE, LUIS ALFONSO (2020). GROWTH AND PRODUCTION OF THE BLACK MUSHROOM (*Lentinula edodes* Pegler) IN FOUR TYPES OF SUBSTRATES OF *Pinus patula* and *Eucalyptus globulus* IN CAJAMARCA - PERU. Graduate School of the National University of Cajamarca, Master in Planning for Development, Environmental Management Line. Thesis to opt for the Academic Degree of Master of Science.

The present research aimed to determine the adequate substrate for the growth and production of the black fungus (*Lentinula edodes* Pegler); using four substrates made up of sawdust and precomposed bark, perforated posts of the *Pinus patula* and *Eucalyptus globulus* species; to obtain asepsis of these substrates, they were conveniently treated; treatments T₁ – T₄ were soaked for 24 hours in lime water (CaO); T₂ – T₅ were exposed to steam for 8 hours; T₃ – T₆ were boiled in water for 3 hours, treatments T₇ and T₈ made up of recently cut posts of the species mentioned above, which were drilled with a 3/8” diameter x 2 to 4 cm deep drill. . In them, 1 g of mycelium of the fungus was sown; the eight treatments and ten repetitions were established under the Statistical Design of Blocks Completely at Random (DBCA) with factorial arrangement 2S x 3M. The experiment was conducted in a greenhouse. At the end of the experiment, it was determined that the promising substrates to produce were treatments T₇ (*Pinus radiata* logs 1 m long x 15 cm diameter) and T₈ (*Eucalyptus globulus* logs 1 m long x 15 cm diameter) respectively, T₈ being the most suitable treatment, obtaining carpophorous of better quality, quantity, size and vigor, with average weights ranging from 15 - 20 g per fruiting body and 6453 g of production.

Key Words: *Lentinula edodes*, Substrate.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Lentinula edodes Pegler, hongo oriundo de Japón, China, Corea y otros países del Asia Oriental, cultivado por sus propiedades alimenticias, medicinales y un exquisito sabor. Es de interés económico mundial se encuentra entre los hongos gourmet más populares y ocupa el segundo lugar en producción universal y consumo después del champiñón (Fung, 2002).

El nombre Shiitake proviene del idioma japonés cuya palabra “Shii” es madera y “Take” que significa seta u hongo “Shiitake”, del idioma chino “xian-gu” “hongo aromático” se cultiva en todo el mundo aprovechando los subproductos agrícola y forestal como sustratos (Stamets, 2000).

Se tiene conocimiento que este hongo en su medio natural no tiene problemas de aprovechamiento, a diferencia de nuestro País y específicamente en el departamento de Cajamarca donde iniciamos su producción ensayando diferentes tipos de sustratos para su propagación; para con el tiempo emprender una producción adecuado de este producto forestal no maderable (PFNM) en Cajamarca.

Los hongos, junto con las bacterias y otros organismos heterótrofos, constituyen los descomponedores de la materia orgánica y su actividad es esencial para el funcionamiento ecológico de la naturaleza; la introducción, adaptación y desarrollo del cultivo de hongos en nuestro medio, se realiza con el fin de aprovechar los residuos de la agroindustria y la industria forestal; para ello es necesario encontrar el sustrato adecuado para su crecimiento, desarrollo y producción del hongo negro producto forestal no maderable (PFNM).

1.1. Planteamiento del problema

El cultivo de los hongos comestibles ha significado fuente de alimentos, desarrollo agrícola y formación de agroindustrias en diferentes lugares del mundo. En países asiáticos, estas producciones son manejadas por pequeños agricultores mediante el reciclaje de residuos vegetales. El hongo negro asiático (*Lentinula edodes*) en su medio natural no tiene problemas de propagación; a diferencia de nuestro País y la Región de Cajamarca en que estamos empeñados en encontrar un medio de cultivo adecuado para producir este tipo de hongo y con ello lograr una producción y aprovechamiento adecuado de este recurso forestal no maderable en Cajamarca (PFNM).

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el tipo de sustrato y el método de desinfestación; en el cultivo y crecimiento del hongo negro (*Lentinula edodes* Pegler)?

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo General

Determinar el sustrato más adecuado para el crecimiento y producción del hongo negro (*Lentinula edodes* Pegler); utilizando cuatro tipos de sustratos de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus* en Cajamarca - Perú.

Objetivos Específicos

1. Determinar el sustrato viable y adecuado para la propagación y producción del (*Lentinula edodes* Pegler); en Cajamarca – Perú.
2. Determinar la eficiencia del método de desinfestación en la producción del hongo negro (*Lentinula edodes* Pegler); en Cajamarca – Perú bajo condiciones ambientales de invernadero.

1.4. Hipótesis

Ho = Los tratamientos en estudio son iguales

Ha = Los tratamientos en estudio son diferentes

1.5. Justificación e importancia

Existen referencias históricas que el consumo de hongos se inició en la dinastía China Ming (1368 – 1644), la población de esos tiempos empezó a utilizarlo como alimento y remedio contra sus enfermedades y dolencias especialmente de las vías respiratorias, mala circulación de la sangre, mal del hígado, agotamiento y la debilidad; se especula que mejora la energía de vida, retrasa o previene el envejecimiento prematuro (Stamets, 1987).

En la actualidad se usan para combatir cáncer y tumores, debido a su efecto anticancerígeno. Entre las 50 enzimas que posee este hongo destaca la dismutasa por sus propiedades antioxidantes. Como alimento se usa deshidratados o en fresco; platos distintos como: sopas, cremas, hamburguesas, pizzas, empanadas, estofados, otros. Se tiene reportes para prevenir el SIDA y otros diferentes tipos de cánceres, ya que estimulan el sistema inmune del cuerpo humano (Solomon & *et. al* 2001).

En nuestra región, es posible producir diferentes variedades de hongos comestibles. El adaptar el cultivo a nuestro medio e investigar otros tipos de sustratos para su producción; así como masificar su consumo en toda la población en general.

1.6. Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio e invernadero de la Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal – ADEFOR, ubicada en Tartar, km 3 de la carretera Cajamarca – Otuzco. Situado a 2676 msnm, geográficamente en las coordenadas 07° 08' 38" longitud oeste.

1.7. Alcance y limitaciones

A través de la investigación se logró determinar un tipo de sustrato viable, adecuado para la propagación de basidiocarpos del *Lentinula edodes*, en Cajamarca – Perú, utilizando Trozas de *Eucalyptus globulus* de 1 m de longitud x 15 cm de diámetro. Somos conscientes de que nos encontramos en una etapa inicial de introducción y aprovechamiento de este tipo de hongos; a la par incentivar a otros investigadores a trabajar considerando diferentes puntos que conduzcan a obtener nuevos conocimientos en beneficio de la comunidad local, regional y nacional.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Silva *et. al* (2010), mencionan que en la antigüedad algunos hongos han sido tratados como un alimento especial. Los griegos creían que proporcionaban fuerza en las batallas; los faraones los apreciaban como una delicadeza, los romanos y aztecas los consideraban como alimento de dioses y los chinos los apreciaban como un alimento saludable.

Entre los hongos cultivados que pertenecen al grupo de los degradadores primarios encontramos al **Hongo Ostra** (*Pleurotus ostreatus*) el **Hongo Negro** (*Lentinula edodes*), entre otros. A todos estos hongos se les conoce con el nombre de hongos exóticos y abarcan cerca de 60 especies diferentes. Se caracterizan por crecer en troncos, no tener anillo ni volva y una consistencia subcarnosa; son de color café pardusco o color cuero (García, 2003).

En la naturaleza los hongos superiores se alimentan de la materia orgánica degradando las sustancias a través de enzimas que liberan al medio húmedo que les rodea; para cultivar este producto es importante suministrar un substrato adecuado para que los nutrientes puedan ser aprovechados por las hifas. La diferenciación, crecimiento y desarrollo, están condicionados por factores como temperatura, humedad adecuada, así como aire que aporte oxígeno y cierta cantidad de luz (Hernández, 2006).

Se resalta su importancia por formar micorrizas con diferentes especies forestales las que juegan un rol fundamental en la nutrición y distribución de especies vegetales (D. Calonge, 1979).

2.1.1. Los hongos comestibles en el contexto universal

Stamets (1993), informa que el shiitake es un hongo que causa la pudrición blanca en la madera. Se cultiva alrededor del mundo en trozos y sobre mezclas de subproductos agrícolas y forestales. Es una especie milenaria aprovechada hace más de 2000 años en Japón, China y Corea desde donde se extendió a todo el Lejano Oriente y hace poco tiempo se inició el cultivo en occidente.

De acuerdo a la International Society for Mushroom Science de Inglaterra (2005), en el mundo se cultivan unas 30 especies diferentes, produciendo más de dos millones de toneladas cultivados cada año. A la cifra anterior hay que agregar sobre un millón de toneladas de hongos silvestres, lo que totaliza los 3 millones de toneladas que se consumen en el mundo.

En el año 2008, la producción mundial de hongos comestibles según la Food and Agriculture Organization of the United States (FAO) fue aproximadamente 3'380,000 toneladas. Esta producción es liderada por China y EE.UU, quienes ocupan el primer y segundo lugar respectivamente. Alemania, EE.UU y Francia son los principales importadores de hongos enlatados, mientras que la importación de hongos secos Japón, Italia y Alemania son los que ocupan los primeros lugares. En la exportación de esta clase de producto lo lidera China, Alemania e Italia. A nivel de Latino América, Chile se encuentra entre los 20 países exportadores de hongos enlatados y secos, México lidera como exportador de este producto enlatado (Soriano *et. al*, 2016).

2.1.2. Los hongos comestibles en latino-américa

Soriano & *et. al* (2016), existe limitación con respecto a la información de mercado externo para hongos comestibles, especialmente en países latinoamericanos, lo que se puede afirmar que se trata de una actividad relativamente nueva. Debido a la creciente demanda, la producción de este producto a nivel internacional se ha expandido. Se han registrado fluctuaciones en los volúmenes producidos a razón de existir competencia de precios; se aplican nuevas técnicas de cultivo, países en vías de desarrollo pueden obtener bajos costos de producción al utilizar materias primas y mano de obra barata.

2.1.3. Los hongos comestibles en Perú

Según Pierre Freundt (2003), desde la antigüedad los hongos se han utilizado en la alimentación, en ritos religiosos y en medicina; existe evidencia de su consumo contemporáneo al desarrollo de la cultura Moche (representaciones iconográficas). En esos tiempos se le denominaba Callampa o Paco y se les utilizaba como productos alimenticios.

Según Alfonso Palomo (UNALM), los hongos que se consumen en el Perú son de importación. En Lima se introdujeron hongos menos conocidos que el champiñón, el portobello y la ostra (*Pleurotus ostreatus*) y, en una menor proporción el hongo negro (Revista Agraria.pe, 2010).

En el país el cultivo de los hongos comestibles se inicia en 1960 (Martínez- Carrera, 2010) con la introducción del Champiñón por Compass, la cual realizó una agresiva campaña de difusión que incluía la participación de reconocidos expertos gastronómicos peruanos, como la Sra. Teresa Ocampo. El ingreso de la empresa “Agrícola la Chacra” (con la marca Don Hongo) en los años 1980 y “Paccu S.A.” el cultivo alcanzó niveles industriales. Es en los años 1990 se introduce el cultivo de *Pleurotus ostreatus* “Setas”, con “Solís” y “Sori”. En el 2008 “Mundo Fungi” logró introducir por primera vez el *Lentinula edodes* en estado fresco y cultivado localmente. En la exportación de hongos comestibles micorrizicos es “La Campera” lo realizó con destino a España y Brasil. Otras empresas exportadoras del hongo comestible es ADEX Data Trade, 2009 tuvieron como destino el país de Japón. (Soriano B. *et. al*, 2016).

2.1.4. Los hongos comestibles en Cajamarca

El sector de los hongos comestibles en nuestra región está poco desarrollado. Sin embargo, en los últimos años con el plan de reforestación de bosques de pinos en Cajamarca (años setenta) y el proceso de simbiosis entre el pino y los hongos, se tiene potencial para la producción de este producto comestible como el *Suillus luteus*; en cuanto a la especie *Lentinula edodes*, se encuentra en proceso de introducirlo a través de proyectos de investigación. (Soriano *et. al*, 2016).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Reproducción con fines económicos o científicos

El estudio de los hongos se llama micología, y se practica por su interés económico o científico. Para asegurar la conservación, desarrollo y utilización de estos en condiciones de laboratorio, se deben utilizar medios de cultivo apropiados.

Los medios de cultivo corresponden a un conjunto de sustancias que garantizan a un microorganismo los nutrientes necesarios para su conservación, crecimiento y desarrollo. Contienen una base mineral de calcio y magnesio fuente de carbono - nitrógeno y los requerimientos físico-químicos adecuados dependiendo del tipo de microorganismos a desarrollar. Aquí se tiene una clasificación de los medios de cultivo según tres criterios:

Según su utilización: se tienen medios para aislamiento, crecimiento, identificación y mantenimiento de cepas.

Según su composición: medios naturales, medios semi sintéticos, medios sintéticos (sustancias químicas).

Según su estado físico: sólidos (agar > 1.5%, aislamiento, purificación y visualización de colonias), semisólidos, líquidos (caldos que no contienen agar, tienen una fuente de carbono, nitrógeno y sales minerales, se utilizan en obtención de enzimas y propagación de inóculos (Silva *et. al*, 2010).

Los sistemas de producción del *Lentinula edodes* son básicamente dos:

1. El cultivo sobre madera, de uso tradicional y
2. El cultivo sobre bloque sintético, de mayor uso en la actualidad.

Cultivo tradicional sobre madera, ésta forma de cultivo comprende principalmente la inoculación de la cepa en trozos de madera de roble japonés. Actualmente se ha ampliado la gama de sustratos, incluyendo otras maderas como el roble (*Quercus robur*) y eucaliptus (*Eucalyptus globulus*), que se obtiene al cortar árboles en pie, utilizando troncos o postes de una longitud que puede variar entre 1,0 y 1,2 m. y un diámetro que va desde los 10 a los 15 cm.

Cultivo sobre bloque sintético, se utiliza algún tipo de sustrato artificial como superficie productiva del hongo negro, formulado y complementado principalmente con aserrín de madera dura no aromática, salvados de cereales, carbonato de calcio, yeso y suplementos nutricionales; se recomienda utilizar algún tratamiento térmico para la desinfección del medio. Con esta técnica, el cultivo del hongo negro ha crecido más de 20 veces en 15 años desde 1987, cuando China terminó por desplazar a Japón como productor principal, dominando el mercado mundial desde entonces (García, 2007).

