

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL



“Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus*
“Callampa” sobre cascarilla de arroz, provincia
de Moyobamba-2014”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL

AUTOR : Bach. Luis Freyder Liñan Escate.

ASESOR :Blgo. Alfredo Díaz Visitación

Código N°06057513

MOYOBAMBA-SAN MARTIN
2014



ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las Cuatro de la tarde del día **Miércoles 15 de Octubre del Dos Mil Catorce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Blgo. M.Sc. LUIS EDUARDO RODRÍGUEZ PÉREZ	PRESIDENTE
Blgo. Pesq. ESTELA BANCES ZAPATA	SECRETARIO
Ing. RUBEN RUIZ VALLES	MIEMBRO
Blgo. M.Sc. ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN	ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado "**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE *Pleurotus Ostreatus* " CALLAMPA" SOBRE CASCARILLA DE ARROZ, PROVINCIA DE MOYOBAMBA - 2014**"; presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental **LUIS FREYDER LIÑAN ESCATE**, según Resolución Consejo de Facultad N° 0189-2013- UNSM-T-FE-CF de fecha **30 de Diciembre del 2013**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **17:20** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez
Presidente

Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata
Secretario

Ing. Ruben Ruiz Valles
Miembro

Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por inculcarme los valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis tíos Joel, Renso y Noel por haber brindado parte de su tiempo y compartir sus experiencias con mi persona. Gracias por brindarme su apoyo y darme ánimo en los momentos difíciles.

Al Ing. Rafael Félix por su apoyo incondicional ya que sin ser familias desde la primera vez que lo conocí me hiciste sentir parte de ella, gracias amigo.

A todos mis amigos quienes formaron parte de mi formación personal y profesional, por su apoyo ofrecido, por haberme transmitidos los conocimientos obtenidos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje de la vida.

LUIS FREYDER LIÑAN ESCATE



AGRADECIMIENTO

La presente tesis es el resultado gracias al apoyo de un conjunto de personas. Por esto agradezco en primer lugar a mi universidad la cual me abrió sus puertas, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Al Biólogo Alfredo Díaz Visitación quien a lo largo de este tiempo ha colaborado brindando sus capacidades y conocimientos como asesor en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mis docentes universitarios a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

A mis amigos del centro médico arcángel por su apoyo incondicional y brindarme en muchas ocasiones la facilidad de contar con sus equipos.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix

CAPITULO I

El problema de investigación

1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
1.3 Fundamentación teórica	3
1.3.1 Antecedentes de la investigación	3
1.3.2 Bases teóricas	5
1.3.2.1 Características distintivas de los hongos	5
1.3.2.2 Hongos comestibles	6
1.3.2.3 Hongos comestibles cultivados en el mundo	7
1.3.2.4 Los basidiomicetos	8
1.3.2.5 Características generales de <i>Pleurotus ostreatus</i> “Callampas”	9
1.3.2.6 Ciclo reproductivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
1.3.2.7 Fases del micelio	12
1.3.2.8 Propiedades medicinales de las setas del genero <i>Pleurotus</i>	12
1.3.2.9 Calidad nutricional de <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
1.3.2.10 Origen de su cultivo	13
1.3.2.11 Fructificación de <i>Pleurotus</i> bajo condiciones controladas	13
1.3.2.12 Estructura del cuerpo fructífero	14
1.3.2.13 Sustratos utilizados en el mundo	14
1.3.2.14 Características fisico-químicas de la cascarilla de arroz	16
1.3.2.15 Uso del yeso como suplemento	16
1.3.2.16 Contaminantes, plagas y enfermedades	17

1.3.3 Definición de términos	19
1.4 Variables	20
Variable Dependiente	20
Variable Independiente	20
1.5 Hipótesis	20

CAPITULO II

Marco metodológico	21
---------------------------	----

2.1 Tipo de investigación	22
2.2 Diseño de investigación	22
2.3 Población y muestra	22
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	27

CAPITULO III

Resultados

3.1. Resultados	31
3.1.1 Masa producida cuerpos fructíferos	31
3.1.2 Significancia entre los tratamientos	32
3.1.3 Rendimiento (Eficiencia Biológica)	34
3.1.4 Cuerpos fructíferos producidos	36
3.1.5 Medición de pH en sustratos	37

Discusiones	39
--------------------	----

Conclusiones	41
---------------------	----

Recomendaciones	42
------------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS	44
-----------------------------------	----



ANEXOS

Imagen N° 1: Trigo esterilizado y listo para ser inoculado.	48
Imagen N° 2: Semilla de trigo invadido por micelio de <i>Pleurotus ostreatus</i> .	48
Imagen N° 3: Micelio de <i>Pleurotus ostreatus</i> invadiendo la pajilla de arroz.	49
Imagen N° 4: Aparición de los primeros primordios en GC-R1.	49
Imagen N° 5: Cuerpos fructíferos en GC-R1 listos para ser cosechados.	50
Imagen N° 6: Aparición de nuevos cuerpos fructíferos en GC-R1.	50
Imagen N° 7: peachimetro utilizado para medir el pH de cada sustrato.	51
Imagen N° 8: Cuerpos fructíferos creciendo en cascarilla de arroz 97%.	51
Imagen N° 9: pesado de los cuerpos fructíferos.	52
Imagen N° 10: Esterilizado de trigo a olla a presión.	52
Imagen N° 11: Ficha técnica utilizada para la recolección de datos.	53
Imagen N° 12: Distribución de t.	54
Imagen N° 13: Puntos de 10, 5 y 1% para la distribución F	55
Imagen N° 14: Parámetros controlados durante la investigación.	56

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Composición química de la cascarilla de arroz en comparación con pajilla de algunos cereales.	15
---	----

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Clasificación taxonómica de <i>Pleurotus ostreatus</i>	10
Cuadro N° 2. Rango óptimo de los factores que afectan el crecimiento del genero <i>Pleurotus</i> .	14
Cuadro N° 3. Diseño experimental.	22
Cuadro N° 4. Población y muestra.	22
Cuadro N° 5. Relación en % de sustratos para cada tratamiento.	26
Cuadro N° 6. Diseño del experimento.	27
Cuadro N° 7. Análisis de varianza.	28
Cuadro N° 8. Masa producida de cuerpos fructíferos.	31
Cuadro N° 9. Desarrollo del análisis de varianza.	33
Cuadro N° 10. Diferencia significativa entre los tratamientos.	34
Cuadro N° 11. Medición del Rendimiento (Eficiencia Biológica).	35

Cuadro N° 12. Cuerpos fructíferos producidos.	36
Cuadro N° 13. Medición de pH en sustratos.	37

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 1. Masa producida de cuerpos fructíferos.	32
Grafico N° 2. Rendimiento (Eficiencia Biológica).	36
Grafico N° 3. Cuerpos fructíferos producidos.	37

RESUMEN

Actualmente en la provincia de Moyobamba se realiza el cultivo de arroz, cuya actividad es el sustento de muchas personas, de este cultivo se origina principalmente como material residual la cascarilla de arroz. Hoy en día es recomendable reintegrar materiales residuales a los ciclos productivos, lo cual contribuye al ahorro de recursos naturales, a la reducción en la generación de residuos y a la disminución del impacto ambiental que puedan generar por una inadecuada disposición. Emplear residuos agrícolas como sustrato para el cultivo de hongos comestibles es un claro ejemplo de valorización de residuos. En este contexto, es necesario evaluar si la cascarilla de arroz se puede utilizar como sustrato para el cultivo de setas comestibles (*Pleurotus ostreatus*), determinando sus parámetros de productividad, propiedades físicas del sustrato. Para ello se probaron tres proporciones de cascarilla de arroz (97%, 87% y 82%) teniendo como testigo paja de arroz al 97%. todos los tratamientos se procedieron a inocular con una sola variedad de cepa

El rendimiento (EB) del tratamiento 1 fue muy superior (14,78%, 10,08% y 13,22%) a los tratamientos 2, 3 y 4. Pero se percibieron como no aceptables desde el punto de vista comercial para lo cual se debe buscar un rendimiento (Eficiencia Biológica) mayores del 50%. **(Guarin y Ramírez 2004)**

El sustrato preparado a partir de cascarilla de arroz (T2) tuvo un rendimiento (Eficiencia Biológica) referentemente baja (1,32%, 0,86% y 1,06) y para los tratamientos 3 y 4 agregando porcentajes de afrecho de trigo el rendimiento fue poco significativa. Estos valores se consideran negativos para la producción de *Pleurotus ostreatus*.

En conclusión la Pajilla al 97% en promedio fue significativamente superior que Cascarilla de arroz al 97 %, 87 % y 82% respectivamente, lo cual nos indica que con la cascarilla de arroz si se puede utilizar para la producción de *Pleurotus ostreatus* pero con rendimientos bajos en comparación de la Pajilla al 97%.



CENTRO DE IDIOMAS

ABSTRACT

Currently in the Moyobamba province is the rice cultivation, whose activity is the livelihood of many people, of this crop mainly originates as residual material the rice husks. Nowadays it is advisable restores residual materials to the productive cycles, which contributes to the natural resources saving, to the reduction in the residues generation and to the decrease of the environmental impact that they could generate for an inadequate disposition. To use agricultural residues as substratum for the culture of eatable fungi is a clear example of residues valuation. In this context, it is necessary to evaluate if the rice husk can be in use as substratum for the culture of these foodstuffs (*Pleurotus ostreatus*), determining its parameters of productivity, physical properties of the substratum. For it there were proved three rice husk proportions (97 %, 87 % and 82 %) having as witness straw of rice to 97 %. They proceeded all the treatments to inoculate with an alone variety of vine-stock.

The performance (EB) of the treatment 1 was very superior (14,78 %, 10,08 % and 13,22 %) to the treatments 2, 3 and 4. But they were perceived as not acceptable from the commercial point of view for which must look for a performance (Biological Efficiency) major of 50 %. (Guarin and Ramirez 2004).

The substratum prepared from rice husk (T2) had a performance (Biological Efficiency) referentente it goes down (1, 32 %, 0,86 % and 1,06) and for the treatments 3 and 4 adding percentages of bran of wheat the performance was slightly significant. These values are considered to be negatives for the production of *Pleurotus ostreatus*.

In conclusion, the straw to 97% on average was significantly higher than that of rice husks to 97 %, 87 % and 82% respectively, which shows us that with the rice husk if it can be used for the production of *Pleurotus ostreatus* but with low yields in comparison of the straw to 97 %.



CAPITULO I
El problema de investigación

1.1 Planteamiento del problema:

Hoy en día el incremento poblacional en el valle del Alto Mayo está generando una mayor demanda en el consumo de alimentos y a la vez una mayor generación de residuos agrícolas, además a todo lo antes mencionado se suma el cambio de uso de suelos de uso agrícola a lotes urbanos lo cual genera disminución de tierras de uso agrícola.

