

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**CULTIVO DEL HONGO OSTRA
(*Pleurotus ostreatus*) EN TRES TIPOS DE
RESIDUOS DE LA MADERA DE BOLAINA
BLANCA (*Guazuma crinita*)**

Presentado por:

Lissete Albán Márquez

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. LISSETE ALBÁN MÁRQUEZ, titulado “CULTIVO DEL HONGO OSTRA (*PLEUROTUS OSTREATUS*) EN TRES TIPOS DE RESIDUOS DE LA MADERA DE BOLAINA BLANCA (*GUAZUMA CRINITA*)”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 28 de septiembre de 2017

.....
Mg. Sc. Manuel Chavesta Custodio
Presidente

.....
Ing. Neptalí Bustamante Guillén
Miembro

.....
Lic. Deysi Guzmán Loayza
Miembro

.....
Mg. Sc. Abelardo Calderón Rodríguez
Asesor

Ing. Martín Araujo Flores
Coasesor

DEDICATORIA

A mi familia, por su apoyo y cariño incondicional.

A mi hija Camila, por enseñarme tanto, sobre todo a amar.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, llena de bendiciones.

A mis padres y hermanos por darme su amor y apoyo.

A Fernando y Libia por apoyarme a cumplir esta meta.

A mi hija Camila por darme más alegría y fuerza.

A mis asesores y miembros del jurado por su paciencia y apoyo durante la realización de esta investigación. Con especial agradecimiento al profesor Calderón por su apoyo, asesoría, confianza y amistad brindada durante estos años de conocerlo.

A Milagros, Luis, Adrián, Julio, Bryant, Giancarlo, Maricel y Corina por su amistad y por apoyarme en la elaboración de esta investigación.

A mis grandes amigas desde la infancia: Karin y Katty, por su cariño y palabras de aliento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la producción del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* en tres tipos de residuos del procesamiento de la madera de *Guazuma crinita*. En la etapa in vitro se evaluó el crecimiento micelial del hongo en los extractos de los 4 residuos cada 24 horas en placa petri. Para la etapa productiva se preparó frascos con granos de trigo invadidos por el micelio de *Pleurotus ostreatus* para la obtención de semillas para la siembra en bolsas de polipropileno con los siguientes tratamientos T1: Paja de arroz (Pj), T2: Partícula del descortezado (P), T3: Aserrín (A), T4: Viruta (V), T5: Partícula + Aserrín (P+A), T6: Partícula + Viruta (P+V), T7: Aserrín + Viruta (A+V) y T8: Partícula + Aserrín + Viruta(P+A+V). Todos los tratamientos fueron incubados 45 días en oscuridad hasta alcanzar la completa colonización. Después se pasaron las bolsas a la sala de fructificación donde se le realizaron cortes sobre la superficie de las bolsas, se aumentó las condiciones de humedad ambiental y luz en todo el ambiente. La cosecha se realizó cuando el margen del carpóforo estuvo levemente convexo. La mayor tasa de crecimiento micelial a nivel in vitro fue obtenida por los tratamientos con residuos de *Guazuma crinita*. Las mayores eficiencias biológicas se obtuvieron con los tratamientos: V (44,97 por ciento), P+A (38,89 por ciento) y A (35,37 por ciento). Las mayores productividad biológica se obtuvieron con los tratamientos: Pj (2,17 por ciento), P (1,8 por ciento) y P+A (1,56 por ciento). Los mayores valores de rendimiento comercial se obtuvieron con los tratamientos: P+V (15,29 por ciento), V+A+P (15,04 por ciento) y P+A (13,67 por ciento). El cultivo de *Pleurotus ostreatus* en residuos de *Guazuma crinita* es factible, ya que se logró obtener una producción en todos los tratamientos a pesar que las condiciones ambientales no fueron totalmente favorables y contraladas.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*; hongos; residuos de explotación forestal; residuos de cosechas

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
1. Residuos Forestales.....	3
1.1. Generalidades.....	3
1.2. Problemática de la acumulación de residuos.....	4
2. “Hongo Ostra”, “Seta”	5
2.1. Generalidades.....	5
2.2. Taxonomía.....	6
2.3. Hábitat	6
2.4. Morfología.....	7
2.5. Ciclo de vida	7
2.6. Composición y propiedades nutricionales	9
2.7. Producción mundial y nacional	10
2.8. Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
2.8.1. Preparación del inóculo (“Semilla o Spawn”)	11
2.8.2. Preparación del sustrato	11
2.8.3. Inoculación e Incubación	13
2.8.4. Inducción y Fructificación	13
2.8.5. Cosecha	14
2.8.6. Contaminantes, enfermedades y plagas.....	15
3. “Bolaina blanca”	20
III. Materiales y Métodos	23
1. Lugar de ejecución	23
2. Materiales y Equipos	23
2.1. Material lignocelulósico (Sustratos).....	23
2.2. Materiales.....	23
2.3. Equipos.....	24
3. Procedimiento	26
3.1. Caracterización de los residuos del procesamiento industrial de la madera de “Bolaina blanca”	26
3.1.1. Determinación del pH.....	26
3.1.2. Densidad aparente	26
3.1.3. Tamaño de partículas	26
3.1.4. Porcentaje de Madera - Corteza de las partículas.....	27
3.2. Esquema básico para la producción del “Hongo ostra”	28
3.3. Preparación de la semilla - “Spawn”	29
3.4. Cultivo “in vitro” en placa petri.....	30
3.5. Preparación del sustrato.....	32
3.6. Inoculación o Siembra.....	32
3.7. Incubación.....	33
3.8. Inducción y Fructificación.....	33
4. Evaluaciones.....	33
4.1. Desarrollo en placa petri.....	33
4.1.1. Tipo de crecimiento micelial.....	33
4.1.2. Tasa de crecimiento en placa.....	34
4.1.3. Temperatura del ambiente.....	34

4.2.	Desarrollo en sustrato.....	34
4.2.1.	Temperatura del ambiente.....	34
4.2.2.	Determinación del contenido de humedad del sustrato	34
4.2.3.	Determinación del pH del sustrato.....	34
4.2.4.	Tiempo de crecimiento del micelio	35
4.2.5.	Caracterización del micelio.....	35
4.2.6.	Duración del cultivo.....	35
4.2.7.	Peso fresco y seco de las setas.....	35
4.2.8.	Peso seco de los sustratos	35
4.2.9.	Eficiencia biológica.....	35
4.2.10.	Productividad biológica	36
4.2.11.	Rendimiento comercial	36
4.2.12.	Número y diámetro de setas.....	36
4.2.13.	Biodegradación del sustrato.....	36
4.2.14.	plagas, enfermedades y malformaciones	37
5.	Diseño estadístico	37
IV.	Resultados y discusión	39
1.	Caracterización de los residuos del procesamiento industrial de la madera de Bolaina blanca	39
2.	Desarrollo en placa petri.....	40
2.1.	Tipo de crecimiento micelial.....	40
2.2.	Curva y tasa de crecimiento micelial.....	41
2.3.	Temperatura ambiente.....	43
3.	Desarrollo en sustrato.....	44
3.1.	Temperatura del ambiente y humedad relativa durante la Incubación y la Fructificación	44
3.2.	Contenido de humedad del sustrato	46
3.3.	pH del sustrato.....	47
3.4.	Tiempo de crecimiento del micelio.....	48
3.5.	Caracterización del micelio.....	48
3.6.	Época en que se realizó el cultivo y duración del cultivo	50
3.7.	Cosecha, peso fresco y seco de las setas	50
3.8.	Eficiencia biológica	51
3.9.	Productividad biológica.....	53
3.10.	Rendimiento comercial	54
3.11.	Número y diámetro de setas	55
3.12.	Biodegradación del sustrato	57
3.13.	Plagas y malformaciones	58
V.	Conclusiones	59
VI.	Recomendaciones	61
VII.	Referencias bibliográficas	63
VIII.	Anexos.....	69

Índice de tablas

	Página
Tabla 1:	Fuentes de residuo de madera 3
Tabla 2:	Contenido nutricional del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> 9
Tabla 3:	Composición química de la madera de <i>Guazuma crinita</i> 21
Tabla 4:	Número de malla para tamizaje 26
Tabla 5:	Formulación de los medios de cultivo 31
Tabla 6:	Proporciones de partículas sustrato-tratamiento..... 32
Tabla 7:	Morfología macroscópica del micelio 33
Tabla 8:	Cartilla de evaluación..... 35
Tabla 9:	Características de los residuos de la madera de <i>Bolaina blanca</i> 39
Tabla 10:	Porcentaje de residuos por número de malla (%)..... 40
Tabla 11:	Crecimiento micelial de los cuatro tratamientos 41
Tabla 12:	Tasa de crecimiento micelial (mm/día) 43
Tabla 13:	Temperaturas en placa petri por día (° C)..... 44
Tabla 14:	Valores de contenido de humedad promedio del sustrato de cada tratamiento.... 47
Tabla 15:	Valores de pH promedio en el sustrato de cada tratamiento..... 47
Tabla 16:	Caracterización del micelio en los sustratos..... 49
Tabla 17:	Eficiencia biológica promedio (EB) 52
Tabla 18:	Productividad biológica (PB)..... 54
Tabla 19:	Rendimiento comercial (RC) 54
Tabla 20:	Cantidad de setas y diámetros de sombreros por tratamiento 56
Tabla 21:	Cantidad de setas por tamaño de sombrero 56
Tabla 22:	Biodegradación del sustrato (Bd) 57

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Partes del “Hongo ostra”	7
Figura 2: Ciclo de vida de un Basidiomycota	8
Figura 3: Contaminantes (Trichoderma y Coprinus)	16
Figura 4: Contaminantes comunes en el laboratorio y durante el cultivo de Pleurotus ostreatus	18
Figura 5: Hypogastrura armata	19
Figura 6: Adulto y larvas de un Cecidómido	19
Figura 7: Esquema básico de producción del Hongo ostra.....	28
Figura 8: Frasco con granos pre-cocidos invadidos por el micelio	30
Figura 9: Placas petri listas para la evaluación.....	31
Figura 10: Curva de crecimiento micelial por tratamiento en mm/día.....	42
Figura 11: Tasa de crecimiento radial promedio del micelio por tratamiento (mm/día)	43
Figura 12: Temperatura diurna y nocturna en placa petri por día (°C) calculado según la ecuación de Went	44
Figura 13: Temperatura vs humedad relativa durante la incubación.....	45
Figura 14: Temperatura vs humedad relativa durante la fructificación.....	46
Figura 15: Peso fresco y seco total de las setas por tratamiento (g)	51
Figura 16: Eficiencia biológica promedio (EB)	53
Figura 17: Cantidad de setas por tamaño de sombrero y tratamiento	56
Figura 18: Malformaciones y “Mosca del hongo”	58

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Composición química de la “Paja de Arroz” y de “Bolaina blanca”	69
Anexo 2 Crecimiento micelial en placa petri en mm.	70
Anexo 3 Análisis estadístico para el cultivo en placa petri	71
Anexo 4 Análisis estadístico para el cultivo en bolsa de sustratos	72
Anexo 5 Temperatura y humedad en la etapa de Incubación	79
Anexo 6 Temperatura y humedad en la etapa de Fructificación	80
Anexo 7 Peso fresco y seco de las setas por tratamiento.....	82
Anexo 8 Material lignocelulósico (Sustratos).....	87
Anexo 9 Preparación de los sustratos y Esterilización	88
Anexo 10 Inoculación, Incubación y Fructificación.....	89
Anexo 11 Crecimiento micelial por día y por tratamiento	90

I. INTRODUCCIÓN

En la industria maderera se generan gran cantidad de residuos que no tienen una buena disposición final. Por ejemplo, en Pucallpa el porcentaje de residuos del aserrío generados es de 46,59 por ciento y entre los principales residuos tenemos a: largueras, despuntes, tapas y aserrín (Dancé 2007), los cuales son utilizadas en forma ineficiente o son desechados debido al desconocimiento de otras formas de utilización. Además estos residuos tienen efectos ambientales negativos ya que son contaminantes de agua, suelo y aire, y generan emisiones de dióxido de carbono. En el caso de la planta industrial de la empresa MAQUIWOOD ubicada en el km 85.8 de la carretera Federico Basadre, al ser procesada la madera de la especie “Bolaina blanca” se generan residuos tales como corteza, aserrín, viruta y despuntes de tablas y postes. Estos residuos generalmente son regalados, quemados o eliminados. Según Fontes citado por Ponce y Vásquez (2010), la carbonización y combustión de la madera es una alternativa de reducción de los residuos de las industrias madereras, pero el proceso a pesar de reducirlos genera impactos al medio ambiente a través de la liberación de gases y derivados. Una alternativa para la utilización de estos residuos es el cultivo de hongos comestibles, ya que generan un menor impacto en el medio ambiente.

El “Hongo ostra” se desarrolla en forma natural sobre tocones de árboles en estado de descomposición, es capaz de crecer en una amplia variedad de sustratos lignocelulósicos y en un rango amplio de temperatura. Posee también grandes cualidades nutricionales tales como: su alto contenido de proteína, vitaminas, bajo contenido de grasa y es de sabor agradable. Algunos países lo consideran como una alternativa novedosa para la obtención de alimentos de bajo costo, además es la tercera seta de mayor comercialización a nivel internacional. En el Perú es muy poco lo que se conoce sobre las virtudes del cultivo de hongos comestibles y muy pocos los estudios sobre el cultivo de hongos en los residuos de “Bolaina blanca”. Por ello, el presente trabajo de investigación pretende evaluar la producción del hongo ostra *Pleurotus ostreatus* en tres tipos de residuos generados en el procesamiento de la madera de *Guazuma crinita*, tanto a nivel in vitro como a nivel productivo (en bolsa).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. RESIDUOS FORESTALES

1.1. GENERALIDADES

FAO citado por Álvarez (2001) define a los residuos de la madera como madera en rollo que queda después de la producción de productos forestales en la industria de elaboración forestal y que no ha sido reducida a astillas o a partículas durante la manufactura de otros productos madereros. Se incluyen los desechos de aserradero, tapas, despuntes, recortes, duramen de trozas para chapas, desechos de chapa, aserrín, corteza, residuos de carpintería y de ebanistería, etc. Se excluyen las astillas de madera obtenidas directamente (es decir, en el bosque) de la madera en rollo o de residuos (es decir, ya contabilizadas como madera para pasta, rolliza y partida, o astillas y partículas de madera).

FAO (1991), indica que los residuos que provienen de la industria de productos forestales pueden dividirse en dos clases: los que proceden de la recolección y extracción de trozas de los montes, y que se consideran en general de uso económico nulo para su ulterior elaboración, y los que generan las propias industrias forestales durante el proceso de fabricación de madera, tableros contrachapados, tableros de partículas, etc. En la siguiente Tabla 1 se puede observar las fuentes de residuo:

Tabla 1: Fuentes de residuo de madera

Fuente	Tipo de residuo
Operaciones forestales	Ramas, agujas, hojas, tocones, raíces, madera de mala calidad y podrida, recortes y aserrín
Aserrío	Corteza, aserrín, recortes, madera partida, virutas, lijaduras
Producción de tableros contrachapados	Cortezas, almas, aserrín, recortes y residuos de chapas, recortes de paneles, lijaduras
Producción de tableros partículas	Cortezas, recortes de paneles, aserrín, lijaduras

FUENTE: FAO (1991)

Vásquez (2007) menciona que al aplicar las diferencias entre el volumen real y el aprovechamiento de una troza, deduce que solo el 52 por ciento es recuperable como producto primario y que el 48 por ciento restante se convierte en aserrín, cantos y despuntes.

Menciona además, que este 48 por ciento no debe verse simplemente como residuos ya que puede convertirse en combustible, energía, astillas para tableros aglomerados, abono orgánico, entre otros.

1.2. PROBLEMÁTICA DE LA ACUMULACIÓN DE RESIDUOS

Dancé (2007) menciona que en el sector forestal se generan residuos que tienen un bajo valor comercial y no tienen una correcta disposición final. Agrega que los productores optan por quemar los residuos, arrojarlos a los basureros quebradas y ríos, sin tener en cuenta la lenta degradación de estos materiales lo que contribuyen a la contaminación del entorno. Además Kambis *et al.* citado por la Comisión para la Cooperación Ambiental de Montreal “CCA” (2014) menciona que se estima que la quema de biomasa (madera, hojas, árboles, pastos y residuos agrícolas) produce 40 por ciento del dióxido de carbono (CO₂), 32 por ciento del monóxido de carbono (CO), 20 por ciento de la materia particulada o partículas de materia suspendidas (PM) y 50 por ciento de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) emitidos al ambiente a escala mundial.

Álvarez (2001) menciona que la acumulación de los residuos en los aserraderos puede llegar a obstaculizar el desarrollo del proceso productivo, por lo que es necesario que sean evacuados con prontitud. Algunos productores los venden o regalan a empresas que les dan diferentes usos, pero en muchas ocasiones se envían a los vertederos o se incineran indiscriminadamente, lo que es un derroche de materia orgánica rica en nutrientes. Agrega que el aserrín acumulado en el bosque o en los aserraderos constituye un depósito y un foco para la propagación de hongos (especialmente de los géneros *Fomes*, *Schizophyllum* y *Polyporus*, entre otros) que provocan la podredumbre de árboles moribundos o muertos con un contenido de humedad relativamente alto. Además indica que la acumulación de aserrín puede tener efectos ambientales negativos como: Dispersión de carbono en la atmósfera por descomposición de la materia orgánica, emisión de gases contaminantes producto de la exposición solar y altas temperaturas, elevación de la temperatura ambiental, contribución al efecto invernadero debido a la combustión de residuos y constituye un medio ideal para la propagación de plagas y enfermedades.

Aguirre *et al.* (2000) al igual que Álvarez (2001) indican que el uso de los residuos madereros es muy complejo, sobre todo en los países en desarrollo, y que esta posible utilización depende de consideraciones económicas y de los medios de transporte.

Guevara *et al.* (1993), comentan que en 1991 se procesó alrededor de 225 000 m³ de madera rolliza, que generaron aproximadamente 106 000 m³ de residuos, entre cantoneras, cantos, puntas y aserrín; mencionan además que las cantoneras se las dimensiona y comercializa para uso como linderos, con los cantos se fabrican palos de escoba, listones, parquet y carbón, las puntas se las vende como leña o junto con el aserrín son quemados o arrojados a los ríos, provocando costos adicionales de limpieza, transporte y contaminación ambiental. Según FAO (1991) en el aserrío se generan desperdicios del 17 por ciento en viruta, costeros y recortes y del 7,5 por ciento en aserrín y menudos. Además Dancé (2007) menciona que en la producción de madera aserrada se generan residuos de aserrín en Pucallpa de 11,7 por ciento y en Iquitos de 8,66 por ciento; este residuo tiene diversos usos como: biomasa para generar energía, pellets, relleno sanitario, lecho para animales, sustrato para hongos, entre otros.

2. “HONGO OSTRA”, “SETA”

2.1. GENERALIDADES

Mora y Martínez (2007) mencionan que el cultivo empírico de los hongos comestibles pertenecientes al género *Pleurotus* tuvo sus inicios en Alemania, alrededor de 1917, empleando micelio silvestre para la inoculación de troncos. Sin embargo, el primer cultivo a gran escala empleando troncos como sustrato sólo fue posible en 1969 en Hungría. A partir de entonces, el cultivo de *Pleurotus sp.* a pequeña y gran escala se ha desarrollado rápidamente en diversas partes del mundo, empleando los subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales disponibles regionalmente. Actualmente, aunque el Champiñón (*Agaricus sp.*) ocupa el primer lugar, tanto *Pleurotus sp.* como el Shiitake (*Lentinula edodes*) compiten por el segundo y tercer lugar en la producción comercial de hongos comestibles a nivel mundial. Es probable que la producción comercial de *Pleurotus sp.* continúe incrementándose en el corto plazo, por las siguientes razones: 1) Existe un gran número de especies potencialmente cultivables; 2) Las tecnologías de producción son relativamente sencillas y de bajo nivel de inversión; 3) Se han desarrollado cepas comerciales con amplio rango de temperaturas de fructificación y sustratos de cultivo; y 4) Las fructificaciones son bien aceptadas por los consumidores en muchos países. Además Guzmán y Ancona citados por Pacheco *et al.* (2005) mencionan que no fue sino hacia la segunda mitad del siglo XX, gracias al mejoramiento de las técnicas existentes, que esta industria se hizo presente de una manera importante en varios países de América.

2.2. TAXONOMÍA

Según NCBI (2015) y CoL (2016), *Pleurotus ostreatus* se encuentra clasificado taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino Fungi

División Basidiomycota

Subdivisión Agaricomycotina

Clase Agaricomycetes

Subclase Agaricomycetidae

Orden Agaricales

Familia Pleurotaceae

Genero *Pleurotus*

Especie *Pleurotus ostreatus* (Jacq.)

Nombre común Hongo Ostra

2.3. HÁBITAT

Stamets y Chilton (1983) y OECD (2005) coinciden en indicar que *Pleurotus ostreatus* es un descomponedor de madera, hongo saprófito o parásito débil y está ampliamente distribuida en Europa, América, Norte de África y Asia. En condiciones silvestres crece en tocones y ramas de árboles de hojas anchas muertos o debilitados, en bosques de ribera, parques y jardines. Su desarrollo ocurre durante la estación otoñal e inicio de primavera, aunque en sitios húmedos también es posible encontrarlo en otras estaciones del año. Varnero *et al.* (2010) mencionan que esta especie presenta gran versatilidad y adaptabilidad, ya que tolera un rango amplio de temperaturas; además, presenta resistencia a plagas y enfermedades, y se puede cultivar prácticamente sobre cualquier sustrato lignocelulósico como troncos, corteza o aserrín.

2.4. MORFOLOGÍA

En la Figura 1 se puede observar la estructura básica del hongo *Pleurotus ostreatus* que son descritas por Furci (2007) y García (2007), ambos coinciden en indicar que el cuerpo fructífero se desarrolla en terrazas de píleos convexos con un estípite excéntrico o ausente. Tienen forma de ostra. Es de color gris oscuro cuando joven, y gris ocre al envejecer. Es liso y tiene el margen irregular y lamelas anchas, juntas y decurrentes de color crema. El estípite es blanco, corto y de forma cilíndrica por lo general. Es grueso y firme. Sus esporas, vistas al microscopio, son alargadas, casi cilíndricas, miden 7 a 11,5 x 3 a 5,6 micras y son de color gris claro con tono lila. Es de textura firme, con olor fúngico y un sabor agradable, algo dulzón.