2.2.2. Ciclo de vida natural del shiitake

En la figura 1, se muestra el ciclo de vida del shiitake, aquí observamos que en su habidad natural el micelio se desarrolla en troncos y tocones de árboles muertos en el bosque, la madera que se encuentra en estado de descomposición; es de donde obtienen los nutrientes necesarios para su crecimiento y reproducción; El micelio produce una cantidad de enzimas que descomponen la madera y facilitan al hongo adsorber los nutrientes para asegurar su supervivencia. En condiciones climáticas adecuadas de humedad y temperatura, el micelio secundario moviliza nutrientes almacenados y forma lo que llamamos basidiosporas o cuerpos fructíferos. En estos se forman las basidiosporas, estas son dispersadas por el viento; y encontrar un medio adecuado de sustratos, temperatura y luz crecen, al germinar van produciendo el micelio monocariótico o micelio primario, estas al encontrar otro micelio monocariótico genéticamente compatible se fusionan para formar un nuevo micelio llamado micelio dicariótico o micelio secundario. Este micelio dicariótico es capaz de formar los basidiocarpos ó micelio terciario (Heterotalismo tetrapolar), y la consiguiente maduración de los hongos. (Mata *et. al*, 2020).



Figura 1. Ciclo de Vida del Shiitake

El hongo negro es una especie saprobia, capaz de degradar la madera dura de diferentes árboles como encinos y algunos otros de la familia de las fagáceas. Descomponedor de la lignina, esta especie es propia de bosques templados y húmedos, como todos los hongos superiores; el tejido interno de estos hongos comunmente llamado “carne” es de color blanco y de aspecto compacto, con un olor fúngico agradable y de sabor característico de la especie. El Shiitake tiene una forma típica del hongo con un pie (estípite), un himenio y un sombrero (pileo) Fig. 2. (Mata & *et. al*, 2020).



Figura 2. Estructura del Shiitake (Mata *et.al*, 2020)

2.2.3. Morfología de *Lentinula edodes*

El Shiitake crece principalmente, en climas templados como organismos individuales o en racimos sobre maderas duras en descomposición o muertas particularmente en el Shii (*Pasania*), robles y hayas asiáticas. Esta seta es saprófita la cual produce un tipo de pudrición blanca la que degradan los troncos leñosos que contienen lignina. Es debido a esta capacidad que se utilizan leños y aserrín como sustratos para cultivar este tipo de seta.

Cuando el basidiocarpo se encuentra en estado joven, el sombrero o píleo es convexo y con la edad se vuelve planoconvexo; mide de 4 a 15 μm de diámetro, tiene color marrón oscuro en el centro, ligeramente más claro hacia el margen, algunas veces es de color castaño claro o castaño oscuro con tonos rojizos. Cuando crece de forma silvestre generalmente es de color ámbar claro. Algunos sombreros pueden presentar una textura finamente escamosa y fibrosa. Partes principales son:

El pie mide de 3 a 5 cm de largo y de 8 a 13 mm de grosor, casi igual o ensanchado hacia abajo, sólido y ceroso, de superficie delgada envainada por un velo delgado, que termina en la zona apical; es blanquecino en la parte superior y beige parduzco claro de la parte media hacia la base, su textura es fibrosa-escamosa.

El píleo o sombrero mide entre 5 y 20 cm de ancho, es convexo o casi plano con una superficie seca y fibrosa apretada, cutícula rompiéndose en escamas de diversos tamaños y formas, textura blanda de color claro y pardo rojizo oscuro. Tonalidad clara o parda cerca de la cutícula, firme, cerosa y carnosa en estado adulto y suave en especímenes inmaduros; sabor agrio, olor ligero, pero no característico.

Las esporas miden 5,5 a 6,5 por 3 a 3,5 μm , de forma subcilíndricas, lisas de pared delgada, la fructificación natural de este hongo ocurre generalmente durante todo el año si las condiciones climáticas son favorables, de preferencia en los meses de otoño y primavera.

Himenio Es la parte fértil o reproductora del hongo, contiene esporas y se encuentra debajo del sombrero, su forma común es de laminillas. (Silva, 2010).

2.2.4. Taxonomía del *Lentinula edodes* Pleger.

Reino : Fungí.
Phylum : Basidiomycota.
Clase : Himenomycetes.
Sub clase : Holobasidiomycetidae.
Orden : Agaricales.
Familia : Thicholomataceae.

Género : Lentinula.
Especie : *Lentinula edodes* (Berk) Pegler.

Sinónimos: Comúnmente conocido como: hongo negro, shiitake, shiang-gu (del chino hongo con fragancia), seta dorada del roble, seta negra del bosque, seta de madera de roble, seta china, seta fragante, konku, otros.

2.2.5. Composición nutricional e importancia del *Lentinula edodes*.

El consumo del hongo negro tiene múltiples efectos benéficos para el ser humano como:

- Anti-cancerígeno: por poseer lentinan, el cual es un agente anti cáncer.
- Anti oxidante: a través de las vitaminas A, E, C, y selenio que contiene.
- Anti-infecciones: estimula la producción en el organismo de interferón, el cual bloquea la réplica de las partículas del virus.
- La Hormona de crecimiento: esta limita el efecto de los factores que causan envejecimiento en el ser humano.
- Reduce el colesterol: gracias a la eritadenina que se encuentran en la parte fibrosa del hongo constituidos por quitina, sus propiedades son aumentadas por la lentinan.
- Reducción de presión arterial.
- Prevención de la trombosis en las arterias coronarias: Investigadores de Bangkok y Hawaii han demostrado experimentalmente que el hongo negro previene la trombosis en las arterias coronarias.
- Disminuye la viscosidad de la sangre.
- Baja el nivel de azúcar en la sangre: gracias a los niveles bajos de hidratos de carbono y lisina, estos previenen la formación de azúcar en la sangre.

El hongo negro es bajo en calorías, alto en proteínas, hierro, fibra, minerales y vitaminas. Contiene vitaminas B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B6 (piridoxina), B12 (cobalamina) y D2 (ergocalciferol), con altas cantidades de riboflavina y niacina. Definitivamente un alimento excelente con propiedades medicinales. El consumo de este hongo es una buena forma de prevenir las enfermedades y de tener buena salud, se cree que puede aumentar la longevidad y que posee propiedades afrodisiacas (García, 2003).

Tabla 1. Composición química del hongo *Lentinula edodes*.

Compuesto	Descripción
Lentinan	Entre los efectos contra el cáncer intestinal, estómago, ovarios, otros, hay que destacar la lentinan por la estimulación en la producción de linfocitos y el control de células muertas en las infecciones cancerosas; es un extracto de azúcar y ha sido usado experimentalmente en seres humanos y en animales con resultados anti-cancerígenos.
Eritadenina	Extraída desde los años de 1971, ayuda a reducir la tasa de colesterol en las personas; se tiene información sobre experimentos en animales con resultados positivos; estos experimentos realizados muestran una disminución del 5% y un 10% de la tasa de colesterol después comer el hongo negro.
Interferón	Interferón Gamma, el cual es usado para tratamientos contra el cáncer y como anti vírico, anti-inflamatorio en el tratamiento de la hepatitis B (VHB) y C (VHC). Esta es una sustancia química que hace a las células inmunes a infecciones víricas mostrando que las setas del hongo negro contienen el inductor de interferón.
Ergosterol	La vitamina D es necesaria para la absorción de calcio y fósforo y con efectos positivos en el tratamiento del cáncer de colon. Convertido en vitamina D cuando se expone a los rayos ultravioletas se encuentran en las setas del hongo negro deshidratadas.
Formación de prostaglandina	El ácido linoleico está presente en los hongos negros es transformado en el cuerpo en diferentes tipos de prostaglandina. Estas fueron extraídas del semen y se pensó que eran excretadas por la próstata, pero ahora se sabe que son producidas por muchos tejidos del cuerpo. La prostaglandina E1 es empleada para provocar erecciones en los hombres, por inyección intramuscular. El <i>Lentinan</i> presente en el hongo negro estimula la producción de linfocitos T, de los que se ha demostrado que estimula la producción de prostaglandina.
Anti-oxidantes	Superoxido Dismutasa, decrecienta la peroxidación de lípidos. Este es un factor importante en la prevención de las enfermedades y cáncer de arteria coronaria y es una de las teorías de la causa de la longevidad.
Aminoácidos	La glutamina es el aminoácido de más alta concentración en el hongo negro. La arginina es un aminoácido presente en los hongos negros, ésta estimula los linfocitos T y además previene la pérdida de nitrógeno tras una operación. La inflamación provoca un aumento de las necesidades corporales de glicina, serina, metionina y cisteína.
Zinc	Investigaciones en Finlandia han demostrado que la adición de zinc aumenta los niveles de testosterona en plasma y la cantidad de esperma. También se ha demostrado, que los pacientes de sexo masculino en diálisis con problemas de uretra, mejoran su vida sexual cuando se añade zinc al fluido de la diálisis. El zinc está presente en estos hongos.
Enzimas	Se ha descrito una lista de 37 enzimas que se encuentran en estos hongos, existiendo hasta cerca de 50 enzimas localizadas en los hongos negros. Estas incluyen celulosa, enzimas digestivos y asparaginasa. Esta última es utilizada en el tratamiento de algunas leucemias infantiles.
Quitina	El 80% de la fibra en la seta del hongo negro consiste en la quitina. Se ha demostrado en Japón que reduce el nivel de colesterol en sangre en seres humanos.

Fuente: García, 2003, p.16.

2.2.6. Análisis bromatológico de *Lentinula edodes* Pegler en (100 g de hongo fresco).

Gutiérrez (2006), menciona que el contenido de humedad es de 88.81-91.65%. Cada 100 gramos en base seca contienen: 386.44-383.15 kcal, 14.72-16.12% de proteína, 76.30-78.84% de carbohidratos, de 1.95-2.20% de grasa, de 4.33-5.44% de minerales. Según Crisand y Sands (1978) citados por Miles y Chang (1997), el hongo negro no posee más de 17% de proteína cruda factor de conversión (N x 4.38); si bien ésta cantidad de proteína es baja comparada con la carne, en él se encuentran todos los aminoácidos esenciales para el hombre, incluidos leucina y lisina. Concentración alta de glutamina. Contiene vitaminas B1, B2, B6, B12 y D2, con altas cantidades de riboflavina y niacina. Definitivamente constituye una comida excelente con propiedades medicinales, capaz de incrementar la energía corporal, promover la longevidad, realzar la vitalidad y la virilidad.

2.2.7. Factores que intervienen en la producción de hongos comestibles.

García (2003) p.25, para asegurar el crecimiento y desarrollo de los hongos considera necesario tener en cuenta las siguientes variables y rangos óptimos como:

Temperatura: son organismos mesófilos (10 a 40 °C), con una temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 30° C. El micelio puede sobrevivir entre 4 y 40 °C.

Humedad: su desarrollo se encuentra entre 30% y 80% de humedad relativa.

pH: prefieren un medio ácido para su crecimiento, rango que se encuentra entre 4 a 7, siendo el óptimo un pH comprendido entre 5.5 y 6.

Luminosidad: durante la etapa de colonización del sustrato se debe trabajar bajo completa oscuridad, sin embargo, durante la fructificación es necesario alternar los períodos de luz y oscuridad.

Oxígeno: como la mayoría de los hongos son organismos aerobios, su respiración se produce cuando existe presencia de oxígeno.

Ventilación o aireación: siendo organismos aerobios, los hongos necesitan de aire fresco durante su crecimiento, pero requieren más ventilación durante la etapa de fructificación.

2.2.8. Plagas y enfermedades.

Para García (2003), el shiitake u hongo negro es relativamente resistente a plagas si es inoculado adecuadamente. Las consideraciones para evitar las plagas son mantener una correcta densidad de inoculación, prevenir que los troncos se resequen y evitar el contacto con el suelo. Un adecuado espaciamiento de los puntos de inoculación y un eficiente sistema de llenado y sellado es esencial para que el micelio colonice óptimamente el tronco. Si las perforaciones o puntos de inoculación están demasiado distanciadas, o si la inoculación se retrasa, existe una alta probabilidad de que otros hongos se establezcan, inhibiendo o disminuyendo el crecimiento del hongo en el tronco, con el consiguiente efecto sobre la productividad.

2.2.9. Cosechado y envasado.

Si las condiciones ambientales se mantienen constantes en la etapa de fructificación los primeros carpóforos se cosechan alrededor de los 14 días post-inducción, tiempo equivalente para el cultivo en bloques o en troncos. Los criterios de cosecha van a depender del destino de la producción. En general, los carpóforos más pequeños son apropiados para coctelería y los más grandes para procesamiento. La cosecha se realiza empleando un cuchillo previamente limpio. El corte se realiza lo más próximo posible a la superficie del sustrato. Desde un punto de vista comercial, las setas del hongo negro óptimas para ser cosechadas son aquellas que presentan un sombrero con una abertura de aproximada de una pulgada, antes de que se extienda por completo su borde, como se muestra en la Figura 3.

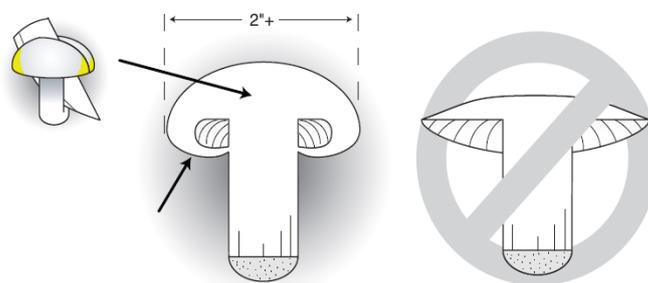


Figura 3. Tamaño y forma de las setas a cosechar (Silva, 2010)

2.2.10. Uso de la cal como desinfectante.

La cal viva es usada por su poderosa capacidad **desinfectante**. Por tener un pH muy alcalino, contrarresta los ácidos de la putrefacción, en la desinfección de verduras y legumbres de uso casero, otros. Desinfectante usado en granjas, pisos, corrector de suelos ácidos, para evitar enfermedades o epidemias. La cal viva u óxido de calcio es un material usado desde la antigüedad.

(http://materialesalicante.com/cal_viva-sirve/#lacialvivaparadesinfectar).

2.2.11. Uso de los hongos como purificador de las aguas residuales.

Las actividades humanas como lavar la ropa, ir al baño, regar una cosecha, entre otras, producen residuos líquidos cargados de contaminantes conocidos como aguas residuales, son un problema ambiental, al no ser tratadas adecuadamente, contaminan fuentes de agua, ríos y mares; se estima en América Latina el 80% no es tratada adecuadamente, el Gobierno colombiano en asociación con el Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiental e Industrial, han diseñado un filtro de origen biológico capaz de aislar los colorantes, metales pesados y aditivos de las aguas residuales; utilizando tejidos de material lignocelulósico, compuesto obtenido de biomasa vegetal (de origen forestal), hongos que fueron mejorados microbiológicamente a lo que llaman filtro flexible en el que actúan las cepas de hongos *Pleurotus ostreatus* y *Phanerochaete chrysosporium*, encargados de retirar los contaminantes. Esta innovación recibió la patente por parte de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office). (<https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/tag/hongos/>).