El consumo de hongos comestibles (entre ellos *Pleurotus ostreatus*) en las zonas rurales es de gran demanda, estos son aprovechados mediante la extracción directa de su hábitat natural en los bosques lo cual podría generar con el tiempo la escases de esta especie debido a la destrucción de su hábitat natural y/o a la alteración de su ciclo biológico debido a su alta demanda por la población.

En estos tiempos la población tiene menos acceso a los alimentos de buena calidad ricos en proteína y aminoácidos esenciales, debido a los precios poco accesibles para la mayoría de los pobladores. Actualmente se considera a *Pleurotus ostreatus* "Callampa" un complemento alimenticio de un aceptable valor nutricional, ya que sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, recurso que podría ser aprovechado e introducido a la dieta diaria de la población.

Pleurotus ostreatus "Callampa" crece en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso ricos en celulosa y lignina. Dentro de estos materiales se encuentra la cascarilla de arroz que es un residuo agrícola, el cual en la mayoría de los casos no es reutilizado sino simplemente quemados. Frente a esto se formula el siguiente interrogante. ¿Es la cascarilla de arroz un sustrato óptimo para el crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* "Callampa", provincia de Moyobamba-2 014?

1.2 Objetivos:

General:

- Evaluar el crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre la cascarilla de arroz utilizado como sustrato en la provincia de Moyobamba-2 014.

Específicos:

- Preparar los medios de cultivo con la cascarilla de arroz
- Obtener el micelio a través de semilla de trigo
- Determinar el peso de cuerpos fructíferos producidos por kilogramo de sustrato

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Antecedentes de la investigación.

Internacional.

(Suárez, 2 010) “Obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (*Lentinula edodes*) y orellanas (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla” concluye que:

- La metodología más fácil y con mejores resultados es la de trozo de carpóforo con desinfección. En dos semanas se puede obtener micelio puro y abundante para la producción de semilla.
- El mejor grano de cereal para la producción de semilla (spawn) para las tres especies fue el trigo, seguido de la cebada y el sorgo.

(Ardón, 2 007). “La producción de los hongos comestibles”

concluye que:

Entre los hongos más conocidos y cultivados comercialmente están el Champiñón (*Agaricus bisporus*), Shiitake (*Lentinus edodes*) y Hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). De ellos, *Pleurotus ostreatus* se presenta como el más versátil, habiendo una amplia gama de cepas

comerciales que se adaptan a diferentes condiciones ambientales y con ciclos productivos relativamente cortos. Además de estas ventajas, especialmente sobre el champiñón y Shiitake, encontramos que las cepas de *Pleurotus ostreatus* por ser xilófagas tienen la capacidad de crecer sobre diversos sustratos, esto hace que tengan mayor posibilidad de adaptabilidad a la economía regional, dada la facilidad del proceso de preparación del sustrato y generación de condiciones ambientales para fructificación; que en el caso de Champiñón, resulta laborioso y oneroso.

El hongo Shiitake también es xilófago, pero presenta ciertas restricciones en el sistema de producción artesanal en trozos como la disponibilidad de especies forestales apropiadas y el shock térmico al que deben someterse los trozos ya incubados para inducir la fructificación, lo que limita la distribución del cultivo, sectorizándolo a ciertas regiones donde las características del clima permitan obtener del ambiente natural, las condiciones favorables para el crecimiento de micelio y producción de carpóforos.

(Gayosso, 2 001) “Caracterización de los componentes de un extracto de primordios de *Pleurotus ostreatus* que induce su fructificación”.

El desarrollo de *Pleurotus ostreatus* en relación con los días para fructificación y al número de primordios, fue afectada significativamente por los factores tratamiento, sustrato, extracto y por la interacción sustrato –extracto, el rendimiento (Eficiencia Biológica) también fue influida por estos factores excepto por la interacción sustrato-extracto. Así los valores de las variables, días para fructificación, número de primordios y rendimiento se movieron en un rango de 1 a 5,9 días, de 1 a 6,525 primordios y de 1 a 13,53% respectivamente

Para el caso del rendimiento, la paja de arroz fue el mejor con 13,53%, seguido de paja de arroz adicionado el extracto de primordios con 11,77%. Entre rastrojos de maíz y rastrojos de maíz con extracto de primordios los valores fueron de 9,51 y 8,33% respectivamente.

Nacional.

(Ríos y Ruiz, 1 993) “Aislamiento y cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*”. Concluye que:

- Por sus características externas e internas se determinó que el hongo comestible en estudio pertenece al género *Pleurotus ostreatus*; obteniéndose buen desarrollo cuando se aísla del basidiocarpo desinfectado y se cultiva en medios de trigo y arroz autoclavado.

1.3.2 Bases teóricas.

1.3.2.1 Características distintivas de los hongos

Los hongos constituyen un grupo muy variable y difícil de caracterizar, sin embargo, cuando se hace referencia a ellos se habla de organismos que nacen de esporas, carecen de clorofila, se reproducen sexual o asexualmente y tienen un cuerpo generalmente formado por filamentos muy ramificados llamados hifas, los cuales en conjunto forman el micelio. El crecimiento del micelio sólo se da en las puntas, por lo que forman masas algodonosas o afelpadas de forma radial, que es común observar en la hojarasca, troncos caídos y en el suelo de bosques. Se distinguen de las plantas porque no almacenan su energía en forma de almidón, polisacárido insoluble que forma las reservas alimenticias de las plantas. En su lugar, almacenan otros polisacáridos como la trehalosa y el glucógeno, polímero de la glucosa que los animales utilizan para almacenar energía por corto tiempo. (Sanchez y Royse, 2 001)

La estructura de su cuerpo es diferente al de las plantas; si bien los hay unicelulares como las levaduras, la mayoría de ellos están formados por conjuntos de hifas o micelio.

Esta estructura, contrariamente a los tejidos animales y vegetales, no posee células. En las hifas de los hongos inferiores el citoplasma es generalmente continuo, no está separado por septos, posee numerosos núcleos minúsculos, que se desplazan libremente por una corriente citoplasmática que también permite el transporte de elementos nutritivos al interior del micelio. Por el contrario, los hongos superiores tienen septos con perforaciones centrales que permiten el paso del citoplasma. (Sanchez y Royse, 2 001)

1.3.2.2 Hongos comestibles:

Estos organismos poseen un cuerpo "vegetativo" distintivo llamado micelio, conformado por un conjunto de finos filamentos denominadas hifas, que constituyen la unidad estructural. En un cultivo comercial, el micelio se diferencia fácilmente ya que posee un color blanco. Para los procesos de crecimiento y fructificación requieren de la combinación de factores físicos: temperatura, luz, oxígeno, dióxido de carbono, cuyos valores y concentraciones óptimas varían en función de la etapa en que se encuentran. (López, 2 006)

El micelio debe tener a su disposición la fuente de carbono que constituye la base nutricional. Todos los hongos necesitan este tipo de fuente dado que están desprovistos de clorofila, y no pueden realizar la fotosíntesis. Por ese motivo pueden vivir y prosperar sobre materia orgánica muerta, esto es, extraer su fuente de carbono y demás nutrientes de, por ejemplo, el aserrín y la paja, entre otros. (Carter y Salinas, 2 008)

Cualquier residuo de la agroindustria puede ser factible de ser utilizado para este fin. En este grupo la fuente de carbono está constituida por la lignina y la celulosa, que se encuentran en paja de cereales, cáscara de arroz, aserrín o viruta y coronta de maíz. Las necesidades de nitrógeno pueden cubrirse por las proteínas y aminoácidos que resultan de la descomposición químico-biológica de cuerpos orgánicos (harinas, granos de cereales, estiércol, o simplemente urea). La concentración final de nitrógeno en el sustrato no debe exceder el 1,3 a 1,5%; de la misma manera pueden utilizarse algunos compuestos inorgánicos (fosfato, sulfatos), en condiciones fácilmente asimilables. (Rodríguez, 2 005)

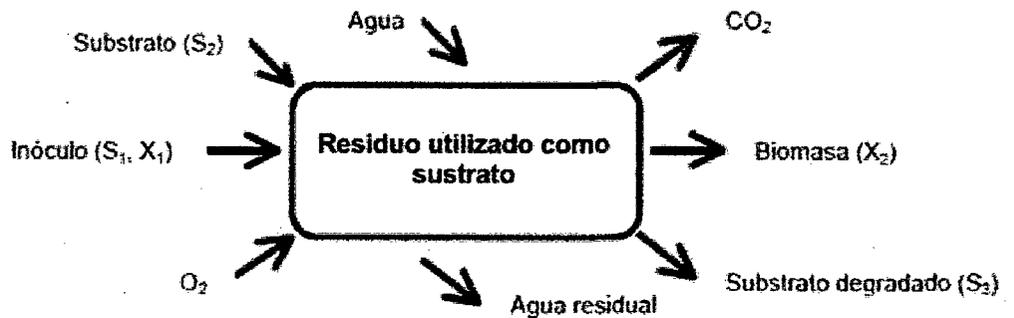
1.3.2.3 Hongos comestibles cultivados en el mundo:

En este reino están incluidas alrededor de unas 70 000 especies de hongos, de las cuales aproximadamente 5 000 son comestibles; ahora bien, aunque las especies comestibles son muy numerosas, en el mundo solamente se han desarrollado a escala industrial 6 especies a las que se les conoce como las 6 grandes y que son por supuesto las más conocidas; estas son:

- *Agaricus bisporus* (champiñón de paris)
- *Lentinula edodes* (shiitake)
- *Volvariella volvacea* (hongo de la paja)
- *Pleurotus ostreatus* (hongo ostra)
- *Auricularia spp* (hongo oreja de árbol)
- *Flamulina velutipes* (hongo de invierno)

La fructificación de los hongos se ve afectada por varios factores químicos y físicos del sustrato sobre el cual crecen y por las condiciones ambientales. Entre los factores asociados al sustrato están: El pH, la relación C/N, el tamaño de partícula,

la capacidad de retención de humedad y la cantidad de carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales presentes en su composición. Como factores ambientales pueden mencionarse: la temperatura, la humedad relativa, la aireación y bióxido de carbono, la iluminación, etc. (Dario, 2 001; Ardón, 2 007)



Balance de materia durante el cultivo de un hongo (Ardón, 2 007)

$X_1 + Y(S_1) + Y(S_2) = X_2$, en donde:

S_1 = Substrato en el inóculo (g)

S_2 = Substrato para fructificación (g)

S_3 = Substrato degradado (g)

