

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“PRODUCCION DEL HONGO COMESTIBLE (*Pleurotus ostreatus*)  
UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CENTRO  
AGRONÓMICO K’AYRA – SAN JERÓNIMO – CUSCO”.**

Tesis presentada por la Bachiller Ciencias  
Agrarias: **ROSMERY QUISPE VARGAS**  
para optar el Título Profesional de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Asesor:** Mgt. LUIS J. LIZÁRRAGA VALENCIA

K'ayra - Cusco

2021

## DEDICATORIA

- *A nuestro Dios, por darme muchas bendiciones, sabiduría en mi vida y permitirme concluir con mi carrera.*

- *A mis queridos padres Antero Quispe Miranda y Primitiva Vargas Arone, por brindarme su amor, a apoyo y comprensión a lo largo de mi vida y darme la oportunidad de estudiar.*
- *A mis hermanos, familiares, amigos por ser parte de mi vida.*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi Especial agradecimiento a Dios; por iluminarme mi camino en momento difíciles y permitirme culminar con mi carrera profesional.

Mi gratitud a la Universidad Nacional san Antonio Abad del Cusco, a todos mis docentes de la Escuela Profesional de Agronomía quienes coadyuvaron en mi formación profesional.

Un eterno agradecimiento a mi asesor: Mgt. Luis j. Lizárraga valencia por su apoyo absoluto y todo el equipo CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina).

Le doy gracias a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional que me brindaron día a día que hicieron posible este sueño.

Agradezco a todas las personas que fueron parte de mi vida.

# INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
<i>INDICE</i> .....	<i>iii</i>
RESUMEN .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Identificación del Problema Objeto de Investigación .....	2
1.2 formulación del problema.....	3
1.2.1 <i>Problema General</i> .....	3
1.2.2 <i>Problemas Específicos</i> .....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....	4
2.1 Objetivos.....	4
2.1.1. <i>Objetivo General</i> .....	4
2.1.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	4
2.2 Justificación.....	5
III. HIPÓTESIS .....	6
3.1. Hipótesis General .....	6
3.2. Hipótesis Específicas.....	6
IV. MARCO TEÓRICO .....	7
4.1 Antecedentes investigativos .....	7
4.2.1 <i>Definición de hongos comestibles</i> .....	10
4.2.2 <i>Historia del hongo comestible en el mundo</i> .....	11
4.2.3. <i>Historia en Perú</i> .....	11
4.2.4 <i>caracterización de la especie (Pleurotus ostreatus)</i> .....	12

4.3 clasificación taxonómica de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	14
4.3.1. Nombres vulgares:.....	14
4.3.2 Morfología.....	14
4.3.3 Partes de un hongo o seta ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	16
4.4 Composición nutricional de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	17
4.5. Factores de crecimiento del hongo:.....	18
4.5.1 Requerimientos nutricionales.....	21
4.5.2. Fenología del Hongo Comestible ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	23
4.5.3. Plagas y enfermedades que atacan a <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	25
4.5.4. Técnicas de Cultivo del Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	27
4.6 De Los Sustratos (Residuos Agroindustriales) .....	32
4.6.1 Sustratos utilizados para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	34
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
5.1 Tipo y ubicación de la Investigación:.....	37
5.1.1. Ubicación política.....	37
5.1.2 Ubicación geográfica .....	38
5.1.3 Ubicación hidrográfica .....	38
5.1.4 Ubicación ecológica.....	38
5.1.5 Ubicación Temporal.....	38
5.2 Materiales y Métodos.....	39
5.2.1 Material experimental.....	39
5.2.2 Otros materiales.....	39
5.3 Metodología .....	40
5.3.1. Indicadores .....	40
5.3.2. Tratamientos del experimento .....	40
5.3.3. Distribución de la unidad experimental .....	41
5.3.4. Características del experimento .....	42

5.3.5 <i>Conducción del experimento</i> .....	42
5.4 Definición de variables.....	48
VI. RESULTADOS Y DISCUSION .....	49
6.1 Rendimiento:.....	49
6.2 Numero de basidiocarpos.....	51
6.3 Tasa de productividad.....	52
6.4 Eficiencia biológica .....	55
6.5 Discusiones .....	57
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....	58
7.1. Conclusiones: .....	58
7.2. Sugerencias:.....	59
VIII. BIBLIOGRAFIA: .....	60
ANEXOS.....	64

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “PRODUCCION DEL HONGO COMESTIBLE (*Pleurotus ostreatus*) UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – SAN JERÓNIMO – CUSCO”. El lugar de ejecución fue en el centro de investigación CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina) en el año 2019.

El objetivo general fue evaluar la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos para poder recomendar el mejor sustrato.

Se evaluó el rendimiento, eficiencia biológica, numero de basidiocarpos, tasa de productividad de *Pleurotus ostreatus*.

Se utilizo el diseño experimental completamente al azar (DCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones en paquetes de 1kg de peso de sustrato húmedo, para hacer un total de 40 unidades experimentales, para el análisis estadístico se realizó la varianza unifactorial ANOVA con una significancia de 95% y la prueba tukey en el programa infostat. Las variables de la respuesta fueron: rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus* (g), numero de basidiocarpos, eficiencia biológica (%), tasa de productividad (%).

Las conclusiones a que se llegaron son:

- Para rendimiento el T1(papa100%) obtuvo el mejor resultado con 720.34 gr.
- Para número de basidiocarpos el tratamiento con rastrojos de papa al 50% - cebada 50% ocupa el primer lugar con un numero promedio de (25.75).
- Para la eficiencia biológica el tratamiento con rastrojos de cebada al 100% ocupa el primer lugar con (139.07%).
- Para Tasa de productividad se concluye que el tratamiento con rastrojos de cebada al 100% ocupa el primer lugar con (1.78%).

Así mismo los valores mínimos que se obtuvo fue T10 (pino 100%) con un rendimiento promedio de 50.01 gr, para el numero de basidiocarpos de (pino al 50%-aserrín 50%) que presentan menor número de 11.5, eficiencia biológica el tratamiento con acículas de pino al 100% con promedio de 7.15%, tasa de productividad: pino al 100% con un promedio de 0.08% que ocupó el último lugar.

## INTRODUCCIÓN

Se ha identificado, que existen residuos lignocelulósicos abundantes y de fácil disponibilidad que están siendo desaprovechados y conllevan a la acumulación de toneladas de sustratos orgánicos. En el Perú, se estima que el 49% de los residuos generados son orgánicos y la mayoría de los países queman contaminando el planeta por ello sería una buena alternativa producir alimentos en forma sostenible, con fuente de proteínas y vitaminas de bajo costo y corto periodo de producción en áreas reducidas y logran altos rendimientos en su productividad.

Destaca un alto contenido proteico, el coeficiente de digestibilidad en las setas es hasta 70 – 80 % y posee un elevado valor nutricional.

La taza proteica varía de acuerdo con la edad y la especie del hongo, además de estos posee propiedades medicinales beneficiosas para la salud.

La región Cusco, por sus características agroecológicas posee un alto potencial para el cultivo de hongos comestibles entre estos el *Pleurotus ostra*, *champiñón*. Considerado como una alternativa alimenticia de gran potencial económico. se puede reproducir en diferentes sustratos de origen lignocelulósico como aserrín, acículas de pino y rastrojos de papa, cebada entre otros que son renovables, con grandes extensiones de este recurso poco utilizado. Además de esto el ciclo de producción es relativamente corto (3-4 meses) en comparación a otros cultivos, la inversión para iniciar esta actividad es baja.

La especie propuesta para este trabajo “PRODUCCIÓN DEL HONGO COMESTIBLE (*Pleurotus ostreatus*) UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS” incita a la maximización del aprovechamiento de recursos disponibles y producto de alto valor nutricional en la región que comercializan las cepas para su cultivo teniendo como antecedente las características benéficas en la región está siendo acreditado como un platillo exquisito para los gastrónomos, con este estudio se intenta masificar y fomentar su cultivo para mejorar la dieta de la población en general.

LA AUTORA.



## I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Identificación del Problema Objeto de Investigación

En la región Cusco se produce grandes cantidades de residuos agrícolas, cuyos sustratos son desaprovechados, generalmente quedan en campo o son quemados generando acumulación de lenta y difícil degradación, el rastrojo de papa, cebada, aserrín, pino y demás residuos agrícolas que pueden ser aprovechados ecológica y económicamente para el cultivo de hongos comestibles, con la finalidad de generar ingresos económicos adicionales.

El presente trabajo se ha realizado con el propósito de dar un adecuado uso a los sustratos, resaltando en la obtención de un alimento nutritivo como es el hongo comestible *Pleurotus ostreatus*

El hongo *Pleurotus ostreatus* podría llegar a constituirse en una actividad importante debido a su alto valor alimenticio, asimismo a sus propiedades medicinales; cancerígenos, antioxidantes; reduce la presión arterial. el precio que pudiera alcanzar en el mercado local y nacional pudiendo en el futuro generar divisas, los costos de producción serian reducidos debido al empleo de sub productos de la agricultura, agroindustria además estos alimentos en base a hongos no contaminan el ambiente.

## 1.2 formulación del problema

### 1.2.1 Problema General

- ¿Cómo será el potencial de producción del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) utilizando cuatro tipos de sustratos (rastroy de papa, cebada, acículas de pino, aserrín) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo – Cusco?

### 1.2.2 Problemas Específicos

1. ¿Cuál será el rendimiento del hongo comestible utilizando cuatro sustratos (papa, aserrín, cebada, pino)?
2. ¿En cuál de los sustratos presentara mayor número de basidiocarpos y mayor taza de productividad?
3. ¿Cuál será la eficiencia biológica que presenta el hongo frente a la interacción con cada sustrato?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1. Objetivo General

- Evaluar la producción del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro tipos de sustrato, (sustrato de papa, cebada, acículas de pino y aserrín) en el Centro Agronómico K'ayra -San Jerónimo-Cusco”

#### 2.1.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar los rendimientos del hongo comestible utilizando cuatro tipos de sustrato.
2. Determinar el número de basidiocarpos y tasa de productividad en los diferentes tipos de sustrato.
3. Determinar la eficiencia biológica del hongo comestible en diferentes tipos de sustratos.

## 2.2 Justificación

En el departamento de Cusco, no se ha valorado el potencial ecológico y económico de muchos residuos agrícolas, la producción y venta de este hongo introduce al mercado un producto alimenticio de buena calidad utilizando residuos propios de los cultivos agrícolas de la región.

*Pleurotus ostreatus* es un alimento con propiedades nutritivas y medicinales, alta calidad nutricional y sabor exótico apetecido y reconocido en otras culturas.

Es importante Considerar, de la necesidad del aprovechamiento de las grandes masas de residuos agrícolas, serían destinados a la producción de hongos comestibles, de modo que contribuirían a diversificar a las actividades agro industriales e incrementar su rentabilidad sin alterar el medio ambiente, mejorar la seguridad alimentaria para fortalecer el desarrollo rural de la región, adaptándose a lugares con bajos recursos para mejorar la sostenibilidad dentro del sector agrario y la preservación de los ecosistemas mediante la reducción de daños ecológicos causados por métodos inadecuados de cultivos, que genera menor daño y contaminación al medio ambiente al no utilizar fertilizantes ni insecticidas.

Las técnicas de cultivo, en nuestro país son muy poco desarrolladas y tecnificadas, de modo que el cultivo de hongos actualmente es considerado un cultivo artesanal asequible a pequeños agricultores a partir de cualquier residuo agroindustrial que se pueda utilizar como sustrato para el crecimiento de los hongos comestibles.

Según los resultados obtenidos, servirán de dato a otras investigaciones relacionadas a la producción de hongos comestibles.

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1. Hipótesis General

- Existen diferencias estadísticas en la producción de los hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en diferentes tipos de sustrato.

#### 3.2. Hipótesis Específicas

4. Al menos uno de los sustratos permitirá obtener un mayor rendimiento del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en cuatro tipos de sustrato.
5. Existen diferencias significativas entre número de basidiocarpos y mejor tasa de productividad del hongo (*Pleurotus ostreatus*).
6. Al menos uno de los sustratos determinara mayor eficiencia biológica en cuatro tipos de sustrato.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes investigativos

**Valera (2019)**, concluye en su investigación “Rendimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cultivado en diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales de la ciudad de Tacna”; que el hongo (*Pleurotus ostreatus*) completa su crecimiento micelial y productivo en los cuatro sustratos (tratamientos) evaluados preparados a base de residuos agroindustriales de orujo de uva, orujo de aceituna, coronta de maíz y paja de maíz de la ciudad de Tacna.

**Holgado (2018)**, evaluó la Producción de *Pleurotus ostreatus* en residuos lignocelulósicos como alternativa agroecológica en la comunidad de Huayllay - Ccorca, Cusco.

**Chávez(2016)**, concluye en su estudio, “*Stipa ichu*, alternativa local en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kemmer” realizado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, se obtuvo mayor rendimiento en el tratamiento T2 (I 80%+C 20%) con un total de 1,032g de hongo fresco, del mismo modo la mayor eficiencia biológica lo obtuvo del mismo tratamiento con 188% y en cuanto a menor tiempo de producción del sustrato fue el tratamiento T4 (I 20%+C 80) con 77.8 días y el mayor tiempo corresponde a T1 (Ichu 100%) con 89.2 días.

**Tania (2014)**, en su estudio utilizo fibra de coco (cocos nucifera L), alfalfa (*Medicago sativa*) y bagazo de caña (*Saccharun officinarum*) para la producción artesanal, bajo condiciones controladas del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) y concluyo que la fibra de coco tuvo rendimientos mayores de 1.259g de hongo por bolsa de sustrato húmedo de 3.18kg y su eficiencia biológica 111%.

**Martínez (2014)**, menciona en su estudio “Producción de tres especies de *Pleurotus spp.* utilizando diferentes sustratos” realizado en la Universidad Rafael Landívar, se logró una tasa de productividad para el *P. pulmonaris*, seguido de *P. ostreatus*, ambos en sustrato de elote en combinación con pulpa de café en una relación de 3:1, fueron las que más sobresalieron, con un 43.00% y 41.58% de eficiencia biológica.

## 4.2. Generalidades de los hongos

Se encuentran en una variedad infinita a nivel mundial con sus diversas formas, propiedades, formas de desarrollo con importancias gastronómicas, medicinales y ecológicas.

**Magdaleno (2013)**, cita a **(Hernández y López, 2006; Garcés et al., 2005; Calderón, 2009)** dice que los hongos son organismos unicelulares, pluricelulares o dimorfos que escasean de clorofila, por lo tanto, son heterótrofos, es decir, obtienen sus alimentos por absorción y el componente principal de sus paredes celulares es la quitina. el talo o cuerpo vegetativo en los hongos filamentosos está constituido por filamentos delgados llamados hifas, las que presentan crecimiento apical y en conjunto integran el micelio.