Figura 1: Partes del “Hongo ostra”

FUENTE: Propia.

2.5. CICLO DE VIDA

En la Figura 2 se puede observar el ciclo de vida de un basidiomycota que es explicado por Albertó (2008), el cual indica que el estadio más pequeño de la fructificación es conocido como primordio, estos son como pequeños alfileres donde la cabeza corresponde al futuro sombrero. En pocos días, el basidiocarpio va creciendo hasta llegar a la madurez; en este estadio de desarrollo se producen las esporas que son expulsadas por los extremos del basidio después de que ocurre una serie de fenómenos celulares. En efecto, primero los dos núcleos que poseen las células del basidio se fusionan dando como producto un núcleo de

complemento $2n$ y ocurre en forma inmediata la división meiótica. De este modo, las esporas resultantes son haploides (n). Cuando las condiciones son favorables, la espora germina y produce un tubo germinativo, la hifa crece, se ramifica y da origen al micelio. Este micelio es monocarionte porque proviene de una espora (n) y por ello deberá aparearse con otro micelio (n) compatible, proveniente de otra espora de la misma especie. Una vez que los micelios compatibles se unen el resultado es un micelio dicarionte, técnicamente denominado ($n + n$). Este micelio producirá nuevas fructificaciones cuando las condiciones le sean favorables. Es importante destacar que estas fructificaciones que se produzcan serán genéticamente diferentes al basidiocarpo que les dio origen.

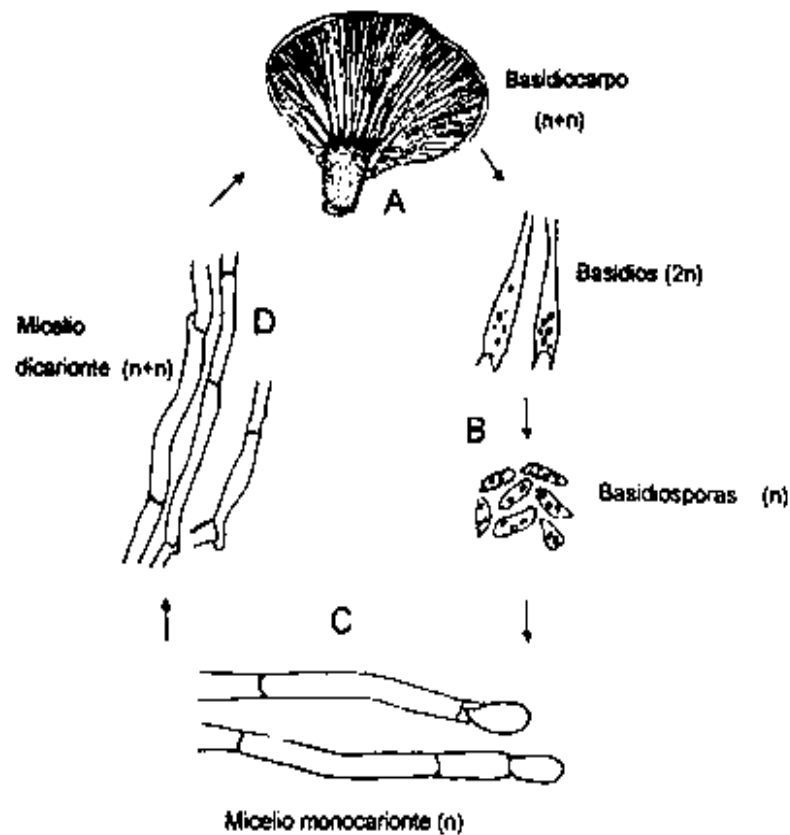


Figura 2: Ciclo de vida de un Basidiomycota

FUENTE: Albertó (2008)

2.6. COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES NUTRICIONALES

Gaitán *et al.* (2006) indican que *Pleurotus ostreatus* con frecuencia es llamado “carne vegetal” debido a la versatilidad de este como ingrediente en diversos platillos. Además Romero, citado por Carvajal (2010) menciona que el hongo *Pleurotus ostreatus* posee grandes cualidades nutricionales como se puede apreciar en la Tabla 2; entre las que destaca su alto contenido de proteína (incluyen la mayoría de los aminoácidos esenciales), vitaminas (complejo B y ácido ascórbico), fibra y minerales, además de presentar un bajo contenido de grasas lo que lo hace atractivo para personas con problemas de colesterol y exceso de urea.

Tabla 2: Contenido nutricional del hongo *Pleurotus ostreatus*

Agua	92,20 %
Materia seca	7,80 %
Ceniza	9,50 %
Grasa	1,00 %
Proteína bruta	39,00 %
Fibra	7,50 %
Fibra cruda	1,40 %
Nitrogeno total	2,40 %
Calcio	33,00 mg/100g
Fósforo	1,34 mg/100g
Potasio	3793,00 mg/100g
Hierro	15,20 mg/100g
Ácido ascórbico (Vit. C)	90-144,00 mg/100g
Tiamina (Vit. B1)	1,16-4,80 mg/100g
Niacina (Vit. B5)	46-108,70 mg/100g
Ácido fólico	65,00 mg/100g

FUENTE: Romero, citado por Carvajal (2010)

Además de ser visto como un alimento de alto valor nutricional, la medicina tradicional le atribuye propiedades de actividad antiviral y anti cancerígenas y antihipercolesterolémicas (Cohen *et al.*, 2002 citado por Nevárez 2012). Se han identificado sustancias con propiedades antitumorales e inmunomodulatorias en diversas especies de hongos, siendo las más potentes y mejor conocidas algunos polisacáridos, como los beta-glucanos. Un estudio realizado en Korea recientemente en mujeres postmenopáusicas, sugiere que el consumo de hongos puede disminuir el riesgo de cáncer de mama. (Champiñón y Setas *et al.* s.f.)

2.7. PRODUCCIÓN MUNDIAL Y NACIONAL

Pacheco *et al.* (2005) menciona que el cultivo de *Pleurotus ostreatus* pertenece al siglo XX y a pesar de ser relativamente reciente, ha tenido un desarrollo muy rápido y en la actualidad se cultiva en casi todas las latitudes del mundo. Su caso merece una atención especial, debido a la diversidad de sustratos sobre los que es capaz de crecer además que permite apreciar de manera directa su impacto benéfico en el aprovechamiento de desechos agropecuarios. Además Chang *et al.* (2004) menciona que hay algunas especies que crecen y fructifican a una temperatura relativamente elevada, esta característica hace bajar los costos de producción en zonas tropicales o subtropicales, o incluso en las regiones templadas durante la temporada de verano. Es probable que la producción de este hongo aumente en el futuro próximo y que se desarrollen técnicas para el cultivo y fructificación que hará posible el cultivo de *Pleurotus sp.* en las regiones geográficas de diversas condiciones ambientales en una variedad de sustratos.

Según Martínez *et al.* (2007) actualmente la producción mundial supera los 7 millones de toneladas de hongos comestibles cultivados frescos por año, cuyo valor económico aproximado supera los 30 billones de dólares. La tasa promedio de incremento anual en la producción de hongos es superior al 11 por ciento. A nivel mundial, el Champiñón (*Agaricus sp.*) es el hongo comestible más importante con un nivel de producción superior a los 2 millones de toneladas métricas anuales, seguido por el Shiitake (*Lentinula spp.*) con más de 1.5 millones de toneladas, y las Setas (*Pleurotus spp.*) con alrededor de un millón de toneladas. La importancia ecológica de esta actividad radica en la utilización y reciclaje acelerado de millones de toneladas de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales utilizados como sustrato de cultivo. Tan sólo en España, alcanzan a comercializarse 1200-4000 kg de hongos silvestres por día, con precios al consumidor que oscilan entre 2-30 euros por kilo fresco de buena calidad, en las regiones de Cataluña, Lugo, Cuenca, Soria y Valencia.

Según Mendoza-Fernández (2014) en el Perú se debe ahondar más en el tema de cultivo de hongos comestibles ya que la población mundial que los consume está en crecimiento, se debe buscar estrategias para la exportación que satisfagan las exigencias y demanda. Se han encontrado investigaciones que dan un camino hacia la producción de hongos. El mismo autor indica que en el ámbito nacional, existen investigaciones variadas sobre el tema, desde estudios preliminares acerca de propiedades, formas de consumo, y similares, pasando a

temas sobre modelos para incrementar la oferta exportable hasta la formación de empresas productoras de hongos comestibles. Además Pardo- Quispe y Urtecho-Vega (2011) citados por Mendoza-Fernández (2014) mencionan que se debe buscar un modelo para la asociatividad, con la finalidad de lograr un incremento de la oferta exportable, basándose en modelos mexicanos y argentinos los que también producen una variedad de hongos comestibles. Asimismo hacen un análisis comparativo entre la producción chilena y la producción peruana, en la que se llegó a la conclusión de que ambas son similares.

2.8. PRODUCCIÓN DE *PLEUROTUS OSTREATUS*

2.8.1. PREPARACIÓN DEL INÓCULO (“SEMILLA O SPAWN”)

Chimey y Palomo (2012) indican que la ejecución de esta etapa debe realizarse en condiciones asépticas en el laboratorio. Consiste en la siembra y propagación del micelio a partir de una cepa original (cultivo puro) en óptimas condiciones fisiológicas. Los mismos autores mencionan que la técnica básica para la producción de la semilla o spawn es la del micelio en grano, en la cual se utilizan como insumo principal los granos de diversos cereales, siendo de gran aceptación el trigo debido a su disponibilidad y rendimiento. A partir de un cultivo puro se realizan repiques en placas petri servidas con medios de PDA y una vez invadido se coloca fracciones del medio invadido en el substrato intermedio (grano de trigo) que ha sido previamente pre – cocido y esterilizado en frascos de 500 ml. de capacidad o en bolsas de polipropileno de grosor #2. Estos frascos con los granos de trigo invadido se incuban a 23°C en oscuridad, estos serán invadidos por completo por el micelio al cabo de dos semanas, tendrán un aspecto algodonoso y blanco, cualquier otra coloración indica contaminación y todo debe ser descartado.

2.8.2. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Según Ardón (2007) el cultivo de *Pleurotus ostreatus* se puede realizar en una amplia variedad de substratos lignocelulósicos residuales y en un amplio rango de temperaturas, esto hace que su cultivo sea el más sencillo de todos los hongos cultivados comercialmente. Los substratos más utilizados para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en bolsas es la paja de cereales ya que se encuentra en abundancia. Debido a que la seta puede crecer sobre cualquier medio rico en tejidos vegetales de sostén (celulosa, hemicelulosas y lignina, que el hongo degrada para alimentarse), se pueden aprovechar para el cultivo diversos

subproductos agrícolas o forestales como tallos y restos de mazorcas de maíz, plantas secas de girasol, henos, viruta, ramas, hojas, aserrín, viruta e incluso cartones o papel.

Palomo (1999) al igual que France *et al.* (2000) mencionan que los árboles que se emplean son de madera blanda y blanca, no resinosa y desprovista de taninos como el Álamo y el Sauce; especies como Pino o Eucalipto pueden ser colonizados, pero la notoria presencia de resinas puede dar como resultado la obtención de un producto con gustos fuertes y desagradables. En el caso de troncos estos deben estar sanos y con la corteza y tener de 3 a 6 meses de corte, además deben ser cortadas al final del otoño o en invierno y su humedad oscila entre 43 a 50 por ciento; si están recién cortados, se debe esperar que las trozas dejen de botar resinas u otras secreciones propias del corte. Además Orensanz y Navarro (1979) mencionan que al basarse el cultivo en el proceso de pudrición de la madera, cuanto más dura sea esta más lenta es su descomposición y, por tanto, más tardan las setas en salir.

García (2007) al igual que Albertó (2008) indican que si se utiliza paja esta debe estar cortada en trozos de 2 a 5 cm, ya que favorece la posterior colonización del sustrato por el micelio ya que este tamaño permite una mejor retención de humedad y manejo. Cuando se utiliza aserrín se debe evitar utilizar aquellos cuyo tamaño de partícula sea menor a 1 mm de diámetro, si se emplea este sustrato es ideal mezclarlo en una proporción de 50:50 con viruta. La viruta sola tampoco es del todo aconsejable, el sustrato es demasiado laxo y no se logra una buena incubación. El sustrato debe estar bien hidratado 70 – 80 por ciento de humedad; el crecimiento del micelio se verá limitado por valores debajo de este, mientras que el exceso de humedad puede asfixiar al hongo al carecer de los suficientes espacios con aire para crecer.

Albertó (2008) menciona que en el caso del aserrín u otros sustratos se pueden utilizar aditivos como afrecho de trigo o arroz, paja de arroz, cáscara de arroz, entre otros, para incorporar nutrientes que mejorarán los rendimientos o la calidad final de los hongos producidos; el suplemento representa no más del 30 por ciento del total del peso del sustrato. Sin embargo se debe tener en cuenta dos factores importantes; los suplementos aumentan la posibilidad de contaminación porque el aporte de nutrientes favorece el crecimiento de todos los microorganismos lo que incluye a aquellos que actúan como contaminantes, por eso es importante una correcta pasteurización o esterilización. El siguiente factor es la generación de calor; los sustratos más ricos en hidratos de carbono producen en la etapa de incubación un aumento importante de la temperatura que se debe controlar estrictamente.

Según García (2007) lo más importante de la preparación del sustrato es el tratamiento térmico a que hay que someterlo para destruir parásitos, agentes patógenos, semillas y posibles competidores. Por otro lado, si se pasa de la temperatura adecuada se corre el riesgo de desnaturalizar las proteínas, aminoácidos y otros polisacáridos, dejando el sustrato empobrecido.

2.8.3. INOCULACIÓN E INCUBACIÓN

Según Albertó (2008), la inoculación o siembra es el proceso mediante el cual se inocula el sustrato con la semilla o inoculante del hongo a utilizar y la incubación es el proceso con que se logra que el micelio colonice e invada rápidamente al sustrato.

Para la inoculación en bolsas es necesario dejar enfriar el material después de la pasteurización para que su temperatura a la siembra no supere los 35°C, lo ideal es que este entre 25-28°C y con una humedad de 70 por ciento. Hay varias maneras de realizar la siembra: de forma alternada, se realiza alternando una capa de sustrato con una capa de semillas de esta forma la distribución se hace lo más homogénea posible, otra siembra es en masa, consiste en mezclar la semilla sobre una mesa o estante. La cantidad de semilla que se emplea varía del 1 al 5 por ciento del peso del sustrato húmedo, siendo el 3 por ciento la cifra más común. Finalizada la inoculación se cierra la bolsa haciendo un pequeño nudo en la parte superior. Luego se llevan las bolsas a la sala de incubación; conviene colocar las bolsas sembradas separadas unas de otras o ponerlas sobre soportes de alambre para que el aire al circular entre ellas evite sobrecalentamiento. Durante la incubación la temperatura del micelio debe mantenerse entre 24-28°C y no exceder de los 35°C ya que es letal para el micelio. La mayoría de las cepas crecen bien entre 20 y 30°C sin cambios aparentes en la velocidad de crecimiento. Al cabo de 15 o 30 días, el micelio cubrirá totalmente el sustrato se verá como un bloque blanquecino; para eso es aconsejable abrir alguna de las bolsas y verificar el crecimiento. (García 2007, Albertó 2008). Además Varnero *et al.* (2010) menciona que en la fase inicial de invasión del micelio se requiere promover una condición de semi-anaeróbica y esto se realiza con algunas perforaciones en las bolsas.

2.8.4. INDUCCIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Santa María (2005) menciona que el periodo de formación del primordio es una de las fases más críticas en el cultivo de setas. La duración de la formación de primordio (inducción) puede ser tan corto como dos días o tan largo como 14 días. Luego que el micelio ha colonizado completamente el sustrato, la formación del carpóforo debe ser favorecido. En

general la clave para la fructificación es alterar el ambiente circundante. El cambio del conjunto de variables ambientales a favor de la formación del cuerpo fructífero se conoce como “estrategia de iniciación”. Las setas se forman mejor cuando la temperatura de crecimiento de la semilla o blanco se disminuye hasta la ideal para la fructificación, se adiciona agua, se aumenta la humedad, se disminuye la concentración de CO₂ mediante incremento del intercambio de aire y se introduce o mantiene la iluminación (con pocas excepciones). Además Talledo (2006) menciona que cuando se trabajan en bolsas la fructificación se puede detectar cuando se ve que hay unas pequeñas protuberancias que sobresalen.

Talledo (2006) en su ensayo con aserrín de “Eucalipto” y el hongo “Oreja de Judas” aumentó inmediatamente la humedad relativa del ambiente a 90-95 por ciento y con una temperatura que oscilaba entre 16 y 19°C, esto lo realizó cuando observó pequeñas protuberancias en las bolsas. Además Varnero *et al.* (2010) en su ensayo con residuos forestales (astillas de 2cm), dejaron las bolsas con el sustrato totalmente invadido a temperatura ambiente (15°C aproximadamente) y luminosidad normal (200lux) durante 12 días, de este modo consiguieron estimular la brotación del hongo exponiendo los sustratos a un golpe de frío; dado que esta fase es aeróbica, se retiraron las bolsas plásticas, lo que permitió mantener la forma inicial del recipiente conformando una torre. Los sustratos se regaron periódicamente para mantener una humedad cercana al 70 por ciento.

2.8.5. COSECHA

Después de estar en un periodo de tiempo en el área de fructificación, el hongo (el pileo o sombrero) se ha desarrollado completamente existiendo racimos de hongos u hongos en forma individual; en ambos casos, las fructificaciones se deben cortar antes de la producción de esporas, el sombrero debe de estar lo más plano posible para proceder a cosechar, si el sombrero tiene un posición convexa; el tiempo de cosecha se está pasando. Para el corte se puede emplear un cuchillo bien afilado o bien una tijera de las denominadas multipropósito que corta hasta hojalata. (Santa María 2005, Albertó 2008).

La producción no es continua sino en oleadas productivas. Cada bolsa produce tres o cuatro oleadas cada diez días aproximadamente. Un concepto interesante es que tanto la cantidad como la calidad de los hongos no se mantienen sino que, por el contrario, ambas disminuyen en cada oleada. Cuando finaliza la oleada, hay un período de recuperación estimado de diez días, luego comienzan a formarse otra vez los primordios. Estos pueden salir en cualquier

lado de la bolsa independientemente de donde hayan salido la primera vez.. En México muchos cultivadores hacen cortes en la bolsa para la primera oleada y la retiran para la segunda y sucesivas, argumentando que esto facilita el manejo (Albertó, 2008)

2.8.6. CONTAMINANTES, ENFERMEDADES Y PLAGAS

Gaitán *et al.* (2006) al igual que Ardón (2007) mencionan que este es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de setas. Aunque se pueda proporcionar cierta protección durante el proceso de elaboración del substrato, el cultivo de *Pleurotus ostreatus* está expuesto, como cualquier otro cultivo, a alteraciones que pueden ocasionar descensos en el rendimiento o bien depreciar la calidad comercial del producto y pueden presentarse en cualquier fase del ciclo de cultivo, afectando de manera adversa la cosecha final. Por esto es aconsejable reconocerlas en un estadio temprano con el fin de limitar la extensión de los daños. El cultivo de setas y de champiñón, comparten la mayoría de las plagas y enfermedades. Esta situación puede originar problemas adicionales en algunas regiones en las que las explotaciones de champiñón y de especies de *Pleurotus spp.* (setas) se encuentran entremezcladas.

a. Contaminantes

Los contaminantes aparecen por lo general en la fase de incubación y esto es debido principalmente a la mala pasteurización del substrato, al mal manejo del mismo o a la falta de higiene en el momento de la siembra. En la Figura 3 se puede observar algunos contaminantes, estos pueden ser hongos (mohos), bacterias o levaduras siendo los de mayor importancia los hongos como *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Neurospora*, *Mycogone* y *Coprinus*. Estos hongos aparecen en forma de manchas verdes, amarillentas, negras y/o anaranjadas sobre el substrato, invadiéndolo de forma rápida y evitando el crecimiento micelial de las setas. Su presencia se ve favorecida por la alta humedad en el ambiente y en el substrato, así como por alta temperatura, luz directa y substrato mal pasteurizado, entre otros.