Se piensa que los carpoforos se cultivan sólo con fines gastronómicos, pero hay un mundo de posibilidades de uso. Uno de ellos es usar setas para descontaminar aguas sucias, ya que las setas son una esponja. Una forma de «filtrar» esa agua es poniendo una barrera de micelio a modo de filtro biológico en la salida de aguas residuales. Así descontaminamos aguas sucias, riberas contaminadas con lodos tóxicos de minas que usan el arsénico u otros metales pesados para liberar el cobre o el oro atrapado en las rocas. Se puede usar setas o champiñones que crecen en la materia orgánica para luego recolectar los cuerpos fructíferos e incinerarlos en plantas adecuadas. (<http://www.setacor.com/setas-descontaminar-aguas-sucias/>).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área.

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio e invernadero de la Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal – ADEFOR, ubicado en Tartar (km 3 de la carretera Cajamarca – Otuzco).

Tabla 2. Condiciones meteorológicas en la zona de estudio durante el año 2017.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa HR (%)			Precipitación (mm)	
	Máxima X (M)	Mínima X (m)	Media	Máxima X (M)	Mínima X (m)	Media	Total MES	Acumulada
Enero	19.65	7.40	13.53	91.65	42.97	67.31	60.60	60.60
Febrero	19.79	7.39	13.59	92.59	42.15	67.31	56.50	117.10
Marzo	18.10	6.29	12.20	93.71	45.35	69.53	94.90	212.00
Abril	20.06	6.47	13.27	96.18	43.41	69.80	29.20	241.20
Mayo	20.41	6.44	13.43	96.63	41.19	68.91	28.00	269.20
Junio	20.67	4.87	12.77	97.10	36.47	66.79	6.00	275.20
Julio	20.56	3.32	11.94	94.55	35.77	65.16	0.00	275.20
Agosto	21.31	3.42	12.37	93.03	32.98	63.01	4.00	279.20
Septiembre	20.75	4.20	12.48	93.10	33.30	63.20	13.90	293.10
Octubre	20.27	3.96	12.12	93.58	32.29	62.94	10.40	303.50
Noviembre	19.38	4.98	12.18	92.97	35.47	64.22	59.30	362.80
Diciembre	18.77	5.95	12.36	95.61	41.52	68.57	65.9	428.70
Total	239.72						428.70	
Me. Anual	19.98	5.39	12.68	94.23	38.57	66.40		
Des. Estándar	0.90	1.46	0.61	1.76	4.65	2.60		

Fuente: ADEFOR (2017).

- **Información meteorológica** en el lugar donde se realizó la investigación (ADEFOR) este se encuentra situado a 2676 msnm, geográficamente se ubica referencialmente en las coordenadas 07° 08' 38'' longitud sur y 78° 29' 07'' longitud oeste.

Tabla 3. Datos de temperatura y humedad relativa al interior del invernadero.

Parámetros	Invernadero
T° Máxima Promedio	26 °C
T° Mínima Promedio	23 °C
T° Media	24.5 °C
HR Máxima	100%
HR Mínima	60%
Fotoperiodo.	12/12 horas luz

Fuente: (ADEFOR, 2017).

3.2. Materiales.

a) Material biológico.

- Cepa del hongo *Lentinula edodes* Pegler de procedencia canadiense.
- Papa 400 g.
- Cebada 8 Kg.
- Agar agar.

b) Equipos de laboratorio

- Refrigeradora.
- Autoclave.
- Cabina de flujo laminar.
- Microscopio compuesto.
- Balanza electrónica.
- Estufa.

c) Material de Vidrio.

- Placas Petri.
- Probetas 1000 ml.

- Matraz de vidrio de 500 ml.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitación de 100 ml y 500 ml.

d) Materiales Necesarios en Invernadero.

- Sustratos: Corteza de *Pinus patula* y de *Eucaliptus globulus* en forma de chips proveniente de corte con motosierra de 0.5 a 1 cm de diámetro; aserrín y trozas de Pino y de Eucalipto; recién cortadas de 1 m de largo x 10 a 15 cm de diámetro.
- Cilindros de metal de 200 l de capacidad adaptados para proceso de evaporación.
- Cal viva (CaO).
- Balanza de 2 Kg.
- Leña, velas o parafina.
- Cocina a leña y fósforos.

e) Otros materiales.

- Infraestructura de invernadero de vidrio y cemento.
- Agua destilada, dextrosa, alcohol de 96°.
- Bolsas de polietileno de alta densidad HDPE 10 cm x 15 cm x 2 micras, 8 cm x 12 cm x 2 micras y 6 cm x 12 cm x 2 micras.
- Formatos de evaluación (fichas).
- Taladro.
- Broca de ½ ' de diámetro.

f) Material de Escritorio

- Computadora.
- Impresora.
- Papel hoja A4 de 70 g.
- Lápiz.

3.3. Metodología

3.3.1. Diagrama de la producción de basidiocarpos de *Lentinula edodes*.

La investigación se realizó por etapas ó fases de trabajo las que se sintetizan en la siguiente figura:

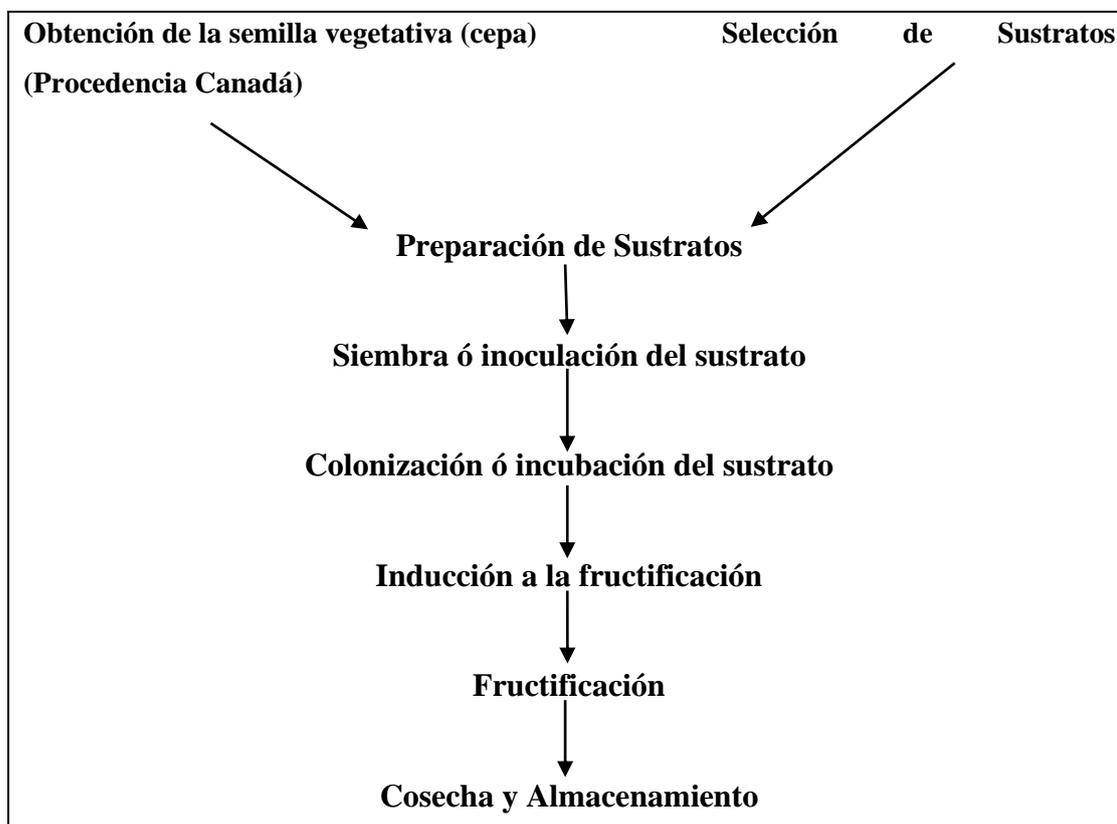


Figura 4. Diagrama de propagación del hongo *Lentinula edodes* Pegler.

- **Obtención de la semilla vegetativa:** la semilla de hongo (100 g de la seta *Lentinula edodes* en estado fresco).
- **Selección de sustratos.** Se probaron diferentes sustratos como son:
 - a) Corteza de pino (40%) y aserrín de pino (60%) precompostados + remojado en medio alcalino por 24 horas.
 - b) Corteza de pino (40%) y aserrín de pino (60%) precompostados + vaporizado en agua por 8 horas.
 - c) Corteza de pino (40%) y aserrín de pino (60%) precompostados + hervido por 3 horas.

- d) Corteza de eucalipto (40%) y aserrín de eucalipto (60%) precompostados + remojado en medio alcalino por 24 horas.
- e) Corteza de eucalipto (40%) y aserrín de eucalipto (60%) precompostados + vaporización en agua por 8 horas.
- f) Corteza de eucalipto (40%) y aserrín de eucalipto (60%) precompostados + hervido por 3 horas.
- g) Trozas de *Pinus patula* de 1 m longitud x 15 cm de diámetro.
- h) Trozas de *Eucalyptus globulus* de 1 m longitud x 15 cm de diámetro.

- **Precompostado del sustrato:** referido al aserrín y corteza de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus*, los cuales se mantuvieron en costales separados y en pozas con agua y estos fueron remojados por 30 días con la finalidad de acelerar su descomposición.

- **Multiplicación de la cepa:** este proceso de siembra se realizó en laboratorio en placas petri con medio PDA (Papa, Dextrosa, Agar), bajo el área de flujo laminar.

- **Obtención del Inóculo:** se realizó en laboratorio de micropropagación de ADEFOR, utilizando cebada en grano como soporte de las hifas del hongo, de acuerdo a pruebas previas de adaptabilidad del hongo. La incubación de los sustratos se llevó a cabo dentro de un invernadero de madera sellada con plástico color negro, para facilitar la incubación de la sepa.

- **Inducción de la fructificación:** En esta etapa la realizamos para la formación de cuerpos fructíferos del hongo, es decir se entregan estímulos al hongo a través de cambios bruscos de luz y temperatura aplicando lo que se llama shock térmico golpe de frío con sumergimiento en un cilindro lleno de agua por un lapso de 24 a 48 horas y posterior apilado en forma vertical de los postes, para permitir aireación, ventilación y crecimiento de primordios que posteriormente formarán carpóforos del hongo *Lentinula edodes*.

- **Fructificación:** una vez finalizado el periodo de inducción, los troncos son acondicionados ordenadamente dentro del invernadero en forma vertical sostenidos sobre caballetes de madera, sin contacto con el suelo, para facilitar la fructificación

del hongo negro, aplicamos de 2 a 4 riegos por aspersión, riegos de acuerdo a la estación y tiempo, con la finalidad de mantener una humedad constante de alrededor del 80% de HR (nos apoyamos para ello con un higrómetro y psicrómetro digital instalado en el invernadero, para el control temperatura y humedad).

- **Cosecha y almacenamiento:** los hongos son cosechados después de los 15 días de la inducción; las setas de *Lentinula edodes*, óptimas para ser cosechadas son aquellas que presentan un sombrero no extendido, esto se logró a los 6 días desde el inicio de la fructificación, evitando de que se extienda por completo su borde ya que esto es un indicio de estado muy maduro de la seta.

Los detalles de todo el procedimiento se describen a continuación:

3.3.2. Multiplicación del micelio de *Lentinula edodes* Pegler, en medio de cultivo de PDA enriquecido.

- Se pesaron 400 g de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*).
- Se lavó y pico para luego poner a hervir la papa en 0.5 litros de agua destilada para poder extraer el caldo respectivo.
- Se diluyo 18 g de Agar agar en 0.5 litros de agua destilada en un matraz de vidrio y colocamos al microondas por 8 a 10 minutos.
- Se filtró el caldo de papa en un recipiente, utilizando embudo y colador.
- Dentro de un matraz, mezclamos el agar diluido con el caldo de papa y se enrasó a 1 litro.
- Se añadió la dextrosa 18 g
- Se esterilizó en autoclave a 121°C por 20 minutos.
- Para luego se proceder a distribuir el medio en placas petri, llenando como máximo las tres cuartas partes del envase.

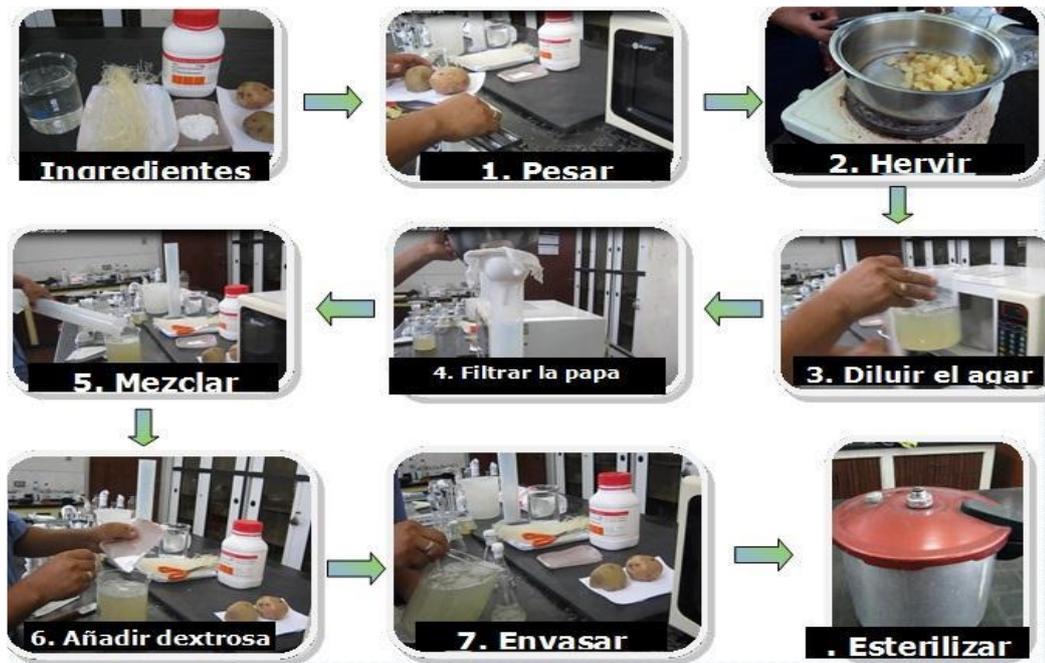


Figura 5. Preparación de medio de cultivo PDA.