**Ardón (2007)**, menciona que los hongos son organismos diferentes a los del reino animal y vegetal, pertenecen al reino fungí, se consideran saprofitos ya que digieren células y tejidos muertos lignocelulósicos con pudrición blanca.

**Guzmán (2000)**, indica que la micología es la ciencia que estudia los hongos. Se ha demostrado que los hongos son el grupo de organismos más numeroso en la Tierra después de los insectos. En efecto, se calcula que hay más de 150,000 especies de hongos, por lo que su impacto en el medio es enorme. La diversidad de estos organismos, favorece que se desarrollen en un sin fin de hábitats, por lo que bien se dice que los hongos están en todas partes.

**García (2003)**, menciona que los hongos están formados por finísimos hilos y cuyo conjunto se denomina micelio, van creciendo por el sitio preferido del hongo. la mayoría de los hongos poseen la forma de paraguas, con un sombrero arriba, suelen haber laminillas verticales que van desde el centro, donde está el pie, hasta el borde del sombrero. los tamaños, color, forma del pie, etc., son muy variables.

(Koneman, 1997), menciona que los hongos se dividen en microscópicos y macroscópicos en asunto de microscópicos se hallan los Ascomicetes y Basidiomicetes los cuales presentan una reproducción asexual y/o sexual

presentan distribución cosmopolita debido a que puedan desarrollarse en cualquier tipo de clima existiendo variedad de géneros.

**Stamets (2003)**, las esporas producidas exógenamente en órganos especiales, llamados basidios. En los Basidiomicetes superiores se producen cuatro basidiosporas típicamente y los basidios se encuentran en líneas aserradas o en las laminillas de los grandes basidiocarpos carnosos.

Una actividad importante de los Basidiomicetes es la descomposición de la madera, papel y otros derivados de productos naturales, estos son capaces de catabolizar la lignina y utilizarla como fuentes de carbono y energía.

**Sánchez y Royse (2001)**, conceptualizan que los hongos son organismos que poseen células eucariotas, son heterótrofos, portadores de esporas y carecen de clorofila, abarcan más de 1000 especies reunidas en 20 clases se distinguen los hongos sin pared celular Myxomicota y hongos verdaderos o Eumycota. Su forma de reproducción puede ser sexual o asexual. Con base en su tamaño y forma de crecimiento se distinguen los hongos macroscópicos y los microscópicos.

**García (2003)**, indica que las especies de setas que se cultivan, casi siempre tienen la forma de paraguas con un sombrero hacia arriba, más o menos circular y más o menos abierto, y un eje o pie que lo sostiene.

En la cara inferior del sombrero, es decir, en la parte donde un paraguas abierto llevaría varillas, suele haber muchas laminillas verticales dispuestas como los radios de una rueda. Son como hojitas radiales que van desde el centro, donde está el pie hasta el borde del sombrero. Los detalles sobre tamaño, color, forma del pie, etc., son muy variables.



#### 4.2.1 Definición de hongos comestibles

**Hernández y López (1948)**, acreditan que no solo son importantes debido a su papel culinario, sino también a su potencial como fuente de proteínas que enriquece la dieta humana. Se caracterizan por poseer cuerpos fructíferos que son cosechados fácilmente bajo condiciones específicas de cultivo dependiendo del tipo de especie que se esté cultivando.

**Agrios (1995)**, menciona que los hongos comestibles pertenecen en su mayoría a la sub división Basidiomycotina y son cultivados bajo ambiente controlado, ya que al ser independientes de otros seres vivos solo basta desarrollar un sustrato lignocelulósico determinado y entregar las condiciones de temperatura, ventilación, humedad y luz adecuadas para lograr que estos hongos crezcan y fructifiquen.

**Soto (2004)**, las especies de *Pleurotus spp*, son de los hongos comestibles cuyo cultivo se ha extendido por más países, debido a que presenta características organolépticas favorables como es un sabor y textura suaves. Los volúmenes de producción de *Pleurotus* lo ubican en el tercer lugar mundial, se han dedicado pocos esfuerzos para desarrollar la tecnología para su cultivo. Si bien la producción de *Pleurotus* se realiza con procedimientos muy diversos, la mayor parte de ellos se caracteriza por un alto grado de empirismo.

**Chang y Miles (2004)**, afirman que el cultivo de hongos comestibles es una actividad que se desarrolla desde hace más de doscientos años en Europa con el cultivo del champiñón (*Agaricus sp.*) y oreja de negro (*Auricularia sp.*). Estos sistemas productivos eran considerados extensivos, dado que en el caso del Champiñón se recolectaba del estiércol del caballo. En tanto, las orejas de negro eran recolectadas de troncos de bosques. Con el correr del tiempo, la demanda provoco que se generaran sistemas productivos más eficientes y por ende rentables. Así, se fundaron centros de investigación de excelencia en el cultivo intensivo, entre los que destacan el INRA (Francia) y el Centro de Investigación del Champiñón (Holanda).

## 4.2.2 Historia del hongo comestible en el mundo

En realidad, no se conoce las fechas exactas de la implementación del *Pleurotus ostreatus* según reportan diferentes autores.

**Cabrera y sus colaboradores (1998)**, mencionan que los Romanos y en Grecia eran conocedores de las propiedades medicinales, gastronómicas y otros, que empleaban en sus celebraciones por sus virtudes alucinógenas de algunas especies.

Ciertos hongos eran privilegiados netamente a los caballeros y desde el siglo XVII, inicia en Francia el cultivo controlado de algunas especies. Durante las últimas décadas ha experimentado una evolución en su producción que en la actualidad se utilizan tantos métodos rústicos como modernos sistemas de cultivo.

**Sánchez y Royse (2002)**, indican que, en América, el cultivo de este hongo ostra se inicia a partir de los noventa en los países como México, Argentina, Venezuela, Bolivia, Costa Rica y Perú.

**Matsumoto (1996)**, menciona que, a inicios de los noventa *Pleurotus ostreatus* ocupaba el segundo puesto de los más cultivados en el mundo, cinco años después el 24% de la producción de los hongos comestibles correspondía a *Pleurotus ostreatus*.

**Ríos y Ruiz (1993)**, mencionan que en el Perú por primera vez se encontró *P. ostreatus* en forma natural en los bosques de Tingo María y se sabe que constituyen un alimento importante para los indígenas amazónicos quienes lo denominaban “oreja de palo”, “mojarra callampa” siendo un plato selectivo y favorito por sus cualidades culinarias.

### 4.2.3. Historia en Perú

En el Perú, existe evidencia de su consumo contemporáneo al desarrollo de la cultura Moche (representaciones iconográficas). En esos tiempos se le denominaba Callampa o Paco y se les utilizaba como producto alimenticio.

Actualmente, son consumidos por la población nativa de las zonas donde crecen

en forma silvestre (Cusco, Puno, Huánuco, etc.) pero dado que aparecen en las épocas de lluvia no se trata de un consumo continuo ni en grandes cantidades.

**Ríos y Ruiz (1993)**, en el Perú se ha encontrado *Pleurotus ostreatus* en forma natural en los bosques de Tingo María y se sabe que constituyen un importante alimento para los indígenas amazónicos, quienes lo denominaban “oreja de palo”, “callampa” siendo un plato favorito por sus cualidades culinarias.

**Chimey y holgado (2010)**, indican que en los 1990 se completó el panorama con la introducción del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, “setas”, por parte de las empresas “Solís” y “Sori”. Cabe destacar que, en el 2008, la empresa “Mundo Fungi” logró introducir por primera vez la oferta de *Lentinula edodes* (Berk.), en estado fresco y cultivado localmente. Otra característica que resalta es que existe muy poca relación entre las universidades, instituciones o centros de investigación con las empresas de cultivo de hongos. Esto implica que los productores han desarrollado la tecnología de manera privada por lo tanto está poco disponible esto ligado a que ninguna universidad ha implementado una línea de investigación y desarrollo permanente para este rubro. Aunque se pueden mencionar algunos esfuerzos que desafortunadamente no han perdurado en el tiempo como el taller de cultivo de hongos comestibles de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Actualmente se vienen realizando investigaciones sobre el cultivo de hongos comestibles y medicinales en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco en el Centro de Investigación CIPHAN.

#### **4.2.4 caracterización de la especie (*Pleurotus ostreatus*)**

Más conocido como hongo ostra, aunque también suele denominársele: champiñón ostra, girgola o simplemente seta.

**Herrera (1947)**, menciona el hongo ostra como Sachakallampa, *Pleurotus* viene del griego “*pleuro*” que significa formado lateralmente o en posición lateral refiriéndose a la posición del estípite respecto a píleo.

**Guzmán (2000)**, las especies del género *Pleurotus* se caracterizan por presentar basidiomas en forma de abanico o de embudo (infundibuliformes). Sus píleos o sombreros pueden tener una gran variedad de colores desde blanco, blanquecino, crema, amarillento, café pálido a oscuro, café grisáceo, en algunas ocasiones con la superficie viscosa (vícida). Sus láminas están adheridas al pie (decurrentes) de color blanquecino, rosadas a rosa anaranjado. El estípite o pie está ausente o puede presentarse lateral corto o largo. Algunas especies presentan velo dejan restos en el borde del píleo y ocasionalmente forman una zona anular en el estípite. El contexto (“carne”) es esponjoso de color blanco a blanquecino con un olor agradable fúngico o de harina

**García (2003)**, menciona que sus características son muy variables. la superficie es muy lisa y generalmente uniforme en cuanto al color varían desde gris claro hasta la gris pizarra oscuro, de tamaño que depende de la edad y las condiciones más o menos favorables en la que ha crecido el hongo oscilando entre los 5 y 20 cm de diámetro no descartando encontrarse de mayores tamaños. La forma también depende de la edad, al inicio el sombrero es redondeada y abombada, pero luego a medida que va madurando se va abriendo y aplanando cada vez menos convexa después el borde se va levantando y el conjunto acaba teniendo concavidad como un plato.

**García (1987)**, menciona 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.

**Cárdenas (2015)**, revela el olor y el sabor del hongo son características son de importancia secundaria. Sin embargo, ayudan a la confirmación de algunas especies en particular. El olor puede ser agradable, imperceptible, nauseabundo. La mayoría de los hongos macroscópicos pueden identificarse por medio de un examen visual en fresco, sin embargo, para completar los estudios se recurre a la observación de sus características microscópicas

### 4.3 clasificación taxonómica de *Pleurotus ostreatus*

El naturalista holandés, Nikolaus Joseph Freiherr Von Jacquin, (1775) describe científicamente como (*Ostreatus agaricus*). En 1871 el micólogo alemán Paul Kemmerer transfirió la seta ostra al género *Pleurotus*. Desde entonces es conocido como *Pleurotus ostreatus* su taxonomía es como describe:

Reino: Fungi

Filo: Basidiomycota

Clase: Agaricomycetes

Orden: Agaricales

Familia: Pleurotaceae

Género: *Pleurotus*

Especies: *Pleurotus ostreatus*

#### 4.3.1. Nombres vulgares:

Sacchakallampa, girgolas, hongo ostra, setas, orellana, Oster, champiñón ostra, oreja de palo, ostión, shiratake, hiarake.

**Bayona (2012)**, es un hongo comestible gastronómicamente de primera calidad, su color es crema o castaño, con olor y sabor agradable se dice que 200gr de orellana reemplazan un trozo de carne su proteína es digestible en un 80 %.

#### 4.3.2 Morfología

##### Basidiocarpo:

<https://www.plantasyhongos.es/glosario/basidiocarpo.htm>, Llamado también cuerpo fructífero de los basidiomicetos y que lleva los basidios constituido por micelio terciario (hifas dicarióticas que forman un tejido fúngico): generativas, esqueléticas y conectivas. Falta en royas y carbones

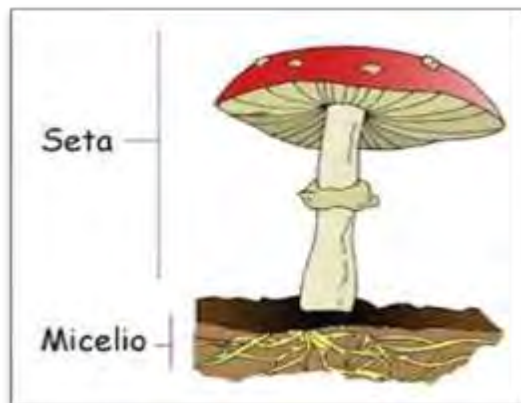
Desarrollo: gimnocárpico, angiocárpico, hemiangiocárpico, pseudoangiocárpico.

Estructura: pelis, dermis o cutícula, trama o contexto.

Sistemas de hifas: monomítico, dimítico, trimítico.

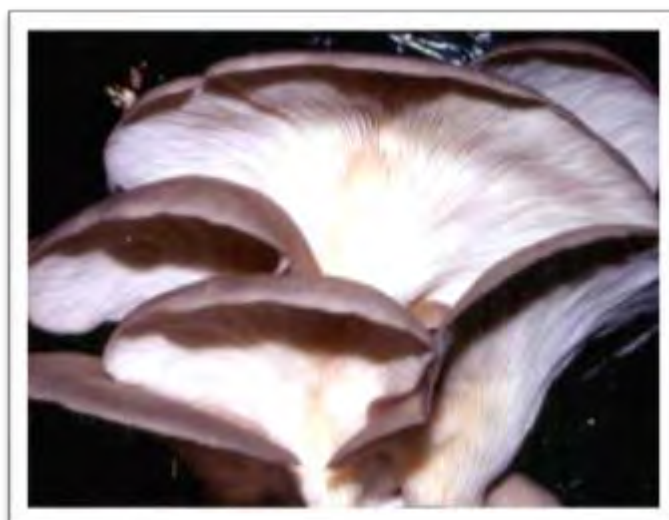
Porte: agaricoide, amanitoide, colibioide, micenoide, inociboide, tricolomatoide, pleurotoide.

**Imagen 01:** partes generales de un hongo



**Holgado (2018)**, testimonia que en su estudio el píleo es redondeado con la superficie lisa abombada y convexa cuando es joven, pleurotoide (en forma de abanico u ostra) cuando adulto alcanzando diámetros que oscilan entre 5 y 25 cm., dependiendo de la edad del hongo. Con su color particular que oscila desde gris claro o gris pizarra hasta pardo, tomando una coloración más amarillenta con el tiempo. Himenio con lamelas decurrentes que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde, anchas, espaciadas unas de otras, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Esporas pequeñas, casi cilíndricas, con la esporodermis lisa de color blanco a lila que en gran número forman masas de polvo o “esporas”, de color blanco con cierto tono lila. El pie o estípite suele ser corto, excéntrico, blanco, ligeramente duro, algo piloso en la base.

