

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

Autores:

Bach. Angela Lucero ESPAÑA BERROSPI

Bach. Maybeli Karen QUISPE TELLO

Asesor:

Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS

Cerro de Pasco - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE
PRESIDENTE

Dr. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA
MIEMBRO

Mg. Josué Hernán INGA ORTIZ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0100-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
ESPAÑA BERROSPI, Angela Lucero
QUISPE TELLO, Maybeli Karen

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – Pasco

Tipo de trabajo
Tesis

Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco

Asesor
Dr. LLANOS ZEVALLOS, Manuel

Índice de similitud
15%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 28 de octubre de 2024

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN (AVANCADE)	Firmado digitalmente por HUANES TOVAR Luis Antonio FAU 20154002046 sp1 Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 28.10.2024 22:59:50 -05 00
--	---	---

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a Dios, quien ha sido nuestra guía, fortaleza y fuente de amor, acompañándonos siempre.

A nuestros padres, cuyo amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido cumplir este sueño. Gracias por enseñarnos con su ejemplo la importancia del esfuerzo y la valentía, y por mostrarnos que no debemos temer a las adversidades, porque Dios siempre está con nosotras.

A nuestra familia, por sus oraciones, consejos y palabras de aliento, que nos hicieron mejores personas y nos acompañaron en cada uno de nuestros sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a nuestros padres que con su esfuerzo y dedicación nos ayudaron a culminar nuestra carrera universitaria y nos brindaron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Agradecimiento a todos nuestros docentes que nos han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy podemos sentirnos dichosas y contentas. A nuestros colegas, por apoyarnos y extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

De igual manera, agradecemos a nuestro asesor de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy podemos culminar este trabajo.

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado "Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco", tuvo como finalidad evaluar cuál de cuatro tipos de sustratos es más efectivo en la producción del hongo comestible *Pleurotus djamor* en Huariaca, Pasco. Este hongo es destacado por su alto valor nutricional y económico, así mismo, se formula la pregunta central sobre cuál sustrato produce la mejor incidencia en la producción del hongo, con problemas específicos enfocados en los efectos de los diferentes sustratos y su interacción con el hongo.

Respecto a la metodología, se emplearon semillas de *Pleurotus djamor* adquiridas del laboratorio Fungi Innova, se dispuso de 6 sustratos, 4 tratamientos con 4 repeticiones, los sustratos se combinaron 50-50 %, aserrín + salvado de arroz, aserrín + hoja de palto, bagazo de caña+ cáscara de arroz y tusa de maíz+ afrecho de trigo, se siguió un diseño experimental comparativo, donde se evaluarón cuatro sustratos diferentes para determinar cuál es el más eficaz en términos de producción de hongos. El estudio se llevó a cabo en Huariaca y duró aproximadamente 3 meses. El análisis de varianza (ANOVA) indicó diferencias estadísticamente significativas en el peso de los basidiocarpos entre los diferentes tratamientos de sustratos, lo cual sugiere que la composición del sustrato influye considerablemente en la biomasa producida. La prueba Duncan mostró que el tratamiento 1, con una mezcla 50%-50% de sustrato, resultó en los basidiocarpos más pesados (27.67 g en promedio), superando significativamente a los demás tratamientos. La tasa de biodegradación del sustrato es un parámetro importante que refleja la eficiencia del hongo en descomponer la materia orgánica para obtener nutrientes. El tratamiento 4 presentó la mayor tasa de biodegradación, con un promedio de 379.15 g, lo que indica un proceso acelerado de descomposición del sustrato. La eficiencia biológica es una medida integral de la capacidad del sustrato para ser convertido en biomasa comestible por el hongo. El tratamiento 1 mostró la

mayor eficiencia biológica (4.52%), lo que indica que es el más efectivo para transformar el sustrato en hongos. La tasa de producción de hongos es otro indicador clave, especialmente para operaciones comerciales donde el tiempo de cultivo es crucial. El tratamiento 1 no solo mostró un mayor rendimiento en términos de peso y eficiencia biológica, sino que también tuvo la tasa de producción más alta, lo que significa que los ciclos de producción fueron más cortos y productivos. El análisis del número de basidiocarpos producidos refuerza los resultados previos, destacando al tratamiento 1 como el más efectivo.

Los resultados obtenidos permiten concluir que el tratamiento 1, que combina un sustrato al 50%-50%, mostró consistentemente los mejores rendimientos en comparación con los demás tratamientos. Se recomienda a los productores locales considerar el uso de este sustrato en sus sistemas de cultivo para mejorar la productividad y rentabilidad de sus operaciones. Además, futuras investigaciones podrían enfocarse en la optimización de la formulación de este sustrato, explorando la adición de suplementos orgánicos que puedan potenciar aún más los resultados obtenidos.

Palabras clave: Tipos de sustratos, hongo comestible, *Pleurotus djamor*.

ABSTRACT

The research work entitled "Comparison of four types of substrates in the production of edible mushroom (*Pleurotus djamor*) in the district of Huariaca - Pasco", had the purpose of evaluating which of four types of substrates is most effective in the production of the edible mushroom. *Pleurotus djamor* in Huariaca, Pasco. This fungus is highlighted for its high nutritional and economic value. Likewise, the central question is asked about which substrate produces the best impact on the production of the fungus, with specific problems focused on the effects of the different substrates and their interaction with the fungus.