Figura 3: Contaminantes (*Trichoderma* y *Coprinus*)

FUENTE: Ardón (2007)

b. Enfermedades

Las enfermedades que se manifiestan en las fructificaciones son causadas en gran medida por bacterias y virus. Estos microorganismos se propagan rápidamente a través del agua, de insectos o utensilios sucios, por lo que su tratamiento y control es realmente difícil. Las enfermedades se favorecen con la humedad excesiva, el calor y una escasa ventilación, provocando que en los púleos de los hongos, aparezcan zonas de color amarillo, anaranjado o café, que se pudren con rapidez y despiden un mal olor, afectando los rendimientos de producción. Una de las principales bacterias que causan estas manchas en las fructificaciones son las *Pseudomonas*. (Gaitán *et al.*, 2006)

Ardón (2007) menciona las siguientes enfermedades:

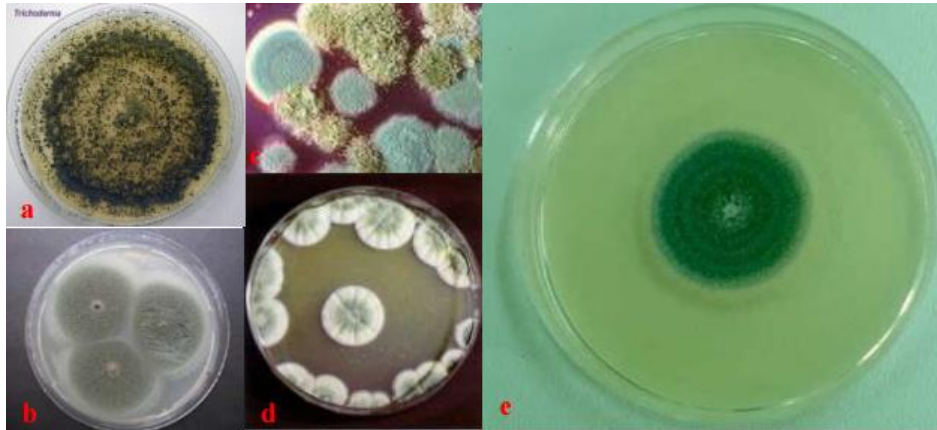
b.1. Telaraña (*Dactylium dandroides*)

Los filamentos de este hongo crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. En las partes viejas las formas perfectas forman puntos rojizos. Los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento-parduscos y se acelera su descomposición. Puede atacar a las setas recolectadas. Esta enfermedad aparece con humedad excesiva, el calor y la escasa ventilación. Para su control se deben cubrir con cal viva en polvo, sal, formalina 2

por ciento o soluciones de benomyl las zonas afectadas. También se puede emplear zineb, mancozeb, carbendazin o thiabendazol.

b.2. Hongos verdes

En la Figura 4 se puede observar a numerosos hongos pertenecientes a los géneros *Trichoderma*, *Penicillium* y *Aspergillus*, que se caracterizan por tener en común la coloración verdosa de las fructificaciones conídicas y por desarrollarse preferentemente en el substrato durante el curso de la incubación. Aunque también, representan problema en el laboratorio durante la producción de semilla. A diferencia de la mayoría de hongos competidores, las especies de *Trichoderma* no dependen exclusivamente de los nutrientes solubles fácilmente disponibles, ya que también son capaces de descomponer la celulosa del substrato. Esta característica junto a su capacidad para funcionar eficazmente como saprófitos o parásitos y su elevada tasa de crecimiento, les convierte en los hongos más dañinos del cultivo de *Pleurotus ostreatus*. *Trichoderma* invade rápidamente el substrato y obstaculiza el crecimiento del micelio de *Pleurotus* mediante la producción de toxinas y antibióticos, al tiempo que ocasiona un descenso del nivel de pH hasta valores de 4-5, que son más favorables para su desarrollo. Inicialmente se puede observar en el substrato un moho de color blanco que vira a verde, adquiriendo posteriormente color gris verde-azulado debido a la abundante producción de conidios. Para evitar la aparición de *Trichoderma* puede intentarse ajustar el pH del substrato a valores alrededor de 7.5, utilizando para ello caliza o procesos de fermentación cortos. *Penicillium*, es otro competidor de coloración verde. Su manifestación se ve favorecida por la aplicación de tratamientos térmicos insuficientes y por la falta de medidas higiénicas en las áreas de siembra e incubación. Se ha detectado en substrato recién elaborado y a lo largo de las fases de incubación y fructificación. Suele aparecer en las aberturas de paquetes en los que se produce condensación de la humedad, impidiendo así la fructificación normal de los carpóforos.



(a) *Trichoderma*, (b) *Aspergillus fumigatus*, (c) *Aspergillus* y *Penicillium*, (d) *Aspergillus* y (e) *Penicillium*

Figura 4: Contaminantes comunes en el laboratorio y durante el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

FUENTE: Ardón (2007)

c. Plagas

Las plagas las constituyen insectos que atacan a los cultivos tanto en incubación como en el área de producción, atraídos por el olor del sustrato, estos insectos son de las llamadas «moscas de los hongos» como los Dípteros del género *Lycoriella* que ponen sus huevecillos en el sustrato donde en un principio se alimentan del micelio del hongo y después de las fructificaciones adultas. Otros insectos comunes en los cultivos de setas son las llamadas «catarinas»: pequeños escarabajos de los géneros *Mycotretus* y *Pseudyschirus* que se comen los hongos en desarrollo. (Gaitán *et al.*, 2006)

c.1. Colémbolos

Son insectos diminutos sin alas 1.5 mm de longitud, que forman pequeñas galerías secas y de sección oval en el contexto de los hongos. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas del himenio que hay bajo el píleo del carpóforo. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. En la Figura 5 se puede observar a la especie *Hypogastrura armata*, que también se alimenta de las esporas del hongo. (Ardón, 2007)



Figura 5: *Hypogastrura armata*

FUENTE: Ardón (2007)

c.2. Dípteros

Como en el caso del champiñón, los cultivos de *Pleurotus ostreatus* pueden ser afectados por Esciáridos, Fóridos y Cecidómidos; en la Figura 6 se puede observar a un Cecidómido en estado adulto y larva. El daño lo causan sus larvas que se comen las hifas del micelio, hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y luego en los sombreros. Destacan algunas especies de mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila* y moscas del género *Megaselia*. Para el control de *Colémbolos* y de *dípteros* se recomiendan medidas preventivas como colocación de filtros junto a los ventiladores, eliminación de residuos, tratamiento térmico de los sustratos para eliminar huevos y larvas, etc. También pueden emplearse distintos insecticidas: diazinón o malatión en polvo mezclados con el sustrato, nebulizaciones con endosulfán o diclorvos, etc. (Ardón 2007; Rojas 2004)



Figura 6: Adulto y larvas de un Cecidómido

FUENTE: Ardón (2007)

3. “BOLAINA BLANCA”

Familia: Sterculiaceae

Nombre científico: *Guazuma crinita* Martius

Nombre común: “Bolaina blanca”, “Bolaina”

Sinónimos botánicos: *Guazuma rosea* Poeppig

Reynel *et al.* (2003) menciona que es un árbol de 25 – 80 cm de diámetro y 15 – 30 m de altura total. Su distribución es muy amplia, desde Centroamérica a la región Amazónica, hasta el sur de Brasil y Bolivia, mayormente hasta los 1500 msnm. Esta especie abunda en la Amazonia peruana, es una especie heliófita, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a caminos y zonas con alteración antropogénica. Suele presentarse en suelos limosos a arenosos, muchas veces de escasa fertilidad. Por otro lado CNM (1996), menciona que esta especie habita dentro de las zonas ecológicas de bosque húmedo pre montano tropical (bh-PT), bosque seco tropical (bs-T) y bosque muy húmedo sub tropical (bmh-ST). Además, en el Perú se encuentra en las regiones de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali.

Consortio Agroforestal (2008), describe a esta especie como líder, pionera y de rápido crecimiento del bosque secundario, capaz de desarrollar productos masivos de calidad y estandarizados considerando su bajo costo de extracción, transporte y procesamiento industrial. La modalidad de plantación es en base a una densidad de 1,111 plantas por hectárea, con un esparcimiento de árbol a árbol de 3 x 3 m. Además Reynel *et al.* (2003) menciona que la supervivencia de esta especie en plantación suele ser alta. En el valle de Chanchamayo (11°05S, 74°45W, 900 msnm; 2010 mm precipitación total anual) se ha observado plantaciones que alcanzan 25-30 cm de diámetro y 12-15 m de altura en 5 años.

Esta especie puede presentar daños por insectos (frutos, madera, hoja): los coleópteros (familias Lyctidae y Anobiidae) y larvas de lepidópteros atacan los frutos, los cerambícidos atacan la madera (ramas de 3 cm de diámetro) y las hojas son atacadas por áfidos.

Por ser una especie de rápido crecimiento es utilizado para sistemas agroforestales, se ha plantado en asociación con “Cocona” en Tingo María, después de dos años de establecido la especie alcanzó una altura de 2,5 m. (INRENA, 1999)

La madera es de buena calidad, aunque blanda y liviana, de color blanco en la albura y marrón muy pálido en el duramen cuando seca, con grano recto y textura media (INIA - OIMT, 1996). La CNF (Cámara Nacional Forestal) (s.f.), menciona que la madera es moderadamente susceptible al ataque biológico. Se le usa en carpintería, elaboración de utensilios pequeños como paletas de chupetes, mondadientes, palos de fósforos, artesanía; en años recientes se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados. Otros usos encontrados en el mercado son: embalajes para cajas de productos agrícolas, laminados, palos de escobas, y pulpa de papel.

Según Egoavil (1992) la madera de la especie *Guazuma crinita* presenta la siguiente composición química:

Tabla 3: Composición química de la madera de *Guazuma crinita*

Componentes químicos	%
Extractivos alcohol benceno	1,44
Extractivos en agua caliente	4,09
Celulosa	53,48
Lignina	24,48
Cenizas	1,97
Sílice	0,19
Hemicelulosa	18,87

FUENTE: Egoavil (1992)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Fisiología Vegetal del Departamento de Biología - Facultad de Ciencias y en el Invernadero del Jardín Botánico “Octavio Velarde Nuñez” de la UNALM, con temperaturas entre 15 - 31°C y con humedad entre 57-75 por ciento durante el experimento, ambos están ubicados geográficamente a 240 msnm, 12°05 de latitud Sur y 76°51 de longitud Oeste, en el Distrito de la Molina – Lima - Perú.

2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1. MATERIAL LIGNOCELULÓSICO (SUSTRATOS)

- Residuos del procesamiento industrial de la madera de *Guazuma crinita* proveniente de la planta industrial de la empresa MAQUIWOOD ubicada en el km 85.8 de la carretera Federico Basadre, Von Humboldt, Ucayali, diferenciando tres tipos: a) Partículas de madera y corteza, residuos de la operación de descortezado; b) Aserrín de madera, residuo de las operaciones de aserrío; y c) Viruta, residuo de la operación de cepillado. En la planta industrial, los dos primeros residuos son regalados para la crianza de pollos, y el tercer residuo no tiene uso definido. (Ver Anexo 8)
- Paja de Arroz (Especie testigo).
- Afrecho de arroz.

2.2. MATERIALES

- Cepa de *Pleurotus ostreatus*, del Laboratorio de Fisiología Vegetal del Departamento de Biología.
- Levadura de cerveza.
- Agar - Agar.
- Cal agrícola.

- Afrecho de arroz.
- Tubos de ensayo (150x20mL).
- Pipeta (10mL).
- Mechero de alcohol.
- Placas Petri de 100mm de diámetro.
- Espátula.
- Agua destilada.
- Alcohol de 96°.
- Aspersor.
- Mandil.
- Regla.
- Marcador de tinta.
- Esponja.
- Bolsas de polipropileno de 20x40x0.3cm.
- Pabilo.
- Cilindro de 200 L.

2.3. EQUIPOS

- Microscopio estereoscópico – Marca Carl Zeiss (GSZ).
- Refrigerador de uso doméstico – Marca Frigidaire (4°C).
- Olla a presión – Marca Record (15 L).
- Cocina eléctrica de dos orillas – Marca Philips.
- Balanza de precisión – Marca Sauter (± 0.001 g).

- Balanza analítica - Marca Ohaus (± 0.01 g).
- Balanza de platillo - Marca Ohaus (± 0.1 g).
- Dinamómetro – Marca Chatillon´s (± 0.5 kg)
- Cámara de Flujo laminar – Marca Eaci.
- Termómetro de máxima y mínima – Marca Haut-top-oben.
- Potenciómetro (pH-metro) – Marca Eutech Instruments (± 0.1 pH)

3. PROCEDIMIENTO

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LA MADERA DE “BOLAINA BLANCA”

3.1.1. DETERMINACIÓN DEL PH

Para medir el pH se usó un potenciómetro y se preparó el sustrato en volumen 1:1 con agua destilada, de acuerdo al procedimiento indicado por Salinas y García (1985).

3.1.2. DENSIDAD APARENTE

Se recolectó dos muestras de 100 g por tipo de residuo (partículas, viruta y aserrín), luego se vaciaron en un recipiente de volumen conocido y se golpeó suavemente el recipiente hasta que el volumen de aserrín se uniformice, luego se procedió a medir la altura que ocupa el residuo para determinar el volumen. Se determinó la densidad utilizando la siguiente relación indicada por Bustamante (2013):

$$Da = \frac{m}{v}$$

Donde:

Da: Densidad aparente del residuo en g/cm³.

m: Masa de la muestra del residuo en g.

v: Volumen de la muestra del residuo en cm³.

3.1.3. TAMAÑO DE PARTÍCULAS

Se recolectó una muestra de 100 g por tipo de residuo (partículas, viruta y aserrín), estas muestras se hicieron pasar a través de tamices con aberturas de mallas estandarizadas. Se empezó con el tamiz de mayor ancho de entramado. Se utilizaron las siguientes mallas de tamiz:

Tabla 4: Número de malla para tamizaje

<i>N° de Malla</i>	<i>Abertura (mm)</i>
2	9,40
5	3,36
8	2,36
20	0,841
40	0,425
60	0,250
100	0,149

FUENTE: Gonzáles (2017) (Conversación personal)

Se procedió a pesar las muestras retenidas en cada tamiz. Luego se determinó el porcentaje de partículas retenidas por cada tamiz, a través de la siguiente relación indicada por Bustamante (2013):

$$T = \frac{mp}{m} \times 100$$

Donde:

T: Masa del residuo retenido por el tamiz en porcentaje.

mp: Masa del residuo retenido por el tamiz en g.

m: Masa del residuo total en g.

3.1.4. PORCENTAJE DE MADERA – CORTEZA DE LAS PARTÍCULAS

Se seleccionó dos muestras de 5 g del residuo tipo partícula y se procedió a separar manualmente la corteza de la madera; estos se pesaron por separado y se determinó el porcentaje de madera y corteza con las siguientes relaciones propuestas para este estudio:

$$Mp = \frac{M}{m} \times 100 ; Cp = \frac{C}{m} \times 100$$

Donde:

Mp: Masa de la madera en porcentaje.

M: Masa de la madera en g.

Cp: Masa de la corteza en porcentaje.

C: Masa de la corteza en g.

m: Masa total de la muestra en g.

3.2. ESQUEMA BÁSICO PARA LA PRODUCCIÓN DEL “HONGO OSTRA”

En la Figura 7 se puede observar un esquema general del proceso de producción de *Pleurotus ostreatus* el cual sirvió como referencia para el presente estudio.

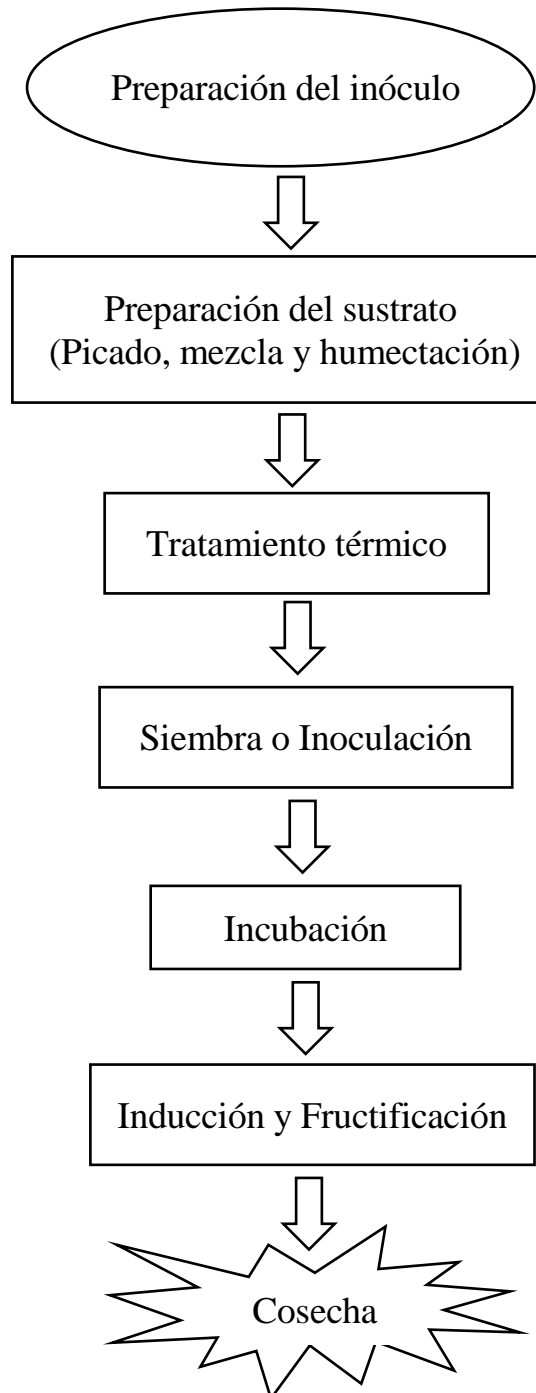


Figura 7: Esquema básico de producción del Hongo ostra

FUENTE: Elaboración propia.

3.3. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA – “SPAWN”

Para la preparación de la semilla de tomó como referencia la metodología propuesta en el Curso del cultivo de hongos comestibles – Chimey y Palomo (2012).

Se utilizó la cepa *Pleurotus ostreatus* proveniente del Laboratorio de Fisiología Vegetal del Departamento de Biología - Facultad de Ciencias.

A partir de un cultivo puro se realizaron repiques en tubos de ensayo con medios de PDA para luego usarlos para los frascos con granos pre-cocidos de 500 ml.

Se prepararon frascos de 500 ml de capacidad (como el que se muestra en la Figura 8), boca ancha y de tipo pirex capaces de soportar un proceso de esterilización en autoclave.

Paralelamente a la preparación de los frascos, se pre-cocieron granos de trigo entero (con cáscara) en agua (1 kg por cada 1,5 L) por cerca de 15 minutos a fuego lento, se calculó la cantidad de agua y el tiempo de cocción de modo que los granos de trigo no revienten.

Los granos pre-cocidos se escurrieron y se dejaron orear. Cuando alcanzaron una humedad entre el 40 y 50 por ciento se les mezcló con carbonato de calcio (20g por kg de trigo cocido) con el propósito de disminuir la acidez y servir como fuente de calcio. La humedad de los granos cocidos se evaluó empíricamente, considerándose una humedad correcta cuando los granos se pueden coger sin que se peguen a las manos.

Los granos se llenaron en los frascos dejando vacío el tercio superior, se les colocó la tapa, se cerró y se esterilizó por 30 minutos en una olla de presión. Se tomó en cuenta que el tiempo de esterilización varía dependiendo del tipo de envase y de la cantidad de granos en su interior.

Luego de la esterilización se dejaron enfriar y se procedió a la inoculación de los frascos con el micelio de los tubos de propagación. Este procedimiento consistió en cortar el micelio crecido en las placas en cuadrados de aproximadamente 1,5 cm de lado, introduciéndolos luego en los frascos con los granos de trigo.

Se incubaron a 23°C en oscuridad (cada cierto tiempo se agitaron los frascos, para homogenizar el crecimiento), todo el trigo estuvo invadido por el micelio al cabo de dos semanas, teniendo un aspecto algodonoso y blanco, cualquier otra coloración indicó contaminación y esto debió ser descartado.

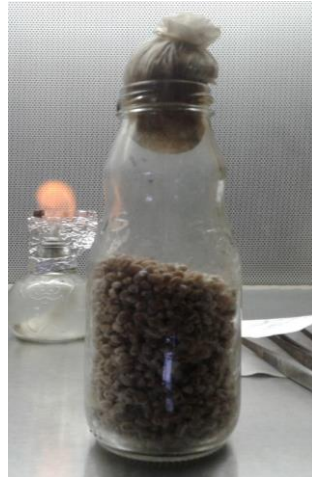


Figura 8: Frasco con granos pre-cocidos invadidos por el micelio

FUENTE: Elaboración propia.

3.4. CULTIVO “IN VITRO” EN PLACA PETRI

Esta prueba se realizó para determinar la posible presencia de sustancias inhibidoras en los materiales lignocelulósicos a utilizar como sustratos.

Se prepararon medios de cultivo de Paja dextrosa agar y Bolaina dextrosa agar (de cada residuo: partículas, viruta y aserrín) de la siguiente manera: Se colocaron los sustratos y el agua destilada en vasos precipitados para darles hervor entre 5 y 10 minutos, luego de esto se filtraron uno por uno hasta obtener los 150ml de cada extracto y después se volvieron colocar estos extractos en los vasos precipitados para agregarles los componentes restantes de la formulación mientras se les daba hervor nuevamente por 10 minutos (moviendo constantemente la mezcla) y una vez que paso el tiempo de hervor estos se sometieron a esterilización junto con las placas a utilizar en una olla a presión a 15 lbs de presión y 120°C por 40 minutos y luego se procedió a verter el medio en las placas petri y se dejó que solidifique. Para la preparación de los medios se utilizó la siguiente formulación:

Tabla 5: Formulación de los medios de cultivo

Tratamiento	Proporciones
T1 (Testigo)	Pj (38 gr) + Agua destilada (150 ml) + Agar (2,2 g) + Dextrosa (1,5 g) + Levadura (0,225 g)
T2	P (38 gr) + Agua destilada (150 ml) + Agar (2,2 g) + Dextrosa (1,5 g) + Levadura (0,225 g)
T3	V (38 gr) + Agua destilada (150 ml) + Agar (2,2 g) + Dextrosa (1,5 g) + Levadura (0,225 g)
T4	A (38 gr) + Agua destilada (150 ml) + Agar (2,2 g) + Dextrosa (1,5 g) + Levadura (0,225 g)

FUENTE: Elaboración propia.

Leyenda:

Pj: Paja de Arroz.

P: Partículas del descortezado (Madera + Corteza).

A: Aserrín.

V: Viruta.

Una vez que se solidificó el medio se procedió a marcar las placas con un código y con un plumón indeleble se trazaron dos diámetros perpendiculares entre sí, para facilitar la medición del crecimiento radial de los micelios. Se colocó un grano de trigo invadido por el micelio de *Pleurotus ostreatus* al centro de cada placa Petri y finalmente se sellaron estas con parafilm (Figura 9).

Un día después de la siembra, se procedió a evaluar el crecimiento del micelio, se midió 4 radios cada día hasta que el micelio invadió toda el área de la placa petri.

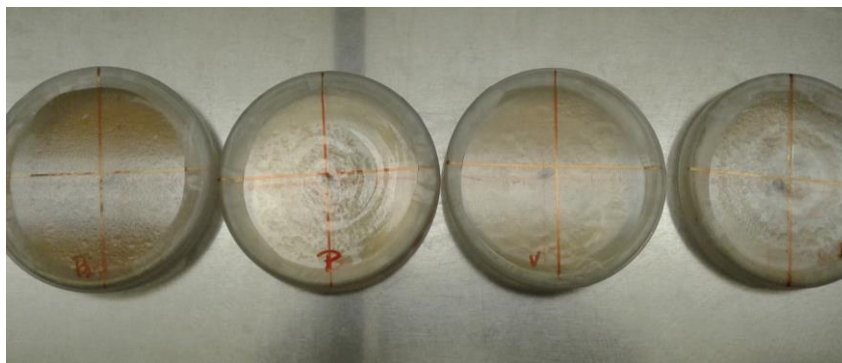


Figura 9: Placas petri listas para la evaluación

FUENTE: Elaboración propia.