**Imagen 02:** Hongo *Pleurotus ostreatus*



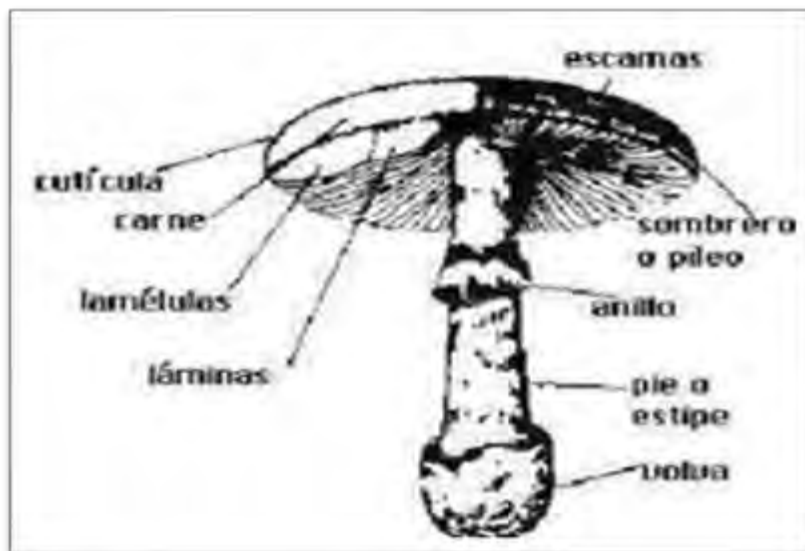
Fuente: (Holgado 2012)

#### 4.3.3 Partes de un hongo o seta (*Pleurotus ostreatus*)

**Solomon y colaboradores (1996)**, indican que las principales partes de un hongo del orden agaricales son:

- **Cutícula:** membrana exterior que recubre el sombrero y el pie, fundamental para determinar la especie tanto por su estructura como por su color. La cutícula puede ser lisa, rugosa, seca, viscosa, presentar restos en forma de escama, verrugas, estrías y también puede estar fuertemente adherida al sombrero, o se fácilmente separable.
- **Píleo o sombrero:** llamado también carpóforo es la parte más ancha de la seta está situado encima del pie, puede presentar una amplia gama de colores y tiene la forma de un paraguas, aunque con muy diferentes diseños: esféricos, acopados, cónicos, acampanados, ramificados.
- **Himenóforo o laminillas:** parte inferior del sombrero sostiene al himeneo donde se encuentran las esporas de origen sexual.
- **Pie:** sostiene el píleo, puede ser recto o curvado y comúnmente cilíndrico.
- **Volva:** parte subterránea y membranosa que rodea la base del pie de algunas especies en forma de círculos, cónicos o libres, de pie esférico.

**Imagen 03:** Partes de *Pleurotus ostreatus*



Fuente: Solomon y colaboradores, (1990)

#### 4.4 Composición nutricional de *Pleurotus ostreatus*

**Sánchez y Royse (2002)**, menciona que el valor nutritivo de *Pleurotus ostreatus* ha sido reconocido desde hace mucho tiempo. Sus proteínas las cuales contienen todos los aminoácidos son de valor nutritivo más alto que las proteínas de las plantas con una calidad muy cercana a la proteína animal. En adición a su valor como alimento rico en proteína, los hongos contienen 21 carbohidratos poliméricos como el glucógeno, la quitina y varios glúcidos simples (monosacáridos), como la glucosa, fructosa, galactosa, trealosa y muchos otros. Ellos son ricos en minerales como el potasio, el fósforo y el hierro. Contienen un amplio rango de vitaminas y son particularmente ricos en tiamina (B1), riboflavina (B2), así como ácido pantoténico (B3), ácido ascórbico (C), biotina (H).

Las setas también tienen propiedades terapéuticas. Por ejemplo, se ha demostrado que el consumo de basidiocarpos de *P. ostreatus*, que contiene varios tipos de estatinas que previenen el incremento de colesterol.

**(Monterroso (2007))**, afirma que la especie *Pleurotus ostreatus* tiene un índice nutricional el cual es comparable con los valores de N del fríjol, maní y repollo; una razón proteica neta comparable con maíz, hojuelas de maíz y harina de trigo.

El contenido nutricional en base a gramos de *Pleurotus sp.* se presenta en el siguiente cuadro.



**Cuadro 01.** Contenido nutricional de (*Pleurotus ostreatus*).

CONTENIDO	CANTIDAD
agua	92.20 %
Materia seca	7.80 %
Proteína cruda	10.5 -30 %
Carbohidratos	57.6 – 81.8 %
Grasas	1.6 – 2.2 %
fibra	7.50 – 8,7 %
vitamina C	30-144 mg./100 g
Niacina	109 mg./10 g
Ácido fólico	65 mg./100 g
Calcio	33 mg./100g
fosforo	1.34 mg./100g
Hierro	15.20 mg./100g.
potasio	306 mg./100
Valor energético	345 – 384 kcal

Fuente: citado por Holgado (2018) Adaptado de Buswell & Chang (1993) y Romero (2000).

#### **4.5. Factores de crecimiento del hongo:**

Un factor importante para asegurar el crecimiento y desarrollo de los hongos es la provisión de un medio ambiente adecuado para su crecimiento.

##### **a) Temperatura y humedad**

**Pavlich (2001)**, son organismos mesófilos (10 a 40 °C), con una temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 30 °C. La humedad adecuada para su desarrollo se encuentra entre 30 y 80%.

### **b) Humedad del sustrato**

**Alberto (2017)**, menciona que el contenido de humedad de un sustrato, es uno de los factores críticos en el cultivo de hongos comestibles ya que si es muy alto puede ahogar al micelio, el que no puede respirar al ser reemplazado, los espacios aéreos por agua. La acumulación de agua también beneficia la proliferación de bacterias anaerobias. Por otro lado, la falta de agua hace que el micelio no logre avanzar a la celeridad óptima puesto que no coloniza los fragmentos.

**Stamets (2003)**, encomienda que *Pleurotus* requiere una humedad de 65% para el sustrato y de 90 a 100% para el desarrollo micelial y 85ª 95% para el desarrollo de basidiocarpos.

### **c) Luminosidad**

**Pavlich (2001)**, indica que durante la etapa de colonización del sustrato se debe trabajar bajo completa oscuridad, sin embargo, durante la fructificación es necesario alternar los períodos de luz y oscuridad.

### **d) Foto termo periodo**

**Holgado, M. (2018)**, indica que las especies de *Pleurotus* tienen fototropismo positivo, ya que la luz (intensidad luminosa, fotoperiodo y tipo de radiación) es uno de los factores necesarios para el desarrollo de los primordios. En condiciones de escasez de luz la producción de cuerpos fructíferos se da con forma de corneta, sombrero muy reducido y pie alargado y débil. Este efecto es más marcado cuanto menor es la intensidad luminosa, de forma que los carpóforos pálidos no pigmentados aparecen cuando la intensidad luminosa se sitúa por debajo de 300 lux. (Poppe et al., 1985). Un exceso de luminosidad También es perjudicial, ya que puede retardar la formación de primordios. Según la variedad de *Pleurotus*, cuando la intensidad de luz es superior a 2000 lux se puede inhibir la iniciación de la fructificación.

**Alberto (2017)**, Las radiaciones rojas son desfavorables para el desarrollo de los cuerpos fructíferos (Lainez y Navarro, 2008). El fotoperiodo puede ser variable de 9-12 hs luz/oscuridad.

**Cuadro 02.** Desarrollo del hongo (*Pleurotus ostreatus*).

Morfología	Día	Temperatura	Humedad relativa	Aireación	Luz
Germinación	1-4	22-24 °C	65%	N/A	0 lux
Colonización de superficie	4-16	22-24 °C	65%	10min/12h	0lux
invasión	16-35	22-24 °C	65%	1h/8h	0lux
Formación de primordios	35-45	14-16 °C	70%	permanente	300LUX
fructificación	Más 45	16-18 °C	85-90%	permanente	1200 a 1300 lux

Fuente: curso de producción de hongos comestibles y medicinales CIPHAM, UNSAAC.

### c) Ventilación o aireación

**Pavlich (2001)**, asevera que *Pleurotus spp.*, siendo organismos aerobios, los hongos necesitan de aire fresco durante su crecimiento, pero requieren más ventilación durante la etapa de fructificación.

**Chávez (2016)**, menciona que estos organismos presentan distintos requerimientos de oxígeno según su estado fisiológico en que se encuentren desarrollándose.

**Cuevas (2008)**, insta que son efectos de una mala pasteurización o descuidos en el manejo del sustrato, fijan un crecimiento pobre y hongos mal formados o defectuosos. por lo general ocurre en la fase de incubación y esto es debido especialmente a la mala pasteurización del sustrato, al mal manejo o a la falta de higiene en el momento de la siembra, orificios que pudieren existir en el módulo permiten la entrada de aire y polvo e ingreso de microorganismos, insectos y vectores. Los hongos *Trichoderma*, *Penicillium* y *Aspergillus*, brotan en forma de manchas verdes, amarillentas, negras y anaranjadas sobre el sustrato, invadiéndolo de forma rápida y evitando el crecimiento micelial.

#### 4.5.1 Requerimientos nutricionales

**Miles y Chang (1999)**, según los estudios que realizaron, indican que las exigencias nutricionales de *P. ostreatus* dependen esencialmente de la proporción de oxígeno, carbono, nitrógeno, fósforo y potasio, así como de azufre y magnesio en menor proporción.

##### a) Carbono

**Sánchez y Royse (2001)**, afirman que el carbono es necesario para los hongos porque es la fuente directa de energía para su metabolismo, así mismo, es necesario para la formación de las diferentes partes y estructuras celulares. Dada la importancia que tiene para la vida de la célula, este elemento es el que requiere en mayores cantidades. El carbono puede ser utilizado por el hongo a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos, etc.

##### b) Polímeros

**Sánchez y Royse (2001)**, comentan que la mayoría de los basidiomicetos son considerados "degradadores de madera" porque son capaces de crecer sobre la biomasa proveniente de las plantas leñosas. Las especies de *Pleurotus* son consideradas de pudrición blanca porque son capaces de degradar materiales ricos en lignina, celulosa y hemicelulosa, observaron que el contenido de lignina de rastrojo de algodón fue disminuido por *Pleurotus spp.* en un 70 % en 21 días, y concluyó diciendo que todos materiales que contengan celulosa y lignina (con excepción de los tóxicos y los pobres en nitrógeno), pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus spp.*

##### c) Azúcares

**Sánchez y Royse (2001)**, comentan que los carbohidratos se encuentran entre las fuentes de carbono preferidas por las especies de *Pleurotus spp.*; la glucosa, manosa y la galactosa son buenos sustratos para esta especie, mientras que la xilosa y la arabinosa producen un crecimiento deficiente.

#### d) Lípidos

**Sánchez y Royse (2001)**, afirman que la adición de aceites vegetales tiene un efecto benéfico para el crecimiento micelial de *P. djamor* y *P. ostreatus*, los productores de la hidrólisis de aceites deprimen el crecimiento, pero la adición de triglicéridos y metil ésteres de ácidos grasos generalmente promueven el crecimiento.

#### e) Nitrógeno

**Monterroso (2007)**, dice los sustratos sobre los que suelen fructificar las especies de *Pleurotus* pueden contener valores bajos de nitrógeno por lo que se ha llegado a pensar que este género es capaz de fijar nitrógeno atmosférico sin que esto haya sido demostrado, si es notorio que la concentración en nitrógeno en el cuerpo fructífero en algunos casos es mayor que la del sustrato sobre el cual crece. Las especies de *Pleurotus* tienen la capacidad de crecer sobre fuentes inorgánicas de nitrógeno, como el nitrato de potasio o la urea, aunque se observa que prefieren las fuentes orgánicas para su crecimiento óptimo.

**(Soto, 2004)**, esta especie es cosmopolita y crece saprofitica mente en ambientes naturales sobre troncos de árboles caídos y otras plantas leñosas en descomposición; es un hongo semianaeróbico que soporta un 32% de CO<sub>2</sub> y fija el nitrógeno atmosférico, produce grandes cantidades de proteína de alta calidad sobre sustratos que están compuestos de materiales residuales, siendo más eficiente sobre los lignocelulósicos, como pajas, cascarillas de cereales, bagazos, tusas, pastos, cáscaras, entre otros.

#### f) Minerales

**Sanchez y royse (2017)**, concluye que los rendimientos más altos para el cultivo de *Pleurotus djamor* se dio cuando usaron concentraciones de 0.22, 0.28, 0.98 y 0.049 mg/l de fósforo, potasio, calcio y magnesio respectivamente.

## **g) vitaminas**

**Sanches y Royse (2017)**, menciona en un estudio realizado por Hashimoto y Takahashi, indicaron que *Pleurotus spp.* requiere tiamina para su crecimiento en una concentración óptima de 100mg/l y que cuando tal vitamina esté presente, ninguna otra es necesaria.

## **h) pH.**

**Sánchez & Royse (2002)**, Si el pH del sustrato donde crece un hongo no es el adecuado, aunque las condiciones sean óptimas, el crecimiento se verá afectado. Las fuentes de nitrógeno producen cambios importantes en el pH del medio, de tal manera que las sales de amonio ocasionan que el medio en el que crece una cepa de *Pleurotus* se acidifique y que las sales de nitrato lo vuelvan alcalino.

### **4.5.2. Fenología del Hongo Comestible (*Pleurotus ostreatus*)**

**Hurtado (2016)**, indica la obtención de la cepa madre La cepa madre, en medio de cultivo agar con papa y dextrosa (APD), se adquirió en la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

#### **a) Semilla**

**Stamets (2000)**, dice un factor muy importante es la semilla, que es la expansión de masa de micelio que busca potenciar metabólicamente al hongo para que este se encuentre en condiciones ideales y así crecer eficientemente en los sustratos.

**Rodríguez y Gómez (2001)**, comentan que los hongos se obtienen de cultivos puros que se mantienen preservados en agar o de un aislamiento a partir de la zona himenial de un cuerpo fructífero. De estos cultivos se transfieren el micelio a tubos de ensayo que contienen agares nutritivos, y de allí a placas Petri que contengan agar nutritivo para incrementar el micelio.

#### **b) Inoculación**

**Rodríguez y Gómez (2001)**, mencionan que la inoculación es el proceso de colocar la semilla del hongo al sustrato previamente preparado y esterilizado y se debe

realizar en un sitio cerrado sobre una mesa previamente desinfectada con alcohol para evitar contaminación en la fase del establecimiento micelial.

### **c) Incubación**

**Fernández (2004)**, indica que en esta fase de incubación se busca que el micelio invada totalmente el sustrato por medio de su optimización de las condiciones ambientales. Se debe realizar en un cuarto cerrado. Las bolsas pueden acomodarse en estanterías metálicas o colocarse directamente en el suelo. Es necesario que la temperatura en el sitio de incubación permanezca alrededor de 20 a 28 °C, con una humedad relativa alrededor del 60 a 70% y escasa iluminación.