X_1 = Biomasa del inóculo (g)

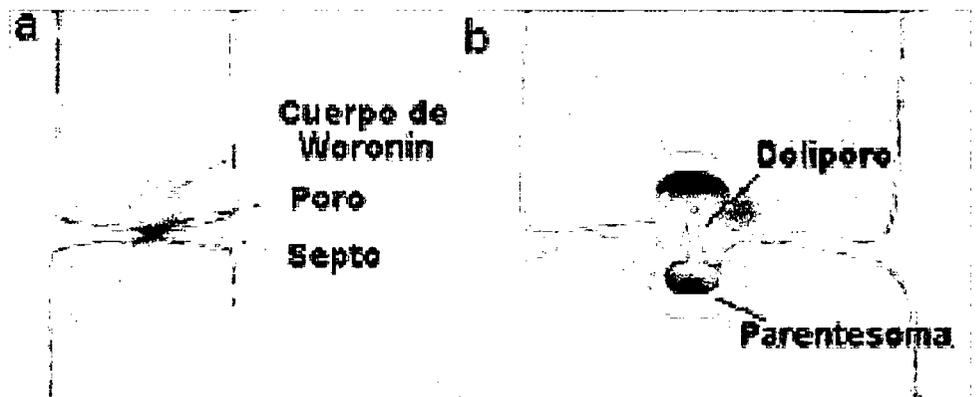
X_2 = Biomasa producida (g)

Y = Rendimiento

1.3.2.4 Los Basidiomicetos

Forman un grupo de hongos muy grande y diverso que se caracteriza porque produce esporas sexuales en cuerpos fructíferos llamados basidiocarpos, también conocidos como basidiomatas o basidiomas (del griego *basidion*=base pequeña, basidio + *karpos*=fruto), el cual porta estructuras especializadas conocidas como basidias. En la mayoría de las especies, cada basidia produce cuatro basidiosporas, que son fuertemente disparadas al llegar a su madurez (balistosporas). La mayoría de estos hongos produce un micelio bien desarrollado, con septos simples o doliporo, dependiendo del orden taxonómico. Usualmente es blanco, amarillo brillante o naranja, y a menudo se dispersa hacia el frente, creciendo en forma de abanico, puede entretrejerse formando estructuras

parecidas a cuerdas o raíces llamadas rizomorfos, resistentes a condiciones adversas como la falta de nutrientes o la humedad. En condiciones adversas pueden permanecer latentes hasta que las condiciones favorables para el crecimiento se presenten nuevamente. Los rizomorfos se conforman de un número de hifas arregladas paralelamente y algunas veces envueltas en una vaina o corteza. (Sanchez y Royse, 2001)



Septos de basidiomicetos: a) septo simple, b) septo doliporo (Ardor, 2007)

1.3.2.5 Características generales de *Pleurotus ostreatus*

“Callampa”:

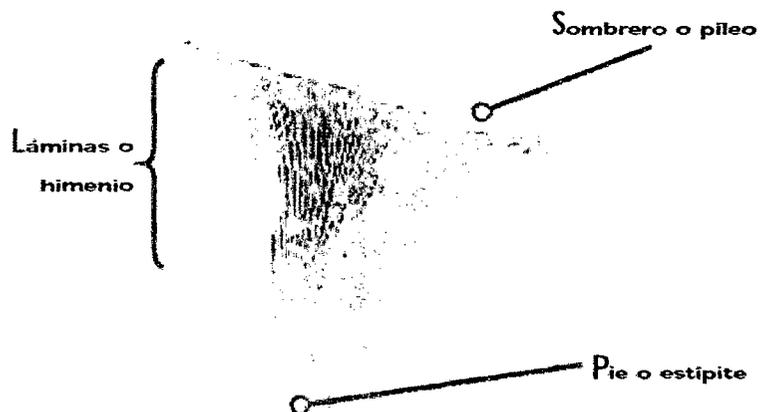
Esta especie ha sido vulgarmente llamada en todo el mundo como hongo de ostra por su parecido a la ostra y por su forma de concha. Crece cespitosa, formando racimos, sobre troncos en proceso de descomposición. Es un hongo bastante variable tanto en sus dimensiones como en su aspecto. Su tamaño varía en función de la edad y de la cantidad de sustrato que la alimenta, encontrándose ejemplares que llegan a medir hasta 20 o 30 cm. de diámetro; la forma depende también de la edad, primero es abombada y finalmente llega a ser plana. (Espinoza, et all., 2006)

La carne del sombrero es blanca, bastante sabrosa, algo elástica, tierna en los bordes y más correosa a medida que se aproxima al pie. (Sierra, López y García, 2002)

Cuadro N° 1. Clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO <i>PLEUROTUS</i>	
Reino	Fungi
División	Basidiomicotina
Clase	Homobasidiomicete
Subclase	Hymenomicete
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomataceae
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>ostreatus</i>

Fuente: (Sanchez y Royse, 2 001)



Fuente: (Flores, 2 012)

1.3.2.6 Ciclo reproductivo de *Pleurotus ostreatus*:

Este género pertenece a los hongos denominados perfectos, es decir, se pueden observar dos formas para dar origen a nuevos individuos: sexual y asexual. A esta última también se le conoce como vegetativa, debido a que no involucra fusión de núcleos. Se puede dar por fragmentación del micelio, el cual al colocarse bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y sustrato, da origen a un nuevo individuo. Esta forma de reproducción es muy utilizada para multiplicar los hongos comestibles en el laboratorio, pues permite mantener las características de la cepa que se está cultivando.

El ciclo de vida de *Pleurotus*, implica una sucesión de etapas que van desde la germinación de las esporas hasta la formación de carpóforos. La reproducción sexual se da por medio del modelo de heterotalismo, en el cual se necesitan dos micelios para llevar a cabo la reproducción. Las basidiosporas germinan cuando entran en contacto con un sustrato y encuentran una temperatura, pH y humedad adecuados para su crecimiento. Dan origen a un micelio primario bien desarrollado, conocido como monocarion. Para que el cuerpo fructífero se desarrolle, es necesario que dos micelios monocarióticos compatibles se fusionen, este fenómeno se denominada plasmogamia, y por disolución de la pared formen compartimentos hifales con dos tipos de núcleos y se cree el micelio dicarion también conocido como micelio secundario. La cariogamia de los núcleos que forman el micelio secundario, se presenta en la punta de las hifas que forman las laminillas del cuerpo fructífero, dando origen a basidias monocaróticas y diplodes. Posteriormente el núcleo presenta meiosis y da origen a cuatro núcleos haploides, que migran para formar las basidiosporas. Las basidiosporas maduras son liberadas para iniciar nuevamente el ciclo. (Flores, 2 012)

1.3.2.7 Fases del micelio:

El micelio de los hongos lo podemos encontrar en dos fases distintas. La primera es el micelio vegetativo, lo podemos ver como filamentos generalmente blancos a manera de hilos o de una tela de araña inmersos en el sustrato que invaden. Su función es captar alimento mediante la colonización del sustrato y aumentar el área cubierta por él. Si el alimento es uniforme en el sustrato el micelio puede adoptar una forma circular. (López, 2 007)

La segunda fase depende obligatoriamente de la primera y es el arreglo del micelio vegetativo para formar cuerpos más o menos sólidos y erectos sobre el sustrato (cuerpos fructíferos.) Este micelio re arreglado es denominado micelio reproductivo y su función es la producción de hongos por lo tanto es diferente fisiológicamente del micelio vegetativo cuya función es colonizar. (López, 2 007)

1.3.2.8 Propiedades medicinales de las setas del género *Pleurotus*.

Los efectos benéficos de *Pleurotus* se descubrieron independientemente en diferentes continentes. La conciencia de sus propiedades medicinales viene no sólo de Asia sino también de las tradiciones de Europa Central, Sur América y África. Existen un número de estudios que sugieren un rol importante de éste hongo en la cura de numerosas enfermedades además actividad anti cáncer, efectos inmunomoduladores y anti virales. Sin embargo su principal beneficio se observa en la producción de lovastatina y sus análogos. Las especies del género son excelentes productoras de lovastatina la cual es recomendada como disminuidores de colesterol naturales dentro de la dieta humana. (Suarez, 2 010)

1.3.2.9 Calidades nutricionales de *Pleurotus ostreatus*:

Actualmente este hongo es considerado un complemento alimenticio de un aceptable valor nutricional, ya que sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, por lo que debe ser incluido en la dieta diaria. Este hongo es rico en carbohidratos, vitaminas, fibra y minerales, además de que posee un bajo contenido de grasas. Presenta entre el 57 y 61 por ciento de carbohidratos en base a su peso seco, 26 por ciento de proteína y un contenido de fibra del 11,9 por ciento. Contiene vitaminas como la niacina, tiamina, vitamina B12 y la vitamina C o ácido ascórbico. Además se le han detectado minerales como el potasio, fósforo, calcio, entre otros. Su contenido de grasas es de 0,9 a 1,8 por ciento con base en su peso seco.

(Gaitán, et al., 2 006)

1.3.2.10 Origen de su cultivo:

Su cultivo se inició hacia 1 970 en Hungría, Alemania y Checoslovaquia, sobre madera. A partir de la década de los 70 comenzó su producción industrial sobre paja de cereales. En España actualmente muchos cultivadores de champiñón han modificado sus instalaciones para cultivar *Pleurotus* pues es más fácil y resulta más rentable.

(Sierra, López, y García, 2 002)

1.3.2.11 Fructificación de *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones controladas

La sala de fructificación debe ser un área amplia que mantenga condiciones estables de humedad, ventilación, temperatura e iluminación. Para la fructificación de las especies de *Pleurotus* se recomienda mantener estos parámetros dentro de los rangos que se mencionan en el cuadro N° 2.

Cuadro N° 2. Rango óptimo de los factores que afectan el crecimiento del género *Pleurotus*.