3.5. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

La “Paja de arroz” (Pj) se trituro hasta alcanzar partículas de dos a cinco centímetros.

Se colocó los sustratos en sacos, se humedecieron con agua por una semana hasta alcanzar la humedad requerida (70 – 80 por ciento).

Se determinó la humedad de cada sustrato, según Norma ASTM D – 1762 (Por diferencia de peso se determina el contenido de humedad expresado en porcentaje).

Las mezclas para cada tratamiento se prepararon según se indica en la Tabla 6 y cada tratamiento tuvo 5 repeticiones (1,5 kg de sustrato + 4g de grano invadido por el micelio/repetición).

Tabla 6: Proporciones de partículas sustrato-tratamiento

<i>Tratamiento</i>	<i>Proporciones</i>
T1 (Testigo)	Pj (89%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)
T2	P (89%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)
T3	A (89%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)
T4	V (89%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)
T5	P (44,5%) + A (44,5%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)
T6	P (44,5%) + V (44,5%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)
T7	A (44,5%) + V (44,5%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)
T8	P (29,6%) + A (29,6%) + V (29,6%) + Afrecho (10%) + Cal (1%)

FUENTE: Elaboración propia.

Leyenda:

Pj: Paja de Arroz.

P: Partículas del descortezado (Madera + Corteza).

A: Aserrín.

V: Viruta.

Afrecho: Afrecho de arroz.

Cal: Cal agrícola.

Se colocó el sustrato en bolsas de polipropileno (1,5 kg/bolsa), la bolsa se cerró con pabito y se esterilizó por 5 horas (100°C) en un cilindro acondicionado. (Ver anexo 9)

3.6. INOCULACIÓN O SIEMBRA

La inoculación se realizó en una cámara de flujo laminar previamente desinfectado.

Se inoculó las bolsas con 4g de la semilla (spawn), luego se cerraron con un tapón semipermeable y fueron después dispuestos para la etapa de incubación (Ver anexo 10).

3.7. INCUBACIÓN

Se incubaron las bolsas en una cámara acondicionada con oscuridad y humedad aproximada de 70 por ciento (Ver anexo 10) y se realizó controles con el fin de comprobar el desarrollo micelial y detectar casos de contaminación, si ocurrió algún caso de contaminación inmediatamente, se eliminó la bolsa, para evitar una contaminación generalizada del ambiente.

Se buscó mantener la temperatura entre 20 y 30°C hasta completar la invasión del sustrato.

El proceso duró aproximadamente 45 días.

3.8. INDUCCIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Cada sustrato embolsado y completamente colonizado por el micelio fue expuesto a temperatura ambiente, de este modo se consiguió estimular la formación de los botones o primordios de los basidios. Las bolsas se colocaron sobre una mesa, estos se regaron superficialmente (con aspersor cada 2 días) y se mojó periódicamente los pisos y paredes del invernadero para mantener una humedad cercana al 70 por ciento según lo recomendado por Varnero *et al.* (2010).

Este proceso se realizó al interior de un pequeño invernadero de plástico. (Ver anexo 10)

4. EVALUACIONES

4.1. DESARROLLO EN PLACA PETRI

4.1.1. TIPO DE CRECIMIENTO MICELIAL

Se observó la trama del micelio en el sustrato en placa hasta la completa colonización de la placa.

Se usó como referencia la siguiente Tabla 7:

Tabla 7: Morfología macroscópica del micelio

Tipo de crecimiento	Homogéneo o Tupido, Irregular, Ralo, Con anillos de crecimiento
Textura	Algodonoso, Aborlada, Venosa, Aterciopelada, Cerosa
Color	Blanco, blanquecino, amarillento

FUENTE: Rodríguez (1996)

4.1.2. TASA DE CRECIMIENTO EN PLACA

Se midió cuatro radios del micelio en cada placa petri, se sacó un promedio por día hasta que el micelio logre colonizar la placa y se determinó la tasa de crecimiento por diferencia de radios promedio por día. (González, 1994)

4.1.3. TEMPERATURA DEL AMBIENTE

Se registró diariamente la temperatura máxima y mínima en °C.

4.2. DESARROLLO EN SUSTRATO

4.2.1. TEMPERATURA DEL AMBIENTE

Se registró diariamente con un termómetro la temperatura máxima y mínima en °C.

Con la temperatura máxima y mínima se estimó la temperatura diurna y nocturna en °C con las siguientes ecuaciones de Went:

$$T \text{ diurna} = T \text{ máx} - \frac{1}{4}(T \text{ máx} - T \text{ mín})$$

$$T \text{ nocturna} = T \text{ mín} + \frac{1}{4}(T \text{ máx} - T \text{ mín})$$

4.2.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUSTRATO

Esto se determinó antes de la esterilización y después de la última cosecha, se tomó una muestra por sustrato.

Para la determinación del contenido de humedad se siguió el procedimiento indicado en la Norma ASTM D – 1762. Las muestras se llevaron a una estufa a 105°, hasta alcanzar peso constante. Finalmente, se determinó el contenido de humedad con la siguiente relación:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

4.2.3. DETERMINACIÓN DEL PH DEL SUSTRATO

Esto se determinó antes de la esterilización y después de la última cosecha, se tomó una muestra por sustrato.

Para medir el ph se usó un potenciómetro y se preparó el sustrato en volumen 1:1 con agua destilada, de acuerdo al procedimiento indicado por Salinas y García (1985).

4.2.4. TIEMPO DE CRECIMIENTO DEL MICELIO

Se registró el número de días desde la siembra hasta la fecha de la completa colonización del sustrato por el micelio.

4.2.5. CARACTERIZACIÓN DEL MICELIO

Se observó la trama del micelio (tupido o ralo) en el exterior del sustrato; esta evaluación se realizó momentos antes del inicio de la inducción. Al culminar la última cosecha se comprobó la colonización del micelio en el sustrato, haciendo un corte transversal y dejando visible el interior del mismo. Los datos se registraron según la Tabla 8.

Tabla 8: Cartilla de evaluación

<i>Característica</i>	<i>Símbolo</i>	
Trama del micelio superficial	T	R
Colonización del micelio en el sustrato	C	S

FUENTE: Elaboración propia.

Donde:

T: Micelio tupido.

R. Micelio con distribución rala.

C: Completa

S: Superficial

4.2.6. DURACIÓN DEL CULTIVO

Se registró el número de días desde la siembra hasta el momento de cada cosecha.

4.2.7. PESO FRESCO Y SECO DE LAS SETAS

Se determinó el peso fresco de las setas cosechadas expresado en gramos producidos por unidad de bolsa con sustrato. Asimismo, se secaron muestras de las setas cosechadas, en una estufa a 72°C por 48 horas y se pesaron, según lo indicado por Santa María (2005).

4.2.8. PESO SECO DE LOS SUSTRATOS

Luego de la última cosecha, se secaron los sustratos, en una estufa a 105°C, hasta alcanzar peso constante según el procedimiento indicado en la Norma ASTM D – 1762.

4.2.9. EFICIENCIA BIOLÓGICA

Se determinó la eficiencia biológica total en la última cosecha. Se calcula a partir del peso de las setas frescas entre el peso seco del sustrato, según lo indicado por Bermúdez citado por Nevárez (2012):

$$EB = \frac{PHF}{PSS} * 100$$

Donde:

EB: Eficiencia biológica (%)

PHF: Peso de los hongos frescos (g)

PSS: Peso del sustrato seco (g)

4.2.10. PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA

Se determinó con el peso total de la producción y se incluyen todas las cosechas. Se calculó con la siguiente formulación indicada por Chimey y Palomo (2012):

$$PB = \frac{PHS}{PSH} * 100$$

Donde:

PB: Productividad biológica (%)

PHS: Peso de los hongos secos (g)

PSH: Peso del sustrato húmedo (g)

4.2.11. RENDIMIENTO COMERCIAL

Se determinó con el peso total de la producción y se incluyen todas las cosechas. Se calculó con la siguiente formulación indicada por Díaz y Carvajal (2014):

$$RC = \frac{PHF}{PSH} * 100$$

Donde:

RC: Rendimiento comercial (%)

PHS: Peso de los hongos frescos (g)

PSH: Peso del sustrato húmedo (g)

4.2.12. NÚMERO Y DIÁMETRO DE SETAS

Se registró la cantidad de setas cosechadas y se midió 3 diámetros de cada seta por bloque.

4.2.13. BIODEGRADACIÓN DEL SUSTRATO

La biodegradación mide el porcentaje de la pérdida de peso del sustrato en base seca. Se expresa de la siguiente fórmula según lo indicado por Monterroso (2007):

$$Bd = \frac{PSSi - PSSf}{PSSi} * 100$$

Donde:

Bd: Biodegradación del sustrato (%)

PSSi: Peso del sustrato seco inicial (g)

PSSf: Peso del sustrato seco final (g)

4.2.14. PLAGAS, ENFERMEDADES Y MALFORMACIONES

Se observó durante todo el proceso la presencia de enfermedades, plagas y mal formaciones.

5. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se hicieron 5 repeticiones por tratamiento tanto en placa petri como en bolsas. Los datos fueron analizados en un diseño completamente al azar (DCA), se hizo un análisis de varianza (ANVA) y las medias de los tratamientos fueron comparadas con una prueba de Tukey, con 0.05 de probabilidad (Romero *et al.* 2010). Esto se realizó en el programa IBM.SPSS.Statistics.v24.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LA MADERA DE BOLAINA BLANCA

En la Tabla 9 se puede observar las características de los residuos del procesamiento industrial de la madera de *Guazuma crinita*, el residuo que presentó menor pH fue el de aserrín pero este valor se aumentó con la adición de cal a los tratamientos ya que puede afectar en el crecimiento del hongo.

El mayor valor de densidad aparente fue del residuo de partículas seguido por el aserrín y por último el residuo de viruta. En cuanto a la cantidad de corteza que presentó los residuos de partículas, fue menor al 20 por ciento.

Tabla 9: Características de los residuos de la madera de Bolaina blanca

<i>Tipo de residuo</i>	<i>pH</i>	<i>Densidad aparente (g/cm³)</i>	<i>Corteza – Madera (%)</i>
Aserrín	6,4	0,120	
Viruta	8,1	0,029	
Partículas	8,5	0,154	19,3 – 80,7

En la Tabla 10 se puede observar los porcentajes de residuos que quedan en cada malla utilizada. En el caso del aserrín el 87 por ciento de sus partículas tienen un tamaño de partícula mayor o igual a 0,250 mm pero menor a 2,36 mm, siendo de este porcentaje el 46 por ciento de un tamaño mayor o igual al 0,425 pero menor al 0,841 mm. En cuanto a la viruta, el 92 por ciento de sus partículas presenta un tamaño mayor o igual a 3,36 mm pero mayor o igual a 9,40 mm. Por último en el caso del residuo de partículas de madera y corteza, el 94 por ciento de sus partículas presenta un tamaño mayor o igual a 0,841 mm pero menor a 9,4 mm.

Tabla 10: Porcentaje de residuos por número de malla (%)

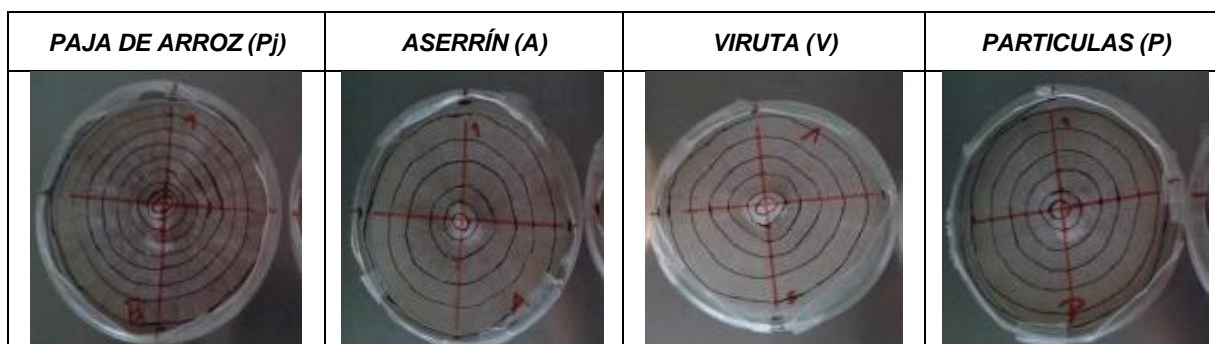
N° de Malla	Aserrín	Viruta	Partículas
2	0	32	0,008
5	0,516	60	16
8	4	1,849	36
20	27	3,098	42
40	46	0,523	2
60	14	0,305	0,461
100	3	0,132	0,149
+ 100	5,484	2,093	3,382

2. DESARROLLO EN PLACA PETRI

2.1. TIPO DE CRECIMIENTO MICELIAL

Como se puede observar en la Tabla 11 y en el Anexo 11 el crecimiento micelial en el caso del tratamiento con paja de arroz fue más lento y tupido en comparación a los tratamientos con partículas, viruta y aserrín de “Bolaina blanca” ya que estos presentaron un crecimiento más rápido pero ralo. Sin embargo, hasta el séptimo día los radios fueron menores tal como se puede observar en la Figura 10. Esto puede deberse a que el medio con “Paja de arroz” contiene mayor porcentaje de carbohidratos y nutrientes que el medio con “Bolaina blanca” (González *et al.*, 2012) de los que puede disponer con facilidad el micelio de *Pleurotus ostreatus*, además se podría mencionar que hay presencia de algunos compuestos inhibidores (Compuestos fenólicos) de crecimiento del micelio en los tratamientos con “Bolaina”, por lo que es recomendable que estos sean pre-tratados (fermentados) para eliminar estos compuestos inhibidores. (Egoavil, 1992; Quinde, s.f.; O.E.I. citado por Palacios, 2000).

Tabla 11: Crecimiento micelial de los cuatro tratamientos



2.2. CURVA Y TASA DE CRECIMIENTO MICELIAL

En la Figura 10 se puede observar que el tiempo de colonización de la placa petri fue menor en el caso de los tratamientos con “Bolaina blanca” (7 días) en comparación del tratamiento con la “Paja de Arroz” (10 días) y además se puede observar que los tratamientos con “Bolaina” tienen una curva de crecimiento similar lo cual indicaría que su capacidad productiva es similar y que además la presencia de corteza no afectaría en el desarrollo del micelio de *Pleurotus ostreatus*.

El crecimiento micelial promedio de los tratamientos con “Partícula”, “Viruta” y “Aserrín” de “Bolaina blanca” después de 7 días fueron de 43,8 mm, 43,5 mm y 44 mm respectivamente. En el caso del tratamiento con “Paja de Arroz” después de 10 días fue de 44,6 mm. (Ver Anexo 2)

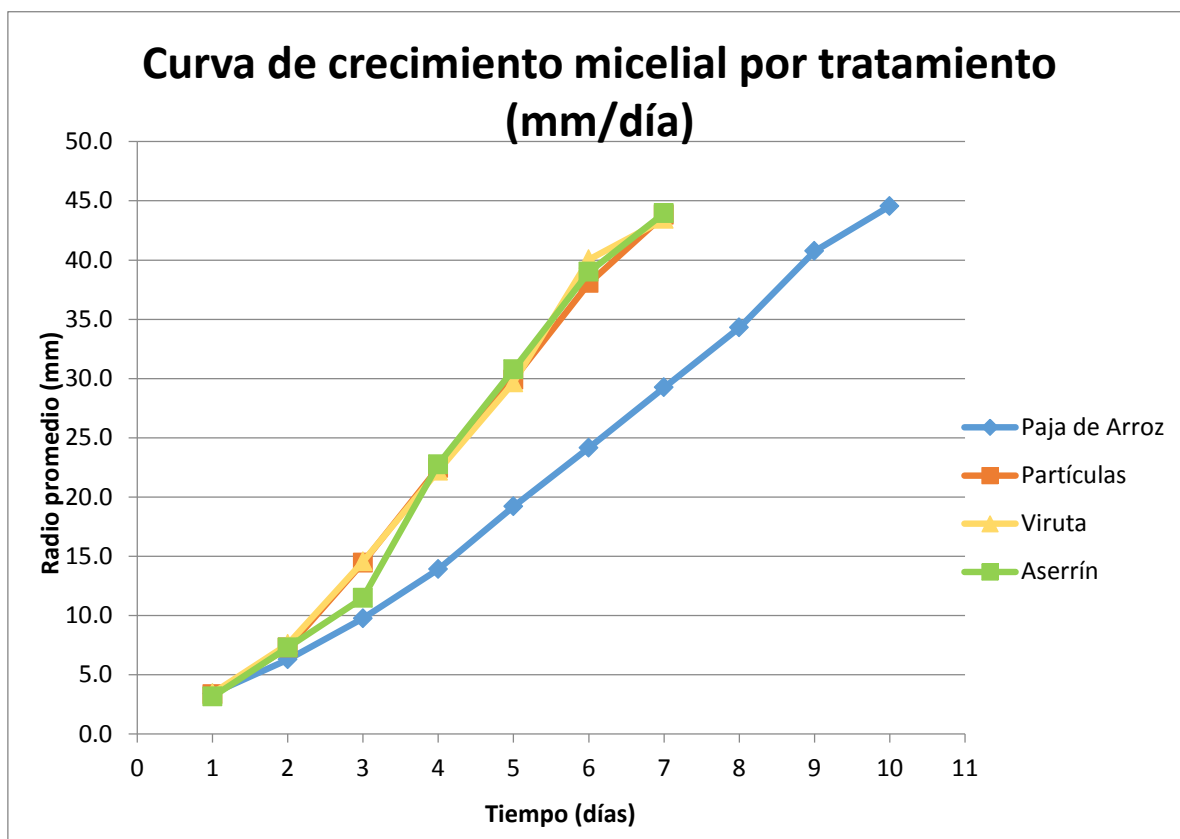


Figura 10: Curva de crecimiento micelial por tratamiento en mm/día

En la Tabla 12 y la Figura 11 se puede observar la tasa de crecimiento micelial (mm/día) en placa obtenidas por los cuatro tratamientos. La tasa de crecimiento micelial promedio en placa (mm/día) fue de 6,2 mm/día. El tratamiento con “Aserrín” obtuvo el valor más alto con 6,8 mm/día y los tratamientos con “Partículas” y “Viruta” obtuvieron el mismo valor promedio de 6.7 mm/día. El tratamiento con “Paja de arroz” obtuvo el valor más bajo con 4.6 mm/día. Además estas tasas de crecimiento nos indican que el momento ideal de repique del micelio de *Pleurotus ostreatus* en medios con residuos de “Bolaina blanca” es entre el cuarto y sexto día y en el caso de “Paja de arroz” es en el octavo día ya que en esos momentos la tasa alcanza su máximo valor (González, 1994).

En los resultados del ANVA mostrados en el anexo 3 se puede observar que los tratamientos con “Bolaina blanca” no presentaron diferencias significativas entre sí, en cambio el tratamiento con “Paja de arroz” presentó diferencias significativas con los tratamientos con “Bolaina blanca”.

Tabla 12: Tasa de crecimiento micelial (mm/día)

Tratamiento	Tasa de crecimiento micelial (mm/día)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Paja de Arroz	2.9	3.5	4.2	5.3	5.0	5.1	5.1	6.5	3.8
Partículas	3.9	7.2	8.0	7.5	8.2	5.8			
Viruta	4.2	7.0	7.7	7.5	10.4	3.4			
Aserrín	4.2	4.2	11.3	8.0	8.3	5.0			

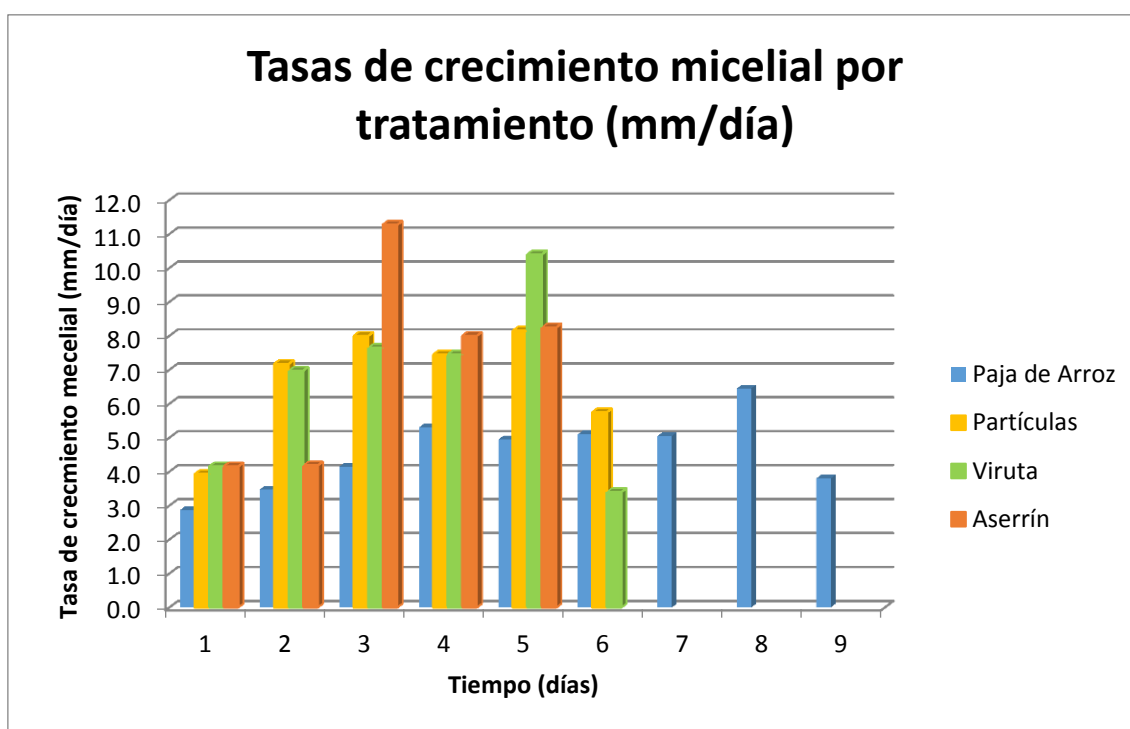


Figura 11: Tasa de crecimiento radial promedio del micelio por tratamiento (mm/día)

2.3. TEMPERATURA AMBIENTE

En la Figura 12 y la Tabla 13 se puede observar la distribución de la temperatura máxima, mínima, diurna y nocturna en todo el proceso de producción de micelio en placa petri. La temperatura máxima durante los 3 primeros días fue de 25 °C y durante los 7 días restantes fue de 26 °C; en cuanto la temperatura mínima durante los 2 primeros días fue de 24° C y durante los días restantes fue de 25 °C. Tomando como referencia la temperatura diurna y nocturna, la variación de temperatura durante el día fue de 0,5°C excepto en el día 3 ya que la variación fue nula. Estas temperaturas fueron adecuadas para la colonización del micelio

en la placa petri, ya que García (2007) menciona que la temperatura para la colonización debe mantenerse entre 20–30 °C y no exceder de los 35°C.