### **d) Fructificación**

**Fernández (2004)**, afirma que la fase de fructificación comienza una vez el sustrato es invadido por el micelio del hongo y se logran observar primordios, los cuales formaran el cuerpo fructífero. Para esta fase es necesario cambiar las condiciones de luminosidad y ventilación para inducir la formación de los hongos. Para optimizar la fase de fructificación se debe manejar una temperatura diferente a la de incubación que se asemeja a la temperatura del hábitat natural donde crece el hongo.

### **e) Cosecha**

**Oei (2003)**, dice que la cosecha es la fase en la cual se realiza la recolección de los cuerpos fructíferos. Comúnmente, se realiza de forma manual haciendo un movimiento de torsión sobre la base del estipe o utilizando una cuchilla estéril para evitar contaminaciones posteriores en los puntos del sustrato donde creció el hongo. Así mismo, la cosecha se divide en tres periodos, el primero en el cual se recoge el 50% de la producción, el segundo donde se recoge el 30% y el tercer periodo solamente el 20% de la producción. Habitualmente, en el cultivo de hongos no se recoge más de tres cosechas ya que la productividad es muy baja y el riesgo de contaminación es mucho más frecuente.

#### 4.5.3. Plagas y enfermedades que atacan a *Pleurotus ostreatus*

La producción artesanal del *Pleurotus ostreatus*. requieren de inocuidad total y desinfección, con un mínimo descuido se pueden llegar a contaminar y generar gran pérdida ya que en su proceso interactúan factores ambientales.

**Holgado (2018)**, la presencia de azúcares solubles que no se eliminan durante la pasteurización del sustrato provoca incrementos importantes en la temperatura dentro del sustrato durante la incubación, factor que contribuye a un rápido desarrollo de hongos o mohos ambientales.

Plagas:

##### a) Dípteros:

**Noj y Eduardo (2017)**. indica Las moscas y los mosquitos son las principales amenazas en esta clasificación debido a que son portadores de una gran serie de enfermedades infecciosas que pueden afectar directamente el proceso. El daño lo causan en estado larval que se comen las hifas del micelio. Algunas especies que destacan de mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Heteropeza*, *Mycophila*, y moscas del género *Megaselia*.

**Holgado (2018)**, asevera que la familia más abundante de insectos que atacan la producción de hongos es *Drosophiliidae*, cuyas larvas se comen las hifas del micelio en la etapa de incubación y en los carpóforos hacen pequeñas galerías en los estipes y luego en el píleo donde se mimetizan con las laminillas. Generalmente ocurre cuando hay exceso de humedad en los sustratos, o descuido en el control de los ambientes de fructificación y también cuando se dejan las bolsas a más de las cosechas requeridas el porcentaje de fructificación es muy bajo con la desventaja de la invasión de contaminantes y plagas.

##### b) Colémbolos:

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, entre otros. También pueden emplearse distintos



insecticidas como: diazinon o maltion en polvo mezclados con el sustrato, nebulizaciones con endosulfan o dicloros, entre otros.

Las moscas y los mosquitos son las principales amenazas en esta clasificación debido a que son portadores de una gran serie de enfermedades infecciosas que pueden afectar directamente el proceso. El daño lo causan en estado larval 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.

**c) Telarañas (*Dactilium dandroides*) (= *Cladobotryum dandroides*, *hypomyces rosellus*)**

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 tornan blandos, amarillento, parduscos y se apresura su putrefacción. Puede atacar a las setas recolectadas.

**Enfermedades:**

**a) *Pseudomonas tolaasii* (= *P. fluorescens*)**

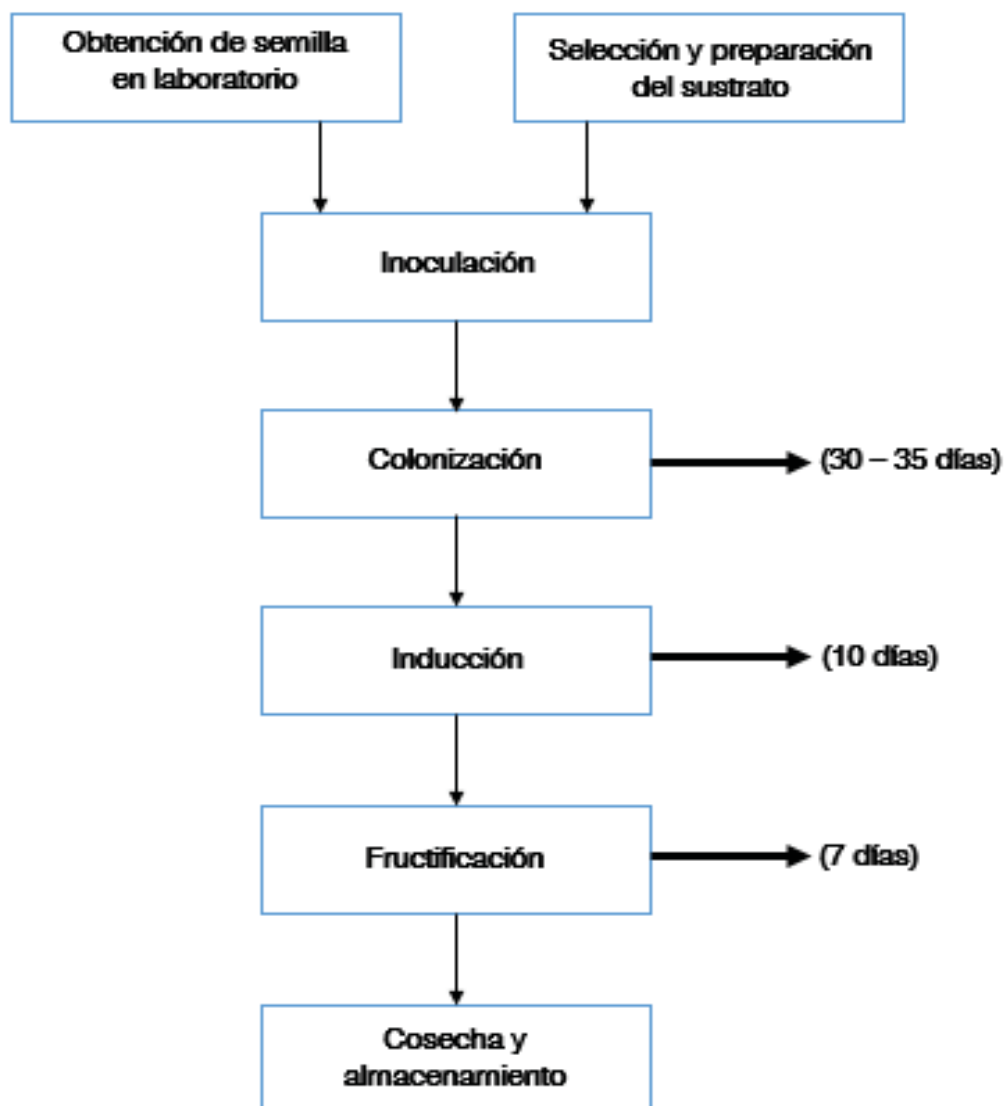
<https://www.infoagro.com/forestales/setas2.htm>, Menciona que esta bacteria ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación a las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillo-pardusco o anaranjado, se tornan pegajosos y si la temperatura y humedad son altas se pudren y hieden mal. Para su control se sugiere evitar el exceso de humedad, la añadidura de sustancias nitrogenadas y el calor. Se puede añadir hipoclorito sódico al agua de riego, solución de formalina al 0,2-0,3%, formol u otros productos

#### 4.5.4. Técnicas de Cultivo del Hongo *Pleurotus ostreatus*

Producción de *Pleurotus ostreatus*.

Para la producción de *Pleurotus spp.*, es necesario desarrollar una serie de etapas, las que se detallan en la siguiente figura.

**Figura 01:** etapas de la producción de *Pleurotus ostreatus*.



Fuente: Cisterna, C., (2003)

**Cisterna (2003)**, afirma dado que la obtención de la semilla, requiere de instalaciones y condiciones relativamente complejas, esta actividad a desarrollarse en unidades independientes que no forman parte de la unidad productora propiamente, siendo lo más usual adquirirla de terceros. Para el resto del proceso productivo de hongos comestibles es indispensable contar con las instalaciones adecuadas para tales efectos, siendo usual la construcción de un invernadero que posea tres zonas bien definidas: una para realizar la inoculación del sustrato, otra para la etapa de incubación o colonización y una tercera para la etapa de fructificación. En lo posible estas tres áreas deben estar aisladas unas de otras, aunque deben estar interconectadas de modo de permitir el tránsito de una a otra sólo en los casos necesarios.

### **1. Obtención de la semilla**

**Cisterna (2003)**, denomina semilla a la forma en que el micelio del hongo es inoculado en un sistema productivo, es decir, la semilla es el vehículo de transporte del micelio desde el medio de cultivo in vitro hasta el sustrato definitivo donde crecerá el hongo. Para la preparación de la semilla, se utilizan granos de cereal, siendo los más comúnmente empleados el trigo y sorgo, y también avena y centeno. Otra opción es usar tarugos de madera.

### **2. Selección y preparación del sustrato**

**Cisterna (2003)**, afirma que como sustrato se puede emplear una gran variedad de residuos lignocelulósicos entre ellos pajas de cereales y residuos agroindustriales (desechos de maíz, hojas, etc.), como también subproductos de la industria maderera (aserrín, viruta) y madera sólida. En este último caso, se debe evitar especies resinosas o de alta durabilidad natural, pues pueden generar un producto de gusto fuerte y desagradable, o dificultar el crecimiento del hongo.

La selección del sustrato de cultivo dependerá, principalmente, de las exigencias nutricionales del hongo, de su disponibilidad tanto temporal como geográfica y también de la tecnología que se utilice para acondicionarlo.

El cultivo de hongos comestibles como el *Pleurotus spp.* es una excelente alternativa para utilizar residuos de la elaboración de productos agrícolas.

Además, este tipo de producción se puede realizar en recintos relativamente pequeños y adaptando bodegas en desuso, contribuyendo a la diversificación de la producción y permitiendo el aporte de una fuente de alimento y medicinal a la dieta de las personas.

A continuación, se describen los métodos empleados para preparar el sustrato sobre el cual crecerá el hongo comestible.

### **3. Bolsas o panetones**

**Cisterna (2003)**, indica que los métodos modernos de cultivo de *Pleurotus spp.* usan como sustrato virutas y aserrín de maderas, más un suplemento rico en nitrógeno, como el afrecho de trigo, arroz, avena, cebada, soya, etc. En nuestro país se utilizan residuos de la elaboración de productos agrícolas, tales como cascaras de café, tortas de oleaginosas, marlos de maíz, etc.

Para permitir que el hongo invada el sustrato en forma homogénea es indispensable que este tenga una densidad determinada, que no impida el intercambio gaseoso entre éste y el medio ambiente inmediato. Para lograr esto, las pajas de cereales deben ser picadas hasta lograr trozos de entre 4 y 10 cm., luego deben ser remojadas durante 24 a 48 horas para permitir su hidratación, alcanzando una humedad total cercana al 70%, tiempos de remojo menores al indicado no permiten una buena hidratación debida a la resistencia natural que tienen las pajas de cereales a absorber agua (gruesa cutícula, tampoco es recomendable tiempos mayores, ya que comienza a contaminarse con mohos. Una práctica habitual es dejar las pajas sumergidas en estanques de agua, o colocarlas en recipientes de gran tamaño donde se les adiciona agua con la ayuda de un aspersor o simplemente con una manguera flexible. Además, todos los desechos agroforestales tienen una gran carga de agentes contaminantes, especialmente bacterias y hongos, lo que se debe que estos organismos comienzan a colonizar estos sustratos para degradarlos y volver sus componentes al ambiente. Por lo tanto, es indispensable que los sustratos sean tratados (esterilizados o pasteurizados) previamente para eliminar estos microorganismos.

Cuando se trata de pajas de cereales, existen varios tratamientos que aseguran la eliminación total o parcial de estos agentes contaminantes. A continuación, se hace una breve descripción de los más utilizados.

#### **4. Esterilización:**

**Cisterna (2003)**, indica que con este tipo de procedimientos se obtiene lo que se llama una “desinfección total”, ya que los sustratos de cultivo se someten a temperaturas cercanas a los 120 °C durante 30 minutos como mínimo, siendo recomendable usar 45 minutos. Para lograr esto, se utiliza una presión de vapor de 15 psi al interior de autoclaves actividad que debe ser desarrollada por personal entrenado. La gran ventaja de este sistema de tratamiento térmico es que se eliminan casi por completo todos los microorganismos que pueda tener el sustrato de cultivo, disminuyendo considerablemente los riesgos de contaminación y las pérdidas de sustrato durante la etapa de incubación.

#### **5. Pasteurización en agua:**

**Cisterna (2003)**, afirma que la paja picada sin humedecer se coloca al interior de tambores que contengan agua a 80 °C y se mantiene sumergida en ella durante una hora. Para asegurarse de mantener la temperatura constante se debe contar con un termómetro confiable y con una fuente de calor que permita aumentar o disminuir su intensidad. Este método evita la pérdida de nutrientes que se produce cuando se utiliza agua hirviendo (esterilización).

#### **6. Pasteurización en vapor:**

**Cisterna (2003)**, comenta que es un conjunto de procedimientos en los cuales los sustratos de cultivo son sometidos a temperaturas inferiores a los 100°C y a presiones de vapor nunca superiores a la presión atmosférica.

#### **7. Siembra o inoculación del sustrato**

**Cisterna (2003)**, menciona que la etapa de inoculación se realiza en una sala ubicada al interior del invernadero, que ha sido diseñada para mantener las mejores condiciones asépticas posibles. Concordante con esto, previo a cada inoculación se deben limpiar con cloro, desinfectante u otro, las superficies y el

piso, asegurando un ambiente de trabajo aséptico. Durante todo el proceso de inoculación o siembra se debe trabajar con las máximas precauciones de asepsia, trabajando con guantes de látex, mascarilla y desinfectando superficies cada vez que sea necesario.

## **8. Siembra en bolsas**

**Cisterna (2003)**, menciona que, para proceder a la siembra, el sustrato ya pasteurizado se deja enfriar en preferencia volteándose para que escape el vapor de agua atrapado, de lo contrario se condensara en ella y habrá problemas por exceso de humedad.

Para ser sembrada, el contenido de humedad del sustrato debe estar entre 50 y 70%, en la practica el contenido de humedad se determina tomando un puñado de ella y apretándola moderadamente, si caen gotas de agua o es notoria la humedad que queda en la mano, el sustrato tiene exceso de agua, en cuyo casos e debe esperar a que escurra removiéndola, no es recomendable sembrar con niveles de humedad mayores que los indicados, porque el hongo necesita para su desarrollo de ciertos espacios porosos, lo que permite que el oxígeno, evitando así la aparición de organismos que pueden vivir sin oxígeno y que ocasionan pudrición del sustrato. Para sembrar, el sustrato debe de estar a una temperatura óptima de 20 a 25 °C (cuando todavía está tibio). Con temperaturas mayores el micelio muere mientras que con temperaturas demasiado bajas se retrasa el crecimiento. Una vez que el sustrato toma la humedad y la temperatura optima se procede a formar el paneton, para lo cual, en bolsas de polipropileno, se coloca una capa de sustrato de 10cm de alto seguido de una capa de semilla y así sucesivamente, hasta alcanzar la altura deseada, luego de lo cual la bolsa es cerrada y compactada, etiquetándola con la fecha de siembra y colocándola en el área de incubación.