PARAMETRO	RANGO
Temperatura	20-26 °C
Humedad relativa	85-90%
Humedad del sustrato	50-60%
Luz	Suficiente para leer al menos durante una hora diaria
Renovación de aire	6 veces el volumen de la sala/hora

Fuente: (Sanchez y Royse, 2 001)

La fructificación puede llevarse a cabo en la misma sala utilizada para el crecimiento vegetativo (incubación) solo si es posible suministrar las condiciones de humedad, temperatura, luz y ventilación que requiere el hongo en esta etapa. (Sanchez y Royse, 2 001)

1.3.2.12 Estructura del cuerpo fructífero:

El cuerpo fructífero de *Pleurotus* y de otros basidiomycetes es una estructura especializada y diferenciada diseñada para la producción y dispersión de un gran número de esporas. A diferencia de las células meristemáticas de las plantas, el crecimiento aquí se debe a un control establecido por el crecimiento regulado de los ápices de las hifas y su posterior ramificación de los compartimentos sub apicales, esto es por debajo de la región apical de la hifa. (López y García, 2 004)

1.3.2.13 Sustratos utilizados en el mundo:

Los hongos del género *Pleurotus*, toman los nutrientes necesarios para su alimentación de los materiales sobre los que crecen. Tienen la capacidad de degradar celulosa y lignina

presentes en diversos esquilmos agrícolas (pajas, rastrojos), desechos agroindustriales (bagazos de caña de azúcar, maguey tequilero, pulpa de café), y/o forestales (aserrín y viruta de diversas maderas). (Gaitán, et al., 2 006)

El principal grupo de materias primas de base o de volumen utilizados en la elaboración de substratos para las diferentes especies de *Pleurotus* lo forman las pajas de cereales recogidas en los rastrojos tras el cosechado de los granos. Las pajas son un material de fácil disponibilidad en cualquier parte, dado que el cultivo de cereales está implantado por todo el mundo de manera generalizada. Son materias con un alto predominio de lignocelulosa y con un contenido en nitrógeno por debajo del 1%. Aunque suele ser corriente emplear la paja de cereales como ingrediente único o en mezclas de dos o más pajas diferentes, también suele ser habitual utilizar algún otro material orgánico de mayor contenido en nitrógeno como aditivo enriquecedor para elevar ligeramente el contenido global de nitrógeno y rebajar en parte la relación C/N.

Tabla Nº 1 Composición química de la cascarilla de arroz en comparación con pajillas de algunos cereales

Material	Materia orgánica	N total	Grasa Bruta	Fibra bruta	Extracto libre de N	Cenizas	C/N
Cascarilla de arroz	82,5	0,63	1,3	48,1	29,2	17,5	75,9
Paja de trigo	93,4	0,47	1,4	38,9	50,1	6,6	115,2
Paja de cebada	94,4	0,46	1,6	41,8	49,8	5,6	119,0
Paja de centeno	96,0	0,56	1,7	42,8	48,1	4,0	99,4
Paja de avena	92,5	0,58	1,8	31,1	56,0	7,5	92,5
Paja de maíz	93,2	0,57	1,4	40,5	47,7	6,8	94,8
Zuro de maíz	95,9	0,78	0,8	30,3	59,9	4,1	71,3
Paja de arroz	84,3	0,69	1,9	35,7	42,4	15,7	70,8
Tallo de sorgo	93,1	1,11	2,6	33,6	49,9	6,9	48,6

Fuente: (Sanchez y Royse. 2001)

1.3.2.14 Características físico- químicas de la cascarilla de arroz:

El alto contenido de sílice demostrado hace que su uso alimenticio en harinas para animales sea limitado. Uno de los elementos que apropia la combustión de cascarilla de arroz es la celulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n siendo el componente principal de las fibras de este subproducto agrícola. Datos que se muestran a continuación:

Celulosa 25,89 – 35,5 %.

Hemicelulosa 18,1 – 21,35 %.

Lignina 18,20 – 24,6 %.

(Valverde, 2007)

1.3.2.15 Uso del yeso como suplemento:

La acción del yeso en el sustrato es de naturaleza físico-química y sus principales efectos son:

- Mejora la estructura física de la composta. Causa agregación de las partículas coloidales produciendo mayor granulación y por tanto mayor número de espacios porosos que facilita la aireación en el sustrato.
- Incrementa la capacidad de retención de agua, mientras decrecen los riesgos de un exceso en el contenido de humedad.
- Contrarresta la alta concentración de los elementos minerales como K, Mg, P y Na y por tanto previene condiciones grasosas en el sustrato.
- Suministra calcio para el metabolismo del hongo y permite que el ácido oxálico producido por los hongos sea neutralizado como oxalato de calcio.

1.3.2.16 Contaminantes, plagas y enfermedades:

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

(Gaitán, et all., 2 006)

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, 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 pequeños escarabajos de los géneros *Mycotretus* y *Pseudyschirus* que se comen los hongos en desarrollo. **(Gaitán, et all., 2 006)**

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)

1.3.3 Definición de términos.

Basidiomicetos: Subdivisión o clase de hongos, cuyas esporas sexuales son producidas por basidios. Son los típicos hongos con sombrero y tallo. (Gaitán, et al., 2 006)

Carpoforo: Cuerpo fructífero o de reproducción vulgarmente denominado seta. (Ardón, 2 007)

Cepa: Micelio genéticamente uniforme que posee características distintivas. (Gaitán, et al., 2 006)

Eficiencia biológica Este término corresponde al porcentaje de sustrato que se puede transformar en hongos útiles para el consumo. (Guarin y Ramirez, 2 004)

Hifa: Una sola hebra o ramificación de un hongo filamentoso. (Gaitán, et al., 2 006)

Himenio: Superficie en donde se producen las esporas que está abajo del píleo del cuerpo fructífero de un hongo. (Gaitán, et al., 2 006)

Micelio: Es una red de hifas y parte vegetativa (no reproductiva) del hongo. (Gaitán, et al., 2 006)

Primordio: Agregaciones hifales que forman estructuras semejantes a cabezas de alfiler y son el inicio del desarrollo de un hongo. (Gaitán, et al., 2 006)

Xilófago: Hongo que obtiene sus nutrientes de la degradación de la madera, Según la forma en la cual pudren la madera. (Ardón, 2 007)

1.4 Variables.

Variable independiente:

Cascarilla de arroz

Variable dependiente:

Crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus*.

1.5 Hipótesis.

Hi: Si se emplea cascarilla de arroz como sustrato entonces se obtendrá un crecimiento y producción óptima de *Pleurotus ostreatus* “Callampa”

H0: Si se emplea cascarilla de arroz como sustrato entonces no se obtendrá un crecimiento y producción óptima de *Pleurotus ostreatus* “Callampa”

CAPITULO II
MARCO METODOLOGICO

2.1 Tipo de investigación.

2.1.1 De acuerdo a la orientación:

Aplicada

2.1.2 De acuerdo a la técnica de contrastación:

Experimental

2.2 Diseño de investigación.

Cuadro N° 3. Diseño experimental

DISEÑO EXPERIMENTAL				
TRATAMIENTOS		REPETICIONES		
G. C	Pajilla de arroz	R-1	R-2	R-3
G.E 1	Cascarilla de arroz 97	R-1	R-2	R-3
G.E 2	Cascarilla de arroz 87	R-1	R-2	R-3
G.E 3	Cascarilla de arroz 82	R-1	R-2	R-3

2.3 Población y muestra

Población: 10 kg de biomasa de micelio contenido en su sustrato (semilla de trigo).

Muestra: 2400 g. de biomasa de micelio contenido en su sustrato (semilla de trigo).

Cuadro N° 4. Población y muestra.

GC	GE 1	GE 2	GE 3
200 g.	200 g.	200 g.	200 g.
200 g.	200 g.	200 g.	200 g.
200 g.	200 g.	200 g.	200 g.
600+600+600+600=2400 g. (muestra)			
Población = 10Kg			

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El diagrama del desarrollo experimental. Se realizó el cultivo y evaluación de la cantidad de cuerpos fructíferos de los hongos comestibles, estas actividades se realizaron en la ciudad de Moyobamba

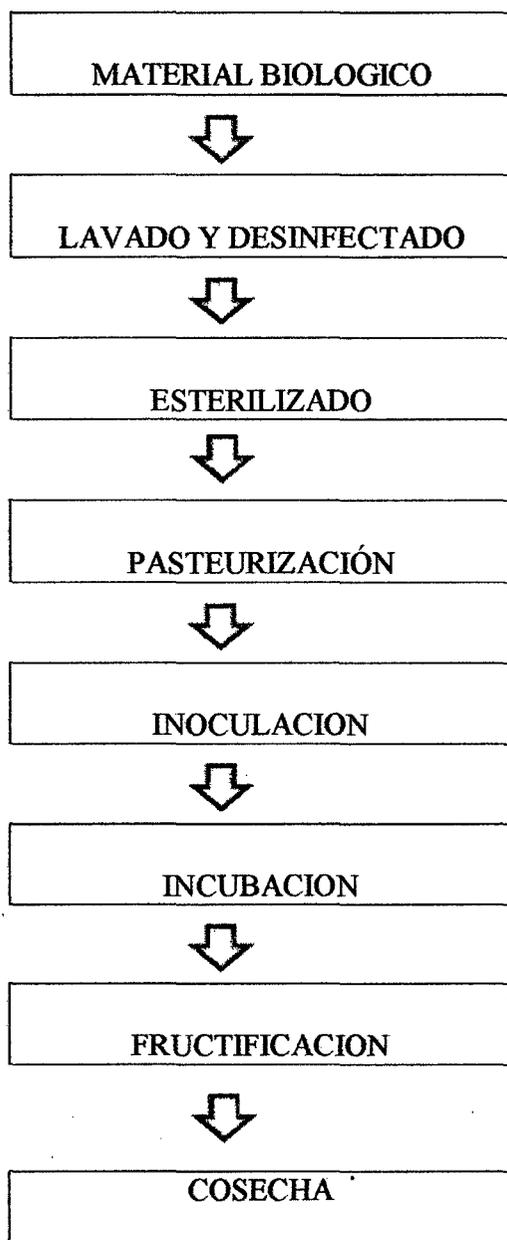


Diagrama del desarrollo experimental

Material biológico.

El material biológico que se obtuvo fue recolectado en el distrito de Jepelacio, centro poblado de Shucshuyacu para luego transportarla a nuestra área de trabajo.

Se trabajó con un cuerpo fructífero lo cual nos brinda una sola cepa con la cual se trabajó y se procedió a extraer parte del tejido con un bisturí 5 mm del hongo previamente lavado con una solución de hipoclorito de sodio al 5%, este proceso se realizó dos veces y luego se enjuago con abundante agua destilada para posteriormente introducirlo en las semillas de trigo previamente hidratada y esterilizada.

El proceso de hidratación de la semilla de trigo se realizó remojando la semilla en agua durante 10 horas para luego dejar escurrir durante 35 min aproximadamente, pasado ese tiempo se procedió a aplicar 3.5 g. de carbonato de calcio y 13 g. de yeso por cada kg de trigo hidratado y realizar la mezcla homogénea para realizar el llenado de los frascos de vidrio.

El esterilizado se realizó utilizando una olla a presión durante 2 horas para posteriormente dejar enfriar y proceder con la inoculación introduciendo los trozos de cuerpos fructíferos en la semilla en una habitación donde no circule viento y completamente limpia.