(setasperu@gmail.com)

3.3.3. Repique de micelio en placas petri.

Realizado de la siguiente manera:

- Limpiamos adecuadamente el área de trabajo, usando alcohol de 70°.
- Luego seleccionamos los hongos (carpófagos) en buen estado.
- Limpiamos con algodón y alcohol el área seleccionada del hongo negro.
- Luego se extrajo un fragmento de tejido de la parte interna del basidiocarpio.
- Colocamos un pequeño trozo de hongo en una placa Petri con medio PDA.
- Dejamos incubar a una temperatura próxima a los 25°C.

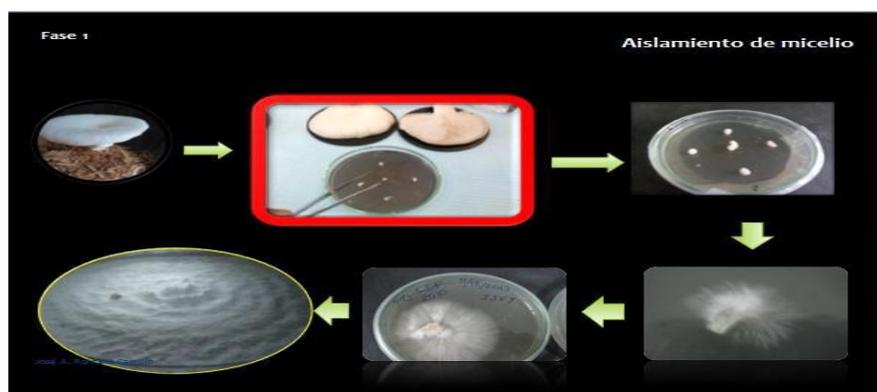


Figura 6. Aislamiento del micelio.

(setasperu@gmail.com)

3.3.4. Propagación de micelio de *Lentinula edodes* Pegler en cebada como medio de soporte.

Se utilizó la cebada (*Hordeum vulgare*), como soporte base para propagar el micelio del *Lentinula edodes* Pegler, que sirvió como semilla madre necesaria para la ejecución del trabajo de investigación.

Pasos: Escogimos la cebada, para luego lavarla y hervirla; para ello utilizamos una cantidad doble de agua al de cereal, de esta manera obtener lo que se llama comúnmente resbalado de la cáscara, por el lapso de 20 minutos (evitando que los granos revienten), secamos el grano para colocar a la estufa por espacio de 10 horas a 60 °C, luego embolsamos la cebada en bolsas de polietileno de 10 cm x 15 cm x 2 micras, 6 cm x 12 cm x 2 micras y de 4 cm x 8 cm x 2 micras y, teniendo cuidado de quitar el aire de las bolsas para amarrar las mismas con una liga en la parte superior de cada bolsa; posteriormente las esterilizamos en autoclave a una temperatura de 121 °C por el lapso de 60 minutos. En el laboratorio se usó una cabina de flujo laminar para inocular el hongo negro y evitar contaminaciones no deseadas, para la inoculación era necesaria que la cebada esté fría, se usó 1 a 2 g de micelios de hongo negro por bolsa de cebada. Posteriormente en un espacio del laboratorio colocamos las bolsas de cebada inoculadas con el micelio del hongo negro para luego pasar al proceso de invernación y crecimiento.



Figura 7. Obtención de 1 Kg de semilla de hongo negro.

(setasperu@gmail.com)

3.3.5. Formulación e inoculación en los sustratos:

- Seleccionamos los sustratos a utilizar: Aserrín de pino y eucalipto (precompostados).
- Eliminamos el exceso de agua hasta que quede al 70 % de humedad y empaquetamos el sustrato (aserrín) en costales de tela.
- Colocamos los costales en los cilindros para una vaporización en agua.
- Encendemos un fogón de leña (cocina a leña) previamente preparado, para realizar el proceso de vaporación en agua por 8 horas.
- Esparcimos todo el sustrato pasteurizado en una mesa, e inocular el micelio del hongo negro (50 g de semilla por 1 Kg de sustrato seco).
- Luego embolsamos el sustrato inoculado colocando un tapón de algodón en la boca de la bolsa.
- Llevamos a incubar en oscuridad total durante 1 a 3 meses aproximadamente a 25 °C; en la cámara de invernación previamente construida, el proceso seguido lo muestra la Figura 8.



Figura 8. Formulación e inoculación de sustratos.

(setasperu@gmail.com)

3.3.6. Factores y tratamientos en estudio.

Factor S: Sustrato.

Niveles: s_1 = Corteza y aserrín de *Pinus patula* precompostados (1 mes).

La proporción es de 40% de corteza y 60 % de aserrín.

s_2 = Corteza y aserrín de *Eucalyptus globulus* precompostados (1 mes).

La proporción es de 40% de corteza y 60 % de aserrín.

s₃ = Trozas recién cortadas de *Pinus patula* de 1 m longitud x 10 a 15 cm de diámetro, perforados y distribuidos en forma de tres bolillos a una distancia de 10 a 15 cm de distancia entre hoyos con un total 25 hoyos en promedio por poste.

s₄ = Trozas recién cortadas de *Eucalyptus globulus* de 1 m longitud x 10 a 15 cm de diámetro, perforados y distribuidos en forma de tres bolillos a una distancia de 10 a 15 cm de distancia entre hoyos con un total de 25 hoyos en promedio por poste.

Factor M: Métodos de desinfección o esterilización de los sustratos.

Niveles: m₁ = Remojado en medio alcalino por 24 horas.

m₂ = Vaporización en agua por 8 horas.

m₃ = Hervido por 3 horas.

Tratamientos en estudio.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos en estudio

Trat.	Clave	Descripción de los sustratos
1	s ₁ m ₁	Corteza y aserrín de <i>Pinus patula</i> precompostados + remojado en m. alcalino por 24 horas. (T ₁)
2	s ₁ m ₂	Corteza y aserrín de <i>Pinus patula</i> precompostados + vaporización en agua por 8 horas T ₂
3	s ₁ m ₃	Corteza y aserrín de <i>Pinus patula</i> precompostados + hervido por 3 horas. (T ₃)
4	s ₂ m ₁	Corteza y aserrín de <i>Eucalyptus globulus</i> precompostados + alcalino por 24 horas (T ₄)
5	s ₂ m ₂	Corteza y aserrín de <i>Eucalyptus globulus</i> precompostados + vaporización en agua por 8 horas T ₅
6	s ₂ m ₃	Corteza y aserrín de <i>Eucalyptus globulus</i> precompostados + hervido por 3 horas. (T ₆)
7	s ₃ T ₇	Trozas de <i>Pinus patula</i> de 1 m longitud x 15 cm diámetro. (T ₇)
8	s ₄ T ₈	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> de 1 m longitud x 15 cm de diámetro. (T ₈).

(Elaboración propia)

Nota: T7 y T8 = no se desinfectaron con ningún producto (forma natural).

Desinfección del sustrato.

Los sustratos se colocaron en bolsas de polietileno de color blanco, de 10 cm x 15 cm x 2 micras y se procedió a darles un tratamiento anaeróbico mediante la fermentación. Seguido a la desinfección de los sustratos y tratamientos (T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ y T₆).

3.3.7. Descripción de técnicas desinfección utilizada

- **Medio alcalino por 24 horas.**

Se aplicó 10 g de cal viva por cada litro de agua, agitamos, mezclamos con el sustrato (aserrín) y se colocó en un cilindro adaptado para estos trabajos, dejamos remojar por 24 horas, para luego dejar orear en una mesa en el invernadero, previamente desinfectada, después pesamos y embolsamos en bolsas de polietileno color blanco de 10 x 15 cm x 2 micras de espesor.

- **Vaporización en agua por 8 horas.**

Se eliminó el exceso de humedad del sustrato hasta obtener un 70% de humedad, luego empaquetamos los sustratos con sus respectivos porcentajes (60 % aserrín + 40% cortezas) en costales de nylon previamente confeccionados, estos son puestos en el cilindro para vaporización, encendemos la cocina a leña para luego aprovechar el vapor del agua hirviente por el lapso de 8 horas. A continuación el sustrato ya vaporizado es extendido en una mesa previamente desinfectada con alcohol de 70 grados, para proceder a inocular la cepa del hongo negro (50 g de semilla madre por 1 Kg de sustrato seco); pesamos y embolsamos el sustrato 2 Kg por bolsa, amarramos con una liga haciendo dos incisiones por bolsa es decir dos cortes uno a cada extremo de la bolsa, luego etiquetamos para llevar a incubar por 1-2 meses aproximadamente a 25 °C para el control de la temperatura y humedad de los sustratos, nos apoyamos de un psicrómetro digital instalado en el invernadero.

- **Hervido por 3 horas.**

Los sustratos (60% aserrín + 40% corteza) se introducen en agua dentro de un cilindro para ponerlos a hervir por el lapso de 3 horas, dejamos enfriar hasta el siguiente día luego sembramos las cepas del hongo negro (50 g de semilla madre por 1 Kg de sustrato seco); pesamos y embolsamos el sustrato 2 Kg por bolsa, etiquetamos y los pasamos al ambiente de incubación.

Siembra La inoculación del micelio del *Lentinula edodes* Pegler se realizó en forma proporcional al 1,25% en relación al peso del sustrato, adición de 25 g de micelio por bolsa de 2 Kg de capacidad al voleo en forma homogénea.

Tabla 5: Siembra del 1.25% de la semilla o micelio de *Lentinula edodes* por bolsa.

Tratamiento (*)	I	II	III	IV	Sub Total	Total	Hongo Negro
T ₁	10	10	10	10	40 bolsas		1 Kg
T ₂	10	10	10	10	40 bolsas		1 Kg
T ₃	10	10	10	10	40 bolsas	240	1 Kg
T ₄	10	10	10	10	40 bolsas	bolsas	1 Kg
T ₅	10	10	10	10	40 bolsas		1 Kg
T ₆	10	10	10	10	40 bolsas		1 Kg
T ₇	10	10	10	10	40 postes	40 postes	1 Kg
T ₈	10	10	10	10	40 postes	40 postes	1 Kg

(*) 10 repeticiones por tratamiento.

Tabla5: Elaboración Propia

- Se utilizaron 2 Kg de sustrato por bolsa lo que totaliza 480 Kg de sustrato y 8 Kg. de cepa de hongo.

Incubación.

Ordenadamente ubicamos en los estantes del cuarto de incubación (cuarto de madera forrado con plástico color negro), dentro del invernadero, con la finalidad de brindarle oscuridad total que requiere el micelio en su fase inicial. El tratamiento de los postes de eucalipto y pino fueron colocados ordenadamente en el invernadero estos fueron cubiertos con plástico color negro por 60 días.

Propagación y producción: Durante el tiempo de la incubación, se realizó las evaluaciones correspondientes, desde la aparición de una superficie algodonosa y crecimiento del micelio en el sustrato.

3.3.8. Fructificación y cosecha.

Para ello sumergimos los postes en agua por un día provocando el llamado shock térmico (golpe de frío); luego de transcurridos cuatro meses en invernación, para ver desarrollar los primeros cuerpos fructíferos, estos primordios van desarrollando y alcanzando la madurez del hongo, lo que se constata con el cambio de color de la piel de la seta de un color pardo claro a un color café oscuro.

Para nuestro caso los postes de eucalipto empezaron a fructificar a los 4.5 meses transcurridos después de la siembra. Los riegos fueron aplicados en forma de aspersión de 2 a 4 veces por día dependiendo del tiempo, por el lapso de 1 hora, en otras oportunidades solo regábamos con manguera por el lapso de 1 hora.

La cosecha se realizó a los 6 días de transcurrido el brotamiento, y antes que los hongos mayores cambien su forma convexa a cóncava se secan las setas debido a su madurez.

3.3.9. Diseño experimental

Se utilizó el arreglo factorial 2S x 3M. El diseño experimental empleado fue Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), 4 tipos de sustratos, 8 tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento.

Los resultados fueron procesados mediante el software SAS versión 10.2, los resultados se presentan en tablas y gráficos. El análisis de variancia y la prueba de significación estadística de TUKEY al 5% de probabilidad.

Tabla 6. Distribución de tratamientos en el invernadero.

I	T2	T3	T5	T1	T6	T4	T7	T8
II	T1	T7	T4	T3	T8	T2	T6	T5
III	T4	T1	T2	T8	T6	T5	T3	T7
IV	T6	T4	T3	T1	T5	T7	T8	T2

3.3.10. Evaluaciones y registros.

El crecimiento y desarrollo de *Lentinula edodes* Pegler, se registró diariamente. Los datos de germinación en invernadero se consideraron inicio del crecimiento de la seta aparición de nuevos primordios o cuerpos fructíferos en forma de botones; el conteo de los mismos hasta el final de su crecimiento, sobrevivencia, mortandad, número de pleuromas y su correspondiente al peso de las setas frescas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Esporulaci3n del *Lentinula edodes* Pegler, en medio de cultivo Papa Destroza Agar (PDA) en laboratorio.

Las esporas del hongo fueron cultivadas en PDA, donde su crecimiento se inicia al 5° d3a para tomar un repunte que al cabo d3a 15° lograr una colonizaci3n del 100% en forma r3pida y densa; como lo muestra la Figura 10.

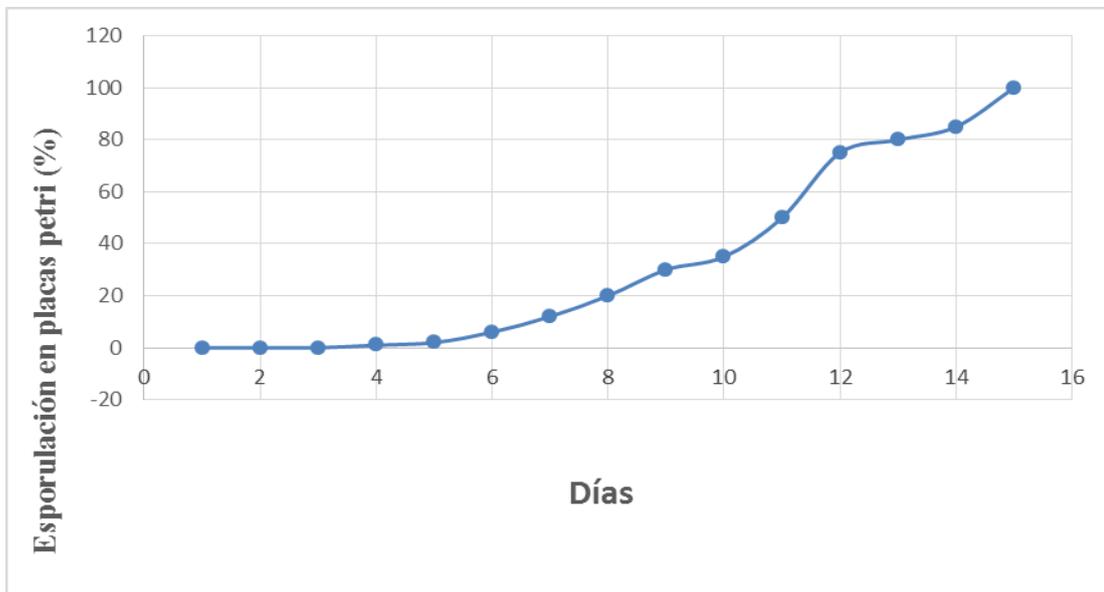


Figura 9. Esporulaci3n del hongo *Lentinula edodes* Pegler en PDA.