Regarding the methodology, *Pleurotus djamor* seeds acquired from the Fungi Innova laboratory were used, 6 substrates were available, 4 treatments with 4 repetitions, the substrates were combined 50-50%, sawdust + rice bran, sawdust + avocado leaf, cane bagasse + rice husk and corn cob + wheat bran, a comparative experimental design is followed, where four different substrates will be evaluated to determine which is the most effective in terms of mushroom production. The study will take place in Huariaca and will last approximately 3 months. The analysis of variance (ANOVA) indicated statistically significant differences in the weight of the basidiocarps between the different substrate treatments, suggesting that the composition of the substrate considerably influences the biomass produced. The Duncan test showed that treatment 1, with a 50%-50% mixture of substrate, resulted in the heaviest basidiocarps (27.67 g on average), significantly outperforming the other treatments. The biodegradation rate of the substrate is an important parameter that reflects the efficiency of the fungus in decomposing organic matter to obtain nutrients. Treatment 4 presented the highest biodegradation rate, with an average of 379.15 g, which indicates an accelerated decomposition process of the substrate. Biological efficiency is a comprehensive measure of the ability of the substrate to be converted into edible biomass by the fungus. Treatment 1 showed the highest biological efficiency (4.52%),

indicating that it is the most effective for transforming the substrate into fungi. Mushroom production rate is another key indicator, especially for commercial operations where cultivation time is crucial. Treatment 1 not only showed higher performance in terms of weight and biological efficiency, but also had the highest production rate, meaning that the production cycles were shorter and more productive. The analysis of the number of basidiocarps produced reinforces the previous results, highlighting treatment 1 as the most effective.

The results obtained allow us to conclude that treatment 1, which combines a 50%-50% substrate, consistently showed the best yields compared to the other treatments. Local producers are recommended to consider the use of this substrate in their cultivation systems to improve the productivity and profitability of their operations. Furthermore, future research could focus on optimizing the formulation of this substrate, exploring the addition of organic supplements that can further enhance the results obtained.

Keywords: Substrate types, edible mushroom, *Pleurotus djamor*.

INTRODUCCIÓN

Se estima que existen más de 1.5 millones de especies de hongos, aunque solo unas 90 han sido cultivadas para el consumo humano. La producción de hongos está en aumento en varios países, lo que refleja un creciente interés en este sector. Los hongos destacan por su alta concentración de proteínas, comparable solo con las leguminosas entre las hortalizas. La proteína de las setas es altamente digerible, alcanzando hasta un 70-80%, y aporta un valor nutricional considerable. La cantidad de proteínas varía según la especie y la edad del hongo.

Además de su valor nutricional, los hongos tienen propiedades medicinales beneficiosas. Huariaca, con sus características agroecológicas, es un lugar idóneo para el cultivo de hongos comestibles, especialmente *Pleurotus djamor*. Esta especie representa una opción alimentaria con gran potencial económico y puede cultivarse en diversos sustratos lignocelulósicos como rastrojo de maíz, avena y bagazo, utilizando recursos naturales renovables en extensiones subutilizadas. Además, su ciclo de producción es relativamente corto en comparación con otros cultivos.

Pleurotus djamor tiene una relevancia económica particular en el contexto de los hongos comestibles. Existen laboratorios en el país que comercializan cepas de esta especie debido a los beneficios de su cultivo. Este estudio busca promover la expansión y el cultivo de *Pleurotus djamor* para mejorar las dietas y desarrollar un diseño de producción dinámico y económicamente viable, fomentando así su producción a mayor escala.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	2
	1.3.1. Problema general	2
	1.3.2. Problemas específicos	2
1.4.	Formulación de objetivos	3
	1.4.1. Objetivo general	3
	1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5.	Justificación de la investigación	3
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.2.	Bases teóricas - científicas	10
2.3.	Definición de términos básicos	21
2.4.	Formulación de hipótesis	22
	2.4.1. Hipótesis general.....	22
	2.4.2. Hipótesis específicas.....	22
2.5.	Identificación de variables	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	23

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	25
------	----------------------------	----

3.2.	Nivel de investigación.....	25
3.3.	Métodos de investigación.....	25
3.4.	Diseño de investigación	25
3.5.	Población y muestra	29
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	31
3.8.	Tratamiento estadístico	32
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	35

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	36
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	37
4.3.	Prueba de hipótesis.....	47
4.4.	Discusión de resultados	48