Las semillas de trigo ya inoculadas fueron introducidas en una caja de tecnoport con la finalidad de evitar los cambios bruscos de temperatura y a la vez incubar en completa oscuridad hasta que el micelio haya invadido toda la semilla de trigo, aproximadamente 15-18 días.

Preparación y siembra en el sustrato.

Los sustratos que se utilizaron fueron pajilla de arroz como muestra control, el cual se encontraba seco, cortado en trozos de 2-5 cm de longitud aproximadamente para facilitar la invasión del micelio, y cascarilla de arroz los cuales fueron almacenados secos en costales y protegidos de la humedad.

Para realizar la reproducción del hongo, primero se procedió a pasteurizar el sustrato con agua caliente a 90-100 °C, rociando constantemente al sustrato para eliminar los microorganismos perjudiciales para *Pleurotus ostreatus*. Luego se procedió a dejar escurrir el sustrato para que tenga la humedad adecuada, esta es ideal cuando se presiona una porción del sustrato con el puño y no escurre líquido.

Se espera a que el sustrato este a una temperatura de 20-23°C para proceder con la inoculación utilizando 200g. de micelio contenido en semilla de trigo por cada tratamiento

Preparación de sustratos:

Los sustratos que se utilizaron fueron pajilla de arroz como muestra control, el cual se encontraba seco, cortado en trozos de 2-5 cm de longitud aproximadamente para facilitar la invasión del micelio, y cascarilla de arroz los cuales fueron almacenados en costales y protegidos de la humedad.

Diseño de los tratamientos

Se probó el uso de la cascarilla de arroz como sustrato para el crecimiento y producción de *Pleurotus* en tres diferentes concentraciones con afrecho de trigo. Se incluyó a la pajilla de arroz como grupo control, esto resulto en un total de cuatro tratamientos. Cada tratamiento conto con tres repeticiones lo cual nos dio un total de doce unidades experimentales.

Cuadro N° 5. Relación en porcentaje (%). de sustratos para cada tratamiento.

TTOS	AFRECHO (%)	CASCARILLA (%)	PAJA (%)	CaCo₃ (%)	CaSo₄ (%)
GC	0	0	97	1	2
GE 1	0	97	0	1	2
GE 2	10	87	0	1	2
GE 3	15	82	0	1	2

Fuente: elaboración propia.

Obtención de los cuerpos fructíferos

Incubación

Cada bolsa con sustrato inoculado se incubaron en condiciones de oscuridad y con temperaturas de 24,5–26,9 °C en una habitación hasta que el micelio invadió por completo todo el sustrato (15-19 días). Durante este tiempo se observó constantemente las bolsas para detectar algún ataque de plagas o se producían contaminación de los sustratos.

Durante los días de incubación se tomaron datos de temperatura y humedad con un higrómetro digital en horarios de 8:00 am-9:00 pm aunque el parámetro de mayor importancia aquí fue la temperatura pues para el caso de la humedad relativa esta era controlada debido a las bolsa cerradas herméticamente.

Inducción de cuerpos fructíferos.

Luego de la invasión total del micelio en los sustratos se procedió a trasladar las bolsas a un área con vegetación y sombra donde la temperatura era de 22,1 °C (en promedio) y la humedad relativa de 62-89 %. Ya colocados en el área se procedió a perforar las bolsas para el intercambio gaseoso y donde brotarían los primordios para luego realizar los riegos con una frecuencia de tres veces al día.

En esta etapa también se tomaron datos de temperatura y humedad durante los horarios de 8:00 am-9:00 pm. En esta etapa se debió controlar ambos

parámetros debido a que las bolsas que contenían los sustratos fueron perforados y podrían sufrir deshidratación tanto los sustratos como los cuerpos fructíferos en desarrollo.

Medición de pH de los sustratos.

Se procedió a medir el pH de cada bolsa en plena producción utilizando un peachimetro marca BOECO procedente de la Universidad Nacional de San Martín.

Cosecha de cuerpos fructíferos.

Luego de la aparición de primordios se requirió de 5-7 días para el desarrollo adecuado de los cuerpos fructíferos se procedió a realizar el corte desde la base utilizando materiales desinfectados con alcohol y flameado para evitar problemas de contaminación en los sustratos. Se registraron los datos de masa y el N° de cuerpos fructíferos producidos, para lo cual se utilizó una Balanza Digital marca Gramera, Rango 1 g. a 5 kg. Para el pesado de los cuerpos esto se repitió conforme se procedía cada cosecha y registrar los datos obtenidos en nuestra ficha técnica.

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Este trabajo consto de 12 unidades experimentales compuesto por cuatro tratamientos y sus tres repeticiones, en el cual se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizado para procesar los datos obtenidos.

Cuadro N° 6. Diseño del experimento.

DISEÑO EXPERIMENTAL			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES(BLOQUES)		
G. C	R-1	R-2	R-3
GE 1	R-1	R-2	R-3
GE 2	R-1	R-2	R-3
GE 3	R-1	R-2	R-3

Fuente: elaboración propia

Cuadro N° 7. Análisis de varianza.

FUENTE DE VARIANZA	GL	SC	CM	F OBSERVADO	F REQUERIDO
Total	Gl(total)	SC			5%
Bloques	Gl(b)	SCB	CMB		
Tratamiento	Gl(t)	SCT	CTM		
Error	Gl(e)	SCE	CME		

Fuente: (Little y Hills, 1991)

Gl (t) = N número de unidades experimentales - 1

Gl (b) = Numero de repeticiones - 1

Gl (t) = Numero de tratamientos - 1

Términos de corrección.
$$C = \frac{\sum (x)^2}{rn}$$

Dónde:

r = Numero de repeticiones o bloques

n = Numero de tratamientos

Suma cuadrado de bloques
$$SCB = \frac{\sum (Tb)^2}{n}$$

Suma cuadrado de los Ttos.
$$SCT = \frac{\sum (Tt)^2}{r} - C$$

cuadrado medio de los bloques
$$CMB = \frac{SCB}{Gl(b)}$$

Cuadrado medio de los Ttos.
$$CMT = \frac{SCT}{Gl(t)}$$

$$\text{Total SC} = \sum(X)^2 - C$$

$$\text{Error SCE} = \text{SC} - \text{SCT} - \text{SCB}$$

$$\text{Cuadrado medio del error} \quad \text{CME} = \frac{\text{SCE}}{\text{Gl}(e)}$$

Para medir la significancia entre los diferentes tratamientos se utilizara la prueba de Duncan.

Diferencia significativa mínima (DSM)

$$\text{DSM} = t_{0.05} \sqrt{\frac{2S^2}{r}}$$

CAPITULO III

Resultados

3.1 Resultados

3.1.1 Masa producida de cuerpos fructíferos

Desde la aparición de los primordios hasta la cosecha de los cuerpos fructíferos, estos tardaron de 5-7 días para su desarrollo sin variación en los diferentes tratamientos y luego de cada cosecha se procedió a realizar la medición de la masa producida (en g.) de los cuerpos fructíferos anotar los datos en nuestra ficha técnica para luego realizar la suma total obtenida por cada tratamiento para realizar una suma total, la cual nos dio los siguientes resultados.

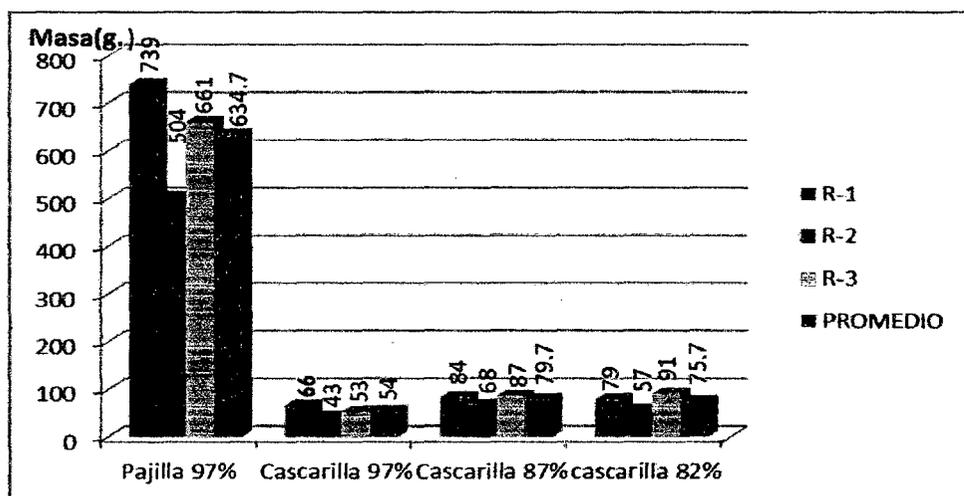
Cuadro N° 8. Masa producida de cuerpos fructíferos (g.)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL
	R-1	R-2	R-3	
Pajilla 97%	739	504	661	1904
Cascarilla 97%	66	43	53	162
Cascarilla 87 %	84	68	87	239
Cascarilla 82%	79	57	91	227
TOTAL	968	672	892	2532

Fuente: elaboración propia

En el grafico N° 1 se puede observar la superioridad de la pajilla al 97% en relación a cascarilla 97 %, 87 % y 82 %, en lo que se refiere a la producción en masa de los cuerpos fructíferos por cada sustrato respectivamente.

Grafico N° 1. Masa producida de cuerpos fructíferos (g.)



Fuente: elaboración propia.

El análisis comparativo entre los sustratos, mostro de manera general, que en las tres repeticiones realizadas se muestra mejor producción en el sustrato de pajilla de arroz 97% en comparación con los demás (cascarilla 97%, 87% y 82%). conforme a la cantidad en masa de cuerpos fructíferos producidos la pajilla 97% produjo 11 veces más que la cascarilla 97% y hasta 8 veces más que cascarilla 87%

En la etapa de incubación las muestras requirieron de 15-19 días para cubrir los sustratos, observándose buen crecimiento micelial e invasión, en la cual se requirió 15 días para la pajilla 97%, pero se mostró una invasión dispersa y requiriendo 19 días de incubación en la cascarilla 97%, 87% y 82% respectivamente.

3.1.2 Significancia entre los tratamientos

Para realizar el ANVA se trabajó con una significancia del 5% la cual resultado de la siguiente forma.

Cuadro N° 9. Desarrollo de análisis de varianza.

FUENTE DE VARIANZA	GL	SC	CM	F OBSERVADO	F REQUERIDO
					5%
Total	11	748840			4,76
Bloques	2	193838,66	96919,33	3,9	
Tratamiento	3	405775,5	135258,5	5,4	
Error	6	149225,84	24870,97		

Fuente: elaboración propia.