Como se observa en la figura 9, la esporulaci3n se inicia a partir del 5to d3a de la siembra inici3ndose un repunte en su crecimiento a partir del 6to d3a para lograr el recubrimiento total de las placas Petri a los 15 d3as, y obtenci3n de la semilla (en la placa se nota el medio de color blanco).

Los resultados son parecidos a los obtenidos por Garc3a (2007), quien, una vez realizada la siembra en las placas, e incubados en estufa, reporta que al cabo de 10 d3as el micelio crece lo suficiente como para formar manchas circulares o colonias sobre el agar, logr3ndose el recubrimiento total de las placas por la seta del hongo en un periodo de 15 d3as.

4.2. Esporulaci3n del *Lentinula edodes* Pegler en medio de soporte cebada.

Para nuestro caso la multiplicaci3n del micelio del *Lentinula edodes* Pegler, se realiz3 sobre granos de cebada como medio de soporte; luego fueron colocadas en bolsas de polietileno transparentes de 6 x 12 cm x 2 micras de espesor; en las que se logr3 un recubrimiento del grano por el micelio del hongo.

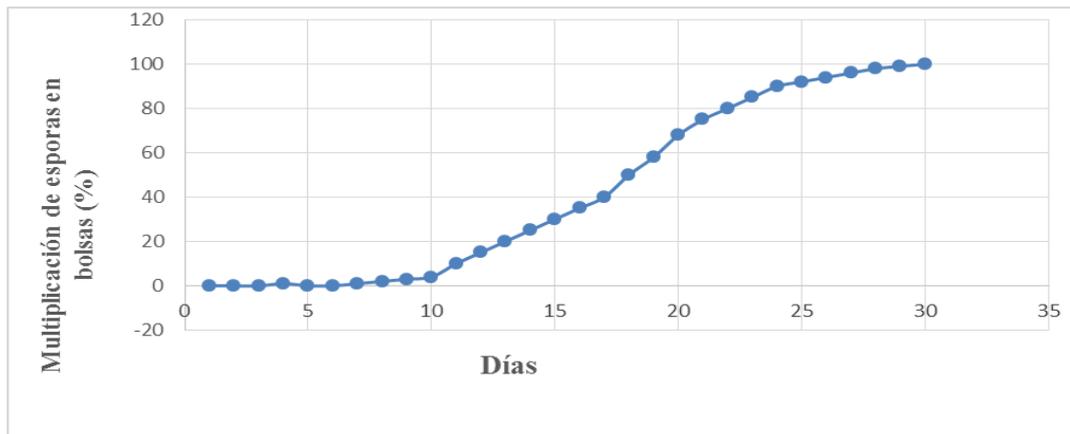


Figura 10. Esporulaci3n del micelio de *Lentinula edodes* Pegler sobre cebada.

El recubrimiento del grano por el micelio del hongo (Figura 10), se inicia a partir del día 8, continuando progresivamente a partir del día 10, lográndose un repunte de mayor desarrollo y colonizaci3n del 100% en las bolsas para a los 30 días (obtenci3n de semilla).

García (2007), luego de cocer la cebada los coloc3 en frascos al vacío, tras su esterilizaci3n, siembra la semilla del hongo, llevando a incubar a temperatura adecuada pr3xima a 25 °C, obteniendo al cabo de una semana la aparici3n de micelio algodonoso, invasi3n progresiva a partir de los 10 días, obteniendo el recubrimiento total trascurridos los 25 días. Menciona tambi3n que el productor para poder comercializar el micelio del hongo; emplea medios de soporte de forma granular, lo que permite mezclar uniformemente con el substrato, esto permite una f3cil manipulaci3n desde pequeñas a grandes cantidades. Para ello utiliza granos de cereales como (trigo, centeno, cebada, sorgo, salvado de arroz o de trigo, etc.), o sobre gr3nulos de sustancias inertes (perlita, vermiculita).

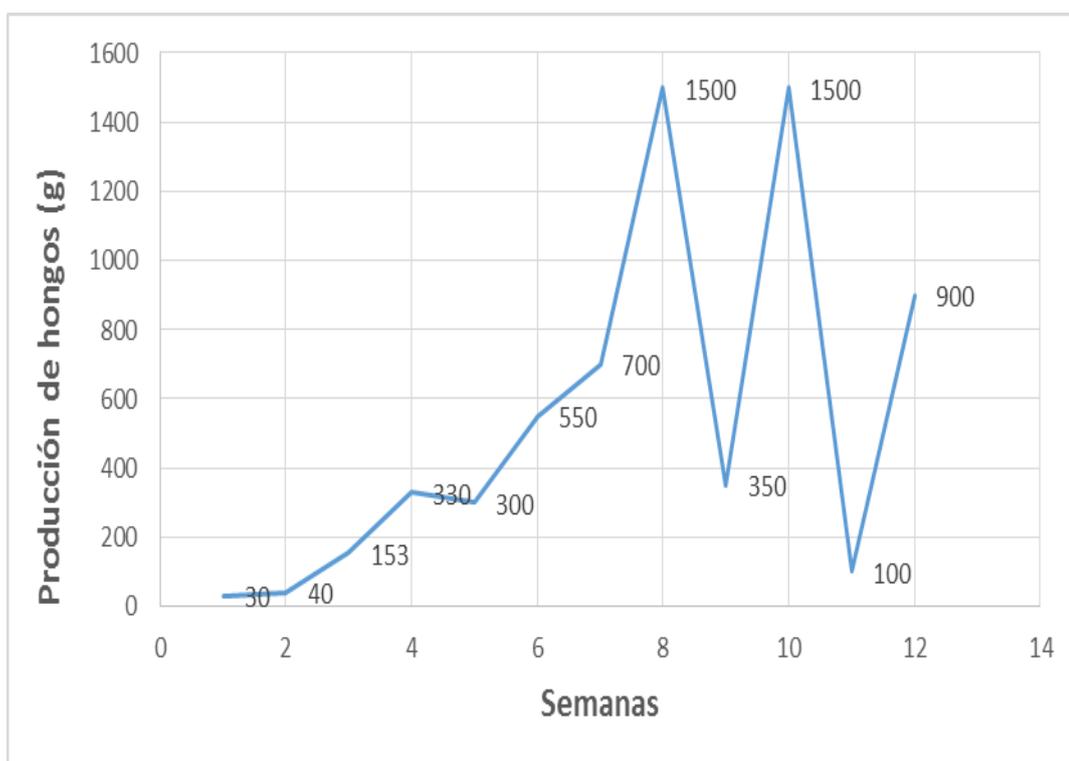


Figura 11. Curva de crecimiento y producción del hongo *Lentinula edodes* del **tratamiento T8**.

En la figura 11, observamos la evolución de la producción y cosecha semanal del hongo bajo invernadero, se inicia en forma evolutiva a partir de la primera semana con 30 g de cosecha, incrementándose con un repunte de 1500 g en la séptima semana, para decaer la producción en la octava semana con 350 g esta a su vez incrementar nuevamente a 1500 gramos en la novena semana, obteniéndose una cosecha de forma continua, con un promedio semanal de cosecha de 454.42 gramos, cabe indicar que esto debe estar acorde con la aplicación de un riego continuo manteniendo una humedad relativa mayor del 80%. Cumpliéndose con el objetivo principal y objetivo específico 1 de la tesis.

4.3. Producción y peso en gramos de *Lentinula edodes* Pegler en Invernadero.

Tabla 7. Producción (g) del hongo negro *Lentinula edodes* Pegler en invernadero.

Tratam	Peso (g) de <i>Lentinula edodes</i> cosechados en invernadero										Total	Promedio	Desviación estándar
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T7	8	10	13	9	12	10	10	11	9	8	100	10	1.63
T8	646.1	644	647.9	643.3	647.1	640.4	648	647.6	644	644.6	6453	645.3	2.47

Según la Tabla 7, respecto de la producción de hongos por tratamiento, nos muestra que el tratamientos T₇ = Trozas de *Pinus patula* de 1 m de longitud x 15 cm diámetro ha producido 100 g de seta de hongo fresco con respecto al T₈ = Trozas de *Eucalyptus globulus* de 1 m de longitud x 15 cm diámetro, ha producido 6,453 g de hongo fresco; son los únicos tratamientos que presentaron una producción, crecimiento y desarrollo del hongo *Lentinula edodes* Pegler, los demás tratamientos no mostraron desarrollo y producción alguna, debido a que se contaminaron con *Penicillium* y *Trichoderma*, hongo saprofito que habita en la materia orgánica.

Se realizó una comparación estadística entre los dos tratamientos T₇ y T₈ para demostrar cuál es el mejor, para ello aplicamos la prueba estadística de “t” de Student o prueba de hipótesis sobre la comparación de promedios por ser muestras independientes:

1. Planteamiento de la Hipótesis:

$$H_a = A \neq \mu B \{ \mu A < \mu \text{ ó } \mu A > \mu B \}$$

2. El nivel α : $\alpha = 5\%$.

3. Igualdad de variancias

- a) F calculado = $S^2 > / S^2$

$$F_c = (2.67)^2 / (1.63)^2 = 2.1$$

- b) F tabular: G.L. $S^2 > (9)$ la izquierda y $S^2 > (9)$ la brecha en la tabular a F

$$F_t = 3.18$$

- c Interpretación: como la F calculada cae dentro del área de aceptación de la hipótesis nula, nos indica que existe igualdad de variancias.

4. Cálculo de la variancia común (Vc):

$$V_c = S^2_c = \sum (S^2_{T7} + S^2_{T8}) / 2 = 4$$

5. Cálculo de variancia de promedios (Sd):

$$S_d = ((2 S^2_c) / n)^{1/2} = 0.94$$

6. Cálculo de la t tabular (t tab):

$$t_{\text{tab}} = (t_{\alpha/2}) \text{ con G.l. (9)} = 2.82$$

7. Búsqueda de la t calculada

$$t_c = \frac{\text{Promedio T7} - \text{Promedio T8}}{S_d}$$

$$t_c = 10.00 - 645.30 / 0.94 = -675.8$$

8. Comparación de la t tabular con t calculada.

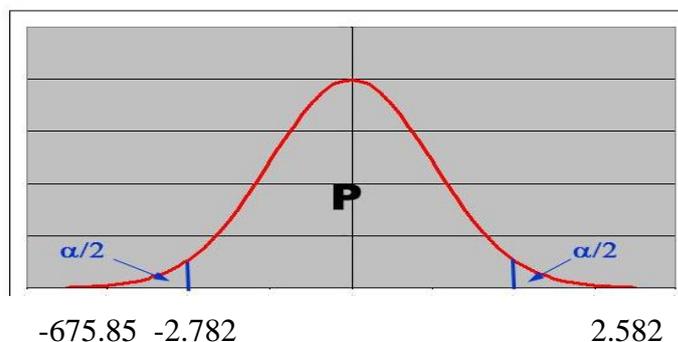


Figura 12: Comparación t tabular con t calculada

Según la Figura 12, se rechaza la hipótesis nula (H_0), y en consecuencia se acepta la hipótesis alternativa (H_a), en este caso $\mu_{T7} < \mu_{T8}$, nos indica que el tratamiento T8 = Trozas de *Eucalyptus globulus* de 1 m de longitud x 15 cm diámetro, es estadísticamente superior al T7= Trozas de *Pinus patula* de 1 m de longitud x 15 cm diámetro.

Tabla 8. Producción (g) del hongo *Lentinula edodes* Pegler por tratamiento.

Orden Mérito	Tratamiento	Peso fresco(g) del hongo <i>Lentinula edodes</i>	Significación estadística
I	T8	645.00	B
II	T7	10.00	A
III	T1	0.00	A
IV	T2	0.00	A
V	T3	0.00	A
VI	T4	0.00	A
VII	T5	0.00	A
VIII	T6	0.00	A

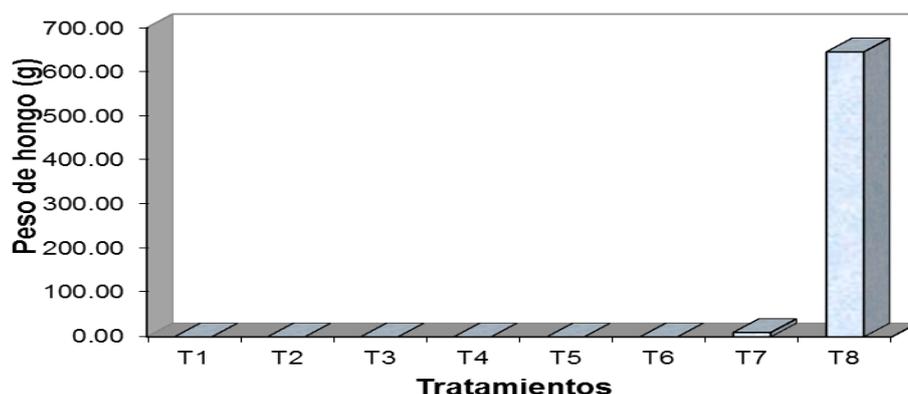


Figura 13. Peso fresco (g) del hongo *Lentinula edodes* Pegler.

En la figura 13, se muestra que el tratamiento **T8 = Trozas de *Eucalyptus globulus* de 1 m de longitud x 15 cm diámetro**, con 645.30 g. al cabo de 4.5 meses, al comparar con los demás tratamientos es superior estadísticamente, lo cual nos indica que para el crecimiento y producción del hongo *Lentinula edodes* Pegler, se deben utilizar trozas de *Eucalyptus globulus* por ser el sustrato más apropiado para este cultivo.