Tabla 13: Temperaturas en placa petri por día (° C)

Temperatura (°C)	Tiempo (días)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tmáx	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26
Tmín	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25
Tdiurna	24.75	24.75	25	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75
Tnocturna	24.25	24.25	25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25	25.25

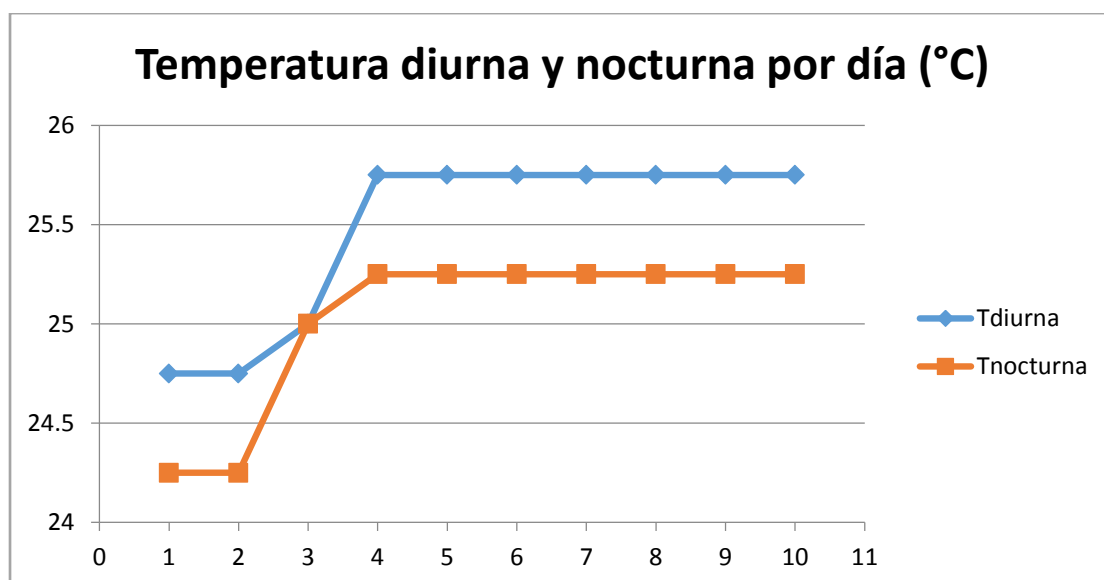


Figura 12: Temperatura diurna y nocturna en placa petri por día (°C) calculado según la ecuación de Went

3. DESARROLLO EN SUSTRATO

3.1. TEMPERATURA DEL AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA DURANTE LA INCUBACIÓN Y LA FRUCTIFICACIÓN

En la Figura 13 y en el Anexo 5 y 6 se puede observar la distribución de la temperatura vs humedad ambiente en todo el proceso de incubación de *Pleurotus ostreatus*. La temperatura máxima osciló entre 25-31°C siendo la temperatura máxima promedio de 28.6°C y en cuanto la temperatura mínima osciló entre 25-30°C ° C siendo la temperatura mínima promedio de 27.2°C. La variación de temperatura promedio durante el día fue de 1.4°C. La

temperatura ambiente durante el medio día tuvo un máximo de 29.9°C y un mínimo de 23.6°C. Estas temperaturas fueron adecuadas ya que se mantuvieron dentro del rango de 20-30°C según lo indicado por García (2007) y Alberó (2008) excepto en 4 días porque llegó hasta 31°C. La humedad relativa promedio fue de 63.6 por ciento y osciló entre 56-75 por ciento.

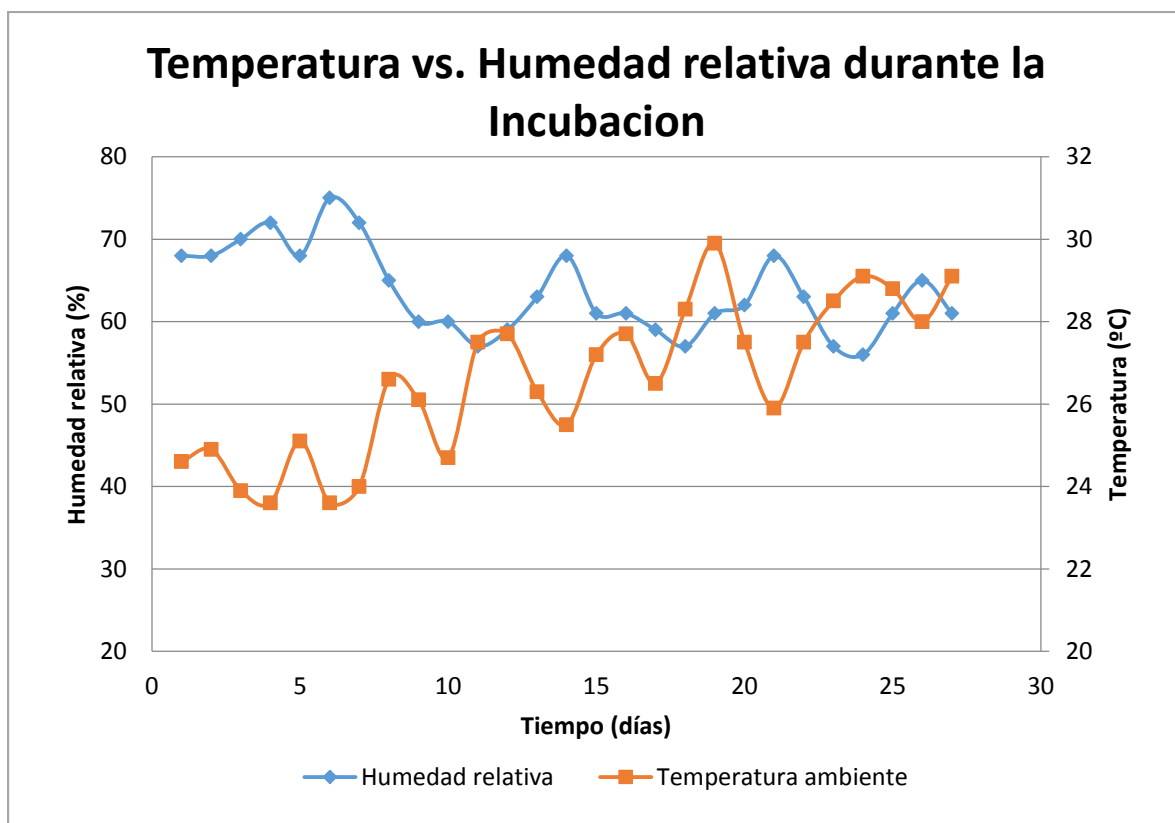


Figura 13: Temperatura vs humedad relativa durante la incubación

En la Figura 14 y en el Anexo 5 y 6 se puede observar la distribución de la temperatura vs humedad ambiente en todo el proceso de fructificación de *Pleurotus ostreatus*. La temperatura máxima osciló entre 18-31°C siendo la temperatura máxima promedio de 27,3°C y en cuanto la temperatura mínima osciló entre 15-24°C ° C siendo la temperatura mínima promedio de 19,1°C. La variación de temperatura promedio durante el día fue de 8,3°C. La temperatura ambiente durante el medio día tuvo un máximo de 30,2°C y un mínimo de 23.3°C. La humedad relativa promedio fue de 69 por ciento.

Velasco y Vargas (2004) mencionan que la aparición de cuerpos fructíferos requiere de una temperatura que va de los 18 a los 23°C por lo tanto los valores de temperatura iniciales no fueron las adecuadas para la inducción y fructificación ya que llegó la temperatura hasta los 31°C (en 7 días de todo el proceso de fructificación) y durante ese periodo se formaron muy

pocos cuerpos fructíferos. En cuanto a la humedad, Varnero *et al.* (2010) menciona que se debe mantener una humedad cercana al 70 por ciento y esta se mantuvo la mayoría del tiempo de inducción y fructificación.

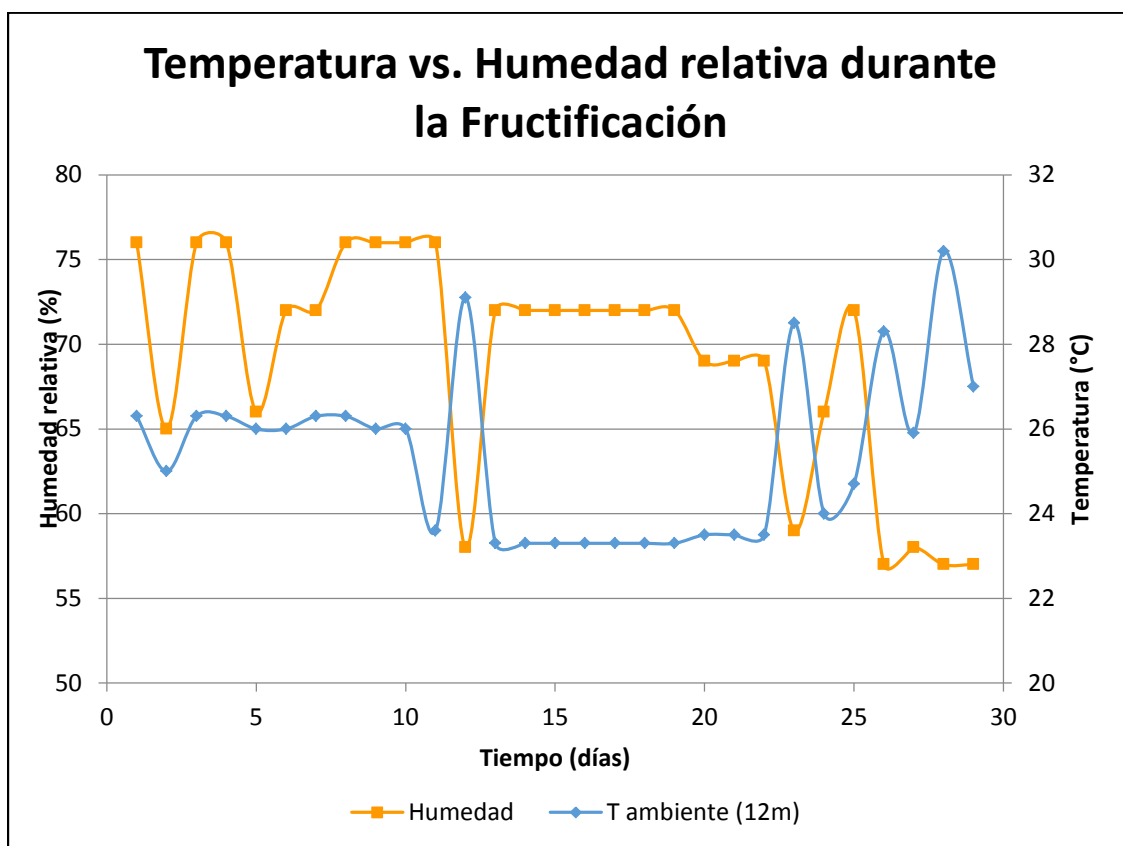


Figura 14: Temperatura vs humedad relativa durante la fructificación

3.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUSTRATO

En la Tabla 14 se puede observar la humedad inicial y final de cada sustrato. La humedad inicial menor fue del tratamiento con Partículas (P) con 58,7 y el mayor fue del tratamiento con Viruta -Aserrín (V+A) con 74,2; en cuanto a la humedad final menor fue del tratamiento de Partícula – Aserrín (P+A) con 56,4 y el mayor fue del tratamiento con Viruta (V) con 62,3.

Sánchez y Royse (2001) menciona que los contenidos de humedad inferiores al 50 por ciento no serán propicias y una humedad superior al 80 por ciento tendrá un efecto negativo en el crecimiento de *Pleurotus spp.* Además Varnero *et al.* (2010) en su ensayo con residuos forestales (astillas de 2cm) mantuvieron una humedad cercana al 70 por ciento y obtuvieron buenos resultados. Por lo tanto se podría decir que los valores de humedad de

cada tratamiento fueron adecuados ya que fueron superiores al 50 por ciento y menor al 80 por ciento durante el proceso de este experimento

Tabla 14: Valores de contenido de humedad promedio del sustrato de cada tratamiento

<i>Tratamientos</i>	<i>Humedad Inicial (%)</i>	<i>Humedad Final (%)</i>
Pj	70,8	57,3
P	58,7	62,1
V	71,6	62,3
A	70,2	59,7
P+V	66,3	57,7
P+A	64,9	56,4
V+A	74,2	57,1
V+A+P	70,2	59,0

3.3. PH DEL SUSTRATO

En la Tabla 15 se puede observar el pH inicial y final de cada sustrato. El pH inicial menor fue del tratamiento con Viruta (V) con 6,8 y el mayor fue del tratamiento con Paja de arroz (Pj) con 8,1; en cuanto al pH final menor fue del tratamiento de Viruta – Aserrín (V+A) con 7 y el mayor fue del tratamiento con Paja de arroz (Pj) con 8,4. Además se puede observar que los pH de los tratamientos con “Pj” y “P+A” aumentaron cuando lo normal es la disminución, esto se debe a la cantidad de CO₂ que se produce o la respiración del hongo.

Sanchez y Royse (2001) menciona que al preparar el sustrato se prefieren valores más elevados que los señalados como óptimos debido a que los contaminantes que se encuentran durante el proceso de cultivo son más sensibles a los valores altos de pH que las especies de *Pleurotus spp.* y los valores de pH durante el experimento fueron mayores o iguales a 7.

Tabla 15: Valores de pH promedio en el sustrato de cada tratamiento

<i>Tratamientos</i>	<i>pH Inicial</i>	<i>pH Final</i>	<i>ΔpH</i>
Pj	8,1	8,4	+0,3
P	7,9	7,6	-0,3
V	6,8	6,8	0,0
A	7,2	6,4	-0,8
P+V	7,4	6,8	-0,8
P+A	7,4	7,7	+0,3
V+A	7,0	6,5	-0,5
V+A+P	7,7	7,2	-0,5

3.4. TIEMPO DE CRECIMIENTO DEL MICELIO

El tiempo de colonización del sustrato (incubación) fue de 45 días. A los 18 días de la siembra el sustrato con el tratamiento de Aserrín (A) llegó a ser colonizado completamente (toda la superficie del sustrato) por el micelio, al mes llegó a colonizar completamente los tratamientos: P, V, P+V, P+A, V+A, V+A+P y a los 45 días se completó la colonización total de los tratamiento de V y Pj,

García (2007) y Albertó (2008) menciona que al cabo de 15 o 30 días, el micelio cubrirá totalmente el sustrato y los bloques de sustratos se verán blanquecinos y esto se llegó a cumplir durante el experimento excepto en el caso de los tratamientos de Viruta (V) y Paja de arroz (Pj). Este periodo más largo de colonización (incubación) puede deberse a que las temperaturas de incubación fueron altas oscilando entre 25 y 31°C.

El tiempo de colonización también depende de la cantidad de inóculo empleado, cuanto más porcentaje de inóculo es más rápida la colonización. En nuestro caso se usó menos de lo recomendado por varios autores en vista del costo del inóculo.

3.5. CARACTERIZACIÓN DEL MICELIO

En la Tabla 16 se puede observar la caracterización del crecimiento del micelio en el sustrato; la trama del micelio superficial se consideró tupida en todos los tratamientos ya que sólo unas cuantas repeticiones fueron ralas y en cuanto a la colonización en su mayoría se consideró como superficial o rala ya que ninguna llegó a tener una colonización completa.

Tabla 16: Caracterización del micelio en los sustratos

<i>Tratamiento</i>	<i>Repeticiones</i>	<i>Trama del micelio superficial</i>		<i>Colonización del micelio en el sustrato</i>		
		<i>Tupido (T)</i>	<i>Ralo (R)</i>	<i>Completa (C)</i>	<i>Ralo (R)</i>	<i>Superficial (S)</i>
Paja de arroz (Pj)	1	x			x	
	2	x				x
	3	x				x
	4	x				x
	5	x				x
Partículas (P)	1	X				x
	2	x				x
	3	x			x	
	4		x			x
	5	x				x
Viruta (V)	1	x				x
	2	x			x	
	3	x			x	
	4		x			x
	5	x				x
Aserrín (A)	1	x				x
	2	x			x	
	3	x				x
	4		x			x
	5	x				x
Partículas – Aserrín (P+A)	1	x			x	
	2	x				x
	3	x				x
	4		x		x	
	5	x				x
Partículas - Viruta (P+V)	1		x			x
	2	x				x
	3		x			x
	4	x			x	
	5	x			x	
Aserrín - Viruta (A+V)	1	x			x	
	2	x				x
	3	x				x
	4	x				x
	5		x		x	
Partículas - Aserrín - Viruta (P+A+V)	1	x			x	
	2	x			x	
	3	x				x
	4	x				x
	5	x				x

3.6. ÉPOCA EN QUE SE REALIZÓ EL CULTIVO Y DURACIÓN DEL CULTIVO

La duración del cultivo desde la siembra hasta la última cosecha fue de 7 meses y medio, el tiempo de duración fue largo debido a que la inducción y fructificación duro 6 meses y fue hasta que no hubo aparición de nuevos primordios. El tiempo de colonización de los sustratos en bolsas fue entre 18 - 45 días y tener en cuenta que el tiempo de colonización está directamente relacionado al volumen que ocupa al sustrato y no al peso.

La primera fructificación apareció después de 1 mes de haber llevado los sustratos a la cámara de inducción y fructificación, esto puede deberse a las altas temperaturas que se dieron por el fenómeno del niño que alargó el verano en Lima (2015 - 2016).

La producción fue sostenida y se pareció más a una producción natural en troncos no sintéticos. Esto se debió por un lado a que la madera pudo contener alguna traza de inhibidores como se demostró en los estudios en placas y también debido a que el desgaste por la respiración fue alto. Esto último también explica la baja degradación del sustrato y la poca eficiencia biológica.

3.7. COSECHA, PESO FRESCO Y SECO DE LAS SETAS

La producción no fue continua sino por oleadas productivas. Cada bolsa produjo entre 1 a 5 oleadas, con un periodo de recuperación entre cada oleada de 10 días hasta 2 meses y medio, ya que dependió mucho de las condiciones climáticas locales.

Tanto en la Figura 15 como en el Anexo 7 se puede observar el peso fresco de las setas durante el cultivo. El tratamiento que obtuvo mayor peso fresco total de setas fue el de Partículas-Viruta (P+V) con 1146,81g y el de menor peso fue el de Paja de arroz (Pj) con 711,01g y con respecto al peso seco mayor fue el de Paja de arroz (Pj) con 163,05g y el menor fue el de Viruta-Aserrín (V+A) con 90,70g.

El porcentaje de agua del total del peso fresco por tratamiento oscila entre 78 y 91 por ciento.; este porcentaje es cercano al mencionado por Vega y Franco (2013), 80-90 por ciento del peso de los hongos es agua y además Romero citado por Carvajal (2010) mencionó que el hongo *Pleurotus ostreatus* tiene aproximadamente el 92 por ciento de agua en peso.

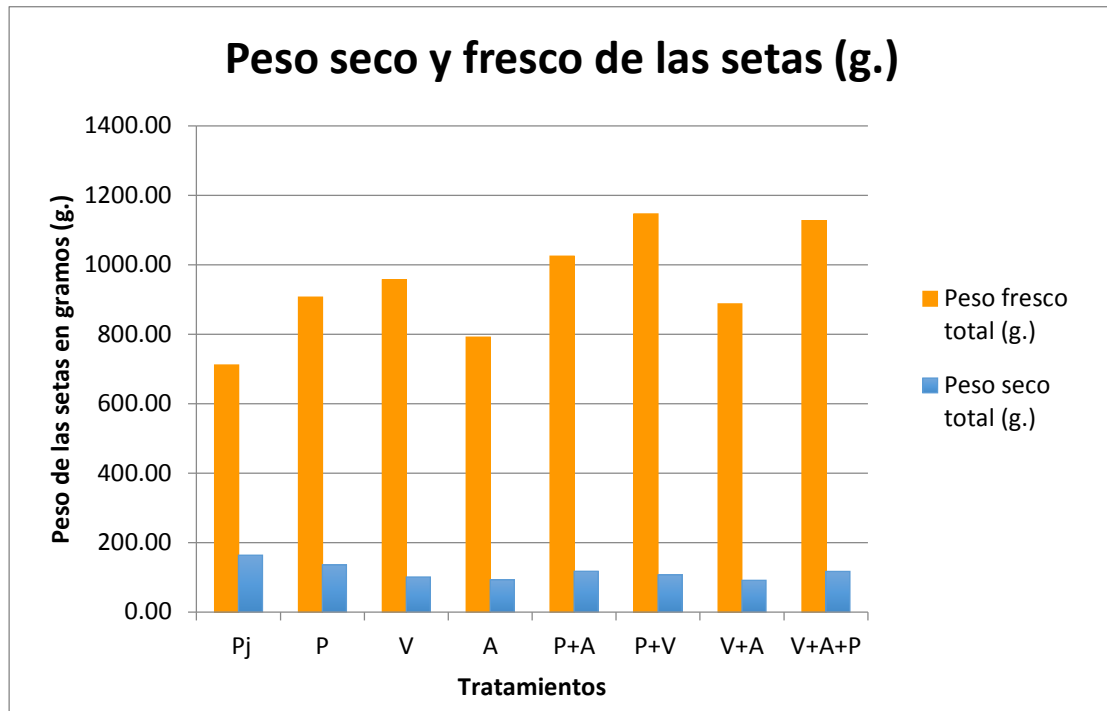


Figura 15: Peso fresco y seco total de las setas por tratamiento (g)

3.8. EFICIENCIA BIOLÓGICA

En la Tabla 17 y Figura 16 se puede observar que la mayor EB se presentó en el tratamiento con viruta con 44,97 por ciento seguido de mayor a menor por: Partículas-Aserrín (38,89 por ciento), aserrín (35,37 por ciento), Paja de arroz (32,44 por ciento), Partículas (29,31 por ciento) y los demás tratamientos tuvieron eficiencias muy bajas, menores al 6 por ciento. En promedio, estas eficiencias fueron menores a los reportados por Albertó (2008) y Chang y Miles (2004) que trabajaron con un substrato a base de restos de gramíneas con un 70 por ciento de humedad y además la mayoría (excepto “V”) arrojaron valores de eficiencia biológica por debajo del 40 por ciento, el cual es el valor mínimo para ser considerado económicamente rentable (Díaz y Carvajal, 2014). Sin embargo, estos porcentajes obtenidos son superiores al obtenido por Varnero (2010) quién trabajó con astillas de Eucalipto y Álamo al 70 por ciento de humedad y las eficiencias respectivamente fueron de 4,23 por ciento y 2,97 por ciento. En el caso del tratamiento con Paja de arroz (Pj) se presentó una eficiencia muy baja (32,44 por ciento) en comparación a lo esperado (80-120 por ciento) y esto puede deberse a que la incubación y fructificación se alargó mucho debido a las altas temperaturas.