En el ANVA realizado nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos por lo que se procederá a utilizar la prueba de rango múltiple de Duncan para medir la significancia entre cada uno de los tratamientos

Prueba de rango múltiple de Duncan

Diferencia significativa mínima (DSM)

$$DSM = T_{0.05} \sqrt{\frac{2S^2}{r}} \qquad DSM = \frac{2.447 \sqrt{2 \cdot 24870.97}}{3}$$

DSM=53,01

R=Valores Studentizados significativos para multiplicar por DSM, para las medias en varios rangos, nivel del 5%

R=1,00; 1,03; 1,05

Dispondremos las medias por orden de magnitud y probaremos las diferencias significativas entre los tratamientos.

54; 75,7; 79,7; 634,7

**Cuadro N° 10. Diferencia significativa entre los tratamientos
SIGNIFICANCIA AL 5%**

	RxDMS	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
634,7-54=580,7	55	Pajilla 97% es significativamente diferente de Cascarilla 97%
634,7-75,7=559	54,6	Pajilla 97% es significativamente diferente de Cascarilla al 87%
634,7-79,7=555	53,01	Pajilla 97% es significativamente diferente de Cascarilla 82%

Fuente: elaboración propia

En el cuadro N° 10 realizamos la diferencia entre el promedio de la Pajilla 97% con cada uno de las cascarillas (97, 87 y 82%) para luego comparar el resultado con Rx DSM. Si el resultado es menor se tendrá entendido que no existe significancia entre los tratamientos, pero en este caso sucede todo lo contrario pues el resultado es mayor a RxDSM y se entiende que si existe la significancia entre cada uno de los tratamientos con la pajilla al 97% la cual se considera superior como sustrato en relación a la cascarilla al 97, 87 y 82% respectivamente.

3.1.3 Rendimiento (Eficiencia Biológica).

En los resultados obtenidos se observa con claridad la superioridad del tratamiento 1 en relación a 2, 3 y 4. Pero desde el punto de vista comercial no es muy bueno pues se recomienda un rendimiento superior al 50%.

El rendimiento nos indica el porcentaje de sustrato que se transformó en setas y en el cuadro N° 11 podemos observar que la pajilla 97% sigue siendo superior y nos muestra una

mejor aceptación por *Pleurotus ostreatus* a diferencia de la cascarilla 97%, 87% y 82% respectivamente.

Cuadro N° 11. Medición del rendimiento (EB)

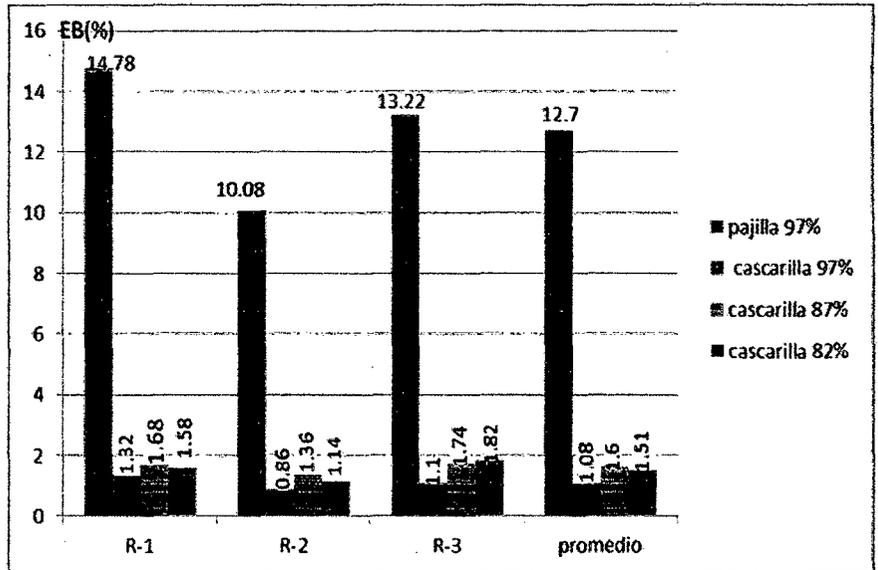
TRATAMIENTOS	REPETICIONES			PROMEDIO
	R-1	R-2	R-3	
Pajilla al 97%	14,78	10,08	13,22	12,7
Cascarilla al 97%	1,32	0,86	1,06	1,08
Cascarilla al 87%	1,68	1,36	1,74	1,6
Cascarilla al 82 %	1,58	1,14	1,82	1,51

Fuente: elaboración propia

Comparando el rendimiento de cada sustrato vemos que la pajilla 97% nos dio 12,7% (promedio) lo cual nos indica que el 12,5% del sustrato se transformó en cuerpos fructíferos a diferencia de la cascarilla de arroz al 97%, 87% y 82% los cuales dieron un rendimiento de 1,08%, 1,6 % y 1,51%.

Todo esto nos hace referencia que la cascarilla de arroz no posee los requerimientos nutricionales de para *Pleurotus ostreatus*.

Grafico N° 2. Rendimiento (Eficiencia biologica)



Fuente: elaboración propia

3.1.4 Cuerpos fructíferos producidos

La Pajilla al 97% produjo 38 cuerpos fructíferos en promedio 2-3 veces superior a la cascarilla de arroz al 97, 87 y 82% respectivamente.

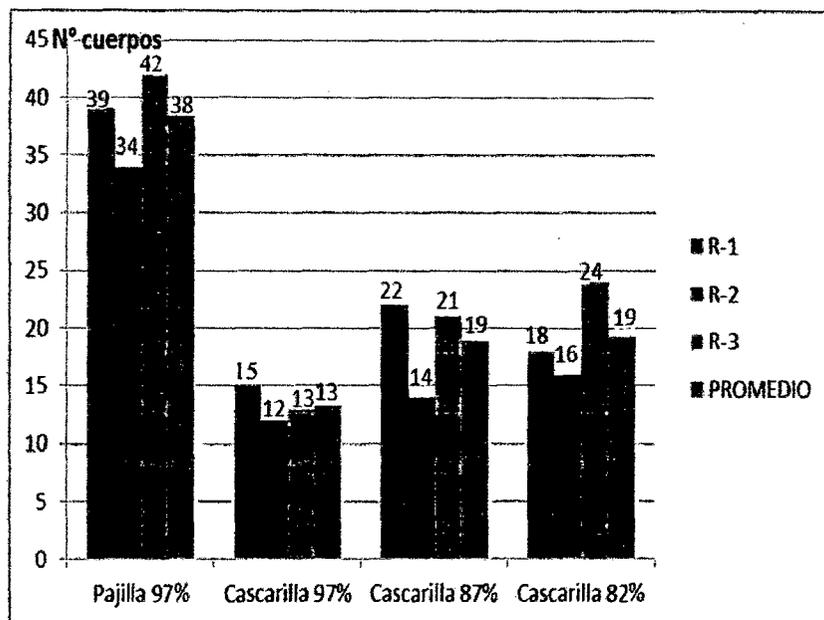
En porcentaje podemos decir que la Pajilla de arroz al 97% produjo entre 66-50% más de cuerpos fructíferos lo cual nos indica la superioridad de la Pajilla al 97 % (utilizado como sustrato) en relación a la cascarilla al 97, 87 y 82% respectivamente.

Cuadro N° 12 Cuerpos fructíferos producidos

	Pajilla 97%	Cascarilla 97%	Cascarilla 87%	Cascarilla 82%
R-1	39	15	22	18
R-2	34	12	14	16
R-3	42	13	21	24
PROMEDIO	38	13	19	19

Fuente: elaboración propia

Grafico N° 3 Cuerpos fructíferos producidos



Fuente: elaboración propia.

3.1.5 Medición de pH en sustratos.

Cuadro N° 13. Medición de pH en sustratos

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	pH	pH(PROM)
Pajilla al 97%	1	7,76	7,52
	2	7,57	
	3	7,23	
Cascarilla al 97%	1	6,65	6,36
	2	6,07	
	3	6,35	
Cascarilla al 87%	1	7,40	7,30
	2	7,21	
	3	7,31	
Cascarilla al 82%	1	7,47	7,46
	2	7,55	
	3	7,37	

Fuente: elaboración propia

La pajilla de arroz mostró un pH de 7,52, mientras que la cascarilla de arroz un valor de pH de 6,36, la adición de afrecho de trigo indujo un ligero aumento de pH (7,30 y 7,46 de cascarilla 87% y 82%).

DISCUSIONES

(Suárez, 2 010) Recomienda su metodología para la obtención del cuerpo fructífero destinado a la obtención del micelio el cual brinde una desinfección adecuada y sin afectar las hifas de *Pleurotus ostreatus* la cual consta en cortar fragmentos de 4 mm para luego desinfectar con tres lavados con una solución de hipoclorito de sodio al 3%, luego tres enjuagues con agua destilada para continuar con la desinfección con alcohol al 70 y finalmente un enjuague con agua destilada. En comparación a nuestra metodología para obtener el micelio en semilla de trigo, nosotros utilizamos dos lavados con hipoclorito al 5% y enjuagado con agua destilada nos permitió obtener el micelio pero luego de 3 intentos debido a que en los dos anteriores se presentó contaminación. Referente a lo mencionado pensamos que nuestra metodología utilizada para este trabajo no fue tan eficiente.

(Alfaro y Nambo. 2 008). Mencionan que su método de esterilización en la semilla de trigo fue eficiente (autoclave a 15 lb de presión por 1 hora) y no se presentó contaminación, pero menciona que el exceso de humedad puede dar origen al desarrollo de microorganismos contaminantes y la hidratación ideal debe estar entre un 50 y 55 %, cosa que debemos tener en cuenta pues debido a que este método es tan recomendado como el que utilizamos en nuestro trabajo se presentó contaminación por mohos en una muestra.

Los resultados obtenidos para el rendimiento (Eficiencia Biológica) en la pajilla de arroz fue de 12,7 % en promedio en comparación con otro trabajo (Gayosso, 2 001) en donde su resultado del rendimiento fue de 13,53%. Resultados muy similares. Aunque creemos que nuestro rendimiento se pudo ver reducida debido a que (Morgado, 2 011) en su trabajo menciona que el proceso de pasteurización con agua caliente puede causar un efecto de lavado de nutrientes y a diferencia de nuestro trabajo,

(Gayosso, 2 001) utilizo un proceso de esterilización del sustrato vía calor húmedo.