Al respecto Rollan (2007), nos indica que para para producir este tipo de hongos existen otras posibilidades como son utilizar postes cortados (método natural sin medio de desinfección), a estos hay que inocularlos haciendo orificios de unos 2 cm. de ancho por 5 cm. de profundidad, rellenarlos de micelio y tapar luego con

un corcho. La incubación de los troncos puede realizarse apilándolos (verticales o tumbados) en un local cerrado en el que la temperatura alcance los 20 - 25°. Si el sitio no es oscuro tapar con plástico color negro. Al cabo de unos meses se debe quitar el plástico y cuando el tronco esté ya de color blanquecino, es una muestra de que el poste de madera ha sido invadido por el micelio, de esta forma se inicia la producción de primordios y setas del hongo negro, hay que tomar en cuenta las especies forestales propicias para el desarrollo de este hongo como las especies forestales latifoliadas.

4.4. Estructura del hongo negro *Lentinula edodes* Pegler.

En la Figura 14, podemos observar la conformación del hongo: un sombrero, una lámina, una laminilla, un himenio, un pie y micelio.



Figura 14. Estructura del hongo *Lentinula edodes*

En la presente Figura, distinguimos la forma tradicional de sombrero del hongo, de borde entero y liso, aunque en algunos ejemplares varían a una forma algo convexa; su pie algo recto en su base más ancha y fijada por el entramado de los micelios estos pegados a la corteza del poste o tronco; las laminillas externa e interna de la seta, las internas muy próximas al pie; la piel del hongo llamada comúnmente carne esta tiene una apariencia gruesa y suave al tacto, en la parte superior que recubre el sombrero algo levantada o con placas de color blanco en contraste con el color café rojizo a negruzco del hongo.

4.5. Fases de crecimiento y desarrollo del hongo negro.

En la Figura 15, podemos distinguir las diferentes fases del crecimiento y desarrollo del hongo negro asiático en invernadero.

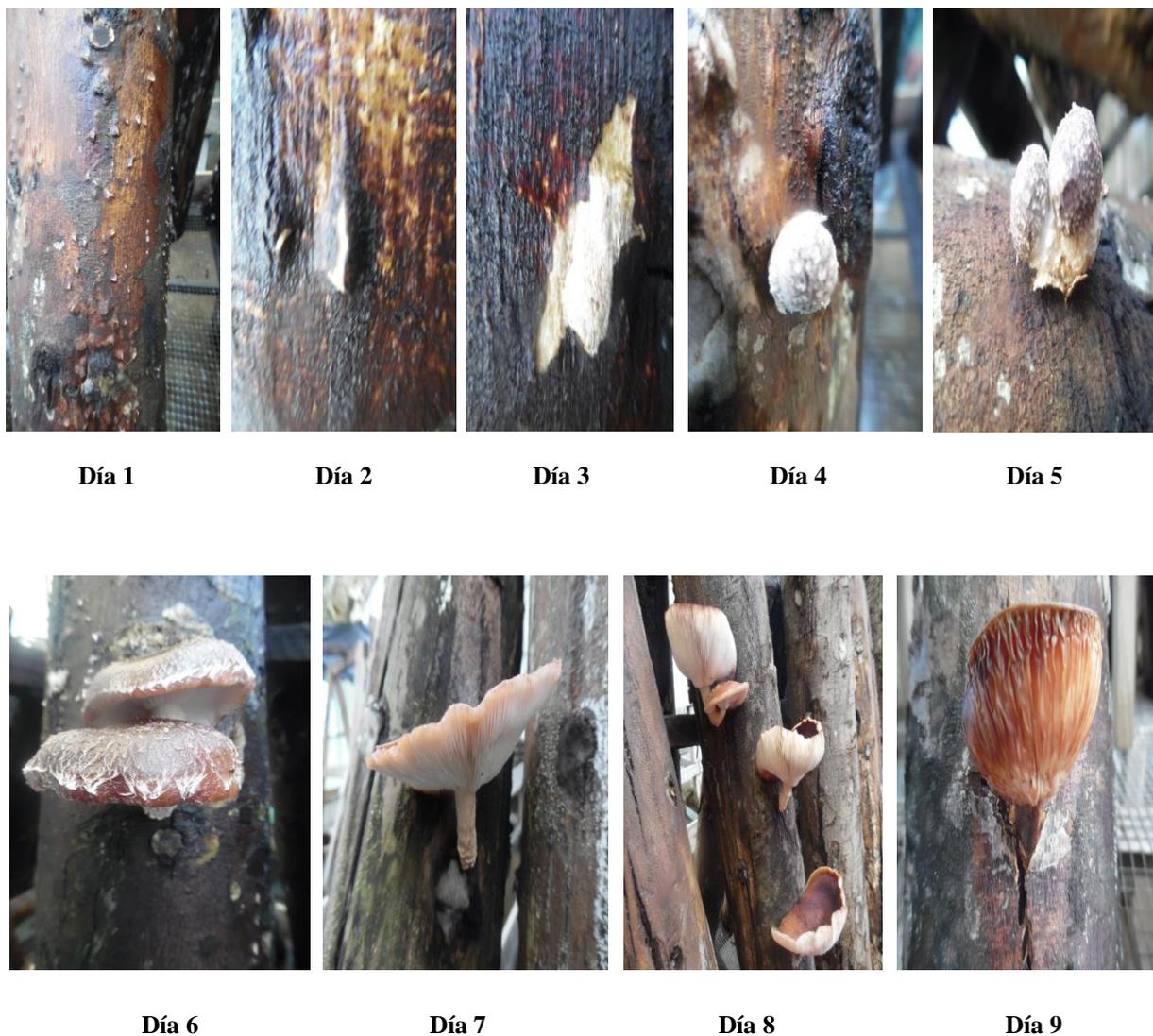


Figura 15. Fases de crecimiento y desarrollo del hongo negro.

En la Figura 15, apreciamos las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo de la seta del hongo negro, el día 1 se inicia con abultamientos en la corteza del tronco del árbol, para los días 2 y 3 aparecen las manchas blanquecinas, el día 4 aparece la seta, el día 5 la seta toma la forma de botón unido al pie del hongo, el día 6 la seta tiene la forma de sombrero, el día 7 la seta logra su madurez, por lo que se puede considerarse que su cosecha debe realizarse entre los días 6 y 7 según los resultados obtenidos; ya que a partir del día 8 la seta empieza a voltear su sombrero y expandir sus esporas, para el día 9 secarse completamente.

4.6. Tamaño y desarrollo del carpóforo del hongo negro.

Tabla 9. Promedio referente tamaño y peso de Carpóforo del hongo negro.

TRATAMIENTO		Botones (Unidades)	Tamaño (cm) Carpoforos	Peso (g)
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	4 x 2 cm. Ø (*)	20
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	2.9 x 2 cm. Ø	15
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	1.4 x 1.5 cm. Ø	12
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3.6 x 2 cm. Ø	21
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3.3 x 2 cm. Ø	15
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3.5 x 2 cm. Ø	17
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12.5 x 8 x 2.5 cm. Ø	131
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	8 x 6 x 2.5 cm. Ø	80
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	16.5 x 15 x 5 cm. Ø	150
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	3	10 x 13 x 5 cm. Ø	120
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9.5 x 9 x 5 cm. Ø	90
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 8 x 4 cm. Ø	98

(*) = Ø = Diámetro. Última medida referida al tamaño de los carpóforos - pie seta.

En la presente Tabla 9, distinguimos un promedio en cuanto a pesos y medidas de los carpóforos cosechados, la primera medida corresponde al diámetro mayor y la segunda medida al diámetro menor, la última medida corresponde al largo ó tamaño del pie del hongo. Aquí se muestran las diferentes medidas de los carpóforos producidos en el T₇ y T₈.

Los pesos son individuales por cada seta de hongo; es decir desde la fase de inicio de formación del botón del hongo negro hasta finalizar con la cosecha de la seta; debo indicar también que en todo el proceso que duró el trabajo de producción y cosecha no se tuvo mortandad alguna de setas, ni aparición de posibles enfermedades; salvo la aparición de algunos tipos de hongos xilófagos en las trozas de eucalipto y pino, estos fueron eliminados a través de un raspado simple para de esta manera evitar su proliferación (Fotos en anexo fotográfico N° 58, 59, 60 y 61). Al presente se anexa el cuadro en cuanto a tamaño de las setas de hongos más detallado en cuanto a peso y medidas de cada hongo cosechado.

El análisis de variancia (ANVA), propuesto en el proyecto de tesis no se ejecutó debido a que, de los ocho tratamientos, dos tratamientos evolucionaron (T₇ y T₈), por lo que se aplicó la prueba estadística de “T” de Student, con la finalidad de contratar y evaluar el mejor de los 02 tratamientos que si rindieron.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La esporulación del *Lentinula edodes* Pegler cultivadas en medio PDA, se realizó a partir del 5° día culminando a los 15 días después de la siembra. La esporulación en medio de soporte en cebada, se inicia a partir del 8° día, obteniéndose un recubrimiento total a los 30 días.
- En cuanto a los métodos desinfección, utilizados en invernadero para los sustratos precompostados, no influyeron en la propagación y producción del *Lentinula edodes* Pegler; para los tratamientos T₇ y T₈, ya que no se aplicó método de desinfección.
- La mejor producción del *Lentinula edodes* Pegler, expresado en peso promedio por setas (160 g), botones (55 g) y pleuomas (48 g), en el sustrato T₈ (Trozas de *Eucalyptus globulus* de 1 m de longitud x 15 cm diámetro), se obtuvo una producción total de 6453 gramos en cuatro meses de cosecha, determinándose que el T₈ el más viable debido a que es un sustrato lignocelulósico, y presenta condiciones adecuadas para el crecimiento, desarrollo y producción de *Lentinula edodes*, posiblemente por ser un sustrato más asimilable para el hongo, la colonización en menor tiempo y mejor calidad de setas (tamaño y peso).
- Al realizar la prueba t de Student, para el comparativo promedio de producción de hongo fresco en los tratamientos T₇ y T₈, nos indica que el tratamiento T₈ es superior estadísticamente con 6,453 gramos de producción versus 100 gramos del tratamiento T₇.

RECOMENDACIONES

- ✚ Realizar estudios comparativos de producción de basidiocarpos utilizando postes ó trozas de especies forestales latifoliadas nativas de la zona como aliso, capulí, nogal, cedro blanco entre otras, para determinar sus bondades en el cultivo y producción del *Lentinula edodes* Pegler.
- ✚ Continuar con ensayos de investigación en otras fases como la propagación de la sepa del *Lentinula edodes* Pegler en tocones de árboles en bosques naturales in situ de la región.
- ✚ Difundir la información sobre la producción y consumo con la finalidad de que el basiodiocarpo de *Lentinula edodes* Pegler se integre como fuente de la medicina natural y arte culinario a nivel local, regional y nacional.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADEFOR. (2017). Información Meteorológica.
- AGRARIA.PE. (2010). Exportaciones de hongos crecen 1,7 mil por ciento (en - Línea). Disponible en: <http://www.agraria.pe/noticias/exportaciones-de-hongos-crecen-17-mil>.
- Aoyagi and Baker. (1993). **Nutritional**. Evaluation of a copper-methionine complex for chicks.
- Arango, Carolina Suarez (2012). **Utilización de la fermentación líquida de *Lentinula edodes*. (Hongo Negro), para la producción de metabolitos secundarios bioactivos y evaluación de su potencial empleo en la producción de un alimento funcional**. Universidad Nacional de Colombia, Programa Interfacultades en ciencia y tecnología de alimentos Bogotá, D.C. Colombia. Magister en ciencia y Tecnología de alimentos.
- Diego, Calonge Francisco. (1979). Setas – Hongos Guía Ilustrada. Ediciones Mundi Prensa, Madrid – España. Impresión Héroes S.A. Torrelara, 8 (Polígono Santamarca) Madrid-16. p. 309.
- CITA. (2006). **Estudio de la implementación de una granja de producción de Shiitakes (*Lentinula edodes*) en Costa Rica “Las Mellizas”**. Memoria de trabajo – Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica (UCR).
- Fung, Solomon & otros (2017). **Stamets 2000**.
- Fung, Y. (2002). **Evaluación del crecimiento y producción de *Lentinula edodes* sobre diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales colombianos**. Tesis de Licenciatura, Área de Investigación de Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Microbiología, Bogotá D.C.

- García, I. (2003). **Experimentación de diferentes tipos de sustratos para el cultivo de *Lentinula edodes* (Shiitake) y su desarrollo químico biológico.** Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México.
- García, M. Rollan (2007). **Cultivo de Setas y Trufas.** Quinta edición revisada y aumentada; Ediciones Mundi Prensa Madrid - España. p. 256.
- Gaitán, Hernández & otros (2006). **Manual práctico del cultivo de setas** (aislamiento siembra y producción). Instituto de ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México. P.56.
- Gerardo, Mata, Rigoberto Gaitán-Hernández, Dulce Salmones (2020). **El Cultivo del Shiitake:** Tecnología e innovación en la producción de un alimento y medicina ancestral. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México; Primera edición, 15 de febrero del 2020. CONACYT. P. 78.
- Kirk, Cannon (2008). **Dictionary of the Fungi.** Tenth edition, Prepared by CABI Europe – UK.
- PROYECTO CONAMA-FPA RM-027-2010. **Manual para la producción de Hongos comestibles (SHIITAKE).** “Utilización de desechos de podas del arbolado urbano como sustrato para la producción de hongos comestibles (Shiitake) en la comuna de La Pintana”.
- Pierre, Freundt Espinosa. (2003). Producción y comercialización de hongos - Comestibles para el mercado nacional e internacional. Universidad de Piura, Programa Académico de Economía, p. 172.
- Ricardo, Silva S; Consuelo Fritz F; Juan Cubillos; Matías Díaz C. (2010). **Manual para la producción de Hongos comestibles (SHIITAKE).** “Utilización de desechos de podas del arbolado urbano como sustrato para la producción de hongos comestibles (Shiitake) en la comuna de La Pintana”.
- Stamets, P. (2000). **Growing Gourmet and Medicinal Mushroom.** Third Edition ten speeds Press. Berkeley. Toronto. p. 552.
- Stamets, P. & Chilton J.S. (1993). **The Mushroom Cultivador.** Washington, Ed. Agarikon Press Olimpia. p.122.

- Soriano, B. Angelica & Otros. (2016). **Plan Estratégico Para el Desarrollo del Hongo Comestible en el Perú**. Tesis para obtener el grado de magíster en administración estratégica de empresas otorgado por la Pontificia Universidad Católica del Perú; Surco Enero del 2016, p. 153.
- Solomon, E. P. L. R. Martín, D. W. Villec (2001). **Biología de Vilec**. III edición, Ed. Interamericana, Mc. Graw – Hill. México, D.F. p. 1237.
- L.I. Inostroza – Córdoba, A. López Malo (2008). **Aspectos relacionados con la producción de *Lentinula edodes* (Shiitake): Una seta con alto potencial alimenticio y medicinal**. Dpto. Ing. Química y Alimentos – Universidad de las Américas – Puebla, San Andrés de Cholula, Pue, México.