En los resultados del ANVA mostrados en el anexo 4 se puede observar que los tratamientos con Viruta (V), Partículas + Aserrín (P+A), Aserrín (A) y Paja de arroz (Pj) no

presentaron diferencias significativas entre sí; los tratamientos de Viruta (V), Partículas + Aserrín (P+A), Aserrín (A), Paja de arroz (Pj) y Partículas (P) presentaron los mayores valores de eficiencia y además presentaron diferencias significativas con los tratamientos de Partículas + Viruta (P+V), Viruta + Aserrín (V+A) y Viruta + Aserrín + Partículas (V+A+P); el tratamiento de Viruta (V) presentó diferencias significativas con los tratamientos de Partículas (P), Partículas + Viruta (P+V), Viruta + Aserrín (V+A) y Viruta + Aserrín + Partículas (V+A+P), estos obtuvieron menores eficiencias que este tratamiento.

El tratamiento con viruta (V) obtuvo el mayor valor promedio de eficiencia biológica (con 44,97 por ciento), sin embargo estadísticamente estos resultados no tienen diferencias significativas con los tratamientos con Partículas + Aserrín (P+A) (38,89 por ciento), Aserrín (A) (35,37 por ciento) y Paja de arroz (Pj) (29,31 por ciento). Los tratamientos con Viruta + Aserrín + Partículas (V+A+P) (5,21 por ciento), Viruta + Aserrín (V+A) (4,68 por ciento) y Partículas + Viruta (P+V) (4,55 por ciento) obtuvieron las menores eficiencias (menos del 6 por ciento) y no presentaron diferencias significativas entre sí.

García (2007) y Albertó (2008) mencionan que cuando se utiliza aserrín o viruta no es aconsejable usarlos solos, sin embargo en este experimento se obtuvo mejores resultados solos que en combinación de estos dos sustratos (50/50). Esto puede deberse al contenido y variación de humedad que pudo ser mayor en el tratamiento de Viruta + Aserrín (V+A) en comparación a los tratamientos de Viruta (V) y Aserrín (A). En el caso del tratamiento con Partículas (P) se presentó una mejor eficiencia cuando está en combinación con aserrín, esto puede deberse a que el aserrín favorece la compactación del sustrato para que el hongo tenga acceso a los nutrientes y además mejora la retención de humedad (García, 2007).

Tabla 17: Eficiencia biológica promedio (EB)

<i>Tratamientos</i>	<i>Eficiencia biológica promedio (%)</i>
Viruta (V)	44,97
Partículas - Aserrín (P+A)	38,89
Aserrín (A)	35,37
Paja de Arroz (Pj)	32,44
Partículas (P)	29,31
Viruta - Aserrín - Partículas (V+A+P)	5,21
Viruta - Aserrín (V+A)	4,68
Partículas - Viruta (P+V)	4,55

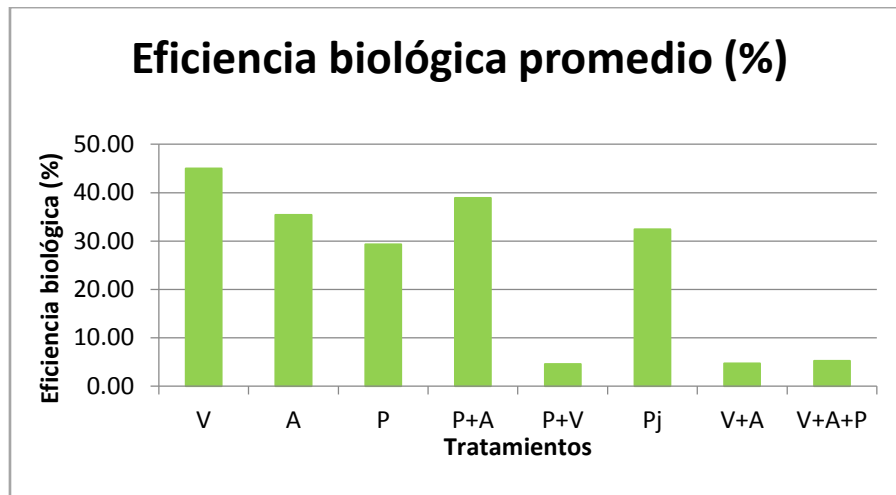


Figura 16: Eficiencia biológica promedio (EB)

3.9. PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA

En los resultados del ANVA mostrados en el anexo 4 se puede observar que el tratamiento con Paja de arroz (Pj) presentó diferencias significativas con los tratamientos con Viruta (V), Aserrín (A) y Viruta + Aserrín (V+A). Los tratamientos con Paja de arroz (Pj), Partículas (P), Partículas + Aserrín (P+A), Viruta + Aserrín + Partículas (V+A+P) y Partículas + Viruta (P+V) no presentaron diferencias entre sí; al igual que los tratamientos con Partículas (P), Partículas + Aserrín (P+A), Viruta + Aserrín + Partículas (V+A+P), Partículas + Viruta (P+V), Viruta (V), Aserrín (A) y Viruta + Aserrín (V+A).

En la Tabla 18 se puede observar que el de mayor productividad biológica se presentó en el tratamiento con Paja de arroz (Pj) con 2,17 por ciento. Tomando en cuenta que el hongo al momento de la cosecha es 90 por ciento de agua y 5-10 por ciento de materia seca tenemos que el 2,17 es materia seca y 97,83 es agua por cada 100 gramos de peso fresco del sustrato. Los valores de productividad fueron los siguientes: Partículas (1,8 por ciento), Partículas + Aserrín (1,56 por ciento), Viruta + Aserrín + Partículas (1,55 por ciento), Partículas + Viruta (1,42 por ciento), Viruta (1,34 por ciento), Aserrín (1,23 por ciento) y Viruta + Aserrín (1,21 por ciento). A pesar que el tratamiento con Paja de arroz (Pj) obtuvo el mayor valor promedio (con 2,17 por ciento), estadísticamente estos resultados no tienen diferencias significativas con los tratamientos con Partículas (1,80 por ciento), Partículas + Aserrín (1,56 por ciento), Viruta + Aserrín + Partículas (1,55 por ciento) y Partículas + Viruta (1,42 por ciento). Estos valores tan bajos pueden deberse a que el experimento fue afectado por la época en que se realizó el experimento (tomando en cuenta que se presentó el fenómeno del niño), ya que no es lo mismo cultivar un tipo de cepa en verano o en invierno.

Tabla 18: Productividad biológica (PB)

<i>Tratamientos</i>	<i>Productividad biológica (%)</i>
Paja de Arroz (Pj)	2,17
Partículas (P)	1,80
Partículas - Aserrín (P+A)	1,56
Viruta - Aserrín - Partículas (V+A+P)	1,55
Partículas - Viruta (P+V)	1,42
Viruta (V)	1,34
Aserrín (A)	1,23
Viruta - Aserrín (V+A)	1,21

3.10. RENDIMIENTO COMERCIAL

En la Tabla 19, podemos observar el rendimiento comercial obtenido en cada tratamiento a partir de la relación entre el peso fresco de las setas y el peso húmedo del sustrato. Los resultados del ANVA mostrados en el anexo 4, indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El promedio general de las unidades experimentales es de 13,03 por ciento y los valores oscilaron entre 10,5 por ciento y 15,5 por ciento. Díaz y Carvajal (2014) mencionan que valores superiores al 15 por ciento de rendimiento de las setas, el proceso es económicamente rentable, de esta forma se puede afirmar que los tratamientos Partículas + Viruta (P+V) y Viruta + Aserrín + Partículas (V+A+P) son rentables económicamente ya que ambos superan el 15 por ciento.

Tabla 19: Rendimiento comercial (RC)

<i>Tratamientos</i>	<i>Rendimiento comercial (%)</i>
P+V	15,29
V+A+P	15,04
P+A	13,67
Pj	12,98
V	12,76
P	12,09
V+A	11,84
A	10,55

3.11. NÚMERO Y DIÁMETRO DE SETAS

En la Tabla 20 se puede observar el número de basidios y el diámetro promedio del sombrero por bolsa y tratamiento. El número de basidios promedio total por bolsa fue de 3.5, el menor y mayor número de basidios por bolsa fue 1 y 25 respectivamente. El tratamiento con Paja de arroz (Pj) fue el que obtuvo mayor número de basidios promedio y máximo, 6.5 y 25 respectivamente y el tratamiento con Aserrín (A) fue el que obtuvo el menor número de basidios promedio por bolsa con 1.9. El diámetro promedio de basidios total fue de 8.5 cm siendo el mayor diámetro alcanzado el del tratamiento Partículas + Aserrín (P+A) con 19.8 y el menor fue del tratamiento Partículas + Viruta (P+V) con 0.8 cm.

En la Tabla 21 y Figura 17 podemos observar que se produjo una mayor producción de basidios de diámetro mediano para todas las unidades experimentales. En ese aspecto la cantidad de basidios de tamaño pequeño y grande fue muy similar, además hubo poca incidencia de sombreros muy grandes. La presencia de esa cantidad de basidios pequeños se puede deber a un exceso de CO₂ (Albertó, 2008), lo que significa una falta de aireación en la sala de fructificación. Estos resultados no son desfavorables, si bien es cierto que lo ideal es producir sombreros grandes, esto no está definido ya que va depender mucho del tipo de consumidor, por ejemplo en un estudio de técnico-financiero realizado en Colombia (Guarin y Ramírez (2004)) se menciona que los hongos de 4 a 9 cm de diámetro (tamaño mediano) son para exportación y los de 10 a 15 cm son las requeridas por compañías comercializadoras en Colombia.

Tabla 20: Cantidad de setas y diámetros de sombreros por tratamiento

<i>Tratamiento</i>	<i>N° de basidios promedio por bolsa</i>	<i>N° de basidios mínimo por bolsa</i>	<i>N° de basidios máximo por bolsa</i>	<i>Diámetro promedio (cm)</i>	<i>Diámetro mínimo (cm)</i>	<i>Diámetro máximo (cm)</i>
Pj	6,5	1	25	8,6	1,2	18,3
P	5	1	11	8,2	2	17,2
V	2,8	1	8	8,8	2	18,7
A	1,9	1	4	9,5	1,5	19
P+V	3	1	13	8,8	0,8	18
P+A	3,7	1	10	7,1	2	19,8
V+A	2,1	1	4	8,8	1,6	19,7
V+A+P	3	1	9	7,9	1,6	16,5

Tabla 21: Cantidad de setas por tamaño de sombrero

<i>Tamaño de sombrero</i>	<i>Pj</i>	<i>P</i>	<i>V</i>	<i>A</i>	<i>P+V</i>	<i>P+A</i>	<i>V+A</i>	<i>V+A+P</i>	<i>Total</i>
<4	28	12	8	10	9	13	8	9	97
[4-9]	28	35	20	12	18	36	15	19	183
[9-15]	6	15	11	4	12	16	11	19	94
[15 a +]	3	3	3	6	3	1	2	1	22
Total	65	65	42	32	42	66	36	48	396

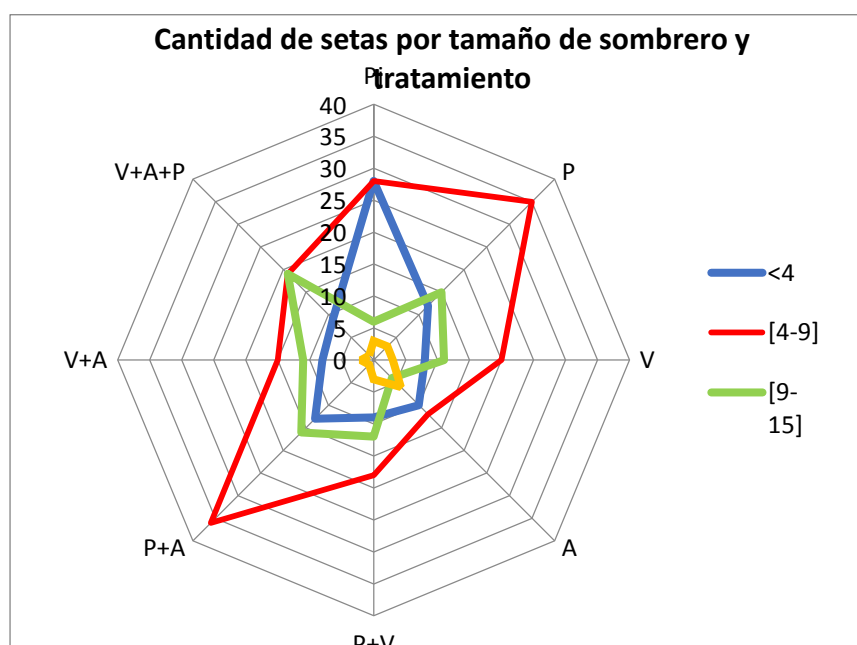


Figura 17: Cantidad de setas por tamaño de sombrero y tratamiento

3.12. BIODEGRADACIÓN DEL SUSTRATO

En la Tabla 22, podemos observar la biodegradación del sustrato (Bd) en cada tratamiento al final de su período productivo. Los resultados del ANVA mostrados en el anexo 4, indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El promedio general de las unidades experimentales fue de 39,14 por ciento para los valores de biodegradación del sustrato. El tratamiento con Aserrín (A) alcanzó el valor más alto con 47,89 por ciento y el tratamiento con Paja de arroz (Pj) alcanzó el valor más bajo con 33,59 por ciento. Fajardo citado por Monterroso (2009) mencionan que la importancia de la biodegradación es que provee a grandes rasgos y sin requerir de un análisis profundo, dar una idea general de la facilidad que tendrán los hongos de absorber los nutrientes contenidos en los sustratos, los cuales por su composición lignificada dificultaban tal labor, después de que fueron usados por estos hongos lignocelulósicos para su desarrollo y fructificación, eliminando en gran medida esa cantidad de lignina y celulosa de la cual se alimentaron. Esto quiere decir que un alto valor de biodegradación también debería corresponder al mayor rendimiento o eficiencia, sin embargo no se cumplió en este experimento ya que se dificultó mucho la colonización completa del micelio y la aparición de primordios por las altas temperaturas.

Tabla 22: Biodegradación del sustrato (Bd)

<i>Tratamiento</i>	<i>Biodegradación del sustrato (%)</i>
A	47,89
P+A	41,32
P	40,27
V+A	39,10
V+A+P	38,55
P+V	38,41
V	33,97
Pj	33,59

3.13. PLAGAS Y MALFORMACIONES

Como se puede observar en la Figura 18 se detectó la presencia de las llamadas “moscas de los hongos” en dos bolsas del tratamiento de “Paja de arroz” durante el final del cultivo y estos fueron separados de las bolsas que estaban sanas. Además se observó en todos los tratamientos un alargamiento inusual de los estípites y la poca presencia de crecimiento del cuerpo fructífero en terrazas de púleos, indicando así la falta de aireación y el exceso de temperaturas.



Figura 18: Malformaciones y “Mosca del hongo”

V. CONCLUSIONES

- 1) La producción o cultivo de *Pleurotus ostreatus* en residuos del procesamiento de la madera de *Guazuma crinita* es factible desde el punto de vista técnico, ya que se logró obtener una producción en todos los tratamientos.
- 2) Considerando la variable de eficiencia biológica (EB), se concluye que los tratamientos se pueden ordenar de la siguiente manera en función a cual resulta mejor para la producción de este hongo: Viruta (V), Partículas + Aserrín (P+A), Aserrín(A), Paja de Arroz (Pj), Partículas (P), Viruta + Aserrín + Partículas (V+A+P), Viruta + Aserrín (V+A) y Partículas + Viruta (P+V).
- 3) El tratamiento con mejor crecimiento micelial (más tupido y homogéneo) en placa petri fue el de Paja de arroz (Pj) frente a los tratamientos con residuos de *Guazuma crinita*, quienes presentaron un crecimiento micelial ralo pero con una tasa de crecimiento mayor.
- 4) La temperatura ambiental elevada, la baja aireación y la elevada concentración de CO₂ influyó sobre las etapas de incubación, inducción y fructificación de *Pleurotus ostreatus*, prolongando el tiempo de duración de estas etapas, reduciendo en gran medida el número y tamaño de las setas.
- 5) El tratamiento testigo con sustrato de Paja de arroz (Pj) tuvo menor tiempo de fructificación en comparación con los residuos de *Guazuma crinita*.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar la producción de *Pleurotus ostreatus* en diferentes épocas del año para obtener una caracterización más exacta de su comportamiento productivo.
- En la etapa de inducción sacar las bolsas de los sustratos parcialmente o completamente para generar una mejor ventilación y un cambio de condición ambiental más fuerte.
- Realizar la producción de *Pleurotus ostreatus* en la misma zona donde se procesa la madera de esta especie para ver el comportamiento productivo bajo las condiciones ambientales propias del lugar y para que el costo de producción sea menor.
- Utilizar otros residuos lignocelulósicos de la zona, así como también cepas nativas de *Pleurotus* sp. para realizar más investigaciones que complementen los resultados obtenidos en el presente estudio.
- Evaluar de forma continua el contenido de humedad tanto del ambiente como del sustrato y el contenido de CO₂ como variables que influyen en la eficiencia biológica de la producción de setas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertó, E. 2008. Cultivo intensivo de los hongos comestibles: cómo cultivar champiñones, gírgolas, shiitake y otras especies. 1 ed. Buenos Aires. AR. 250 p.
- Álvarez, E; Díaz, S; Alessandrini, M. 2001. Convenios mundiales sobre los bosques: Utilización racional de los residuos forestales (en línea). Unasyuva no. 206. Consultado 08 jul. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/y1237s/y1237s00.htm>
- Ardón L, CE. 2007. La producción de los hongos comestibles. Universidad San Carlos de Guatemala. Consultado 30 de agost. 2015. Disponible en http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2043/07_1932.pdf
- Bustamante G, NR. 2013. Guía de prácticas del curso de aserrado de la madera. FCF - UNALM. Lima, PE. 165 p.
- Carvajal T, GM. 2010. Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre cinco tipos de sustratos (Tamo de trigo, Tamo de cebada, Tamo de vicia, Tamo de avena y Paja de páramo); enriquecidos con tuza molida, afrecho de cebada y carbonato de calcio. Tesis para optar el título de Ingeniera Agropecuaria. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. 100 p.
- Comisión para la Cooperación Ambiental de Montreal (CCA). 2014. La quema de residuos agrícolas: fuente de dioxinas, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, CA. 6 p. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11405-la-quema-de-residuos-agr-colas-es-una-fuente-de-dioxinas-es.pdf>
- Chang, S; Miles, PG. 2004. Mushrooms: Cultivation, Nutritional value, Medicinal effect, and Environmental Impact. 2 ed. USA. 480 p. Consultado 30 agost. 2015. Disponible en: <https://sayedmaulana.files.wordpress.com/2011/02/mushrooms.pdf>
- Chimey, C; Palomo, A. 2012. Curso: Cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*). Oficina Académica de extensión y proyección social. UNALM. Lima, PE. 40 p.

- CNF (Cámara Nacional Forestal). s.f. Ficha técnica de Bolaina blanca (*Guazuma crinita*) (en línea). Consultado 03 set. 2015. Disponible en http://www.cnf.org.pe/tecnica/tec_bolaina.htm
- CoL (Catalogue of Life). 2016. Catalogue of Life: 27th February 2016 (en línea). Consultado 09 mar. 2016. Disponible en <http://www.catalogueoflife.org/col/search/all/key/pleurotus+ostreatus/fossil/0/match/1>
- Consorcio Agroforestal. 2008. Especies forestales. Consultado 7 jun 2015. Disponible en <http://plantarperu.com/especies.htm>
- Cruz, D; López de León, E; Pascual, LF; Battaglia, M. 2010. Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. Journal of Agriculture and Environment for International Development 104(3-4): 139-154.
- Dancé S, R. 2007. Estudio de viabilidad técnico-económica para el uso de residuos, derivados de las industrias de aserrío y laminado en los departamentos de Ucayali y Loreto. Proyecto UE-PE/PENX. Consultado 22 de jul. 2015. Disponible en <http://www.mincetur.gob.pe/Comercio/ueperu/licitacion/pdfs/Informes/151.pdf>
- Díaz, C; Carvajal, E. 2014. Eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* cultivado en fibra de palma de aceite. Limentech ciencia y tecnología alimentaria 12(1):63-70.
- Encyclopedia of Life (EOL). 2012. *Pleurotus ostreatus* (images). Consultado 08 abr. 2016. Disponible en http://eol.org/data_objects/26990431
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1991. Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales. FAO Montes 93.
- Furci, G. 2007. Fungi Austral: Guía de campo de los hongos más vistosos de Chile. Concepción, CL. 200 p. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en: http://hongos.cl/libro_fungi_austral.pdf
- Gaitán-Hernández, R; Salmenes, D; Pérez M, R; Mata, G. 2006. Manual práctico del cultivo de setas: Aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología A. C. Veracruz, MX. Consultado 22 de jul. 2015. Disponible en http://www1.inecol.edu.mx/inecol/libros/manual_setas.pdf
- García R, M. 2007. Cultivo de setas y trufas. 5 ed. Madrid. 256 p.