CONCLUSIONES

- La cascarilla utilizada en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* es un sustrato no viable porque nos dio un rendimiento de 1,08%, 1,6% y 1,51%, este porcentaje obtenido viene a ser la cantidad de sustrato que se convirtió en cuerpos fructíferos, además que produjo la menos cantidad en masa y número de cuerpos fructíferos en comparación con la pajilla de arroz. Además el empleo de 10% y 20% de afrecho de trigo en la cascarilla de arroz resultó poco significativo en la masa y el número de cuerpos fructíferos obtenidos en comparación a la pajilla de arroz, todo esto nos indica la baja nutrición disponible para *Pleurotus ostreatus*. por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y aceptamos de hipótesis alternativa
- La cascarilla de arroz utilizada como sustrato presentó en la etapa de incubación una invasión del micelio no uniforme, y a pesar de que se pasó 19 días, 4 días más que la pajilla, no presentó una invasión homogénea en la etapa de incubación, lo cual nos indica lo poco nutritivo que es la cascarilla para esta etapa y el micelio no consigue una nutrición adecuada.
- El grano de trigo hidratado y esterilizado a olla a presión durante 2 horas es ideal para la producción de micelio de *Pleurotus ostreatus*, el cual muestra una invasión homogénea y rápida pudiéndose obtener a los 15-18 días.
- Las metodologías descritas en el presente trabajo son económicas, reproducibles, fáciles de realizar y efectivas para obtener un aislamiento puro y con las características fisiológicas propias de *Pleurotus ostreatus*.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la investigación de esta especie en diferentes residuos agrícolas que abundan como vainas de frijol, de guaba, panca de maíz, residuos de stevia, etc. Los cuales son desechados diariamente y no son aprovechados, además para la obtención del micelio podrían utilizarse otros residuos como la cascara de yuca la cual abunda en la provincia de Moyobamba.
- Se recomienda para los próximos trabajos el utilizar mangas de polipropileno de 1,5 mm de grosor para evitar rupturas de los medios de cultivo, además de trabajar con tratamientos que consten de 2 Kg de peso lo cual facilitara el manejo y transporte.
- Se recomienda para los trabajos a futuro el acondicionar un área con malla para vivero color verde con 50 % de luz con lo cual se controla la radiación y además se limita el ingreso de plagas como escarabajos y moscas.
- Se recomienda para la pasteurización de pajas y rastrojos finos el utilizar el método de sumergido en agua con cal apagada (hidróxido de calcio) a razón de 1kg por cada 100 lt de agua durante 24 horas con lo cual se evitara la pérdida de nutrientes con el método de agua caliente y además resulta más cómodo.
- Se recomienda elaborar un protocolo para la producción de *Pleurotus ostreatus* con restos de cosecha de cultivos de arroz, cacao y café que son los cultivos que más abunda en la región y producen gran cantidad de residuos y muchas veces no son reaprovechados.
- Se recomienda realizar estudios con diferentes cepas nativas de *Pleurotus ostreatus* y de esta manera poder contar con cepas

altamente productivas y con características que faciliten su producción en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Alfaro A. y Nambo G. (2 008). “Producción de setas *Pleurotus ostreatus* variedad rosa en tres sustratos”, Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
2. Ardón C. (2 007). “La producción de los hongos comestibles”, Universidad de san Carlos de Guatemala. Guatemala.
3. Carter F. y Salinas M. (2 008) Resultados y lecciones en cultivo del hongo Gargal. (30). Ministerio de Agricultura, Chile.
4. Cultivo comercial de la Orellana. Colombia: Servicio nacional de aprendizaje (SENA). <http://sena.blackboard.com/webapps/portal/frameset.jsp>
5. Dario R. (2 001). “Producción casera de hongos comestibles (*Pleurotus sp*)” Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Colombia.
6. Espinoza M., et all. (2 006) hongos de Allpahuayo-Mishana(3). IIAP. Perú.
7. Flores G. (2 012) “Aprovechamiento del bagazo residual de *Yucca spp.* como sustrato para la producción de *Pleurotus spp.*” Instituto Politecnico Nacional. México.
8. Gaitán, H., et all. (Eds.). (2 006) “Manual Práctico del Cultivo de Setas”. (1ra Ed) Veracruz, México.
9. Gayosso M. (2 001) “Caracterización de los componentes de un extracto de primordios de *Pleurotus ostreaatus* que induce su fructificación” Universidad de Colima. Colombia.

10. Guarín J y Ramírez A. (2 004) “estudio de factibilidad técnico-financiero de un cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*” Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.
11. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (Eds). (2 010) “Metodología de la investigación” (5ta ed.) México. : Editorial Mc Graw Hill.
12. Little T y Hills F. (Eds). (1 991) “Métodos estadísticos para la investigación en agricultura” (2da ed.) México. : Editorial Trillas.
13. López A., García J. (2 004) “*Estructura del Pleuroma*”, Universidad de Veracruz, México.
14. López A. (2 006). “Preguntas más frecuentes sobre el cultivo de hongos”, Universidad de Veracruz, México.
15. López A. (2 007). “*Manual de producción de micelio de hongos comestibles*”, universidad de Veracruz, México.
16. Morgado A. (2 011). “Caracterización y selección de genotipos de cepas comerciales de setas (*Pleurotus*), como acción estratégica para la producción rural en cuyoaco, Puebla”. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, México.
17. Omarini A. (sin año). “producción intensiva sobre desechos lignocelulosicos, análisis nutricional y cualidades organolépticas de *Polyporus tenuiculus* (Polyporaceae, Basidiomicetes). Biodeterioro y biotransformación del sustrato. Disertación doctoral no publicada, Universidad nacional de general san Martín, Argentina.
18. Ríos R. y Ruiz L. (1 993). “Aislamiento y cultivo del hongo comestible *Pleurotus affn ostreatus* en Tingo María” (5). IIAP, Perú

19. Rodríguez, G. (2 005) "Cultivo de hongos comestibles" 10-15. Argentina
20. Sánchez J. y Royse D. (2 001) "La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.*" (1ra ed.) México. Noriega Editores.
21. Sierra J., López T., y García J. (Eds.). (2 002) "Setas cultivadas". León, España.
22. Suarez, C. (2 010). "obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (*lentinula edodes*) y orellanas (*pleurotus ostreatus* y *pleurotus pulmonarius*) a partir de aislamientos de cuerpos fructíferos" para la producción de semilla. Tesis de Maestría no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, México.
23. Valverde, A. 2 007. *Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz.* (37). Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.

ANEXOS

Imagen N° 1: Trigo esterilizado y listo para ser inoculado por micelio de *Pleurotus ostreatus*.

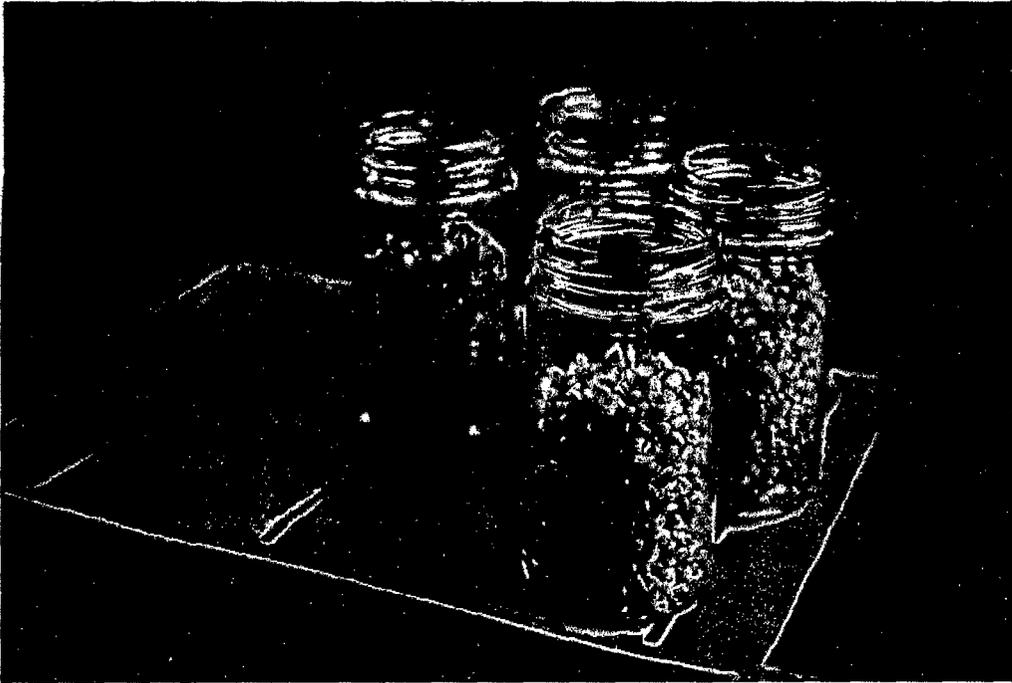


Imagen N° 2: Semilla de trigo invadido por micelio de *Pleurotus ostreatus*.



Imagen N° 3: Micelio de *Pleurotus ostreatus* invadiendo la pajilla de arroz.

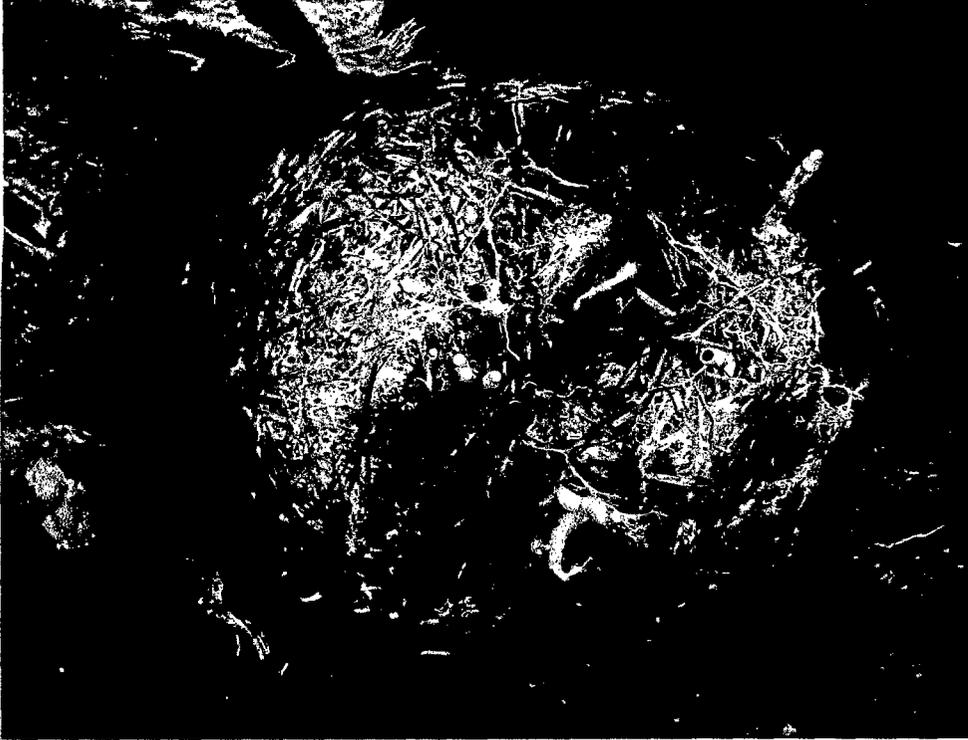


Imagen N° 4: Aparición de los primeros primordios en GC-R1



Imagen N° 5: Cuerpos fructíferos en GC-R1 listos para ser cosechados



Imagen N° 6: Aparición de nuevos cuerpos fructíferos en GC-R1.