## 4.6 De Los Sustratos (Residuos Agroindustriales)

**Atlas y Bartha (2002)**, dicen que se llama residuo agroindustrial, al material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado a nivel agroindustrial o de la agricultura, no tiene valor para quien lo posee y por lo general se desecha no adecuadamente generando contaminación en el ecosistema.

Composición química de los residuos agroindustriales

Los materiales utilizados para el cultivo de *Pleurotus spp.*, están constituidos de compuestos lignocelulolíticos, los cuales están formados por celulosa y hemicelulosa enlazadas mediante lignina, un polímero aromático altamente oxigenado, con un esqueleto de fenilpropano que se repite.

**Rivera, Martínez y Morales (2013)** citan a **Bermúdez, García, y Murlot (2007)**, quienes revelan que los sustratos de mayor colonización del hongo *Pleurotus ostreatus* son aquellos que tienen mayor contenido de carbohidratos estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa), encontrados en el maíz y salvado.

### a) Celulosa

**Martin (1981)**, describe como el compuesto más simple encontrado en el material lignocelulolítico de las plantas, es el polímero más abundante de la biosfera. Está compuesto por un polímero de residuos de D-glucosa unidos por enlaces B-1,4. Debido a su estructura las cadenas de celulosa están unidas por puentes de hidrogeno intermoleculares formando agregados (microfibrillas). La celulosa es una molécula que da estructura Y soporte a la planta y forma un cristal empaquetado que es impermeable al agua, por lo cual es insoluble en agua y resistente a la hidrolisis. Los hongos macromycetes pueden degradar la celulosa por medio de la producción de enzimas como son endo- $\beta$ -1,4- glucanasa, el complejo  $C\alpha$  y endo- $\beta$ -1,4-glucosidasa.

### b) Hemicelulosa

**Atlas y Bartha (2002)**, mencionan que está formada por cadenas cortas y son polímeros heterogéneos que contienen tanto hexosas (azúcares de 6 carbonos como glucosa, manosa y galactosa) como pentosas (azúcares de 5 carbonos como

xilosa y arabinosa). Dependiendo de la especie de la planta estos azúcares se asocian con ácidos urónicos formando estructuras poliméricas diversas que pueden estar relacionadas con la celulosa y la lignina. Los tres polímeros principales son los xilanos, manosa y arabinogalactano.

**Liu (2009)**, *Pleurotus sp.* es un hongo cuya fuente de alimentación se basa en carbohidratos estructurales, debido a que posee enzimas capaces de romper enlaces de estructuras complejas como lo son la lignina, la celulosa y la hemicelulosa.

**Martin (1981)**, dice que los hongos macromycetes tienen la capacidad de degradar la hemicelulosa por medio de la producción de enzimas como son xilanasas, galactanasas, manasas, arabinosas y glucanasas.

### c) Lignina

**Atlas y Bartha (2002)**, comentan que es un polímero complejo tridimensional, globular, insoluble y de alto peso molecular, formado por unidades de fenilpropano cuyos enlaces son relativamente fáciles de hidrolizar por vía química o enzimática, esta molécula tiene diferentes tipos de uniones entre los anillos de fenilpropano.

**Martin (1981)**, describe y dice que la lignina es responsable de la rigidez de las plantas y de sus mecanismos de resistencia al estrés y a ataques microbianos. En las plantas la lignina se encuentra químicamente unida a la hemicelulosa y rodeando las fibras compuestas por celulosa. Los hongos macromycetes pueden degradar la lignina por medio de la producción de enzimas como son lacasa, lignina peroxidasa y manganeso peroxidasa.



#### 4.6.1 Sustratos utilizados para la producción de *Pleurotus ostreatus*.

**Quimio (2002)**, dicen las nuevas exigencias y oportunidades en los mercados alimentarios, las tendencias de producción con el mínimo desperdicio en todas las actividades tecnológicas del nuevo orden mundial y el cada vez más importante reclamo de la humanidad por el cuidado del medio ambiente, colocan en un plano prioritario la preocupación por la utilización de los recursos agroindustriales.

**Hincapié (1993)**, comenta que en general *Pleurotus spp.* Se cultiva en materiales lignocelulósicos, los cuales constituyen los compuestos orgánicos más abundantes del planeta, producidos fundamentalmente por las plantas; lo más común es que se cultiven en residuos agrícolas ricos en estos compuestos y en residuos forestales. Es bastante larga la lista de materiales que se pueden emplear como sustrato básico para la producción de *Pleurotus spp.*

**Quimio (2002)**, afirma que una de las razones del incremento en la popularidad de las especies de *Pleurotus* es la habilidad de este hongo para crecer en una amplia variedad de materias primas agrícolas.

En el trópico el hongo seta ostra, o setas, puede ser producido sobre una mezcla de aserrín y salvado de arroz, salvado y rastrojo de arroz, aserrín y hojas de aguacate, *Leucaena spp.* Y otras combinaciones de materiales tropicales como, cascara de semilla y ramas de algodón, bagazo y hojas de caña, tallos y hojas de maíz, pastos, cascara de arroz, entre otros.

**Stamets (2000)**, menciona que los materiales más comúnmente utilizados como fuente de carbono incluyen paja de trigo, de avena, de centeno, de sorgo, de algodón, virutas de madera y cortezas, sub productos de algodón, heno, tallos de plantas de maíz, plantas y desperdicios de café, tusa de mazorca, hojas de té, cascara de maní, harina de soya, cascara de semillas de girasol, desperdicios de yuca, agave, residuos de la industria papelera (diarios cartones), hojas de plátano, cactus, yuca, pulpa de café, fibra de coco, hojas de limón, tallos de menta, paja de arroz, bagazo de caña, entre otros.

### ❖ Rastrojo de cebada (*Ordeum vulgare L.*)

**Córdoba (1971)**, pertenece a la familia *Poaceae*. La cantidad de rastrojos que permanecen en el suelo después de la cosecha varía según el cultivo. Los cereales desarrollan plantas de mayor tamaño y la cosecha es más abundante en kilos de grano por hectárea sembrada. la cebada es un importante cultivo cerealero en las zonas templadas del mundo. En invierno se usan extensamente para pastura y heno, siendo deseables para este fin las siguientes características: crecimiento vigoroso de las plantas, abundante ahijamiento y abundante. Las variedades de hábito erguido producen más forraje al principio del otoño, pero menos en los meses de invierno, que las variedades de hábito postrado. Comúnmente las variedades de hábito erguido son menos resistentes a las bajas temperaturas que las de hábito postrado. Esto los hace menos deseables para pastorea afines de otoño y en invierno. Las variedades altas y de crecimiento vigoroso producen rendimiento más alto de heno que las de paja corta.

**Bermúdez, García y Mourlot (2014)**, afirman que la mayor producción se obtiene en los tratamientos donde el sustrato es rico en fibra y carbohidratos estructurales. que permiten el crecimiento y desarrollo del hongo y puede ser asimilado a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos y lípidos.

**Cuadro 03:** Composición química de Rastrojo de cebada

Nutrientes Digestibles Totales	50%
Proteína Cruda	4%
Proteína Cruda Digestible	0.80%
Fibra Cruda	40%
Calcio	0.21%
Fosforo	0.11%
Potasio	1.51%

Fuente: Reyes, P. (1990)

### ❖ Rastrojo de Papa (*Solanum tuberosum*)

**Córdova (1971)**, es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de América del Sur y cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 7.000 años, fue llevada a Europa por los conquistadores españoles como una curiosidad botánica más que como una planta alimenticia. Con el tiempo su consumo fue creciendo y su cultivo se expandió a todo el mundo hasta posicionarse como uno de los principales alimentos para el ser humano.

Este tubérculo continúa siendo la base de la alimentación de millones de personas, es una delicia culinaria en muchas regiones del globo que ha generado decenas de platos que la tienen de protagonista y además, representa un verdadero desafío para científicos de varias disciplinas, que tratan de dilucidar su origen, genética y fisiología.

**Cuadro 04:** Composición química de Rastrojo de papa

Nutrientes Digestibles Totales	43%
Proteína Cruda	3%
Proteína Cruda Digestible	1.4%
Fibra Cruda	32%
Calcio	0.20%
Fosforo	0.06%
Potasio	0.07%

Fuente: Reyes, P. (1990)

### ❖ Acículas de pino

**Córdova (2019)**, se han realizado pruebas preliminares sembrando *Pleurotus ostra* en las camas de acícula de pino, indica que la utilización de acículas de pino hasta 25% en mezclas con los sustratos más eficientes, proporciona aireación a la mezcla; que, de esta, manera se obtendrá, humedad, energía y aireación dando las condiciones buenas para la expansión del micelio.

Y concluye que las condiciones estructurales que no le permiten la retención de humedad ni nutrientes por ello presenta bajos rendimientos. La acícula de pino es una materia que no se utiliza es un material que no tiene costo que se le puede encontrar fácilmente en bosques y se le puede dar un lugar de reciclaje de beneficios económicos.

## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 Tipo y ubicación de la Investigación:

El presente trabajo es de tipo descriptivo- evaluativo y como lugar de ejecución de dicho trabajo fue en los laboratorios de CRIBA ubicado en el centro agronómico K'ayra distrito San Jerónimo-Cusco.

#### 5.1.1. Ubicación política

Región : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : San Jerónimo

Lugar : Centro Agronómico K'ayra

Laboratorio : CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina)

**Imagen 04:** croquis de la ubicación del distrito



fuelle: peruptours.com

### **5.1.2 Ubicación geográfica**

Altitud : 3219 m  
Latitud : 13°34' sur  
Longitud : 71°54' Oeste  
Temperatura : T° máx. 21.79 °C T° min. 3.57 °C  
Humedad Relativa : 64.27%

### **5.1.3 Ubicación hidrográfica**

Cuenca : Vilcanota  
Sub cuenca : Huatanay  
Microcuenca : Huanacaure

### **5.1.4 Ubicación ecológica**

El centro Agronómico K'ayra, con su laboratorio del CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina) se encuentra ubicado según los parámetros climatológicos y tomando en cuenta el diagrama de Holdridge, así como el mapa ecológico del Perú, en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MS), Holdridge (1993). según la escala climática de Thornthwaite el Centro Agronómico K'ayra pertenece al clima seco semiárido.

### **5.1.5 Ubicación Temporal**

El presente estudio, se realizó el 2019 en el centro de investigación CRIBA sobre la disponibilidad de micelios activos frescos de la especie, ya que juega un papel crucial en la instalación y ejecución del experimento, todo el proceso de investigación duro 04 meses.

## 5.2 Materiales y Métodos

### 5.2.1 Material experimental

1. Cepa comercial de (*Pleurotus ostreatus*). provenientes de los laboratorios de bio setas Perú ubicado en Cconchacalla, Anta, Cusco.
2. Rastrojo de cebada (*Hordeum vulgare*)
3. Rastrojo de papa (*Solanum tuberosum*)
4. Acículas de pino (*pinus strobus*)
5. Aserrín común

### 5.2.2 Otros materiales

- Esterilizador de sustrato (ollas esterilizador)
- Vernier o reglas de medida
- Termo higrómetro
- Balanza de precisión 5g
- Cal
- Plumón indeleble
- Estantes
- Asperjador
- Navaja
- Bolsas de polietileno 13x20x2" y 08x15x2"
- Pabilo
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Alcohol
- saquillos
- plásticos

### 5.3 Metodología

El diseño estadístico que se planteo fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 10 tratamientos por cada especie (*Pleurotus ostreatus*) y 4 repeticiones, con un total de 40 unidades experimentales

La investigación tiene un enfoque netamente cuantitativo, cualitativo que busco evaluar indicadores de rendimiento de (*P. ostreatus*) con los sustratos utilizados en el experimento.

a. Variable independiente

Sustratos (rastrajo de cebada, rastrajo de papa, acículas de pino, aserrín común)

b. Variable dependiente

01 especie de hongos (*Pleurotus ostreatus*)

#### 5.3.1. Indicadores

- Rendimiento (kg/t)
- Numero de basidiocarpos
- Tasa de productividad
- Eficiencia biológica (%)

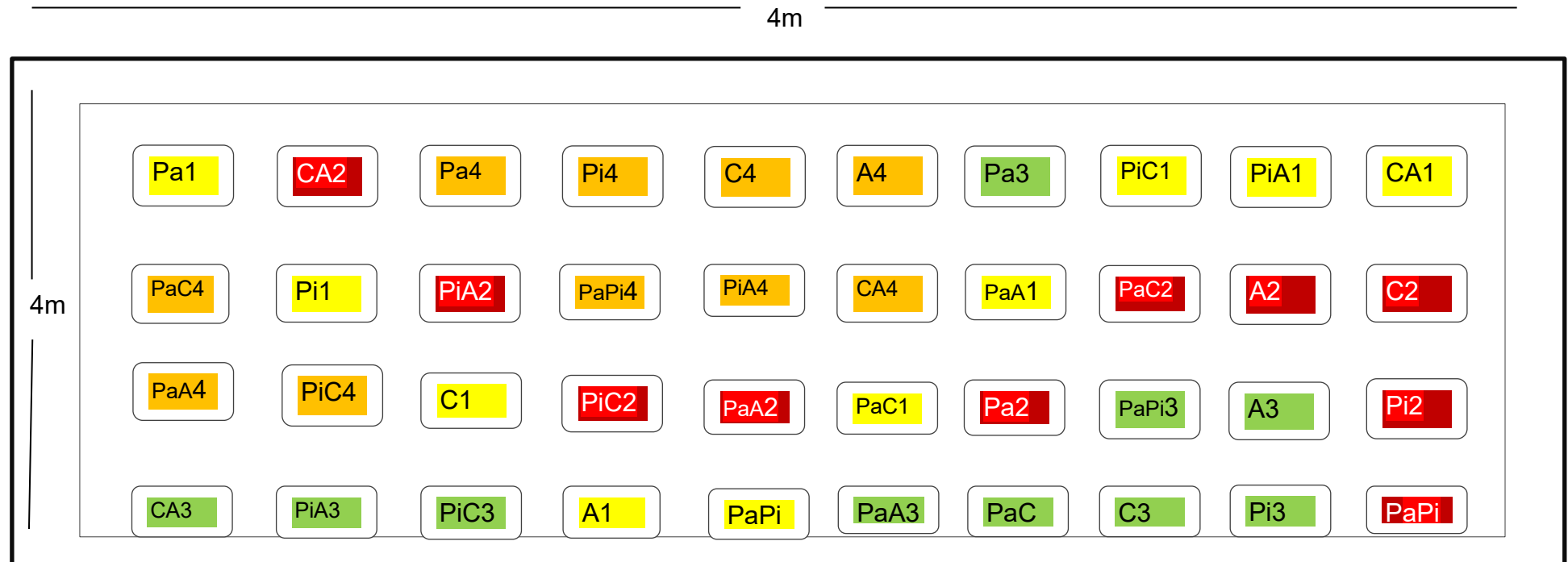
#### 5.3.2. Tratamientos del experimento

Los tratamientos del experimento presentan el siguiente cuadro:

**cuadro 05:** tratamientos del experimento

HONGO	TRATAMIENTO	PROPORCION DE SUSTRATO	CODIGO	Nº-REPETICIONES
<i>(Pleurotus ostreatus)</i>	T1	papa-100%	Pa	4
	T2	pino-100%	Pi	4
	T3	cebada- 100%	C	4
	T4	aserrín- 100%	A	4
	T5	papa 50%-pino 50%	Pa-Pi	4
	T6	papa 50%-cebada 50%	Pa-C	4
	T7	papa 50%-aserrín 50%	Pa- A	4
	T8	pino 50%-cebada 50%	Pi- C	4
	T9	pino 50%-aserrín 50%	Pi- A	4
	T10	cebada 50%-aserrín 50%	C-A	4

### 5.3.3. Distribución de la unidad experimental



DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS	
Laboratorio: CRIBA	Lugar: Centro Agronómico K'ayra
Distrito: San Jerónimo	Provincia: Cusco



#### 5.3.4. Características del experimento

Área del Experimento (Laboratorio)

Largo : 4m

Ancho : 4m

Área total : 16m<sup>2</sup>

Características de las Unidades Experimentales Distancias entre Unidad Experimental

Largo entre UE : 0.20m

Ancho entre UE : 0.20m

Peso de Unidad Experimental

Peso de UE : 1.00kg (*Pleurotus ostreatus*)

peso total de semilla: 4.00kg (*Pleurotus ostreatus*)

#### 5.3.5 Conducción del experimento

##### a) Sustrato

Se ha dispuesto de 4 tipos de sustratos, 10 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, a base de rastrojo de cebada, rastrojo de papa, acículas de pino y aserrín.