INRENA – Compendio Forestal del Perú, 2003

[https://setasperu@gmail.com](mailto:setasperu@gmail.com)

https://materialesalicante.com/cal_viva-sirve/#lcalvivaparadesinfectar

Https: <https://agrinews.es/2013/04/08/guia-practica-para-la-desinfeccion-con-cal>

<https://www.internacional.societyformushroomscience.org/>

<https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/tag/hongos/>

<http://www.setacor.com/setas-descontaminar-aguas-sucias/>

ANEXOS

1. GLOSARIO

Ascóspora: F. Tipo de espora propia de los hongos Ascomicetes, se origina por meiosis y se diferencia en forma endógena dentro del asco.

Alvéolo: Concavidad en una parte del carpóforo.

Anillo: Resto membranoso del velo parcial que queda rodeando al pie después de abrirse el sombrero.

Ápice: Extremo superior del elemento o cuerpo que se refiere en ese momento.

Asco: Órgano de forma de saco que lleva las esporas en su interior.

Ascocarpo: Carpóforo portador de ascos.

Ascomicetos: Grupo de hongos en los que las esporas de origen sexual se producen dentro de ascos.

Basidiocarpo: M. Cuerpo fructífero de los Basidiomicetes que contienen los basidios con sus basidiosporas y se halla formado exclusivamente por micelio dicariótico.

Basidiomycetes: Grupo de hongos superiores que poseen basidio. Se reproducen por medio de basidiósporas.

Basidio: Estructura reproductiva propia de los hongos basidiomicetes en donde se producen las esporas (basidiosporas).

Basidiosporas: Esporas generadas en un basidio y encargadas de la reproducción de los hongos basidiomicetes.

Bulbo: Ensanchamiento de la base del pie, dando lugar a formas globosas.

Carpóforo (seta o cuerpo fructífero): Estructura reproductiva de los hongos superiores.

Celulosa: Polisacárido compuesto por varias moléculas de glucosa. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante, ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre.

Célula: Entidad microscópica elemental dotada de vida propia, con la que están constituidos todos los seres vivos.

Celulosa: Compuesto químico que forma parte de las paredes celulares en los vegetales.

Conidio: M. Espora de origen asexual, formada generalmente en los extremos o lados de una hifa, que reproduce una generación igual a la proveniente, mitóspora de origen externo.

Convexo: Con superficie discoidal levantada en el centro. Lo contrario a esto es cóncavo, es decir, con una depresión central.

Cosmopolita: que se distribuye en todo el mundo.

Cutícula: Es la membrana o piel que recubre el sombrero y el pie de un carpóforo.

Endémico: que sólo habita en una región determinada.

Edodes: Alimento.

Espatulado: Con forma de espátula.

Espora: Estructura reproductiva de hongos, unidad de propagación y dispersión de origen sexual o asexual que al germinar origina un micelio monocariótico.

Esporangióspora: F. Espora engendrada en el interior de un esporangio.

Enzimas: Proteínas encargadas de dirigir y acelerar (catalizar) reacciones químicas.

Epigeo: Que crece sobre la superficie.

Especie: Categoría taxonómica comprendida entre el género y la variedad.

Espora: Se puede definir en general como “estructura reproductora de las plantas criptógamas”, presentando un enorme polimorfismo en los hongos.

Esporangio: Órgano donde se forman las esporas en general.

Estipe: También llamado pie, es la parte del carpóforo que sostiene al sombrero.

Estriado: Con finos surcos o estrías dispuestos radialmente.

Eucarísticos: Organismos celulares con un núcleo verdadero.

Filamento: m. Talo o parte de un talo de desarrollo linear. Puede estar compuesto por una sola fila de células (uniseriado) o varias (pluriseriado). Ramificado o no.

Funículo: Cordón que une el peridiolo con el peridio.

Furfuráceo: Cubierto de escamitas delicadas.

Fusiforme: De forma de huso.

Glabro: Desprovisto de todo tipo de pilosidad.

Heterótrofo: Adj. Que se alimenta de materia orgánica preformada, siendo incapaz de realizar síntesis de materia orgánica a partir de sustancias minerales.

Hifa: Filamento que constituyen los micelios fúngicos.

Heterótrofos: Organismos que no son capaces de sintetizar su propio alimento.

Himenio: Parte fértil de los carpóforos, donde se disponen los basidios a los ascos.

Hifa: Elementos filamentosos característicos de la mayoría de los hongos y constituidos por una fila de células; el conjunto de hifas forma el micelio.

Hipógeo: Que crece bajo la superficie.

Hongo: Organismo vivo que puede vivir de forma saprofítica, parásita o simbiótica, careciendo de clorofila.

Lignina: Polímero presente en las paredes celulares de las plantas y que tiene la función de actuar como cementante entre ellas.

Lenticular, Lentiforme: En forma de lenteja.

Lentinula: Tiene la forma de lente.

Lignícola: Que vive sobre madera.

Liquen: Vegetal formado por la asociación de un hongo y un alga.

Lignina: Compuesto químico que impregna las paredes de las células vegetales.

Micelio: Conjunto de hifas.

Micelio: Conjunto de hifas que constituyen el cuerpo o talo de los hongos.

Micelio: M. Talo de los hongos, formado por células desprovistas de cloroplastos, heterótrofas, formando filamentos uniseriados llamados hifas.

Micología: Ciencia que se ocupa del estudio de una planta.

Micorriza: Asociación simbiótica entre una raíz de una planta verde y un hongo.

Micra: Milésima de milímetro, que se representa con el símbolo (μ).

Oídio: Espora de origen asexual formada por fragmentación.

Parásito: adj. Dícese del vegetal heterótrofo que se nutre a expensas de organismos vivos, tanto animales como plantas.

Pileo: Parte superior o sombrero de los basidiomycetes.

Pie: Término empleado con el mismo significado que estipe.

Primordio: Carpóforo “embrionario” que dará lugar a la seta.

Pudrición blanca: Tipo de pudrición de la madera en la que el hongo sólo degrada la lignina, dejando la celulosa y las hemicelulosas sin degradar.

Pudrición castaña: Tipo de pudrición de la madera en la que el hongo degrada la celulosa y las hemicelulosas, dejando la lignina.

Pulverulento: adj. Que tiene aspecto de polvo.

Sésil: Fructificación que no presenta pie.

Seta: Cistidio de pared engrosada y ápice agudo, generalmente de color castaño a negro, que presentan numerosos miembros de los hymenochaetales.

Talo: M. Cuerpo vegetativo no diferenciado en eje caulinar folioso y en raíces, ora unicelular y de forma muy simple, ora filamentoso o laminar.

Xerófito: Adaptado a ambientes secos, desérticos. También se usa xerofítico.

Anexo 2. Evaluación en Invernadero.

MUESTRAS EVALUADAS	FECHA	T ₇	T ₈	OBSERVACIONES
		Trozas de <i>Pinus radiata</i> 1m x 15 cm Ø	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1m x 15 cm Ø	
	3/8/2018	1		Repetición VII, crecimiento de 1 Carpofofo del tamaño de 1.4 x 2.cm. color blanco.
	9/8/2018		1	Repetición VIII, crecimiento de 1 Carpofofo del tamaño de 2.5 x 2.9 cm. color café. Talo de 2.5 cm.
	12/8/2018		1	Repetición VIII, crecimiento de 1 Carpofofo del tamaño de 6 x 4.5 cm. Talo de 2 cm. largo, color café.
	15/8/2018	1		Repetición VII, crecimiento de 1 Carpofofo del tamaño de 2 x 1.4 cm. color blanco.
	16/8/2018		1	Repetición VIII, crecimiento de 1 botón de hongo del tamaño de 2 x 2 cm. Talo de 1.5 cm. largo, color café.
	18/8/2018		1	Esporulación de hongos negros tamaño de 2 x 2 cm. color negro.
	25/8/2018		2	Esporulación de hongos negros tamaño de 2 x 1.8 cm. color negro.
	31/8/2018	1		Repetición VII, crecimiento de 1 Carpofofo del tamaño de 1.5 x 1.4 cm. color blanco.
	1/9/2018	1		Botón de hongo del tamaño 3 x 2 cm.
	7/9/2018		2	Crecimiento de Carpofofos 1 de tamaño 8 x 9 cm. y otro de 8 x 9 cm. color negro.
	8/9/2018		1	Crecimiento de 1 Carpofofo tamaño de 5.5 x 3 cm. color negro.
	11/9/2018		1	Crecimiento de 1 Carpofofo tamaño de 6 x 3.5 cm. color negro.
	14/9/2018		1	Crecimiento de 1 Carpofofo tamaño de 2.5 x 3.5 cm. color negro.
	28/10/2018	1		Crecimiento de botón de hongo del tamaño de 1.5 x 2 cm. color café claro rojizo.
	30/10/2018		1	Crecimiento de 1 Carpofofo tamaño de 3.5 x 3.5 cm. color negro.
	04/11/2018		2	Crecimiento de 1 Carpofofo tamaño de 8 x 7 cm. color negro, otro de 2.8 x 1.5 cm. Talos de 3.5 cm.
	08/11/2018	1		Crecimiento de botón de hongo del tamaño de 1.2 x 0.8 cm. color café claro rojizo.
	09/11/2018		1	Crecimiento de botón de hongo del tamaño de 1 x 0.8 cm. color negro.
	13/11/2018		1	Crecimiento de botón de hongo del tamaño de 1 x 0.5 cm. color café oscuro.
	14/11/2018		1	Crecimiento de botón de hongo del tamaño de 1 x 0.9 cm. color café.

Nº 2. Producción de botones y setas (g) del hongo negro comestible y medicinal.

Anexo 2. Evaluación en Invernadero.

MUESTRAS EVALUADAS	FECHA	T ₇	T ₈	OBSERVACIONES
		Trozas de <i>Pinus radiata</i> 1m x 15 cm Ø	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1m x 15 cm Ø	
	16/11/2018		1	Crecimiento de 1 Carpoforo tamaño de 9 x 5 x 2.5 de talo cm. color negro.
	17/11/2018		1	Crecimiento de 1 Carpoforo tamaño de 13.5 x 10 x 2 cm de largo de talo, color negro.
	18/11/2018		1	Crecimiento de 1 Carpoforo tamaño de 12.5 x 8 x 2.5 cm de largo de talo, color negro.
	30/11/2018	1		Crecimiento de 1 Carpoforo tamaño de 2.5 x 2 x 2 cm de largo de talo, color blanco rojizo.
	03/12/2018		2	Crecimiento de 1 Carpoforo tamaños: 4 x 3.5 x 3 cm. de largo del talo. Color café. 2 x 2 x 1.5 cm. de largo del talo. Color café.
	05/12/2018	1		Crecimiento de 1 Carpoforo tamaño de 1 x 3.5 x 5 x 2 cm de largo de talo, color blanco rojizo.
	07/12/2018		1	Crecimiento de 1 Carpoforo tamaño: 3.5 x 3.5 x 3 cm. de largo del talo. Color café.
	10/12/2018		1	Crecimiento de 1 Carpoforo tamaño: 2 x 1.5 x 2 cm. de largo del talo. Color café.
	12/12/2018		1	Crecimiento de 1 seta tamaño: 1 x 0.8 x 2 cm. de largo del talo. Color café.
	16/12/2018		2	Crecimiento de 1 Carpoforo tamaños: 2 x 1.5 x 2 cm. de largo del talo. Color café.
	16/12/2018		1	Crecimiento de 1 seta tamaño: 3 x 2 x 1.5 cm. de largo del talo. Color café.
	18/12/2018		1	Crecimiento de 1 seta tamaño: 1.14 x 1.3 x 3 cm. de largo del talo. Color café.
	03/12/2018		2	Crecimiento de setas tamaños: 2 x 1.5 x 2 cm. de largo del talo. Color café. 11.5 x 8 x 3 cm. de largo del talo. Color café.
	22/12/2018		2	Crecimiento de setas tamaños: 16.5 x 15 x 10 cm. de largo del talo. Color café. 10 x 13 x 5 cm. de largo del talo. Color café.
	23/12/2018		2	Crecimiento de setas tamaños: 9.5 x 9 x 5 cm. de largo del talo. Color café. 11 x 8 x 4 cm. de largo del talo. Color café.
	25/12/2018		2	Crecimiento de setas tamaños: 7.5 x 6.5 x 4 cm. de largo del talo. Color café. 9 x 9.5 x 4 cm. de largo del talo. Color café.
	26/12/2018		2	Crecimiento de setas tamaños: 12 x 9.5 x 5 cm. de largo del talo. Color café. 7.5 x 9 x 4 cm. de largo del talo. Color café.

Nº 2. Producción de botones y setas (g) del hongo negro comestible y medicinal.

Anexo 2. Evaluación en Invernadero.

MUESTRAS EVALUADAS	FECHA	T ₇	T ₈	OBSERVACIONES
		Trozas de <i>Pinus radiata</i> 1m x 15 cm Ø	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1m x 15 cm Ø	
	27/12/2018		2	Crecimiento de setas tamaños: 6 x 5 x 2 cm. de largo del talo. Color café. 1.3 x 2.5 x 2 cm. de largo del talo. Color café.
	28/12/2018		5	Crecimiento de setas tamaños: 13 x 9.5 x 5 cm. de largo del talo. Color café. 12 x 9.5 x 5 cm. de largo del talo. Color café. 12 x 9.5 x 4 cm. de largo del talo. Color café. 8 x 8 x 5 cm. de largo del talo. Color café. 4 x 4 x 3 cm. de largo del talo. Color café.
	30/12/2018		2	Crecimiento de setas tamaños: 3 x 2.5 x 2 cm. de largo del talo. Color café. 2.5 x 2.5 x 2 cm. de largo del talo. Color café.
	06/01/2019		2	Crecimiento de setas tamaños: 9.5 x 9 x 2 cm. de largo del talo. Color café. 13 x 9 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café.
	07/01/2019		2	Crecimiento de setas tamaños: 13 x 13 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café. 15 x 11 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café.
	09/01/2019		4	Crecimiento de setas tamaños: Dos de 5.5 x 5 x 2 cm. de largo del talo. Color café. 3 x 3 x 1.5 cm. de largo del talo. Color café. 4 x 4 x 1.5 cm. de largo de talo. Color café.
	10/01/2019		3	Crecimiento de setas tamaños: 2 x 1.5 x 1 cm. de largo del talo. Color café. 3 x 3 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café. 2 x 2 x 1 cm. de largo de talo. Color café.
	11/01/2019		4	Crecimiento de setas tamaños: 2.3 x 1.5 x 1.5 cm. de largo del talo. Color café. 12 x 10 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café. 9 x 8 x 2.5 cm. de largo de talo. Color café. 9 x 9 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café.
	12/01/2019		2	Crecimiento de setas tamaños: 10 x 8 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café. 14 x 12 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café.
	13/01/2019		1	Crecimiento de setas tamaños: 12 x 12 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café.
	14/01/2019		1	Crecimiento de setas tamaños: 2.5 x 2.5 x 2 cm. de largo del talo. Color café.
	15/01/2019	1		Crecimiento de seta tamaño: 10 x 6 x 2.5 cm. de largo del talo. Color blanco rojizo
	17/01/2019		2	Crecimiento de setas tamaños: 12 x 12 x 3 cm. de largo del talo. Color café. 11 x 13 x 3 cm. de largo del talo. Color café.