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Definición operacional de variables e indicadores	23
Tabla 2. Tratamientos en estudio x sustratos.....	26
Tabla 3. Tabla de Análisis de Varianza	33
Tabla 4. Análisis de varianza para el peso de basidiocarpos (g).....	37
Tabla 5. Prueba de Duncan para peso de basidiocarpos (g).....	38
Tabla 6. Análisis de varianza para tasa de biodegradación.....	39
Tabla 7. Prueba de Duncan para tasa de biodegradación.....	39
Tabla 8. Análisis de varianza para eficiencia biológica	40
Tabla 9. Prueba de Duncan para eficiencia biológica	41
Tabla 10. Análisis de varianza para tasa de producción.....	42
Tabla 11. Prueba de Duncan para tasa de producción.....	42
Tabla 12. Análisis de varianza para número de basidiocarpo	43
Tabla 13. Prueba de Duncan número de basidiocarpo.....	44
Tabla 14. Análisis de varianza peso promedio por basidiocarpo.....	45
Tabla 15. Prueba de Duncan para peso promedio por basidiocarpo	45
Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro del basidiocarpo.....	46
Tabla 17. Prueba de Duncan para diámetro del basidiocarpo.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Partes del hongo	12
Figura 2. Croquis experimental	27
Figura 3. Promedio de peso de basidiocarpios	38
Figura 4. Promedio de tasa de biodegradación.....	40
Figura 5. Promedio eficiencia biológica	41
Figura 6. Promedio tasa de producción	43
Figura 7. Promedio número de basidiocarpo.....	44
Figura 8. Promedio de peso promedio por basidiocarpo	46
Figura 9. Promedio peso del bulbo en gramos.....	47

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Se tiene conocimiento de la existencia de más de 1.5 millones de especies de hongos, no obstante, únicamente se ha logrado cultivar alrededor de 90 de ellas que son consideradas aptas para el consumo humano. En varios países, se observa un aumento en la producción de hongos, lo que sugiere un creciente interés y esfuerzo en este ámbito.

Resalta la elevada concentración de proteínas en los hongos, equiparable solo a la presente en las leguminosas entre las hortalizas. La proteína que contienen las setas es altamente digerible, alcanzando niveles de hasta el 70-80%, y proporciona un considerable valor nutricional. La cantidad de proteínas por porción varía dependiendo de la edad y la especie del hongo. Además de su valioso aporte nutricional, estos hongos también exhiben propiedades medicinales beneficiosas para la salud.

Huariaca se destaca por sus características agroecológicas, convirtiéndola en un lugar propicio con alto potencial para el cultivo de hongos comestibles, en particular, la especie *Pleurotus djamor*. Este hongo representa una opción alimentaria con significativo potencial económico. *Pleurotus djamor*

puede cultivarse en diversos sustratos lignocelulósicos, como rastrojo de maíz, avena y bagazo, aprovechando recursos naturales renovables con amplias extensiones poco utilizadas. Además, el ciclo de producción de *Pleurotus djamor* es relativamente corto en comparación con otros cultivos.

La especie seleccionada para este estudio posee una relevancia económica particular en el contexto de los hongos comestibles. En el país, existen laboratorios que comercializan cepas de esta especie con base en los beneficios conocidos de su cultivo. El propósito subyacente en este estudio es impulsar la expansión y promoción del cultivo de esta especie, con el fin de mejorar las dietas en general. Se pretende desarrollar un diseño dinámico y económicamente viable en términos de costos y procesos, buscando así fomentar su producción a mayor escala.

1.2. Delimitación de la investigación

Este proyecto de investigación se llevó a cabo en la localidad de Huariaca, ubicada en la provincia de Pasco, Perú. La latitud sur es de 10°26'31", la longitud oeste es de 76°11'22", y la altitud alcanza los 2941 metros sobre el nivel del mar. La duración del proyecto fue de aproximadamente cinco meses, comenzando en abril de 2023. Se exploraron y compararon cuatro sustratos diferentes que se encuentran en la zona, como parte del estudio para mejorar las técnicas de cultivo de hongos en la región.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál de los cuatro tipos de sustrato tendrá la mejor incidencia en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de los cuatro tipos de sustrato en el manejo de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco?

¿Cuál será la producción del hongo comestible (*Pleurotus djamor*), bajo el empleo de los cuatro tipos de sustrato en el distrito de Huariaca – Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar cuál de los cuatro tipos de sustrato incide mejor en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar cuál de los cuatro sustratos es la mejor alternativa para el manejo de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.
- Evaluar la producción del hongo comestible (*Pleurotus djamor*) bajo el empleo de los cuatro sustratos en el distrito de Huariaca – Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

Durante las últimas cuatro décadas, ha habido un notorio incremento en la producción y consumo global de hongos comestibles, superando en más de 35 veces su volumen original. Este aumento se ha destacado especialmente en los últimos 15 años, con China desempeñando un papel clave al generar 1,722,645 toneladas de *Pleurotus ostreatus*, lo que equivale aproximadamente al 70% de la producción total de hongos en ese lapso ,(Ramírez, 2023). Por otro lado, la International Society for Mushroom Science de Inglaterra informa que en la actualidad se cultivan alrededor de 30 especies de hongos comestibles en todo el mundo, generando una producción anual de aproximadamente 2 millones de toneladas. Este dato refleja la diversidad y la importancia global de la industria de cultivo de hongos, que ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas (Soriano Bellota et. al., 2016)

México lidera la producción de hongos en Latinoamérica con un destacado 80.8%, seguido por Brasil (7.7%) y Colombia (5.2%), ubicándose en el 13avo lugar a nivel mundial (Martinez-Carrera & Ramirez Juárez, 2016). El shiitake, antes el segundo hongo más cultivado, ha sido superado por el *Pleurotus*, que contribuye con aproximadamente el 19% de la producción mundial (Rivera et.al., 2017). En Perú, las regiones de Cajamarca, Cusco, Arequipa y Puno lideran la producción de hongos silvestres, registrando 122,120 kilogramos en 2015. Las exportaciones peruanas se dirigen a destinos como Brasil, Argentina, Canadá y Chile, subrayando la relevancia de la industria a nivel nacional e internacional (Riego, 2019)

En este trabajo de investigación, se busca determinar la mejor alternativa entre cuatro sustratos locales para la producción del hongo comestible *Pleurotus djamor* aprovechando así los recursos disponibles en la zona. La metodología propuesta es de fácil manejo, innovadora y sostenible, con el objetivo de generar experiencias y conocimientos valiosos para los productores.