##### b) Acondicionamiento de ambiente del experimento:

Se ha forrado de la pared del ambiente a instalar con plásticos negros para crear un ambiente oscuro y se instaló 4 andamios destinado a la fructificación del cultivo de hongo comestible.

c) **semilla:** Las cepas de (*Pleurotus ostreatus*,) fueron adquiridas del laboratorio BIOSETAS PERU (ANTA)Cusco.

**Fotografía 01:** micelio de *Pleurotus ostreatus*



**d) Colecta de sustratos:** se utilizó el tallo seco de la papa, después de la cosecha, la paja seca de cebada que queda de la trilla que fueron recolectados en sacos del centro agronómico K'ayra, el aserrín y acículas de pino se recolecto del distrito San Jerónimo-Cusco.

**e) Preparación de sustrato:** para la preparación de los sustratos, se realizó el picado de los tallos de dichos sustratos (papa y cebada) de 3-5cm, procediendo a remoje en tachos de agua cruda de 1-2 días para una buena humedad y lavado de algunos aceites o compuestos no requeridos, en caso de aserrín y acículas de pino. Ya casi seco se mezcló con cal todo el sustrato para homogenizar pH.

**Fotografía 02:** sustratos utilizados



#### **f) Esterilización y/o pasteurización de los sustratos:**

Para el proceso de esterilización, primeramente se inició con el llenado de las bolsas con los diferentes sustratos, luego se realizó el traslado de las bolsas con sustrato a un cilindro, donde se llenó con agua hasta una cierta cantidad, seguidamente se procedió al tapado o sellado del cilindro para prevenir que exista fuga de vapor, se procedió a hervir el agua por 3 horas a una temperatura promedio de 80°C, la cual ayudara a eliminar todo los patógenos, microorganismos contaminantes que pueden competir con el hongo a cultivar.

**Fotografía 03:** pasteurización de sustratos



#### **g) Inoculación o Siembra:**

Esta etapa, consiste en mezclar el micelio con los sustratos ya esterilizados y embolsados. La inoculación se realizó en ambiente cerrado y desinfectado con los cuidados suficientes, colocando 2 a 5% del micelio por 1Kg, hasta una segunda aplicación, para una colonización más rápida. A menor tiempo de colonización menor tiempo de contaminación.

**Fotografía 04:** Inoculación de micelio



#### **h) Incubación**

Posterior al embolsado se llevó los paquetes inoculados a un ambiente oscuro y cerrado donde permaneció por 21 días para *P. ostreatus* hasta que se vean de colonizados por completo por el micelio a una temperatura de 20°C constante, esta temperatura se consigue manteniendo húmedo el área de incubación colocando frazadas de tal manera que los tratamientos estén en las mismas condiciones.

**Fotografía 05:** Incubación de sustratos



### i) Fructificación del hongo *Pleurotus ostreatus*

Es el inicio de la etapa productiva, donde empiezan a aparecer los primordios o los primeros cuerpos fructíferos. Luego de 7 a 8 días desde el momento de la aparición de los primordios se han desarrollado muy bien casi listos para la recolección.

En las bolsas, una vez colonizadas completamente el sustrato se hicieron pequeños cortes en las bolsas de aproximadamente 1 a 3 cm de diámetro en la parte superior, medio e inferior con la ayuda de un bisturí desinfectado, por los que aparecieron los primeros primordios.

En lo que respecta a la humedad, temperatura ventilación del sustrato (la paja) y del medio ambiente, deberá encontrarse entre el 60 y 80% de humedad durante todo el proceso. Recuerda que para que el hongo seta crezca necesita de una buena humedad (no se debe de exceder de esta humedad), de esta manera ayudamos a que no se deshidrate evitando así que muera el hongo seta y tener perdidas en la producción; se recomienda que para monitorear este valor puedes utilizar un aparato como el termohigrómetro digital para guardar los registros de las variaciones en la humedad.

Si existe un exceso de humedad, entonces se tendrá que ventilar el ambiente; ya que, si no se hace, puede favorecer la aparición de bacterias, hongos patógenos, insectos, babosas, etc., ocasionando que haya un menor rendimiento del cultivo y en casos extremos contribuirías a la muerte del mismo

**Fotografía 06:** cortes para la fructificación



**j) Cosecha:**

Para esta actividad, se usaron navaja o cuchillos desinfectados, y se procede a cortar por la base, las matas con tamaños óptimos.

Se cosecharon los carpóforos de cada unidad experimental, a un tamaño promedio de 10-14 cm, óptimo para ser aceptadas por la gente o cuando el sombrero se vire hacia arriba y empiece optar un color oscuro y sea más -frágil para luego ser pesados en una balanza electrónica.

1º cosecha	2º cosecha	3º cosecha
15-18 Agosto 2020	15-18 setiembre 2020	16-18 octubre 2020

**Fotografía 07:** Fructificación de *Pleurotus ostreatus*



#### 5.4 Definición de variables

- **Rendimiento:** para su cálculo se sacó los promedios de las tres oleadas de cosecha de cada unidad experimental. En cada cosecha se registraron valores de peso, tamaño, tiempo de producción de todos los carpóforos de cada unidad experimental.

**Galindo (1991)**, Los datos obtenidos del peso fresco por cada unidad experimental, se elevaron a la unidad de kg de hongo fresco por tonelada de sustrato. Los valores de rendimiento se calcularon con la siguiente formula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso de hongo fresco(kg)} * 100}{\text{peso de sustrato húmedo (tn)}}$$

- **Numero de basidiocarpos:** se determinó mediante el conteo la totalidad de basidiocarpos de cada una de las unidades experimentales para poder obtener un promedio de cada uno de los tratamientos.

- **Eficiencia biológica (E.B.):**

**Galindo (1991)**, es un factor importante de evaluación del rendimiento ya que en él se considera la bioconversión de energía y la degradación biótica del sustrato, los valores se expresan en porcentaje (%), se pesaron los basidiocarpos frescos y el sustrato seco.

$$\text{E.B.} = \frac{\text{Peso de los basidiocarpos}}{\text{peso del sustrato seco}} \times 100$$

- **Tasa de productividad (T.P.): Reyes (2004)** indica que el tiempo de producción se toma a partir de la inoculación del sustrato definitivo hasta obtener la última cosecha.

$$\text{T.P.} = \frac{\text{Eficiencia biológica (\%días)}}{\text{tiempo de producción}}$$

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 Rendimiento:

Para valuar el rendimiento del hongo (*Pleurotus ostreatus*), se realizó la toma de dato del peso de los basidiocarpos en gramos (gr) de las tres oleadas de la cosecha de dicho hongo.

**Cuadro 06: rendimiento de basidiocarpos *Pleurotus ostreatus* (gr)**

TRATAMIENTO	CODIGO	REPETICIONES				TOTAL (gr)	MEDIA (gr)
		I	II	III	IV		
T1	Pa - 100%	643.08	731.35	875.50	631.44	2,881.37	720.34
T2	Pi - 100%	45.00	57.30	40.12	57.60	200.02	50.01
T3	C - 100%	615.09	855.75	750.50	560.00	2,781.34	695.34
T4	A - 100%	660.00	562.02	480.80	120.00	1,822.82	455.71
T5	Pa (50%) - Pi (50%)	64.17	84.63	99.96	128.28	377.04	94.26
T6	Pa (50%) - C (50%)	466.92	492.00	732.04	763.24	2,454.20	613.55
T7	Pa (50%) - A (50%)	212.37	322.35	285.28	560.00	1,380.00	345.00
T8	Pi (50%) – C (50%)	94.05	45.18	76.36	460.00	675.59	168.90
T9	Pi (50%) – A (50%)	67.29	52.92	80.00	89.00	289.21	72.30
T10	C (50%) - A (50%)	350.00	326.00	400.00	285.00	1,361.00	340.25

**cuadro 07: Análisis del Anva para rendimiento de basidiocarpos**

F. V	SC	gl	CM	F.C	Ft (0.05)	SIGNIFICANCIA
TRATMIENTO	2,408,665.37	9.00	267,629.49	15.36	2.21	*
Error	522,876.32	30.00	17,429.21			
Total	2,931,541.68	39.00	C.V	37.13		

Con respecto al cuadro – ANVA para el rendimiento de basidiocarpos, nos indica que existe una diferencia estadística al 95 % de confianza, esto quiere decir que los sustratos son completamente diferentes para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, el coeficiente de variabilidad para este análisis es de **37.13** %, la cual se encuentra dentro de los parámetros estadísticos.

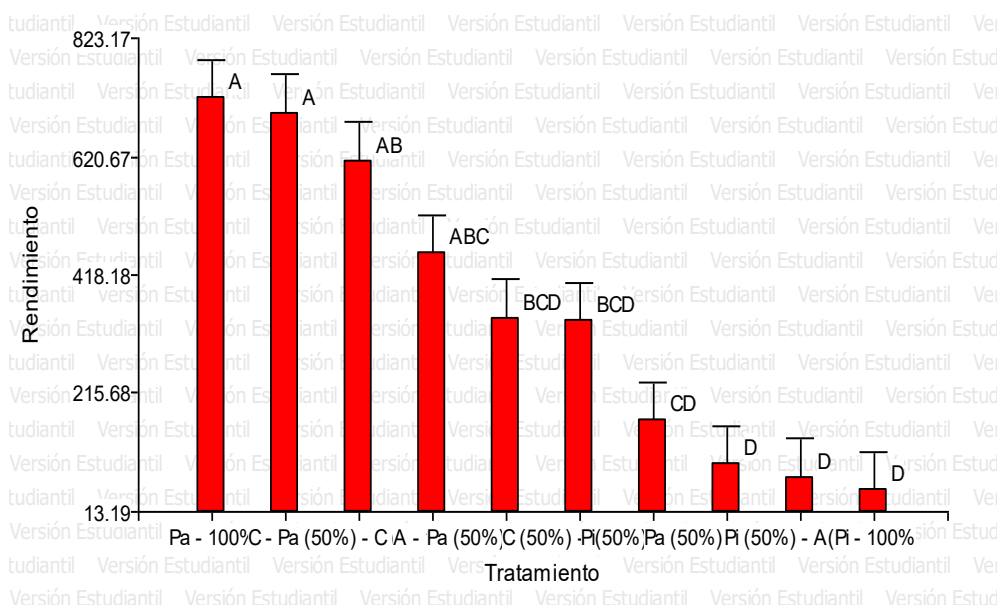


**cuadro 08: prueba de tukey para rendimiento de basidiocarpos distribución de medias de tukey alfa=0.05 dms=318.44093; error: 17429.2106 gl: 30**

N.º	Tratamientos	Medias	n	tukey al 95 % de confianza			
1	Pa - 100%	720.34	4	A			
2	C - 100%	695.34	4	A			
3	Pa (50%) - C (50%)	613.55	4	A	B		
4	A - 100%	455.71	4	A	B	C	
5	Pa (50%) - A (50%)	345	4		B	C	D
6	C (50%) - A (50%)	340.25	4		B	C	D
7	Pi (50%) - C (50%)	168.9	4			C	D
8	Pa (50%) - Pi (50%)	94.26	4				D
9	Pi (50%) - A (50%)	72.3	4				D
10	Pi - 100%	50.01	4				D

Con respecto al cuadro 08 prueba de tukey para el rendimiento de basidiocarpos, el tratamiento con sustrato de papa al 100% ocupó el primer lugar con un rendimiento promedio de 720.34 gr, frente a los demás tratamientos, el tratamiento con 100% de sustrato de pino ocupó el último lugar con un rendimiento promedio de 50.01 gr, esta superioridad se debe a que el tratamiento con rastrojos de papa presenta mayor cantidad de nutrientes frente a los demás tratamientos.

**Figura 02: grafica de rendimiento**



## 6.2 Numero de basidiocarpos

Para valuar el cálculo del número de basidiocarpos del hongo (*Pleurotus ostreatus*), se realizó la toma de datos de los basidiocarpos en los tratamientos y sus repeticiones respectivas de las tres oleadas de la cosecha de dicho hongo.