- González C, PI. 1994. Producción de micelio – semilla (Blanco) en cinco especies de hongos comestibles. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, PE.
- Guevara S, L; Reyes I, P; Bocanegra A, L. 1993. Evaluación de residuos de aserrío. *Folia amazónica* 5(1-2): 191-201. Consultado 22 de jul. 2015. Disponible en http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/Folia5_articulo13.pdf
- INIA-OIMT. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la subregión Andina. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú y Organización Internacional de las Maderas Tropicales, Proyecto PD 150/91. Lima. PE. 489 p.
- Madigan, MT; Martinko, JM; Parker, J. 2004. *Biología de los Microorganismos*. Madrid. Pearson Prentice Hall.
- Martínez-Carrera, D; Morales, P; Sobal, M, Bonilla, M; Martínez, W. 2007. México ante la globalización en el siglo XXI: El sistema de producción consumo de los hongos comestibles. 20 p. Consultado 30 agost. 2015. Disponible en: <https://sayedmaulana.files.wordpress.com/2011/02/mushrooms.pdf>
- Mendoza-Fernández. 2014. Estrategias para la exportación de hongos comestibles desde Ferreñafe-Lambayeque. *Revista de Ciencias Empresariales de la Universidad San Martín de Porres* 5(2): 17-27. Consultado 30 agost. 2015. Disponible en: http://www.administracion.usmp.edu.pe/wp-content/uploads/sites/9/2014/02/sme_v5n2_cmendoza_Determinacion-de-estrategias-para-exportaci%C3%B3n-de-hongos-comestibles-Inkahuasi.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2014. Perú forestal en números 2013. Lima. Perú. Consultado 22 de jul. 2015. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/peru-forestal-numeros-ano-2013>
- Monterroso F, OG. 2007. Efecto de la suplementación de la caña de maíz (*Zea mays L.*) con nitrato de amonio, nitrato de potasio y urea en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* (CepaECS-152). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. GT. 58p.

- Mora, V, M; Martínez C, D. 2007. Investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre el cultivo de setas (*Pleurotus* sp.) en México. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en: <http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/Mexico/UAEM/P.pdf>
- Navarro, P.; Moral H; Gómez, L.; Mataix, B. 1995. Residuos orgánicos y agricultura. Universidad de Alicante. España. 155 p. Consultado 08 jul. 2015. Disponible en: <http://publicaciones.ua.es/filespubli/pdf/LD84790819458992131.pdf>
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). 2012. NCBI Taxonomy (en línea). Consultado 09 mar. 2016. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy>
- Nevárez Q, DM. 2012. Aprovechamiento de residuos agroforestales para el cultivo de hongos comestibles (*Pleurotus* sp.). Tesis para optar el grado de Maestro en ciencias en gestión ambiental. Instituto Politécnico Nacional. Durango. México. 98p.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2005. Consensus Document on the Biology of *Pleurotus* spp. (Oyster Mushroom). Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology no. 34. Consultado 23 nov. 2015. Disponible en <http://www.oecd.org/science/biotrack/46815828.pdf>
- Oresanz G, JV. 1979. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre madera. Hojas divulgadoras. Ministerio de agricultura. Madrid. España. 20 p.
- Pacheco A, M; Ancona M, L; Flores N, A; Pech M, VC. 2005. Estimación de la demanda de *Pleurotus ostreatus* en el estado de Yucatán. Revista Mexicana de Agronegocios 9(17). Torreón, MX. Consultado 31 jul. 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/141/14101712.pdf>
- Palacios M, C. J. 2000. Producción comercial de la seta comestible *Pleurotus ostreatus*. Monografía para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, PE.
- Palomo, A. 1999. Cultivo de hongos comestibles en el trópico: ¿Hongos comestibles o Champiñones?. Revista Agronomía 45: 58-62.

- Ponce L, G MA; Vásquez F, AM. 2010. Caracterización y clasificación de los residuos de la madera de “Tornillo” (*Cedrela odorata* L.) obtenidos de la fabricación de mobiliario escolar. Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Forestal. Lima, PE. 80 p.
- Quispe S, G. P. 1995. Ensayo de producción de *Pleurotus ostreatus*. Tesis para optar el título de Ingeniera Agrónoma. UNALM. Lima.
- Reynel, C.; Pennington, R. T.; Pennington, T. D.; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana. PE.
- Rojas, E. 2004. Evaluación de paja de trigo, *Triticum sativum*; broza de encino, *Quercus sp.* Y rastrojo de maíz, *Zea mays*; para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones artesanales en San Rafael La Independencia, Huehuetenango. USAC. 82 p. Consultado 31 agost. 2015. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2098.pdf
- Romero, O; Huerta, M; Damián, MA; Macías, A; Tapia, AM; Parraguirre, J; Juárez, J. 2010. Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L., CV. Roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. *Agronomía Costarricense* no. 34(1): 53-63.
- Salinas, J; García, R. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CO. 83 p.
- Sánchez, JE; Royse, DJ. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* ECOSUR. MX. 290 p. Consultado 10 mayo. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Jose_Sanchez20/publication/256526787_Book_La_biologia_y_el_cultivo_de_Pleurotus_spp/links/5453acd70cf2bccc490b2069.pdf
- Santa Maria F., J. B. 2005. Comparativo de diferentes sustratos para el crecimiento y producción de la seta de chopo *Agrocybe cylindracea* (DC:Fr) Maire. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. PE.
- Sarmiento O, MB. 2011. Alternativas de compostaje de aserrín de pino caribe (*Pinus caribaea*) en la industria maderera Refocosta S.A., municipio de Villanueva, Casanare, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2(2):21-32.

- Stamets, P, Chilton, JS. 1983. The mushroom cultivator: A practical guide to growing mushrooms al home. 415 p. Consultado 10 mayo. 2016. Disponible en http://library.uniteddiversity.coop/Permaculture/Mushroom_Cultivator-A_Practical_Guide_to_Growing_Mushrooms_at_Home.pdf
- Talledo, G. 2006. Empleo de aserrín de eucalipto en la producción de “Oreja de Judas” (*Auricularia auricularia judae*). *Agroenfoque* 21(152): 68-69.
- Toledo, E; Rincón, C. 1999. Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. 2°edicicon. Lima, PE. 240 p.
- Varnero, MT; Quiroz, MS; Álvarez, CH. 2010. Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información tecnológica* 21(2): 13-20. CL. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v21n2/art03.pdf>
- Vega, A; Franco H. 2013. Productividad y calidad de los cuerpos fructíferos de los hongos comestibles *Pleurotus pulmonarius* RN2 y *P. djamor* RN81 y RN82 cultivados sobre sustratos lignocelulósicos. *Información Tecnológica* 24(1): 69-78. Consultado 10 mayo. 2017. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000100009
- Velasco, J; Vargas, E. 2004. Manual sobre el cultivo del hongo seta (*Pleurotus ostreatus*). Consultado 1 may. 2017. Disponible en http://www.academia.edu/7547055/CULTIVO_DEL_HONGO_SETA_Pleurotus_ostreatus
- Vásquez, W. 2007. Cubicación de madera en trozas. Pucallpa, PE, se. 10p
- Zárate S, JR. 2015. Producción y desarrollo de cuatro aislamientos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.), cultivados en restos de cosecha. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, PE.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA “PAJA DE ARROZ” Y DE “BOLAINA BLANCA”

Tabla 1. Comparación de los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina de la mezcla de pajas de frijol¹ (*Pinto villa, Pinto saltillo, Pinto mestizo y Flor de mayo*), con los reportados en la literatura para la madera de álamo, las pajas de trigo, sorgo dulce y arroz, el rastrojo y las mazorcas de maíz.

Material lignocelulósico	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Bibliografía
Paja de trigo	35.80	26.80	16.70	Ballesteros <i>y col.</i> (2004)
Sorgo dulce	44.60	25.30	18.00	
Madera de álamo	48.90	17.30	27.70	Cantarella <i>y col.</i> (2004)
Rastrojo de maíz	36.40	22.60	16.60	Olofsson <i>y col.</i> (2008)
Mazorcas de maíz	38.50	32.80	18.70	Nerbalatz <i>y col.</i> (2004)
Paja de arroz	35.62	11.96	15.38	Saha <i>y col.</i> (2005)
Paja de frijol ¹	30.64 ± 0.12	23.14 ± 0.74	9.35 ± 0.03	Resultados experimentales

¹Promedio de dos repeticiones ± la desviación estándar.

FUENTE: González *et al.* (2012)

Componentes químicos de “Bolaina blanca”	%
Extractivos alcohol benceno	1,44
Extractivos en agua caliente	4,09
Celulosa	53,48
Lignina	24,48
Cenizas	1,97
Sílice	0,19
Hemicelulosa	18,87

FUENTE: Egoavil (1992)

ANEXO 2

CRECIMIENTO MICELIAL EN PLACA PETRI EN MM.

<i>Tratamiento</i>	<i>N° de repetición</i>	<i>Tiempo (días)</i>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PAJA DE ARROZ	1	3.5	6.1	9.5	13.5	18.8	24.3	30.0	35.5	43.3	44.8
	2	3.4	7.0	11.0	14.0	20.0	25.0	30.5	34.3	39.8	44.0
	3	3.0	4.8	8.8	14.3	19.5	24.0	28.3	33.5	41.0	45.3
	4	3.6	7.5	10.3	14.8	19.5	24.3	29.0	33.5	38.5	43.8
	5	3.5	6.0	9.3	13.0	18.3	23.3	28.5	34.8	41.3	45.0
	PROMEDIO	3.4	6.3	9.8	13.9	19.2	24.2	29.3	34.3	40.8	44.6
PARTÍCULAS	1	3.6	8.0	15.5	23.0	28.3	39.3	44.0			
	2	3.5	7.5	13.8	21.0	29.0	37.0	43.0			
	3	3.1	6.4	13.5	22.0	32.8	38.3	43.8			
	4	3.5	7.5	15.0	24.0	30.3	39.5	44.0			
	5	3.0	7.0	14.5	22.3	29.3	36.3	44.3			
	PROMEDIO	3.4	7.3	14.5	22.5	29.9	38.1	43.8			
VIRUTA	1	3.6	9.0	16.0	23.8	32.8	41.8	44.3			
	2	3.0	6.3	13.0	20.5	29.3	37.5	41.3			
	3	3.5	8.0	16.0	24.0	26.8	44.0	43.5			
	4	3.5	7.6	13.5	21.5	29.3	37.5	44.0			
	5	3.5	7.0	14.3	21.3	30.3	39.5	44.3			
	PROMEDIO	3.4	7.6	14.6	22.2	29.7	40.1	43.5			
ASERRÍN	1	3.3	7.3	14.0	23.0	31.8	39.5	45.0			
	2	2.8	5.8	13.0	21.8	29.8	38.8	44.5			
	3	3.1	9.5	15.0	26.3	34.5	41.5	44.5			
	4	3.3	7.5	12.0	23.3	32.3	41.8	44.8			
	5	3.4	6.5	3.4	19.5	25.5	33.5	41.0			
	PROMEDIO	3.2	7.3	11.5	22.8	30.8	39.0	44.0			

ANEXO 3

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL CULTIVO EN PLACA PETRI

ANOVA					
TASA PROMEDIO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18,162	3	6,054	156,232	,000
Dentro de grupos	,620	16	,039		
Total	18,782	19			

Comparaciones múltiples - TUKEY						
Variable dependiente: TASA PROMEDIO						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENT O	(J) TRATAMIENT O	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior	Límite superior
1,00	2,00	-2,18000*	,12450	,000	-2,5362	-1,8238
	3,00	-2,18000*	,12450	,000	-2,5362	-1,8238
	4,00	-2,24000*	,12450	,000	-2,5962	-1,8838
2,00	1,00	2,18000*	,12450	,000	1,8238	2,5362
	3,00	,00000	,12450	1,000	-,3562	,3562
	4,00	-,06000	,12450	,962	-,4162	,2962
3,00	1,00	2,18000*	,12450	,000	1,8238	2,5362
	2,00	,00000	,12450	1,000	-,3562	,3562
	4,00	-,06000	,12450	,962	-,4162	,2962
4,00	1,00	2,24000*	,12450	,000	1,8838	2,5962
	2,00	,06000	,12450	,962	-,2962	,4162
	3,00	,06000	,12450	,962	-,2962	,4162

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

ANEXO 4

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL CULTIVO EN BOLSA DE SUSTRATOS

Pruebas multivariante					
Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error
Intersección	Traza de Pillai	,982	396,488 ^b	4,000	29,000
	Lambda de Wilks	,018	396,488 ^b	4,000	29,000
	Traza de Hotelling	54,688	396,488 ^b	4,000	29,000
	Raíz mayor de Roy	54,688	396,488 ^b	4,000	29,000
TRATAMIENTO	Traza de Pillai	1,620	3,113	28,000	128,000
	Lambda de Wilks	,048	4,983	28,000	105,983
	Traza de Hotelling	8,297	8,149	28,000	110,000
	Raíz mayor de Roy	7,062	32,285 ^c	7,000	32,000

Pruebas multivariante		
Efecto		Sig.
Intersección	Traza de Pillai	,000
	Lambda de Wilks	,000
	Traza de Hotelling	,000
	Raíz mayor de Roy	,000
TRATAMIENTO	Traza de Pillai	,000
	Lambda de Wilks	,000
	Traza de Hotelling	,000
	Raíz mayor de Roy	,000

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variab le depen diente	(I) TRATAMI ENTO	(J) TRATAM IENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
EB	1,00	2,00	3,1300	4,83028	,998	-12,5167	18,7767
		3,00	-12,5340	4,83028	,195	-28,1807	3,1127
		4,00	-2,9340	4,83028	,999	-18,5807	12,7127
		5,00	27,8940 [*]	4,83028	,000	12,2473	43,5407
		6,00	-6,4500	4,83028	,878	-22,0967	9,1967
		7,00	27,7580 [*]	4,83028	,000	12,1113	43,4047
		8,00	27,2300 [*]	4,83028	,000	11,5833	42,8767

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
	2,00	1,00	-3,1300	4,83028	,998	-18,7767	12,5167
		3,00	-15,6640*	4,83028	,050	-31,3107	-,0173
		4,00	-6,0640	4,83028	,908	-21,7107	9,5827
		5,00	24,7640*	4,83028	,000	9,1173	40,4107
		6,00	-9,5800	4,83028	,508	-25,2267	6,0667
		7,00	24,6280*	4,83028	,000	8,9813	40,2747
		8,00	24,1000*	4,83028	,000	8,4533	39,7467
	3,00	1,00	12,5340	4,83028	,195	-3,1127	28,1807
		2,00	15,6640*	4,83028	,050	,0173	31,3107
		4,00	9,6000	4,83028	,505	-6,0467	25,2467
		5,00	40,4280*	4,83028	,000	24,7813	56,0747
		6,00	6,0840	4,83028	,907	-9,5627	21,7307
		7,00	40,2920*	4,83028	,000	24,6453	55,9387
		8,00	39,7640*	4,83028	,000	24,1173	55,4107
	4,00	1,00	2,9340	4,83028	,999	-12,7127	18,5807
		2,00	6,0640	4,83028	,908	-9,5827	21,7107
		3,00	-9,6000	4,83028	,505	-25,2467	6,0467
		5,00	30,8280*	4,83028	,000	15,1813	46,4747
		6,00	-3,5160	4,83028	,995	-19,1627	12,1307
		7,00	30,6920*	4,83028	,000	15,0453	46,3387
		8,00	30,1640*	4,83028	,000	14,5173	45,8107
	5,00	1,00	-27,8940*	4,83028	,000	-43,5407	-12,2473
		2,00	-24,7640*	4,83028	,000	-40,4107	-9,1173
		3,00	-40,4280*	4,83028	,000	-56,0747	-24,7813
		4,00	-30,8280*	4,83028	,000	-46,4747	-15,1813
		6,00	-34,3440*	4,83028	,000	-49,9907	-18,6973
		7,00	-,1360	4,83028	1,000	-15,7827	15,5107
		8,00	-,6640	4,83028	1,000	-16,3107	14,9827
	6,00	1,00	6,4500	4,83028	,878	-9,1967	22,0967
		2,00	9,5800	4,83028	,508	-6,0667	25,2267
		3,00	-6,0840	4,83028	,907	-21,7307	9,5627
		4,00	3,5160	4,83028	,995	-12,1307	19,1627
5,00		34,3440*	4,83028	,000	18,6973	49,9907	
7,00		34,2080*	4,83028	,000	18,5613	49,8547	
8,00		33,6800*	4,83028	,000	18,0333	49,3267	
7,00	1,00	-27,7580*	4,83028	,000	-43,4047	-12,1113	
	2,00	-24,6280*	4,83028	,000	-40,2747	-8,9813	
	3,00	-40,2920*	4,83028	,000	-55,9387	-24,6453	
	4,00	-30,6920*	4,83028	,000	-46,3387	-15,0453	

Comparaciones múltiples								
HSD Tukey								
Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
	8,00	5,00	,1360	4,83028	1,000	-15,5107	15,7827	
		6,00	-34,2080 [*]	4,83028	,000	-49,8547	-18,5613	
		8,00	-,5280	4,83028	1,000	-16,1747	15,1187	
		1,00	-27,2300 [*]	4,83028	,000	-42,8767	-11,5833	
		2,00	-24,1000 [*]	4,83028	,000	-39,7467	-8,4533	
		3,00	-39,7640 [*]	4,83028	,000	-55,4107	-24,1173	
		4,00	-30,1640 [*]	4,83028	,000	-45,8107	-14,5173	
		5,00	,6640	4,83028	1,000	-14,9827	16,3107	
		6,00	-33,6800 [*]	4,83028	,000	-49,3267	-18,0333	
	7,00	,5280	4,83028	1,000	-15,1187	16,1747		
	PB	1,00	2,00	,3760	,25222	,807	-,4410	1,1930
			3,00	,8400 [*]	,25222	,040	,0230	1,6570
			4,00	,9500 [*]	,25222	,014	,1330	1,7670
5,00			,7600	,25222	,083	-,0570	1,5770	
6,00			,6180	,25222	,253	-,1990	1,4350	
7,00			,9680 [*]	,25222	,011	,1510	1,7850	
8,00			,6260	,25222	,239	-,1910	1,4430	
2,00			1,00	-,3760	,25222	,807	-1,1930	,4410
		3,00	,4640	,25222	,599	-,3530	1,2810	
		4,00	,5740	,25222	,337	-,2430	1,3910	
		5,00	,3840	,25222	,790	-,4330	1,2010	
		6,00	,2420	,25222	,977	-,5750	1,0590	
		7,00	,5920	,25222	,301	-,2250	1,4090	
		8,00	,2500	,25222	,972	-,5670	1,0670	
		3,00	1,00	-,8400 [*]	,25222	,040	-1,6570	-,0230
2,00			-,4640	,25222	,599	-1,2810	,3530	
4,00			,1100	,25222	1,000	-,7070	,9270	
5,00			-,0800	,25222	1,000	-,8970	,7370	
6,00			-,2220	,25222	,986	-1,0390	,5950	
7,00			,1280	,25222	1,000	-,6890	,9450	
8,00			-,2140	,25222	,989	-1,0310	,6030	
4,00			1,00	-,9500 [*]	,25222	,014	-1,7670	-,1330
		2,00	-,5740	,25222	,337	-1,3910	,2430	
		3,00	-,1100	,25222	1,000	-,9270	,7070	
		5,00	-,1900	,25222	,994	-1,0070	,6270	
		6,00	-,3320	,25222	,886	-1,1490	,4850	
		7,00	,0180	,25222	1,000	-,7990	,8350	
		8,00	-,3240	,25222	,898	-1,1410	,4930	
	5,00	1,00	-,7600	,25222	,083	-1,5770	,0570	

Comparaciones múltiples								
HSD Tukey								
Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
	6,00	2,00	-,3840	,25222	,790	-1,2010	,4330	
		3,00	,0800	,25222	1,000	-,7370	,8970	
		4,00	,1900	,25222	,994	-,6270	1,0070	
		6,00	-,1420	,25222	,999	-,9590	,6750	
		7,00	,2080	,25222	,990	-,6090	1,0250	
		8,00	-,1340	,25222	,999	-,9510	,6830	
		1,00	-,6180	,25222	,253	-1,4350	,1990	
		2,00	-,2420	,25222	,977	-1,0590	,5750	
	6,00	3,00	,2220	,25222	,986	-,5950	1,0390	
		4,00	,3320	,25222	,886	-,4850	1,1490	
		5,00	,1420	,25222	,999	-,6750	,9590	
		7,00	,3500	,25222	,856	-,4670	1,1670	
		8,00	,0080	,25222	1,000	-,8090	,8250	
		1,00	-,9680 [*]	,25222	,011	-1,7850	-,1510	
		2,00	-,5920	,25222	,301	-1,4090	,2250	
		3,00	-,1280	,25222	1,000	-,9450	,6890	
	7,00	4,00	-,0180	,25222	1,000	-,8350	,7990	
		5,00	-,2080	,25222	,990	-1,0250	,6090	
		6,00	-,3500	,25222	,856	-1,1670	,4670	
		8,00	-,3420	,25222	,870	-1,1590	,4750	
		1,00	-,6260	,25222	,239	-1,4430	,1910	
		2,00	-,2500	,25222	,972	-1,0670	,5670	
		3,00	,2140	,25222	,989	-,6030	1,0310	
		4,00	,3240	,25222	,898	-,4930	1,1410	
	8,00	5,00	,1340	,25222	,999	-,6830	,9510	
		6,00	-,0080	,25222	1,000	-,8250	,8090	
		7,00	,3420	,25222	,870	-,4750	1,1590	
		BS	1,00	2,00	-6,6780	4,59138	,825	-21,5509
3,00				-,3780	4,59138	1,000	-15,2509	14,4949
4,00				-14,3020	4,59138	,066	-29,1749	,5709
5,00				-4,8200	4,59138	,962	-19,6929	10,0529
6,00				-7,7340	4,59138	,697	-22,6069	7,1389
7,00	-5,5140			4,59138	,926	-20,3869	9,3589	
8,00	-4,9600			4,59138	,956	-19,8329	9,9129	
2,00	1,00	6,6780	4,59138	,825	-8,1949	21,5509		
	3,00	6,3000	4,59138	,863	-8,5729	21,1729		
	4,00	-7,6240	4,59138	,711	-22,4969	7,2489		
	5,00	1,8580	4,59138	1,000	-13,0149	16,7309		
	6,00	-1,0560	4,59138	1,000	-15,9289	13,8169		