Desde una perspectiva científica, el estudio proporcionará información crucial sobre qué residuos agrícolas ofrecen los mejores resultados de producción, cómo las condiciones ambientales afectan el desarrollo del hongo y la calidad de los hongos cosechados. Este enfoque científico contribuirá a la comprensión más profunda de los factores que influyen en la producción de hongos comestibles, con posibles implicaciones prácticas para la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria en la región.

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación presenta ciertas limitaciones como:

- Escasez de información regional: La falta de datos detallados sobre la producción de hongos comestibles en la Región, que todo esto es esencial para el desarrollo de este trabajo.

- Exclusión en estadísticas agrarias oficiales: La ausencia del distrito de Huariaca como productor de hongos comestibles en las estadísticas agrarias oficiales del país es una limitación significativa.
- Falta de estudios previos: La carencia de investigaciones previas en el área de estudio también constituye una limitación importante.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En el trabajo de investigación “Producción del Hongo Comestible *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn usando distintos Sustratos de Residuos Agrícolas Aislado en Tingo María”, realizado por (Apaza Grandez, 2017), los resultados obtenidos revelaron que el sustrato de paja de arroz demostró un rendimiento superior en comparación con otros sustratos en varios aspectos. Este sustrato destacó en la producción de hongos en peso fresco, con una media de 199.31 g de hongo por cada 252 g de sustrato seco. Además, se observó un tiempo reducido entre la inoculación de la semilla y el inicio de fructificación, con 13.75 días. La eficiencia biológica alcanzó un máximo del 79.09%, junto con un rendimiento superior con una media de 19.54 g por bolsa utilizando 252 g de sustrato seco. La tasa de producción también fue destacada, con una media del 5.75% de producción diaria del hongo.

En el trabajo de investigación “Cultivo de cepas nativas de *Pleurotus djamor* en Panamá, en paja de arroz y pulpa de café”, realizado por (Vega, A; Mata, G; Salmones, D; Caballero, 2006), se obtuvieron los siguientes

resultados, se obtuvieron los resultados del cultivo de 14 cepas de *Pleurotus djamor*, nativas de Panamá, en paja de arroz y pulpa de café pasteurizados por inmersión en agua caliente. Los ciclos de cultivo variaron entre 43 a 51 días, evaluándose de dos a tres cosechas. La eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción en paja de arroz fluctuaron entre 19.0 y 61.3%, 6.7 y 21.9 y 0.4 y 1.4, respectivamente. En pulpa de café dichos parámetros oscilaron entre 43.5 y 93.5%, 10.1 y 21.7 y 0.9 y 1.8. Algunas cepas no mostraron diferencias significativas entre las eficiencias biológicas obtenidas en ambos sustratos. El cultivo de *P. djamor* utilizando cepas nativas, puede ser una alternativa viable para la producción de hongos comestibles de Panamá.

En el trabajo de investigación "*Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico", realizado por (Salmones, 2018), se obtuvieron los siguientes resultados, que las características nutrimentales y funcionales de la especie, así como sus capacidades biosintéticas y biodegradativas en diversos procesos biotecnológicos, tales como producción de alimento, biotransformación de residuos orgánicos a través de la secreción de enzimas ligninocelulolíticas y su aplicación en procesos de biorremediación de suelos y agua, entre otros. *P. djamor* ha sido utilizado exitosamente en diferentes procesos biotecnológicos y representa un hongo comestible alternativo para el neotrópico, debido a las condiciones ambientales y disponibilidad de materiales lignocelulósicos existentes. La producción y consumo de esta especie podría mejorar las condiciones nutrimentales, ambientales y económicas de los pobladores de esta región.

En el trabajo de investigación "Caracterización de *Pleurotus sp.* aislado de la comunidad nativa de Korimani, centro poblado de Kiteni-Echarate, la Convención, Cusco, Perú", realizado por (Aguilar-Pumahuillca, F; Huamán-Huamán, H; Holgado-Rojas, 2019), se obtuvieron los siguientes resultados la cepa se aisló a partir del pseudotejido de los cuerpos fructíferos en cuatro

medios de cultivo sólidos, Agar Papa Dextrosa (PDA), Agar Arroz (AA), Agar Papa Zanahoria (APZ) y Agar Camote (AC). Estadísticamente los cuatro medios de cultivo fueron óptimos para la propagación vegetativa del micelio a una temperatura de 25 °C con una TCD (Tasa de Crecimiento Diario) de 1.1 cm/día codificándose como d027-CIPHAM. Los basidiomas correspondieron a la especie *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. El cultivo se realizó en residuos lignocelulósicos propios de la zona, hojas de plátano (*Musa sp.*) y rastrojo de trigo (*Triticum aestivum*) incubados a 25 °C obteniéndose cuerpos fructíferos a los 7 días después de la inducción a fructificación bajo condiciones controladas de laboratorio. De acuerdo al análisis fisicoquímico realizado, *P. djamor* presenta 19.46% de proteínas y 57.31% de carbohidratos, convirtiéndose en un recurso genético fúngico promisorio para la región Cusco.