Imagen N° 7: pH metro utilizado para medir el pH en cada sustrato.

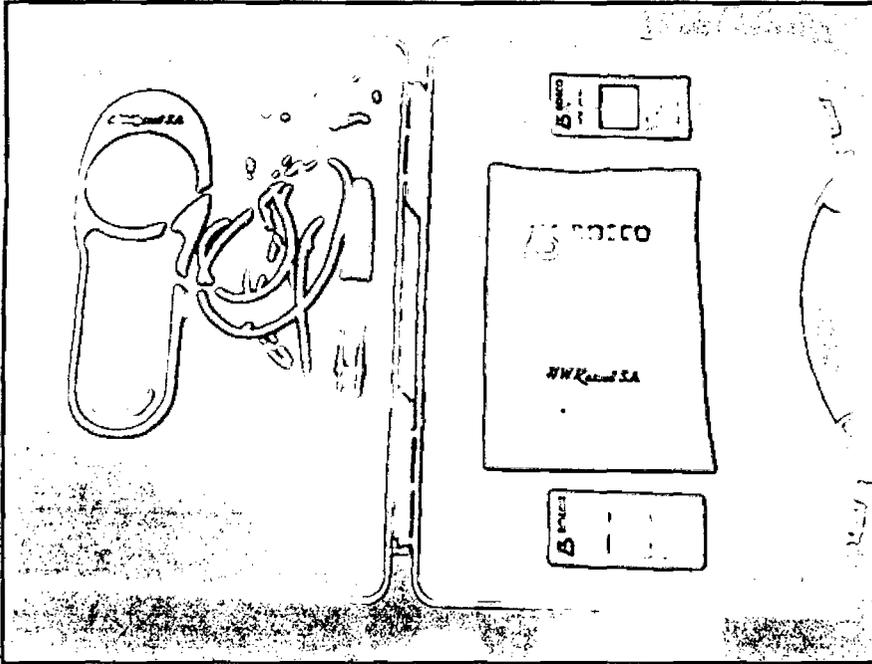


Imagen N° 8: Cuerpos fructiferos creciendo en cascarilla de arroz 97%.



Imagen N° 9: Pesado de los cuerpos fructiferos.

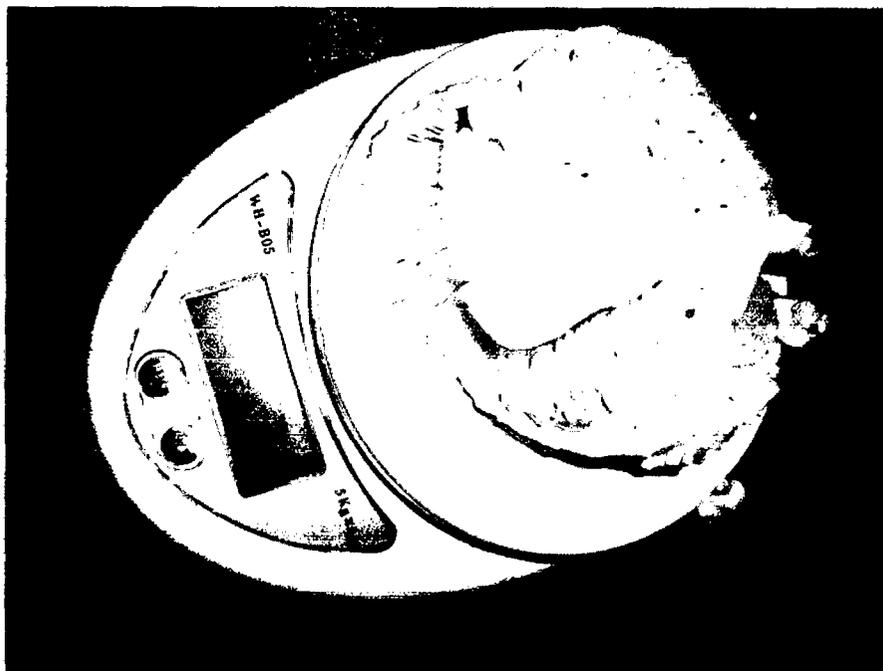


Imagen N° 10: Esterilizado de trigo en olla a presión.



Imagen N° 11: Ficha técnica utilizada para recolección de datos

<u>FICHA TECNICA</u>						
Fecha:	_____			Hora:	_____	
Nº repetición:	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>			
Tratamiento:	<input type="text" value="T1"/>	<input type="text" value="T2"/>	<input type="text" value="T3"/>	<input type="text" value="T4"/>		
Grupo:	<input type="text" value="experimental"/>		<input type="text" value="control"/>			
Cosecha/g:	<input type="text"/>					
Nº cuerpos fructíferos:	<input type="text"/>					
Presencia de plagas y/o enfermedades:			<input type="text" value="Si"/>	<input type="text" value="No"/>		
Especifique:	_____					
Observaciones:	_____					

Imagen N° 12: Distribución de t

Grados de libertad	Probabilidad de obtener un valor tan grande o mayor.			
	0.100	0.050	0.010	0.001
1	6.314	12.706	63.657	
2	2.920	4.303	9.925	31.598
3	2.353	3.182	5.841	12.941
4	2.132	2.776	4.604	8.610
5	2.015	2.571	4.032	6.859
6	1.943	2.447	3.707	5.959
7	1.895	2.365	3.499	5.405
8	1.860	2.306	3.355	5.041
9	1.833	2.262	3.250	4.781
10	1.812	2.228	3.169	4.587
11	1.796	2.201	3.106	4.437
12	1.782	2.179	3.055	4.318
13	1.771	2.160	3.012	4.221
14	1.761	2.145	2.977	4.140
15	1.753	2.131	2.947	4.073
16	1.746	2.120	2.921	4.015
17	1.740	2.110	2.898	3.965
18	1.734	2.101	2.878	3.922
19	1.729	2.093	2.861	3.883
20	1.725	2.086	2.845	3.850
21	1.721	2.080	2.831	3.819
22	1.717	2.074	2.819	3.792
23	1.714	2.069	2.807	3.767
24	1.711	2.064	2.797	3.745
25	1.708	2.060	2.787	3.725
26	1.706	2.056	2.779	3.707
27	1.703	2.052	2.771	3.690
28	1.701	2.048	2.763	3.674
29	1.699	2.045	2.756	3.659
30	1.697	2.042	2.750	3.646
35	1.690	2.030	2.724	3.591
40	1.684	2.021	2.704	3.551
45	1.680	2.014	2.690	3.520
50	1.676	2.008	2.678	3.496
55	1.673	2.004	2.669	3.476
60	1.671	2.000	2.660	3.460
70	1.667	1.994	2.648	3.435
80	1.665	1.989	2.638	3.416
90	1.662	1.986	2.631	3.402
100	1.661	1.982	2.625	3.390
120	1.658	1.980	2.617	3.373
∞	1.6448	1.9600	2.5758	3.2905

Imagen N° 13: Puntos de 10, 5 y 1% para la distribución F

Grados de libertad para el denominador		Grados de libertad para el numerador (mayor cuadrado medio)															
P		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	20
1	0.10	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.89	60.20		60.70		61.22		61.74
	0.05	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245		246	248
	0.01	4,052	4,999	5,403	5,625	5,764	5,859	5,928	5,981	6,022	6,056	6,082	6,106	6,142		6,169	6,208
2	0.10	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39		9.41		9.42		9.44
	0.05	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.36	19.37	19.38	19.39	19.40	19.41	19.42		19.43	19.44
	0.01	98.49	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.34	99.36	99.38	99.40	99.41	99.42	99.43		99.44	99.45
3	0.10	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23		5.22		5.20		5.18
	0.05	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.88	8.84	8.81	8.78	8.76	8.74	8.71		8.69	8.66
	0.01	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	27.13	27.05	26.92		26.83	26.69
4	0.10	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92		3.90		3.87		3.84
	0.05	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.93	5.91	5.87		5.84	5.80
	0.01	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.54	14.45	14.37	14.24		14.15	14.02
5	0.10	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30		3.27		3.24		3.21
	0.05	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.78	4.74	4.70	4.68	4.64		4.60	4.56
	0.01	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.45	10.27	10.15	10.05	9.96	9.89	9.77		9.68	9.55
6	0.10	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94		2.90		2.87		2.84
	0.05	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.96		3.92	3.87
	0.01	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.60		7.52	7.39
7	0.10	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70		2.67		2.63		2.59
	0.05	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.63	3.60	3.57	3.52		3.49	3.44
	0.01	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	7.00	6.84	6.71	6.62	6.54	6.47	6.35		6.27	6.15
8	0.10	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54		2.50		2.46		2.42
	0.05	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.34	3.31	3.28	3.23		3.20	3.15
	0.01	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.19	6.03	5.91	5.82	5.74	5.67	5.56		5.48	5.36
9	0.10	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42		2.38		2.34		2.30
	0.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.13	3.10	3.07	3.02		2.98	2.93
	0.01	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.62	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.00		4.92	4.80

Imagen N° 14: Parámetros controlados durante la investigación.

Lugar	Fecha	Temperatura promedio	HR%
INCUBACION	13-may	25,3 °C	78
	14-may	24,8	86
	15-may	24,7	85
	16-may	24,8	75
	17-may	26,9	83
	18-may	24,8	77
	19-may	24,5	81
	20-may	25,8	71
	21-may	25,4	73
	22-may	25,8	76
	23-may	24,7	84
	24-may	25,1	76
	25-may	24,7	81
	26-may	24,5	77
	27-may	24,7	71
	28-may	25	84
	29-may	24,6	84
	30-may	25,3	80
	31-may	24,8	70
	FRUCTIFICACION	01-jun	21,4
02-jun		23,1	75
03-jun		21,6	84
04-jun		22,6	71
05-jun		22,2	87
06-jun		20,8	83
07-jun		23,5	79
08-jun		22,7	81
09-jun		20,8	78
10-jun		23,4	77
11-jun		21,1	83
12-jun		23	74
13-jun		20,3	81
14-jun		22,7	85
15-jun		23,5	89
16-jun		21,5	80