**Cuadro 09: Número de basidiocarpos de *Pleurotus ostreatus* en diferentes sustratos**

TRATAMIENTO	CODIGO	REPETICIONES				TOTAL (gr)	MEDIA (gr)
		I	II	III	IV		
T1	Pa - 100%	17	20	19	19	75.00	18.75
T2	Pi - 100%	12	12	18	11	53.00	13.25
T3	C - 100%	15	35	23	10	83.00	20.75
T4	A - 100%	12	13	12	12	49.00	12.25
T5	Pa (50%) - Pi (50%)	13	13	14	13	53.00	13.25
T6	Pa (50%) - C (50%)	25	27	25	26	103.00	25.75
T7	Pa (50%) - A(50%)	19	18	17	17	71.00	17.75
T8	Pi(50%) - C(50%)	14	13	13	12	52.00	13.00
T9	Pi (50%) - A(50%)	12	11	12	11	46.00	11.50
T10	C (50%) - A (50%)	14	13	12	13	52.00	13.00

**cuadro 10: análisis del ANVA para número de basidiocarpos**

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft (0.05)	SIGNIFICANCIA
Tratamiento	782.53	9	86.95	6.45	2.21	**
Error	404.25	30	13.48			
Total	1186.78	39	C.V =	23.05		

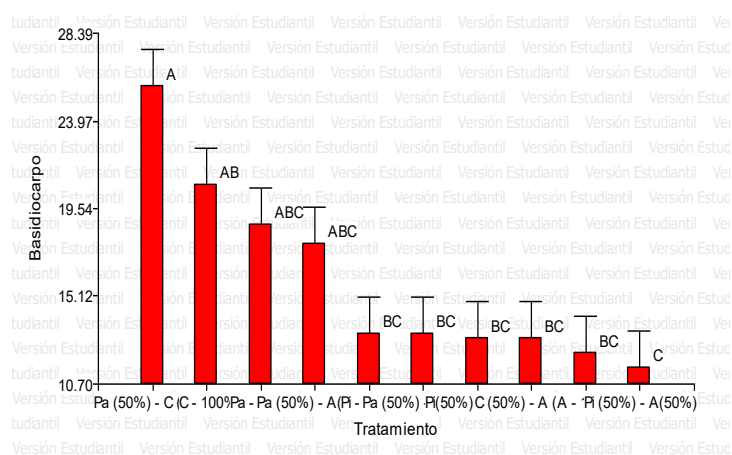
Con respecto al cuadro N°10 ANVA para el numero de basidiocarpos, nos indica que existe una diferencia estadística al 95 % de confianza, esto quiere decir que los sustratos son completamente diferentes para la producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*), el coeficiente de variabilidad para este análisis es de 23.05 %, la cual se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad estadística.

**cuadro 11: prueba de tukey para número de basidiocarpos distribución de medias de tukey alfa=0.05 dms=318.44093; error: 17429.2106 gl: 30**

N.º	Tratamientos	Medias	n	tukey al 95 % de confianza		
1	Pa (50%) - C (50%)	25.75	4	A		
2	C - 100%	20.75	4	A	B	
3	Pa - 100%	18.75	4	A	B	C
4	Pa (50%) - A(50%)	17.75	4	A	B	C
5	Pi - 100%	13.25	4		B	C
6	Pa (50%) - Pi (50%)	13.25	4		B	C
7	Pi(50%) - C(50%)	13	4		B	C
8	C (50%) - A (50%)	13	4		B	C
9	A - 100%	12.25	4		B	C
10	Pi (50%) - A(50%)	11.5	4			C

Con respecto al cuadro 11 prueba de tukey, para número de basidiocarpos, el tratamiento con sustratos de papa al 50% - cebada 50% ocupa el primer lugar con un numero promedio de 25.75, frente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento de pino al 50%-aserrín 50% que presentan menor número de basidiocarpos con 11.5% que ocupo el último lugar, esta superioridad se debe a que el tratamiento con sustratos de papa presenta mayor cantidad de nutrientes frente a los demás tratamientos.

**Figura 03: grafica de numero de basidiocarpos**



### 6.3 Tasa de productividad

Para valuar la tasa de productividad del hongo (*Pleurotus ostreatus*), se realizó la toma de registro de crecimiento y producción de los basidiocarpos en los días transcurridos de las tres oleadas de la cosecha de dicho hongo.

**Cuadro 12: tasa de productividad de basidiocarpos *Pleurotus ostreatus* (%)**

TRATAMIENTO	CODIGO	REPETICIONES				TOTAL (gr)	MEDIA (gr)
		I	II	III	IV		
T1	Pa - 100%	1.13	1.29	1.54	1.11	5.08	1.27
T2	Pi - 100%	0.07	0.09	0.06	0.09	0.31	0.08
T3	C - 100%	1.58	2.19	1.92	1.44	7.13	1.78
T4	A - 100%	1.28	1.09	0.93	0.23	3.53	0.88
T5	Pa (50%) - Pi (50%)	0.12	0.16	0.18	0.23	0.69	0.17
T6	Pa (50%) - C (50%)	1.21	1.27	1.89	1.97	6.34	1.59
T7	Pa (50%) - A(50%)	0.40	0.61	0.54	1.06	2.61	0.65
T8	Pi(50%) - C(50%)	0.15	0.07	0.12	0.75	1.10	0.28
T9	Pi (50%) - A(50%)	0.10	0.08	0.12	0.13	0.44	0.11
T10	C (50%) - A (50%)	0.69	0.65	0.79	0.57	2.70	0.68

**Cuadro 13: Análisis del ANVA para rendimiento de basidiocarpos**

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft (0.05)	Signif
Tratamiento	13.96	9	1.55	21.57	2.21	**
Error	2.16	30	0.07			
Total	16.12	39	<b>C.V =</b>	<b>35.87</b>		

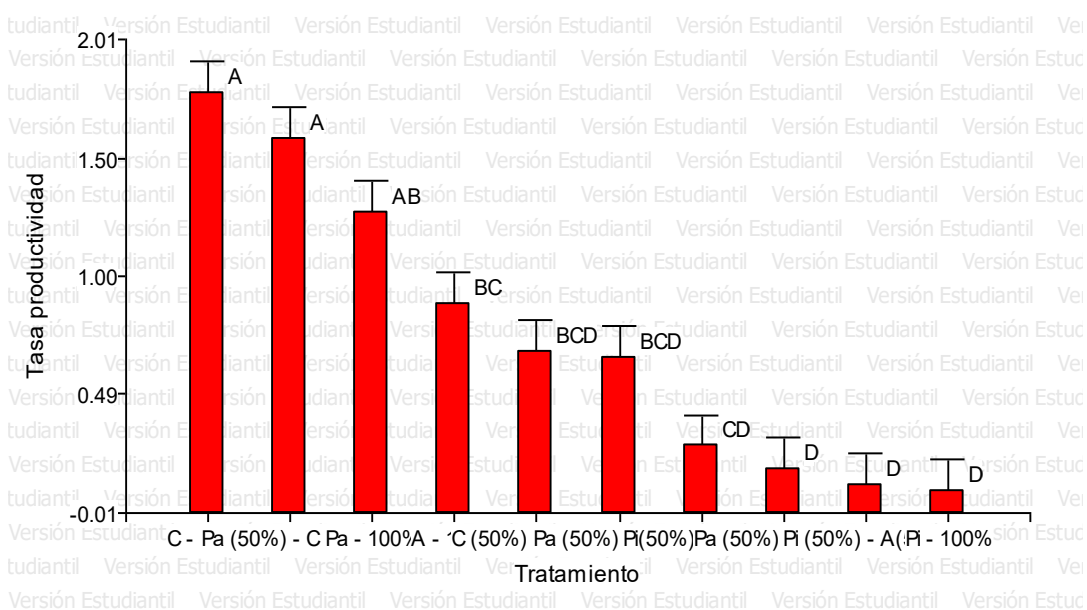
Con respecto al cuadro 16 ANVA, para la tasa de productividad de basidiocarpos, nos indica que existe una diferencia estadística al 95 % de confianza, esto quiere decir que los sustratos son completamente diferentes para la producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*), el coeficiente de variabilidad para este análisis es de **35.87** %, la cual se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad estadística.

**Cuadro 14: prueba de tukey para la tasa de productividad de basidiocarpos**  
**distribución de medias de tukey alfa=0.05 dms=318.44093; error: 17429.2106 gl: 30**

N.º	Tratamiento	Medias	n	Significancia de tukey al 95 % de confianza			
1	C - 100%	1.78	4	A			
2	Pa (50%) - C (50%)	1.59	4	A			
3	Pa - 100%	1.27	4	A	B		
4	A - 100%	0.88	4		B	C	
5	C (50%) - A (50%)	0.68	4		B	C	D
6	Pa (50%) - A(50%)	0.65	4		B	C	D
7	Pi(50%) - C(50%)	0.27	4			C	D
8	Pa (50%) - Pi (50%)	0.17	4				D
9	Pi (50%) - A(50%)	0.11	4				D
10	Pi - 100%	0.08	4				D

Con respecto al cuadro N°17 prueba de tukey para la tasa de productividad de basidiocarpos, el tratamiento con rastrojos de cebada al 100% ocupa el primer lugar con una tasa de productividad de 1.78%, frente al tratamiento con rastrojos de pino al 100% con un rendimiento promedio de 0.08% que ocupó el último lugar, esta superioridad se debe a que el tratamiento con rastrojos de cebada presenta mayor cantidad de macronutrientes frente a los demás tratamientos.

**Figura 04: grafica de tasa de productividad**



#### 6.4 Eficiencia biológica

Para evaluar el cálculo de la eficiencia biológica del hongo (*Pleurotus ostreatus*), se realizó la toma de datos del peso de los basidiocarpos en gramos (%) de las tres oleadas de la cosecha de dicho hongo.

**Cuadro 15: Eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus***

TRATAMIENTO	CODIGO	REPETICIONES				TOTAL (gr)	MEDIA (gr)
		I	II	III	IV		
T1	Pa - 100%	102.08	116.09	138.97	100.23	457.36	114.34
T2	Pi - 100%	6.43	8.19	5.73	8.23	28.57	7.14
T3	C - 100%	123.02	171.15	150.10	112.00	556.27	139.07
T4	A - 100%	110.00	93.67	80.13	20.00	303.80	75.95
T5	Pa (50%) - Pi (50%)	10.70	14.11	16.66	21.38	62.84	15.71
T6	Pa (50%) - C (50%)	103.76	109.33	162.68	169.61	545.38	136.34
T7	Pa (50%) - A(50%)	33.71	51.17	45.28	88.89	219.05	54.76
T8	Pi(50%) - C(50%)	13.83	6.64	11.23	67.65	99.35	24.84
T9	Pi (50%) - A(50%)	9.22	7.25	10.96	12.19	39.62	9.90
T10	C (50%) - A (50%)	58.33	54.33	66.67	47.50	226.83	56.71

**Cuadro 16: Análisis de varianza de la eficiencia biológica (%) de *Pleurotus ostreatus***

F.V.	SC	gl	CM	Fc	Ft (0.05)	SIGNIFICANCIA
Tratamiento	94,824.10	9	10,536.01	20.05	2.21	**
Error	15,766.00	30	525.53			
Total	110,590.10	39	C.V =	36.11		

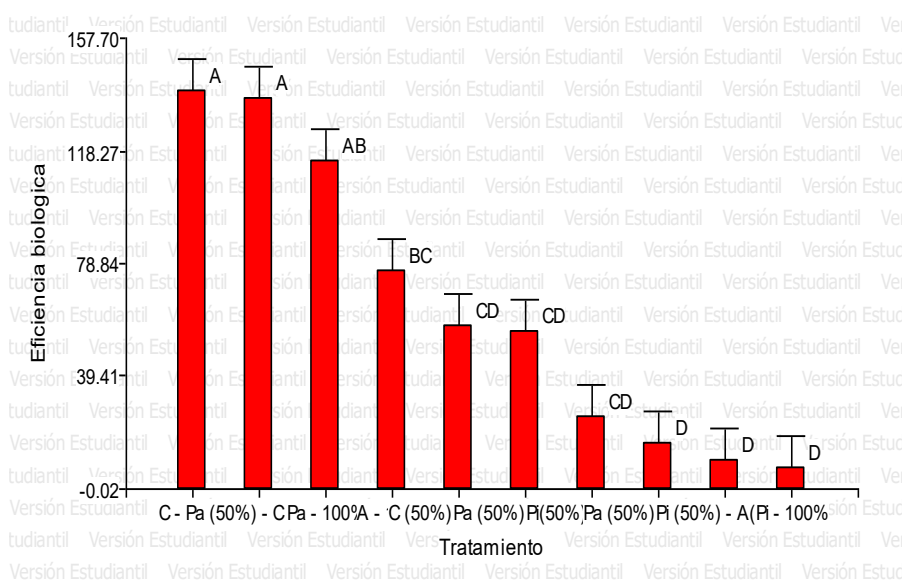
Con respecto al cuadro 13 ANVA, para a eficiencia biológica de dicho hongo, nos indica que existe una diferencia estadística al 95 % de confianza, esto quiere decir que los sustratos son completamente diferentes para la producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*), el coeficiente de variabilidad para este análisis es de **36.11** %, la cual se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad estadística.

**cuadro 17: prueba de tukey para la eficiencia biológica distribución de medias de tukey alfa=0.05 dms=318.44093; error: 17429.2106 gl: 30**

N.º	Tratamiento	Medias	n	Significancia de tukey al 95 % de confianza			
1	C - 100%	139.07	4	A			
2	Pa (50%) - C (50%)	136.35	4	A			
3	Pa - 100%	114.34	4	A	B		
4	A - 100%	75.95	4		B	C	
5	C (50%) - A (50%)	56.71	4			C	D
6	Pa (50%) - A(50%)	54.76	4			C	D
7	Pi(50%) - C(50%)	24.84	4			C	D
8	Pa (50%) - Pi (50%)	15.71	4				D
9	Pi (50%) - A(50%)	9.9	4				D
10	Pi - 100%	7.15	4				D

Con respecto al cuadro 14 prueba de tukey, para la eficiencia biológica el tratamiento con sustrato de cebada al 100% ocupa el primer lugar con eficiencia biológica 139.07%, frente a los demás tratamientos, el tratamiento con sustrato de pino al 100% ocupó el último lugar con 7.15%, esta superioridad se debe a que el tratamiento con sustrato de cebada presenta mayor cantidad de fibra y carbohidratos frente a los demás tratamientos.

**Figura 05: grafica de eficiencia biológica:**



## 6.5 Discusiones

### ❖ Respecto al rendimiento:

En el presente trabajo de investigación se demuestra, que el rastrojo de papa al 100%, es el que promovió el rendimiento superior con 720.34 gr del peso total de hongo *Pleurotus ostreatus*. Este resultado no es coincidente, con el resultado que ha obtenido **Ramos (2018)** quien con las tres especies de *Pleurotus spp* (*P.ostreatus*, *P. djamor* y *P. eryngii*) obtuvo mayor rendimiento con el rastrojo de papa (O-P) de hasta 291.80 kg

### ❖ Número de basidiocarpos:

De acuerdo al trabajo de investigación del autor antes mencionado, en los tratamientos de rastrojo de maíz y papa (D – MP) y rastrojo de maíz – avena (D – MA), presentaron mayor número de basidiocarpos con (31.80) y (31.20) respectivamente. Mientras en mi investigación con los mismos tratamientos obtuve un promedio de 25.75 en número de basidiocarpos, la cual no coincide con el trabajo antes mencionado.

La diferencia del número de basidiocarpos es cuantiosa y pudo deberse a las condiciones ambientales e implementación de los laboratorios.