En el trabajo de investigación “Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales, Oaxaca”, realizado por (Jiménez Ruiz, M.;Pérez-Moreno, J.;Almaraz-Suárez, J. J.;Torres-Aquino, 2018), se obtuvieron los siguientes resultados los hongos comestibles silvestres son un recurso forestal no maderable que ha sido utilizado desde épocas prehispánicas en México por su alto contenido nutrimental y sus propiedades medicinales. México constituye un importante reservorio de dichos hongos a nivel mundial. En el presente trabajo, se identificaron las especies de hongos comestibles silvestres comercializados en dos mercados de Valles Centrales de Oaxaca durante 2009 y 2010. Se realizaron encuestas a las personas recolectoras sobre el conocimiento tradicional de los hongos comercializados. Se identificaron 20 especies de hongos comestibles adscritos a 12 géneros. Se determinó que dichas especies de hongos tienen diferentes usos, tales como: i) potencial de exportación; ii) nutricional, con alto contenido de proteínas y aminoácidos; iii) propiedades medicinales como antioxidantes, anticancerígenos, antibióticos y antitumorales;

y iv) potencial biotecnológico para la producción de bioinoculantes útiles en especies forestales.

En el trabajo de investigación “Identificación de las técnicas de propagación y cultivo en residuos agroindustriales de hongos comestibles originarios de San Juan de Cacazú en la Selva central de la Amazonía peruana.”, realizado por (A. Fitts Vargas; E. Palomino Agurto; M. Araujo Flores, 2015), se obtuvo los siguientes resultados El presente estudio tuvo por objetivo identificar las técnicas de propagación y cultivo más adecuadas para los hongos comestibles que crecen en la zona de San Juan de Cacazú, departamento de Pasco, Perú, para generar conocimientos que permitan implementar estas técnicas por la población local. , proporcionando una alternativa de ingresos para las familias. Se identificaron cuatro especies con gran potencial de consumo y presencia en la zona: *Auricularia fuscosuccinea*, *A. delicata*, *A. polytricha* y *Pleurotus* sp. Se entrevistó a pobladores de la zona acerca del consumo de los hongos y los restaurantes de comida china de Villa Rica (Pasco-Perú). Se encontró que el 92% de la población ha consumido alguna vez estos hongos; adicionalmente, más del 60% reconoce a los hongos por sus nombres comunes. El 45,4% de los hongos deshidratados utilizados por los restaurantes son importados de China.

En el trabajo de investigación “Producción Y Comercialización de Hongos Comestibles” realizado por (Cavero, A.; De Velasco, J.;Escudero, M.;Gandolfo, E., 2018), se obtuvo los siguientes resultados que luego de un análisis de la industria de hongos en la provincia de Shanxi- China, propuso una serie de estrategias para desarrollar la industria de hongos y mejorar el sistema de respuesta rápida a los mercados y ampliar la producción mediante nuevas materias primas para el crecimiento sostenido de la producción de hongos. Esto evidencia el rol y la importancia que tienen los hongos comestibles en la economía de algunas localidades de China y el potencial de crecimiento que

tiene los hongos recolectados tradicionalmente de los bosques más los cultivados ahora en China, se han convertido recientemente en productos del quinto sector agrícola más grande de China. Se estima que más de 25 millones de agricultores en China se dedican actualmente a la recolección, el procesamiento del cultivo y la comercialización de hongos. El valor total de los productos de hongos ascendió a 149 millones de Yuanes (24 mil millones de dólares) en el 2011.

2.2. Bases teóricas - científicas

Aspectos generales

Todos los hongos pertenecen al reino Fungí, un grupo distinto de las plantas y animales cuando nos referimos a hongos, estamos explorando la disciplina científica conocida como micología. El término proviene de la combinación de las palabras etimológicas "Mico" (hongo) y "Logos" (estudio). A diferencia de las plantas, los hongos no generan su propio alimento, dependiendo de otros organismos y la descomposición para su alimentación, ya sea como saprófitos, simbióticos o parásitos. Estos forman hifas, pequeños hilos originados a partir de esporas, que al expandirse y desarrollarse crean un micelio, una masa blanca y algodonosa, de la cual emergen las estructuras reproductivas. (Estrada & Ramírez, 2019)

La variedad de hongo *Pleurotus djamor*, comúnmente conocido como hongo del amor o hongo salmón, exhibe una amplia distribución en las zonas tropicales y subtropicales. Aunque comparte similitudes con *Pleurotus ostreatus*, se distingue notablemente por su color rosa-salmón, el cual varía según la vigorosidad de la cepa, la edad, la iluminación y el tipo de sustrato. (Agrocontinental, 2021). El *Pleurotus djamor*, se encuentra de forma natural en entornos como árboles, tocones erectos o caídos, así como en una variedad de desechos agrícolas, ya sea de manera individual o agrupada. Este hongo presenta una textura carnosa y suave de color rosado, con un sombrero que

tiene un diámetro de 5 a 10 cm y un pie de tonalidad crema. Generalmente saprófito, prospera en maderas en descomposición y fructifica anualmente, siendo más común durante el invierno (Carlos Eduardo, 2007)