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
		7,00	1,1640	4,59138	1,000	-13,7089	16,0369
		8,00	1,7180	4,59138	1,000	-13,1549	16,5909
	3,00	1,00	,3780	4,59138	1,000	-14,4949	15,2509
		2,00	-6,3000	4,59138	,863	-21,1729	8,5729
		4,00	-13,9240	4,59138	,080	-28,7969	,9489
		5,00	-4,4420	4,59138	,976	-19,3149	10,4309
		6,00	-7,3560	4,59138	,746	-22,2289	7,5169
		7,00	-5,1360	4,59138	,948	-20,0089	9,7369
		8,00	-4,5820	4,59138	,971	-19,4549	10,2909
		4,00	1,00	14,3020	4,59138	,066	-,5709
	2,00		7,6240	4,59138	,711	-7,2489	22,4969
	3,00		13,9240	4,59138	,080	-,9489	28,7969
	5,00		9,4820	4,59138	,457	-5,3909	24,3549
	6,00		6,5680	4,59138	,836	-8,3049	21,4409
	7,00		8,7880	4,59138	,552	-6,0849	23,6609
	8,00		9,3420	4,59138	,476	-5,5309	24,2149
	5,00		1,00	4,8200	4,59138	,962	-10,0529
		2,00	-1,8580	4,59138	1,000	-16,7309	13,0149
		3,00	4,4420	4,59138	,976	-10,4309	19,3149
		4,00	-9,4820	4,59138	,457	-24,3549	5,3909
		6,00	-2,9140	4,59138	,998	-17,7869	11,9589
		7,00	-,6940	4,59138	1,000	-15,5669	14,1789
		8,00	-,1400	4,59138	1,000	-15,0129	14,7329
		6,00	1,00	7,7340	4,59138	,697	-7,1389
	2,00		1,0560	4,59138	1,000	-13,8169	15,9289
	3,00		7,3560	4,59138	,746	-7,5169	22,2289
	4,00		-6,5680	4,59138	,836	-21,4409	8,3049
	5,00		2,9140	4,59138	,998	-11,9589	17,7869
	7,00		2,2200	4,59138	1,000	-12,6529	17,0929
	8,00		2,7740	4,59138	,999	-12,0989	17,6469
	7,00		1,00	5,5140	4,59138	,926	-9,3589
		2,00	-1,1640	4,59138	1,000	-16,0369	13,7089
		3,00	5,1360	4,59138	,948	-9,7369	20,0089
		4,00	-8,7880	4,59138	,552	-23,6609	6,0849
		5,00	,6940	4,59138	1,000	-14,1789	15,5669
		6,00	-2,2200	4,59138	1,000	-17,0929	12,6529
		8,00	,5540	4,59138	1,000	-14,3189	15,4269
		8,00	1,00	4,9600	4,59138	,956	-9,9129
	2,00		-1,7180	4,59138	1,000	-16,5909	13,1549

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
		3,00	4,5820	4,59138	,971	-10,2909	19,4549
		4,00	-9,3420	4,59138	,476	-24,2149	5,5309
		5,00	,1400	4,59138	1,000	-14,7329	15,0129
		6,00	-2,7740	4,59138	,999	-17,6469	12,0989
		7,00	-,5540	4,59138	1,000	-15,4269	14,3189
RC	1.00	2.00	-2.6120	1.80573	.829	-8.4613	3.2373
		3.00	-3.2840	1.80573	.613	-9.1333	2.5653
		4.00	-1.0780	1.80573	.999	-6.9273	4.7713
		5.00	-5.8120	1.80573	.052	-11.6613	.0373
		6.00	-4.1900	1.80573	.314	-10.0393	1.6593
		7.00	-2.3580	1.80573	.890	-8.2073	3.4913
		8.00	-5.5600	1.80573	.072	-11.4093	.2893
	2.00	1.00	2.6120	1.80573	.829	-3.2373	8.4613
		3.00	-.6720	1.80573	1.000	-6.5213	5.1773
		4.00	1.5340	1.80573	.988	-4.3153	7.3833
		5.00	-3.2000	1.80573	.642	-9.0493	2.6493
		6.00	-1.5780	1.80573	.986	-7.4273	4.2713
		7.00	.2540	1.80573	1.000	-5.5953	6.1033
		8.00	-2.9480	1.80573	.728	-8.7973	2.9013
	3.00	1.00	3.2840	1.80573	.613	-2.5653	9.1333
		2.00	.6720	1.80573	1.000	-5.1773	6.5213
		4.00	2.2060	1.80573	.919	-3.6433	8.0553
		5.00	-2.5280	1.80573	.851	-8.3773	3.3213
		6.00	-.9060	1.80573	1.000	-6.7553	4.9433
		7.00	.9260	1.80573	1.000	-4.9233	6.7753
		8.00	-2.2760	1.80573	.907	-8.1253	3.5733
	4.00	1.00	1.0780	1.80573	.999	-4.7713	6.9273
		2.00	-1.5340	1.80573	.988	-7.3833	4.3153
		3.00	-2.2060	1.80573	.919	-8.0553	3.6433
		5.00	-4.7340	1.80573	.185	-10.5833	1.1153
		6.00	-3.1120	1.80573	.673	-8.9613	2.7373
		7.00	-1.2800	1.80573	.996	-7.1293	4.5693
		8.00	-4.4820	1.80573	.239	-10.3313	1.3673
5.00	1.00	5.8120	1.80573	.052	-.0373	11.6613	
	2.00	3.2000	1.80573	.642	-2.6493	9.0493	
	3.00	2.5280	1.80573	.851	-3.3213	8.3773	
	4.00	4.7340	1.80573	.185	-1.1153	10.5833	
	6.00	1.6220	1.80573	.984	-4.2273	7.4713	
	7.00	3.4540	1.80573	.553	-2.3953	9.3033	

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variab le depen diente	(I) TRATAMI ENTO	(J) TRATAM IENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
		8.00	.2520	1.80573	1.000	-5.5973	6.1013
	6.00	1.00	4.1900	1.80573	.314	-1.6593	10.0393
		2.00	1.5780	1.80573	.986	-4.2713	7.4273
		3.00	.9060	1.80573	1.000	-4.9433	6.7553
		4.00	3.1120	1.80573	.673	-2.7373	8.9613
		5.00	-1.6220	1.80573	.984	-7.4713	4.2273
		7.00	1.8320	1.80573	.969	-4.0173	7.6813
		8.00	-1.3700	1.80573	.994	-7.2193	4.4793
	7.00	1.00	2.3580	1.80573	.890	-3.4913	8.2073
		2.00	-.2540	1.80573	1.000	-6.1033	5.5953
		3.00	-.9260	1.80573	1.000	-6.7753	4.9233
		4.00	1.2800	1.80573	.996	-4.5693	7.1293
		5.00	-3.4540	1.80573	.553	-9.3033	2.3953
		6.00	-1.8320	1.80573	.969	-7.6813	4.0173
		8.00	-3.2020	1.80573	.642	-9.0513	2.6473
	8.00	1.00	5.5600	1.80573	.072	-2.893	11.4093
		2.00	2.9480	1.80573	.728	-2.9013	8.7973
		3.00	2.2760	1.80573	.907	-3.5733	8.1253
		4.00	4.4820	1.80573	.239	-1.3673	10.3313
		5.00	-.2520	1.80573	1.000	-6.1013	5.5973
		6.00	1.3700	1.80573	.994	-4.4793	7.2193
		7.00	3.2020	1.80573	.642	-2.6473	9.0513

ANEXO 5

TEMPERATURA Y HUMEDAD EN LA ESTAPA DE INCUBACIÓN

	<i>Tiempo (días)</i>																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
<i>T_{máx}</i>	26	26	26	26	25	25	26	28	27	28	30	30	29	31	29	30	29	30	30	29	29	29	31	30	31	30	31
<i>T_{mín}</i>	25	25	26	25	25	25	25	26	26	27	26	28	28	28	28	28	28	28	30	28	28	28	29	30	28	28	28
<i>T ambiente (12m)</i>	24.6	24.9	23.9	23.6	25.1	23.6	24	26.6	26.1	24.7	27.5	27.7	26.3	25.5	27.2	27.7	26.5	28.3	29.9	27.5	25.9	27.5	28.5	29.1	28.8	28	29.1
<i>Humedad</i>	68	68	70	72	68	75	72	65	60	60	57	59	63	68	61	61	59	57	61	62	68	63	57	56	61	65	61

	<i>Tiempo (días)</i>																									
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
<i>T_{máx}</i>	26	25	25	25	25	26	25	24	26	19	18	19	23	24	20	21	22	23	23	23	24	26	19	23	24	25
<i>T_{mín}</i>	16	15	17	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	16	15	15	16	16	16	16	16	15	16	16	16	15
<i>T_{diurna}</i>	23.5	22.5	23.0	22.8	22.8	23.5	22.8	22.0	23.3	18.0	17.3	18.0	21.0	22.0	18.8	19.5	20.5	21.3	21.3	21.3	22.0	0.0	23.3	18.3	21.3	22.0
<i>T_{nocturna}</i>	18.5	17.5	19.0	18.3	18.3	18.5	18.3	18.0	17.8	16.0	15.8	16.0	17.0	18.0	16.3	16.5	17.5	17.8	17.8	17.8	18.0	0.0	17.8	16.8	17.8	18.0

ANEXO 7

PESO FRESCO Y SECO DE LAS SETAS POR TRATAMIENTO

<i>Paja de arroz (Pj)</i>					
	<i>Total</i>			<i>Promedio</i>	
<i>Repetición</i>	<i>Peso fresco (g.)</i>	<i>Peso seco (g.)</i>	<i># Basidios</i>	<i>Peso fresco (g.)</i>	<i>Peso seco (g.)</i>
1	87.21	36.43826	2	43.605	18.21913
2	77.41	19.204771	20	3.8705	0.9602385
	24.5	8.9307992	2	12.25	4.4653996
	101.91	28.13557	22	16.1205	5.4256382
3	152.55	24.583113	2	76.275	12.291556
	22.92	7.8946667	11	2.083636364	0.717697
	175.47	32.477779	13	78.35863636	13.009253
4	127.9	15.956335	10	12.79	1.5956335
	3.03	2.61	2	1.515	1.305
	20.72	3.6410145	6	3.453333333	0.6068357
	151.65	22.20735	18	17.75833333	3.5074693
5	109.83	26.706383	1	109.83	26.706383
	84.94	17.083797	4	21.235	4.2709492
	194.77	43.79018	5	131.065	30.977332
<i>Partículas (P)</i>					
	<i>Total</i>			<i>Promedio</i>	
<i>Repetición</i>	<i>Peso fresco (g.)</i>	<i>Peso seco (g.)</i>	<i># Basidios</i>	<i>Peso fresco (g.)</i>	<i>Peso seco (g.)</i>
1	56.59	27.808354	6	9.431666667	4.6347256
	25.83	4.9947514	1	25.83	4.9947514
	82.42	32.803105	7	35.26166667	9.629477
2	145.24	17.836491	4	36.31	4.4591228
	61.45	6.8012621	3	20.48333333	2.2670874
	29.72	3.9549119	3	9.906666667	1.318304
	236.41	28.592665	10	66.7	8.0445142
3	101.84	7.0431402	3	33.94666667	2.3477134
	23.56	2.543646	9	2.617777778	0.2826273
	125.4	9.5867862	12	36.56444444	2.6303407
4	91.09	14.272166	3	30.36333333	4.7573886
	31.68	3.7052632	7	4.525714286	0.5293233

	125.4	10.222826	11	11.4	0.9293478
	248.17	28.200255	21	46.28904762	6.2160598
5	103.18	24.383333	4	25.795	6.0958333
	85.56	9.1508021	5	17.112	1.8301604
	25.74	2.2382609	3	8.58	0.746087
	214.48	35.772396	12	51.487	8.6720807
Viruta (V)					
	Total			Promedio	
Repetición	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)	# Basidios	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)
1	113.82	8.5171429	1	113.82	8.5171429
	64.31	5.5711111	1	64.31	5.5711111
	6.42	0.54	1	6.42	0.54
	4.52	0.53	1	4.52	0.53
	189.07	15.158254	4	189.07	15.158254
2	65.18	7.4570339	1	65.18	7.4570339
	72.3	6.4602662	6	12.05	1.076711
	18.62	1.1079079	3	6.206666667	0.3693026
	156.1	15.025208	10	83.43666667	8.9030475
3	48.4	12.922922	8	6.05	1.6153652
	27.74	5.6954106	2	13.87	2.8477053
	194.35	15.597767	2	97.175	7.7988833
	270.49	34.216099	12	117.095	12.261954
4	118.61	13.034066	8	14.82625	1.6292582
	8.6	1.0353398	2	4.3	0.5176699
	127.21	14.069406	10	19.12625	2.1469281
5	137.2	13.519708	8	17.15	1.6899635
	71.93	6.2008621	1	71.93	6.2008621
	1.94	0.46	2	0.97	0.23
	3.27	1.55	1	3.27	1.55
	214.34	21.73057	12	93.32	9.6708256
Aserrín (A)					
	Total			Promedio	
Repetición	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)	# Basidios	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)
1	114.65	16.567919	1	114.65	16.567919
	30.92	3.0654258	3	10.30666667	1.0218086
	6.43	0.85	3	2.143333333	0.2833333
	152	20.483345	7	127.1	17.873061

2	118.06	10.997985	2	59.03	5.4989924
	48.64	3.7958621	1	48.64	3.7958621
	21.8	1.6058932	2	10.9	0.8029466
	0.62	0.12	1	0.62	0.12
	189.12	16.51974	6	119.19	10.217801
3	118.6	15.459063	1	118.6	15.459063
	15.95	2.4921875	3	5.316666667	0.8307292
	9.53	1.5772648	1	9.53	1.5772648
	144.08	19.528515	5	133.4466667	17.867057
4	114.13	13.958345	1	114.13	13.958345
	35.25	3.035225	1	35.25	3.035225
	2.07	0.79	3	0.69	0.2633333
	151.45	17.78357	5	150.07	17.256904
5	115.07	13.1447	2	57.535	6.5723502
	24.78	2.6875368	2	12.39	1.3437684
	5.79	0.55	1	5.79	0.55
	9.27	1.2382931	4	2.3175	0.3095733
	154.91	17.62053	9	78.0325	8.7756919

Partículas + Aserrín (P + A)

<i>Repetición</i>	<i>Total</i>		<i># Basidios</i>	<i>Promedio</i>	
	<i>Peso fresco (g.)</i>	<i>Peso seco (g.)</i>		<i>Peso fresco (g.)</i>	<i>Peso seco (g.)</i>
1	135.39	18.964202	10	13.539	1.8964202
	35.22	4.0967708	1	35.22	4.0967708
	9.45	1.3745455	2	4.725	0.6872727
	2.48	0.28	1	2.48	0.28
	182.54	24.715518	14	55.964	6.9604638
2	153.4	16.408458	10	15.34	1.6408458
	23.14	2.732093	3	7.713333333	0.9106977
	15.9	1.3636861	3	5.3	0.454562
	192.44	20.504237	16	28.35333333	3.0061055
3	98.26	17.413165	7	14.03714286	2.4875949
	88.46	6.2748443	2	44.23	3.1374221
	4.37	0.6	1	4.37	0.6
	5.87	0.59	1	5.87	0.59
	196.96	24.878009	11	68.50714286	6.8150171
4	13.54	1.4704072	2	6.77	0.7352036
	210.78	17.631787	7	30.11142857	2.5188267
	23.22	3.3949819	5	4.644	0.6789964
	7.24	0.641844	2	3.62	0.320922
	254.78	23.13902	16	45.14542857	4.2539487
5	113.38	16.872024	2	56.69	8.4360119



	82.28	5.02	3	27.42666667	1.67333333
	2.65	1.65	4	0.6625	0.4125
	198.31	23.542024	9	84.77916667	10.521845
Partículas + Viruta (P + V)					
	Total			Promedio	
Repetición	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)	# Basidios	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)
1	150.64	13.50768	13	11.6	1.0390523
	45.86	2.2150626	3	15.3	0.7383542
	0.62	0.16	1	0.6	0.16
	197.1	15.9	17.0	27.5	1.9
2	125.96	15.342868	5	25.192	3.0685737
	50.61	4.045627	3	16.87	1.3485423
	52.82	3.4590088	1	52.82	3.4590088
	4.67	0.26	1	4.67	0.26
	6.42	0.43	1	6.42	0.43
	240.48	23.537504	11	105.972	8.5661248
3	138.01	12.546364	2	69.005	6.2731818
	56.99	2.643321	4	14.2475	0.6608302
	195	15.189685	6	83.2525	6.9340121
4	131.65	16.6611	2	65.825	8.3305498
	88.49	8.1526296	2	44.245	4.0763148
	12.77	0.8055288	1	12.77	0.8055288
	232.91	25.619258	5	122.84	13.212393
5	229.1	23.529189	5	45.82	4.7058378
	52.2	2.4373541	1	52.2	2.4373541
	281.3	25.966543	6	98.02	7.1431919
Viruta + Aserrín (V + A)					
	Total			Promedio	
Repetición	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)	# Basidios	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)
1	85.66	10.790504	2	42.83	5.3952519
	80.56	7.3236364	4	20.14	1.8309091
	3.12	0.92	1	3.12	0.92
	169.34	19.03414	7	66.09	8.146161
2	151.7	12.665121	2	75.85	6.3325603
	50.77	4.0751839	1	50.77	4.0751839
	4.68	0.71	2	2.34	0.355
	207.15	17.450305	5	128.96	10.762744

3	100.32	14.685627	4	25.08	3.6714068
	44.85	2.7867961	1	44.85	2.7867961
	10.47	2.2297222	4	2.6175	0.5574306
	155.64	19.702146	9	72.5475	7.0156335
4	64.82	9.367052	3	21.60666667	3.1223507
	74.95	7.2887156	2	37.475	3.6443578
	24.33	2.4882955	2	12.165	1.2441477
	3.45	0.7	1	3.45	0.7
	167.55	19.844063	8	74.69666667	8.7108562
5	129.05	10.577869	1	129.05	10.577869
	33.26	1.9893832	1	33.26	1.9893832
	18.63	1.4862523	1	18.63	1.4862523
	7.08	0.62	3	2.36	0.2066667
	188.02	14.673504	6	183.3	14.260171
Viruta + Aserrín + Partículas (V + A + P)					
	Total			Promedio	
Repetición	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)	# Basidios	Peso fresco (g.)	Peso seco (g.)
1	183.92	18.226306	3	61.30666667	6.0754354
	59.13	3.1873048	3	19.71	1.0624349
	1.28	0.66	3	0.426666667	0.22
	244.33	22.073611	9	81.44333333	7.3578704
2	127.7	19.588932	5	25.54	3.9177864
	75.56	3.5854482	5	15.112	0.7170896
	1.14	0.33	2	0.57	0.165
	204.4	23.50438	12	41.222	4.799876
3	165.8	18.123887	3	55.26666667	6.0412955
	74.41	5.3668031	1	74.41	5.3668031
	12.56	0.8822181	1	12.56	0.8822181
	2.77	0.28	2	1.385	0.14
	255.54	24.652908	7	143.6216667	12.430317
4	115.5	17.71	5	23.1	3.542
	54.28	7.7807509	4	13.57	1.9451877
	2.24	0.35	1	2.24	0.35
	172.02	25.840751	10	38.91	5.8371877
5	219.47	18.355673	9	24.38555556	2.0395192
	31.91	1.9170736	1	31.91	1.9170736
	251.38	20.272746	10	56.29555556	3.9565928

ANEXO 8

MATERIAL LIGNOCELULÓSICO (SUSTRATOS)

“BOLAINA BLANCA” (<i>Guazuma crinita</i>)		
ASERRÍN	VIRUTA	PARTÍCULAS CON CORTEZA
		

PAJA DE ARROZ	AFRECHO DE ARROZ
	

ANEXO 9

PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS Y ESTERILIZACIÓN

MEZCLA DE LOS SUSTRATOS



ESTERILIZACIÓN



ANEXO 10

INOCULACIÓN, INCUBACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

INOCULACIÓN O SIEMBRA



INCUBACIÓN


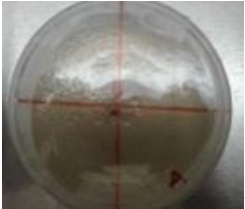

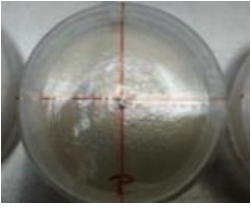
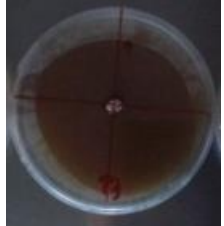


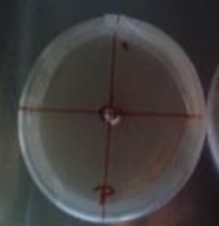

























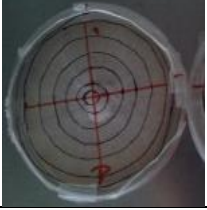


FRUCTIFICACIÓN



ANEXO 11

CRECIMIENTO MICELIAL POR DÍA Y POR TRATAMIENTO

	<i>PAJA DE ARROZ (Pj)</i>	<i>ASERRÍN (A)</i>	<i>VIRUTA (V)</i>	<i>PARTICULAS (P)</i>
DIA 1				
DIA 2				
DIA 3				
DIA 4				
DIA 5				
DIA 6				
DIA 7				

	<i>PAJA DE ARROZ (Pj)</i>	<i>ASERRÍN (A)</i>	<i>VIRUTA (V)</i>	<i>PARTICULAS (P)</i>
<i>DIA 8</i>				
<i>DIA 9</i>				
<i>DIA 10</i>				
<i>DIA 11</i>	