Nº 2. Producción de botones y setas (g) del hongo negro comestible y medicinal.

Anexo 2. Evaluación en Invernadero.

MUESTRAS EVALUADAS	FECHA	T ₇	T ₈	OBSERVACIONES
		Trozas de <i>Pinus radiata</i> 1m x 15 cm Ø	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1m x 15 cm Ø	
	18/01/2019		3	Crecimiento de setas tamaños: 12 x 12 x 3 cm. de largo del talo. Color café. 9 x 9 x 3 cm. de largo del talo. Color café. 11 x 10 x 3.5 cm. de largo de talo. Color café.
	19/01/2019		2	Crecimiento de setas tamaños: 9 x 8 x 3.5 cm. de largo del talo. Color café. 11 x 10 x 2.5 cm. de largo de talo. Color café.
	20/01/2019		3	Crecimiento de setas tamaños: 10 x 11 x 4 cm. de largo del talo. Color café. 6 x 6.5 x 2 cm. de largo de talo. Color café. 8 x 6 x 2 cm. de largo del talo, color café.
	21/01/2019		1	Crecimiento de setas tamaños: 5 x 5 x 3.5 cm. de largo del talo. Color café.
	22/01/2019		2	Crecimiento de setas tamaños: 3 x 3 x 1.5 cm. de largo del talo. Color café. 3 x 3 x 1 cm. de largo de talo. Color café.
	02/02/2019		3	Crecimiento de setas tamaños: 9 x 10 x 4 cm. de largo del talo. Color café. 12 x 12 x 4 cm. de largo de talo. Color café. 13 x 14 x 3.5 cm. de largo del talo, color café.
	15/02/2019		4	Crecimiento de setas tamaños: 10 x 9 x 4 cm. de largo del talo. Color café. 6 x 6 x 3 cm. de largo de talo. Color café. 8 x 8 x 3 cm. de largo del talo, color café. 9 x 9 x 3 cm. de largo de talo. Color café.
	22/02/2019		4	Crecimiento de setas tamaños: 8.5 x 9.5 x 3 cm. de largo del talo. Color café. 9 x 8 x 2.5 cm. de largo de talo. Color café. 12 x 11 x 4.5 cm. de largo del talo, color café. 12 x 11 x 4.5 cm. de largo de talo. Color café.
	22/02/2019		3	Crecimiento de setas tamaños: Dos de 13 x 10 x 3 cm. de largo del talo. Color café. 13 x 10 x 3 cm. de largo de talo. Color café.
	23/02/2019		3	Crecimiento de setas tamaños: 9 x 10 x 3.5 cm. de largo de talo. Color café.
	24/02/2019		9	Crecimiento de setas tamaños: Dos de 9 x 10 x 3.5 cm. de largo del talo. Color café. 9 x 9 x 3.5 cm. de largo de talo. Color café. 11 x 9.5 x 2.5 cm. de largo del talo, color café. 12 x 11 x 3 cm. de largo del talo, color café. Dos de 14 x 13 x 4 cm. de largo talo, color café. Dos de 11 x 9 x 2.5 cm. de largo de talo. Color café.

Nº 2. Producción de botones y setas (g) del hongo negro comestible y medicinal.

Anexo 2. Evaluación en Invernadero.

MUESTRAS EVALUADAS	FECHA	T ₇	T ₈	OBSERVACIONES
		Trozas de <i>Pinus radiata</i> 1m x 15 cm Ø	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1m x 15 cm Ø	
	27/02/2019		3	Crecimiento de setas tamaños: Dos de 7 x 6 x 2.5 cm. de largo del talo. Color café. 6 x 7 x 3 cm. de largo de talo. Color café.
	08/03/2019		5	Crecimiento de setas tamaños: 13 x 13 x 4 cm. de largo del talo. Color café. 9.5 x 8 x 3 cm. de largo de talo. Color café. 12 x 12 x 3 cm. de largo del talo, color café. 11 x 11 x 4 cm. de largo de talo. Color café. 10 x 11 x 4 cm. de largo de talo, color café.
	09/03/2019		5	Crecimiento de setas tamaños: 5 x 4 x 1.5 cm. de largo del talo. Color café. 11 x 11 x 4 cm. de largo de talo. Color café. 11.5 x 11 x 4.5 cm. de largo del talo, color café. 13 x 12.5 x 4 cm. de largo de talo. Color café. 10 x 9.9 x 4 cm. de largo de talo, color café.
				Más botones de setas de hongos en crecimiento.

N° 2. Producción de botones y setas (g) del hongo negro comestible y medicinal.

Anexo 2. Fichas de evaluación en Invernadero.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS - SUSTRATOS							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
	Corteza y aserrín pino precompostado + alcalino 24 horas.	Corteza y aserrín pino precompostado + pasteurizado en agua x 8 horas.	Corteza y aserrín pino precompostado + Hervido x 3 horas.	Corteza y aserrín Eucalipto precompostado + Alcalino x 24 horas.	Corteza y aserrín Eucalipto precompostado + Pasteurizado en agua x 8 horas.	Corteza y aserrín precompostado + Hervido x 3 horas.	Trozas de <i>Pinus radiata</i> 1 m x 15" Ø	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1m x 15" Ø
I								
II								
III								
IV								
V								
VI								
VII								
VIII								

Nº 1. Producción de pleuomas (g), del hongo negro comestible y medicinal.

Anexo 3
ARCHIVO FOTOGRÁFICO



Fotos N° 1 y 2. Trabajo en laboratorio conjuntamente con asesor de la tesis.



Foto N° 3. Preparación PDA.



Foto N° 4. Esterilización de Placas Petri.



Foto N° 5. Trasplante semilla hongo.



Foto N° 6. Propagación semilla en placas Petri.



Foto N° 7. Propagación, esporulación de hongo negro.



Fotos N° 8 y 9. Marcación y disposición placas en Laboratorio.



Foto N° 10. Escogemos la cebada.



Foto N° 11. Limpieza de la cebada.



Foto N° 12. Sancochado de la cebada.



Foto N° 13. Secado de la cebada.



Foto N° 14. Esterilización de la cebada.



Foto N° 15. Soporte de cebada lista – medio.



Foto N° 16. Cepa de hongo negro.



Foto N° 17. Cepa del hongo negro lista para propagar.



Foto N° 18. Perforación de troncos.



Foto N° 19. Colocación de cepa del hongo en troncos eucalipto.



Foto N° 20. Tapado c/cera-semilla hongo en troncos.



Foto N° 21. Invernación de semilla – troncos.



Foto N° 22. Disposición de sustratos.



Foto N° 23. Mezcla de sustratos.



Foto N° 24. Pesado y embolsado de sustratos.



Foto N° 25. Hervido de sustratos 3 horas.



Foto N° 26. Vaporización en agua por 8 horas.



Foto N° 27. Alcalino por 24 horas.



Foto N° 28. Mezcla sustratos con hongo negro.



Foto N° 29. Etiquetado de muestras.



Foto N° 30. Perforado bolsas – intercambio gaseoso.



Foto N° 31. Acondicionamiento de invernadero.



Foto N° 32. Desinfección de suelo – invernadero.



Foto N° 33. Cámara de invernación.



Foto N° 34. Disposición de termohidrografo-invernadero.



Foto N° 35. Disposición Ensayos- Invernadero.



Foto N° 36. Tronco infestado con hongo negro.



Foto N° 37. Invasión micelio cubriendo a troncos.



Foto N° 38. Inicio brotamiento hongo negro.



Foto N° 39. Primeros primordios ó botones – hongo negro.



Foto N° 40. Fase inicial crecimiento hongo negro.



Foto N° 41. Hongo negro listo para ser cosechado.



Foto N° 42. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 43. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 44. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 45. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 46. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 47. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 48. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 49. Pesado de hongos negro – invernadero.



Foto N° 50. Cosecha de hongo negro – invernadero.



Foto N° 51. Medición hongos negro – invernadero.



Foto N° 52. Medición de hongo negro – invernadero.



Foto N° 53. Gran crecimiento y desarrollo alcanzado del hongo negro en troncos de *Eucalyptus globulus*.



Foto N° 54. Maduración hongo negro.



Foto N° 55. Sobre maduración hongo negro – invernadero.



Foto N° 56. Desarrollo hongo negro en caja petri.



Foto N° 57. Preparación de cepa hongo negro – laboratorio.



Foto N° 58. Al inicio aparición hongos pudrición.



Foto N° 59. Presencia de hongos de pudrición negra.



Foto N° 60. Aparición hongos xilófagos de pudrición.



Foto N° 61. Separación troncos atacados con hongos xilófagos.



Foto N° 62. Preparación del hongo negro en la cocina



Foto N° 63. Degustando e integrando el hongo negro en platos regionales.

Anexo 4

Tamaño y Desarrollo del Carpoforo del hongo negro.

TRATAMIENTO		Botones (Unidades)	Tamaño (cm) Carpoforos	Peso (g)
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	4 x 2 cm. Ø (*)	20
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	2.9 x 2 cm. Ø	15
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	1.4 x 1.5 cm. Ø	12
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3.6 x 2 cm. Ø	21
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3.3 x 2 cm. Ø	15
T7	Trozas de <i>Pinus patula</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3.5 x 2 cm. Ø	17
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	6 x 5.5 x 2 cm. Ø	34
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	4.5 x 4 x 2 cm. Ø	43
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	3	4 x 3.8 x 2 cm. Ø	39
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3 x 2.8 x 2 cm. Ø	30
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 8 x 3 cm. Ø	89
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	5.5 x 5 x 3 cm. Ø	29
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	3.5 x 2.8 x 2 cm. Ø	21
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3 x 2 x 2.5 cm. Ø	128
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	8 x 9 x 3 cm. Ø	79
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	7 x 8 x 3.2 cm. Ø	75
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 7.8 x 3 cm. Ø	70
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	10 x 9 x 3 cm. Ø	85
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	13.5 x 10 x 3 cm. Ø	138
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12.5 x 8 x 2.5 cm. Ø	131
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	8 x 6 x 2.5 cm. Ø	80
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	16.5 x 15 x 5 cm. Ø	150
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	3	10 x 13 x 5 cm. Ø	120
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9.5 x 9 x 5 cm. Ø	90
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 8 x 4 cm. Ø	98
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	7.5 x 6.5 x 4 cm. Ø	81
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	9.5 x 9 x 4 cm. Ø	66
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 9.5 x 4.5 cm. Ø	118
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	7.5 x 9 x 4 cm. Ø	35
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	13 x 9.5 x 5 cm. Ø	115
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	12 x 9.5 x 4 cm. Ø	109
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	8 x 8 x 4.5 cm. Ø	67
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	13.5 x 13 x 4 cm. Ø	110
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11.5 x 8 x 3 cm. Ø	102
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	2.5 x 3 x 2 cm. Ø	10
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	9.5 x 9 x 3 cm. Ø	29
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	13 x 9 x 2.5 cm. Ø	90
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	15 x 11 x 2.5 cm. Ø	105
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	5.5 x 5 x 2.5 cm. Ø	60
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3 x 3 x 1.5 cm. Ø	12
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	4 x 4 x 2 cm. Ø	15
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3 x 3 x 2.5 cm. Ø	19
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 10 x 3 cm. Ø	98
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 8 x 2.5 cm. Ø	75
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 9 x 2.5 cm. Ø	80
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	10 x 8 x 2.5 cm. Ø	92
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 12 x 2.5 cm. Ø	95
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	2.5 x 2.5 x 2 cm. Ø	18
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	8 x 6 x 2.5 cm. Ø	60
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 12 x 3 cm. Ø	94
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 13 x 4 cm. Ø	112

T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 12 x 3 cm. Ø	110
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 9 x 3 cm. Ø	95
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 10 x 2.5 cm. Ø	143
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	6 x 6.5 x 2 cm. Ø	35
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	8 x 6 x 2 cm. Ø	45
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	5 x 5 x 3.5 cm. Ø	42
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	3 x 3 x 1.5 cm. Ø	15
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	5	3 x 3 x 1 cm. Ø	14
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 10 x 4 cm. Ø	68
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 12 x 4 cm. Ø	140
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	5	13 x 14 x 3.5 cm. Ø	145
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	10 x 9 x 4 cm. Ø	60
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 10 x 4 cm. Ø	65
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	6 x 6 x 3 cm. Ø	39
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	6	8 x 8 x 3 cm. Ø	78
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 9 x 3 cm. Ø	82
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	3 x 3 x 1.5 cm. Ø	18
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	8.5 x 9.5 x 3 cm. Ø	81
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 8 x 2.5 cm. Ø	65
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 11 x 3.5 cm. Ø	95
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 11 x 4.5 cm. Ø	96
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	13 x 9 x 3 cm. Ø	91
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	13 x 10 x 3 cm. Ø	90
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	5	9 x 10 x 3.5 cm. Ø	82
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9 x 9 x 3.5 cm. Ø	79
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 9.5 x 2.5 cm. Ø	89
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 11 x 3 cm. Ø	92
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	3	7 x 8 x 2.5 cm. Ø	80
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	2	14 x 13 x 4 cm. Ø	135
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 9 x 3 cm. Ø	85
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	7 x 6 x 3 cm. Ø	70
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	10 x 11 x 4 cm. Ø	81
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	13 x 13 x 4 cm. Ø	85
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	1.5 x 4 x 1.5 cm. Ø	12
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	9.5 x 8 x 3 cm. Ø	30
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 11 x 4 cm. Ø	125
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11.5 x 11 x 4.5 cm. Ø	80
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	12 x 12 x 3 cm. Ø	95
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	13 x 12.5 x 4 cm. Ø	100
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	11 x 11 x 4 cm. Ø	110
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	13 x 12.5 x 4 cm. Ø	130
T8	Trozas de <i>Eucalyptus globulus</i> 1 m. x 15 cm. Ø	1	10 x 9.9 x 4 cm. Ø	78

(*) = Ø = Diámetro. Última medida referida tamaño carpoforos referente Pie Hongo.