Taxonomía del hongo *Pleurotus djamor*

Reino : Fungi
División : Eumycota
Subdivisión : Basidiomycota
Clase : Homobasidiomycetes
Subclase : Hymenomycetidae
Orden : Agaricales
Familia : Pleurotaceae
Género : Pleurotus

Especies estudiadas : *P. ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kummer. *P. djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn *P. eryngii* (DC.) Jiménez, L., (2009)

Morfología

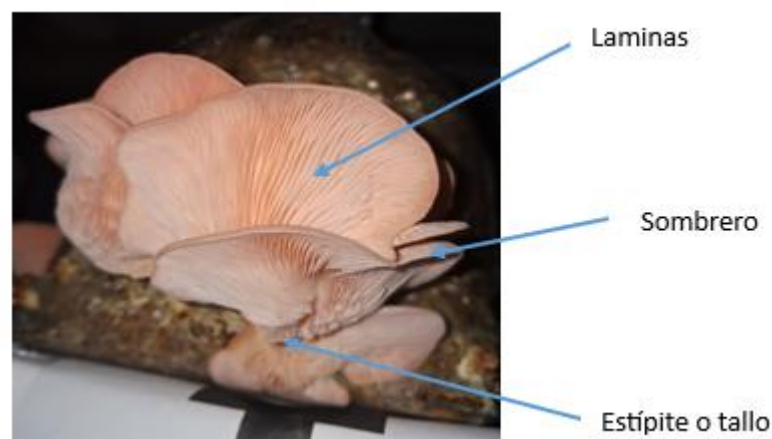
Guzmán, G. et al. (1993) reportan que el píleo tiene un diámetro de (10-) 30-80 (-100) mm, con una forma variable de flabeliforme a espatulado, petaloide. Las láminas son adnados, frecuentemente decurrentes, no muy separadas, de color blanco a amarillento, con bordes enteros. El estipe puede estar ausente o ser delgado en la base, lateral o excéntrico, con consistencia sólida o subcoriácea, y su superficie es fibrilosa o finamente tomentosa, de color blanco a blanquecino. El contexto (carne) es de color blanco a ligeramente amarillento, higrófono, compacto, carnoso, con olor farináceo y sabor que desaparece gradualmente al madurar, con un espesor de seis mm en el píleo y una superficie fibrilosa en el estípote. La esporada es de color blanca, grisácea, o gris-amarillenta, llegando a ser amarillo miel claro, en ocasiones gris oliváceo claro.

Stamets, P. (1993) indica que esta especie está ampliamente distribuida en el trópico y subtropico, siendo reportada en diversas regiones como Tailandia, Camboya, Singapur, Vietnam, Ceilán, Malasia, Nueva Guinea, Borneo, Japón, Brasil, las Antillas y México. Prefiere maderas tropicales y subtropicales, incluyendo palmas, árboles de caucho y bambú.

Sierra, J. et al. (2002) la describe como la seta salmón o del amor, con mayor distribución en los trópicos y subtropicos. Aunque comparte similitudes con *P. ostreatus*, difiere por su color salmón-rosa, cambiando con la edad e iluminación. Crece en maderas duras, palmas, árboles de goma e incluso bambú. Su cultivo se inició en Europa, siendo Italia particularmente interesada.

Martínez, D. (2014) añade que, en los países de origen, esta especie se encuentra sobre maderas duras, palmas, árboles de goma e incluso bambú. Las setas, al principio con el margen enrollado, se aplanan al madurar. Las esporas son de color rosa, y las variedades que cambian a beige al madurar producen esporas beige claras. En países cálidos, es la seta más productiva cultivada sobre paja. Además, Corner (1981) observó una variabilidad significativa en la micro morfología, clasificando la especie en seis variedades según su variabilidad en color micro morfológico y hábitat.

Figura 1. Partes del hongo



Fuente: Elaboración propia

Valor nutricional

Estos hongos cuentan con una notable concentración de carbohidratos, que oscilan entre los 32.7 y 48.3 gramos por cada 100 gramos de hongo en su estado seco, y una proporción de proteína cruda que varía entre 20.7 y 28 gramos. Se recomienda un nivel adecuado de fibra cruda, de 9.1 a 22.4 gramos, y cenizas que van de 4.1 a 7.4 gramos. Además, presentan una baja cantidad de grasas, entre 0.11 y 2.09 gramos, y una elevada humedad que oscila entre el 79.5% y el 90%. (Valencia- del Toro & Garín-Aguilar, 2012)

Condiciones óptimas de crecimiento

Stamets, P. y Chilton, J. (1983) afirman que garantizar el crecimiento y desarrollo óptimo de los hongos depende en gran medida de proporcionar un entorno propicio para su fase vegetativa y reproductiva. Dado que los hongos carecen de piel, son altamente sensibles a las condiciones de crecimiento, y el éxito del cultivo recae en el control preciso de estos factores por parte del fungicultor. Los elementos ambientales, como temperatura, humedad, pH, luminosidad, oxígeno y ventilación, son cruciales para influir en el cultivo. Pavlich, H. (2001) indica que, para asegurar un desarrollo adecuado, es esencial considerar las siguientes variables y sus rangos óptimos:

- **Temperatura:** indica que los hongos son organismos mesófilos con una temperatura óptima de crecimiento entre 20 y 30 °C.
- **Humedad:** la humedad adecuada para su desarrollo se encuentra entre el 30% y el 80%.
- **pH:** En contraste con las bacterias, los hongos prefieren un medio ácido para su crecimiento, con un rango de pH entre 4 y 7, siendo el óptimo entre 5.5 y 6.
- **Luminosidad:** Durante la etapa de colonización del sustrato, sugiere trabajar en completa oscuridad, mientras que durante la fructificación es necesario alternar períodos de luz y oscuridad.