### ❖ En cuanto a la tasa de productividad:

**Chávez, (2016)**, en su trabajo de investigación, “*Stipa ichu* como alternativa local”, el tratamiento T5 con cebada (100%) obtuvo un valor de 1.61% ocupando el último lugar. mientras en mi trabajo de investigación, con el mismo tratamiento con cebada al 100% ocupó el primer lugar con una tasa de productividad 1.78% frente a mis otros tratamientos. Lo que indica no existe coincidencia con la tesis antes mencionada.

### ❖ Eficiencia biológica

En mi investigación Se demuestra que el tratamiento con cebada al 100% fue el único que alcanzo un valor de 139.07% frente a los demás sustratos investigados. Este resultado no coincide con la investigación de **Chávez (2016)**, que indica que el tratamiento con cebada al 100% obtuvo el valor mínimo de 140%.



## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 7.1. Conclusiones:

- ❖ **Para el rendimiento de *Pleurotus ostreatus***, el tratamiento con sustrato de papa al 100% fue superior con un promedio de 720.34 gr, frente al tratamiento con sustrato de pino la cual ocupó el último lugar con un promedio de 50.01 gr, esto nos indica que para tener un mejor rendimiento se sugiere utilizar el tratamiento con sustrato de papa.
  
- ❖ **Para el número de basidiocarpos:** el tratamiento con rastrojos de papa al 50% - cebada 50% ocupó el primer lugar con un número promedio de 25.75, frente a los demás tratamientos.
  
- ❖ **Tasa de productividad:** se concluye que el tratamiento con rastrojos de cebada al 100% ocupó el primer lugar para la tasa de productividad frente a los demás tratamientos.
  
- ❖ **eficiencia biológica:** el tratamiento con rastrojos de cebada al 100% ocupó el primer lugar con una eficiencia biológica 139.07%, Es importante considerar para buen desarrollo, las condiciones ambientales, el tratamiento de los sustratos, inóculos de buena calidad entre otros factores lo cual representa una gran diferencia en cada uno de los sustratos investigados.

## 7.2. Sugerencias:

- ❖ Verificar que la cepa a utilizar se encuentre en estado óptimo y mantener la asepsia adecuada en cada etapa.
- ❖ Impulsar el aprovechamiento de los residuos agrícolas y mayor producción de *Pleurotus ostreatus* que se guardan y abundan en la región que son más eficientes en la producción de hongos comestibles.
- ❖ Incentivar su producción ya que es rentable y su contenido es de alto valor nutricional
- ❖ Incentivar el consumo de *Pleurotus ostreatus* por su alto contenido nutricional y otros beneficios para la salud.
- ❖ Para futuras investigaciones se recomienda elaborar mezclas entre diferentes sustratos agrícolas agroindustriales y que permita mejorar la tasa de productividad y eficiencia biológica del Hongo ostra.
- ❖ La utilización de acículas de pino puede ser más eficientes cuando se pueda mezclar con otros sustratos que proporcionen aireación, menor humedad y mejores condiciones de tratamiento.

## VIII. BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Agrios, G. (1995). *Enfermedades de las plantas causadas por hongos. capitulo 11*. Ilimusa S.A.
- Alberto, E. (2017). *Incremento de la productividad de Pleurotus ostreatus mediante el uso de inóculo como suplemento*.
- Atlas, R. y. (2002). *Ecología microbiana y Microbiología ambiental*. Madrid.
- Bermudez, R. y. (2007). *Fermentación sólida para la producción de Pleurotus sp. sobre mezclas de pulpa de café y virutas de madera*.
- Cabrera y sus colaboradores. (1998). México.
- Cabrera, t., Casas, J., & Rojas, F. (1998). *alimentos en la naturaleza, Algunas plantas comestibles silvestres arvenses y ruderales*. SEMARNAP. México.
- Cardenas, y. (2015). *Efecto de sustratos a base de residuos agrícolas, en el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus «Jacquin Fries» Kummer, distrito de Santa Ana, La Convención*. la convencion.
- Carlos, A. L. (2007). *La producción de los hongos comestibles*. Guatemala.
- Chang, M. y. (1999). *Biología de las setas: fundamentos básicos y acontecimientos actuales*.
- Chavez, I. (2016). *Stipa ichu alternativa local en el cultivo de Pleurotus ostreatus (Jacquin ex Fr.) Kummer. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco*. Cusco.
- Cisterna, C. (2003). *Clasificación ecofisiológica de los hongos comestibles*. MICOTEC.
- colaboradores, S. E. (1996). *Biología de hongos*. tercera edición.
- Cordova, o. (1971). *adiciones al conocimiento de los hongos del parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz*. México.
- Cuevas, F. (2008). *Cultivo de Pleurotus Ostreatus/ Carne Vegetal: Alternativa*. Veracruz.
- David, G. (2000). *Evaluación del crecimiento y producción del hongo ostra Pleurotus ostreatus bajo condiciones artesanales utilizando restos de cosecha en el municipio de Camotan*. Chiquimula.
- Donato, T. (2014). *Evaluación de tres sustratos para la producción de hongo ostra (Pleurotus ostreatus)*.
- Fernandez, F. (2004). *Guía práctica de producción de setas (Pleurotus*

- sp.). *Fungitec Asesorias. Guadalajara, Jalisco. México. Jalisco.*
- Galindo, F. (1991). *Cultivo moderno de champiñon*. Madrid, España.
- Hernández, R. y. (1948). *Evaluación del crecimiento y producción de Pleurotus ostreatus sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca*. Bogota D.C.
- Hincapie, M. (1993). *Los hongos silvestres comestibles*.
- Hogado. (2018). *Producción de Pleurotus ostreatus en residuos lignocelulósicos como alternativa ecológica en la comunidad de Huaylla Y, Cusco*. Cusco, Ccorca.
- <https://www.infoagro.com/forestales/setas2.htm>. (s.f.). *The mushroom growing*.
- <https://www.infoagro.com/forestales/setas2.htm>. (s.f.). *The mushroom growing*.
- Hurtado de mendoza. (2016). *Evaluación del cultivo de Pleurotus ostreatus en mazorcas de cacao (Theobroma cacao L.)*. cajamarca.
- Koneman. (1997). *Diagnostico microbiologico*. mexico.
- Liu, z. (2009). *Fermentation optimization and characterization of the laccase from Pleurotus strain 10969*.
- Lopez, C. E. (2007). *Producción de los hongos comestibles*. Guatemala.
- lopez, C. M. (2013). *Efecto de dos Sustratos en la Productividad y Calidad Nutricional del Hongo*. saltillo, mexico.
- M, C. C. (2010). *Los hongos comestibles Silvestres y Cultivados en Perú*. . Peru.
- M, G. (1987). *Cultivo de setas y trufas*. Madrid: Editorial Mundi.
- Maccapa, P. (2021). *PRODUCCIÓN DE HONGO OSTRA (Pleurotus ostreatus (Jacq.) P.Kumm) SOBRE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS EN LA PROVINCIA DE PUNO*. PUNO.
- Martin, A. (1981). *Introducción a la micología del suelo*. mexico.
- Martinez, A. (2000). *Cultivo de pleurotus spp. sobre desechos agrícolas*.
- Matsumoto, D. (1996). *evaluación del crecimiento y producción de Pleurotus ostreatus y otras especies relacionadas*.
- Mendivil, J. (1996). *Basidiomicetes: setas y hongos de Aragon*. Aragon.
- Monterroso, O. (2007). *Efecto de suplementación de caña de maíz (zea mayss) con nitrato de amonio, nitrato de potasio y urea en el cultivo del hongo pleurotus djamor*. guatemala.
- Moreno, M. (2008). *Producción de setas Pleurotus ostretus eringii(DC,FR) en paja de trigo y posterior evaluación del sustrato bioaumentado incorporado a un*

- suelo . valdivia.
- Noj, P. Y. (2017). *Diseño de un sistema de producción artesanal de hongos ostra (Pleurotus Ostreatus), para la Asociación SOTZ´IL ONG, que Impulsa proyectos de desarrollo comunitario.*
- Oei, P. (2003). *Mushroom cultivation* . holanda: tercera edicion.
- P, B. (2012). *Estudio de la factibilidad para la creacion de una empresa productora y comercializacion de orellanas en Moniquira.* Bogota.
- Pavlich herrera, R. (2001). *Cultivo de hongos comestibles en Peru.*
- Pavlich, H. (2001). *Cultivo de hongos comestibles del Peru en residuos.*
- Quimio, T. (2002). *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Chiapas, Mexico.
- R, G. (2003). *Desarrollo de la limnología en colombia : cuatro decadas de avances progresivos.* Medellin.
- R.C., B., N., G., M., S., M., R., & I., M. (2014). *Conversión de residuales agroindustriales en productos de valor agregado por.*
- Rivera, R., Martínez, C., & Morales, S. (2013). Evaluación de residuos agrícolas. *Revista Luna Azu.*
- Rodriguez, N. G. (2001). *Cultivo de hongos comestibles en pulpade café. Programa de investigación científica. Avances técnicos.* Chinchina.
- Royse, S. y. (2017). *La Biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp.* Mexico.
- Ruiz, R. y. (1993). *Aislamiento, propagacion y crecimiento de hongos comestibles nativos en residuos agroindustriales.*
- Sanches, j. R. (2001). *La biología yb el cultivo del hongo Pleurotus Spp.* Colegio la frontera Sur(ECOSUR). Chipas, Mexico.
- Soto, V. (2004). *El cultivo de las setas (Pleurotus Spp): una tecnologia de produccion de alimentos* . Ediciones Cuellar.
- Stamets. (2003). Olympia.
- Stamets. (2003). *Mycomedicinal: an information booklet on medicinal mushroont.* Olympia.
- Stamets, P. (2000). *Los hongos de gourmet Groowing y medicinales.* Toronto .
- Tania, D. (2014). *Evaluacion de tres sutratos para la produccion de hongo ostra (Pleurotus ostreatus).* Moyuta, Jutiapa.
- Teofilo, H. (1947). *Colección Nacional de Hongos del Herbario MEXU".* Oxaca.
- Valera. (2019). *Rendimiento del hongo comestible Pleurotus ostreatus cultivado*

*en diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales en la ciudad de Tacna. Tacna.*

Valera, A. (2019). *Rendimiento del hongo comestible Pleurotus ostreatus cultivado en diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales de la ciudad de Tacna. Tacna.*

Y, C. (2015). *Efecto de los sustratos a base de residuos agrícolas, en el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus Jacquin kunmer. Convencion.*

## ANEXOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO.UNITA S/	COSTO.TOTAL S/
1. semilla				90.00
p. ostreatus	kg	1	30.00	30.00
2. materiales para la preparación del sustrato				
Ollas	Unid.	4	75.00	300.00
Cal				
Bolsas de polietileno	ciento	1	17.00	17.00
3. para la incubación				
Andamios de 1.20m de dos niveles	Unid.	4	150.00	150.00
Termómetro	Unid.	1	150.00	150.00
Plástico negro-azul doble	m.			
Instalación y limpieza del local	global	1	200.00	200.00
Mano de obra				
mano de obra	global	1	150.00	150.00
Imprevistos	global	1	100.00	100.00
GASTOS POR TRATAMIENTO				
- sustratos				
Rastrojo de papa	Kg	10	4.00	40.00
Rastrojo de cebada	kg	10	4.00	40.00
Aserrín común	kg	10	4.00	40.00
Acículas de pino	kg	10	4.00	40.00
		Total, costos		1377.00

**Fotografía 08:** Corte a los panetones después de que colonizado el hongo

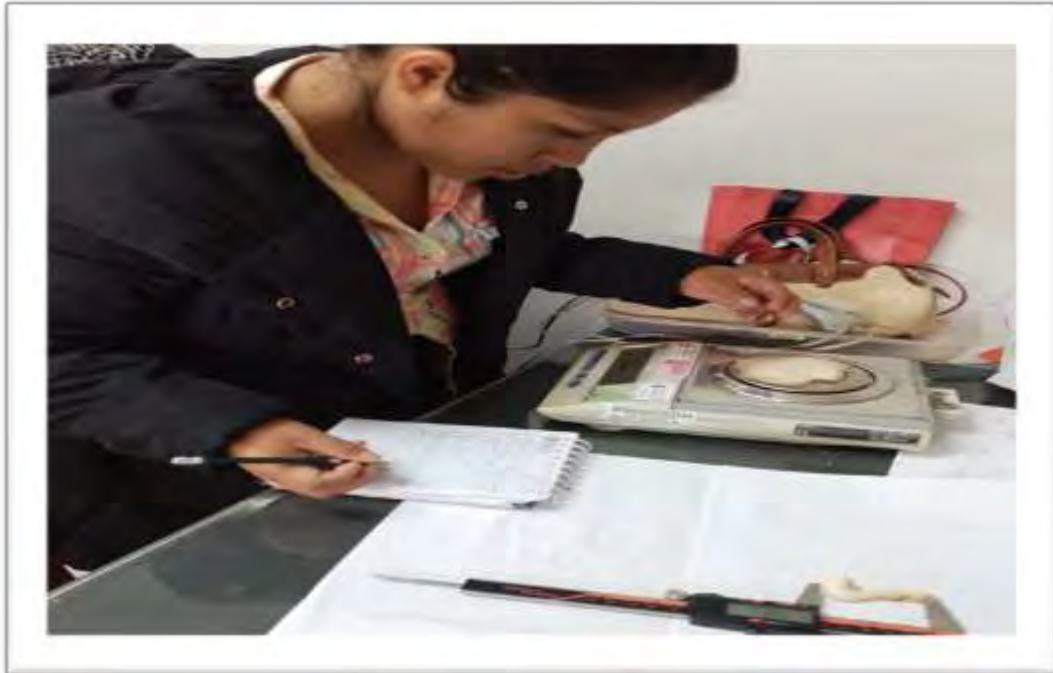


**Fotografía 09:** inicio de la fructificación





**Fotografía 10:** toma de datos del hongo



Se realizaron un total de 3 cosechas con un intervalo de 2 a 4 días, tomando los pesos de los cuerpos fructíferos totales producidos por cada bolsa en cada cosecha, con estos datos se obtuvieron los parámetros para evaluar la producción

**fotografía 11:** Pleurotus ostreatus





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Población "C" DE 106 Lts. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº 0749-21-LAQ

SOLICITANTE: ROBERTO QUISEP VARGAS  
 S.P. : AGRONOMIA-UNSAAC  
 MUESTRA : SUSTRATO PARA CULTIVO DE BOMBOS  
 1.- ACICULA DE PINO  
 2.- ASEREN  
 3.- PASTOJO DE PATR

FECHA A. : 0/20/08/2021

RESULTADO ANALISIS:

	1	2	3
Nitrógeno %	0.86	0.54	0.54
Fosforo %	0.014	0.011	0.017
Potasio %	0.043	0.013	0.032

Cusco, 09 de Noviembre 2021



Comisión Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Oficina Ejecutiva de Servicios Educativos  
 Director General  
 Ing. [Signature]  
 Calle [Address]