- **Oxígeno:** indica que, siendo la mayoría de los hongos organismos aerobios, su respiración se produce en presencia de oxígeno.
- **Ventilación o aireación:** Los hongos, siendo aerobios, requieren aire fresco durante su crecimiento, pero necesitan una mayor ventilación durante la etapa de fructificación.

Requerimientos nutricionales

- **Carbono:** Según (Sanchez,J. y Royse D., 2001) el carbono representa una necesidad esencial para los hongos, ya que sirve como fuente directa de energía para su metabolismo. Además, desempeña un papel crucial en la formación de diversas partes y estructuras celulares. Dada su importancia vital para la vida celular, este elemento es requerido en mayores cantidades y puede ser obtenido por el hongo a partir de diversas fuentes como polímeros, carbohidratos, lípidos, entre otros.
- **Polímeros:** La mayoría de los basidiomicetos, según lo comentado por (Sanchez,J. y Royse D., 2001) se consideran "degradadores de madera", ya que tienen la capacidad de crecer sobre la biomasa proveniente de plantas leñosas. Las especies de *Pleurotus*, conocidas por su capacidad de pudrición blanca, pueden degradar materiales ricos en lignina, celulosa y hemicelulosa. Se observó que *Pleurotus* spp. redujo el contenido de lignina en rastrojo de algodón en un 70% en 21 días, sugiriendo que cualquier material que contenga celulosa y lignina puede ser utilizado como sustrato para *Pleurotus* spp.
- **Azúcares:** (Sanchez,J. y Royse D., 2001) indican que los carbohidratos, especialmente la glucosa, manosa y galactosa, son fuentes de carbono preferidas por las especies de *Pleurotus* spp. Sin embargo, el crecimiento es deficiente cuando se utilizan xilosa y arabinosa como sustratos.
- **Lípidos:** La adición de aceites vegetales tiene un impacto beneficioso en el crecimiento micelial de *P. djamor* y *P. ostreatus*, según (Sanchez,J. y Royse

D., 2001). Aunque la hidrólisis de aceites puede deprimir el crecimiento, la inclusión de triglicéridos y ésteres metílicos de ácidos grasos generalmente estimula el crecimiento.

- **Nitrógeno:** (Sanchez,J. y Royse D., 2001), señala que las especies de *Pleurotus* pueden fructificar en sustratos con bajos niveles de nitrógeno, sugiriendo una posible capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, aunque aún no se ha demostrado. Aunque estas especies pueden crecer en fuentes inorgánicas de nitrógeno, prefieren las fuentes orgánicas para un crecimiento óptimo.
- **Minerales:** (Sanchez,J. y Royse D., 2001), concluyen que los rendimientos más altos para el cultivo de *Pleurotus djamor* se obtuvieron con concentraciones específicas de fósforo, potasio, calcio y magnesio.
- **Vitaminas:** (Sanchez,J. y Royse D., 2001), el estudio de Hashimoto y Takahashi indicó que *Pleurotus* spp. requiere tiamina para un crecimiento óptimo, siendo una concentración de 100 mg/l la cantidad necesaria y suficiente cuando esta vitamina está presente, eliminando así la necesidad de otras vitaminas.

Fases Fenológicas

- **Obtención de Semilla:** Stamets (2000) destaca la importancia crucial de la semilla, que representa la expansión de la masa de micelio. Este proceso busca potenciar metabólicamente al hongo, creando condiciones ideales para un crecimiento eficiente en los sustratos. Rodríguez y Gómez (2001) explican que los hongos se obtienen a partir de cultivos puros conservados en agar o mediante el aislamiento desde la zona himenial de un cuerpo fructífero. El micelio se transfiere a tubos de ensayo con agar nutritivo y luego a placas petri con agar nutritivo para estimular su crecimiento.
- **Inoculación:** Rodríguez y Gómez (2001) definen la inoculación como el proceso de colocar la semilla del hongo en el sustrato previamente

preparado y esterilizado. Este procedimiento se lleva a cabo en un entorno cerrado y sobre una mesa desinfectada con alcohol para prevenir contaminaciones durante la fase de establecimiento micelial.

- **Incubación:** Fernández (2004) describe la fase de incubación como el período en el que se busca que el micelio invada completamente el sustrato, optimizando las condiciones ambientales. Se realiza en un espacio cerrado, ya sea mediante estanterías metálicas o directamente en el suelo. La temperatura debe mantenerse entre 20 y 28 °C, con una humedad relativa del 60 al 70% y escasa iluminación.
- **Fructificación:** Fernández (2004) afirma que la fase de fructificación comienza cuando el sustrato está invadido por el micelio y se observan primordios que darán lugar al cuerpo fructífero. Es esencial ajustar las condiciones de luminosidad y ventilación para inducir la formación de los hongos. Optimizar esta fase implica manejar una temperatura diferente a la de la incubación, similar a la del hábitat natural del hongo.
- **Cosecha:** Oei (2003) describe la cosecha como la etapa en la que se recolectan los cuerpos fructíferos. Normalmente, se realiza manualmente con un movimiento de torsión sobre la fase del estipe o utilizando una cuchilla estéril para evitar contaminaciones futuras en los puntos de crecimiento del hongo. La cosecha se divide en tres periodos, recogiendo el 50%, 30%, y 20% de la producción en cada uno. En el cultivo de hongos, no se suelen recolectar más de tres cosechas debido a la baja productividad y al riesgo frecuente de contaminación.

Tipos de sustratos

Los materiales donde crecen los hongos se le llama sustrato, a la cual degradan para su alimentación. Las especies de *Pleurotus* toman de la degradación del complejo lignina-celulosa sus materiales nutritivos, por lo que

crecen sobre madera o productos relacionados con los mismos (Guzmán et al 2002)

- **Sustratos naturales:**

Pavlich (2001) explica que estos sustratos se componen principalmente de troncos y ramas donde el hongo se introduce directamente, sin requerir esterilización. Durante la incubación y fructificación, el cultivo se mantiene con la corteza de los propios troncos, que sirve como una barrera física y química eficaz contra la invasión de hongos contaminantes. Aunque algunos troncos pueden contaminarse en los cortes transversales, estas contaminaciones son consideradas tolerables en el cultivo y pueden controlarse mediante desinfectantes adecuados, como el agua oxigenada. Stamets (2000) añade que los materiales comúnmente utilizados como fuente de carbono incluyen paja de diferentes tipos, virutas de madera, cortezas, subproductos de algodón, heno, tallos de plantas de maíz, desperdicios de café, hojas de té, cáscaras de maní, harina de soya, cáscaras de semillas de girasol, entre otros.

- **Sustratos artificiales:**

Pavlich (2001) sostiene que generalmente son mezclas de diversas sustancias orgánicas e inorgánicas sobre una matriz de material lignocelulósico. Estas mezclas poseen un alto valor nutritivo para varios microorganismos y son sustancias relativamente simples, de fácil acceso para estos microorganismos. Es esencial someter el sustrato a un tratamiento físico o químico para eliminar o reducir la carga de microorganismos contaminantes. Este tratamiento, junto con el conjunto de nutrientes en la mezcla, convierte al sustrato en una matriz altamente selectiva para el crecimiento del hongo comestible. El sustrato artificial, al tener una relación específica de C/N, pH, humedad, grado de compactación y granulometría, favorece el rápido crecimiento vegetativo y reproductivo del hongo inoculado, y estas propiedades, junto con las condiciones ambientales, determinan el éxito final del cultivo.

- **Sustratos Usados en el proyecto**

Aserrín: Conjunto de partículas que se desprenden de la madera cuando se sierra, también contiene minúsculas partículas de madera producidas durante el proceso y manejo de la misma, paneles contrachapados y/o aglomerados.

Cascarilla de arroz: La cascarilla de arroz es un subproducto que se obtiene al separar el grano de arroz de su cáscara durante el proceso de molienda. En Perú, se genera alrededor de 380,000 toneladas de cascarilla de arroz al año, la mayor parte de la cual se produce en los molinos de la costa norte.

Paca de avena: Una paca de avena es un fardo de avena seca comprimida que se utiliza como forraje para el ganado vacuno y ovino en las zonas alto andinas del altiplano peruano y boliviano.

Bagazo de caña: El bagazo es el residuo del proceso de fabricación del azúcar a partir de la caña, el remanente de los tallos de la caña después de ser extraído el jugo azucarado que ésta contiene; se ha empleado tradicionalmente en los países azucareros como materia prima.

Tusa de maíz: Es el raquis del maíz es el corazón (raquis) de la mazorca del maíz. A lo largo de los países hispanohablantes recibe nombres diferentes, generalmente de origen indígena: olote (del náhuatl: otlol 'corazón'), por aféresis de yólotl, choclo, marlo, tusa, zuro, bacal o coronta.

Afrecho de trigo: El Afrecho de Trigo se obtiene de la molienda del trigo en el proceso de producción de harina de trigo.

Cultivo de hongos

- **Obtención de semillas**

El hongo se obtiene ya sea de cultivos puros almacenados en agar o del aislamiento de la región del himen de los cuerpos fructíferos. Luego, el micelio se traslada a un tubo de ensayo con agar proteico y después se transfiere a una placa de Petri o una botella plana con agar proteico para

fortalecerse y obtener más nutrientes. La semilla se prepara utilizando granos como trigo, maíz, cebada, sorgo o arroz. Este proceso implica regar los granos con calor hasta alcanzar un contenido de humedad del 45%, logrado mediante el lavado, la adición de agua y la cocción durante unos 15 minutos. Después de este riego, los hongos cultivados en agar se convierten en granos refinados, estableciendo así un entorno propicio para su crecimiento, de acuerdo con la especie deseada (Rodríguez y Gómez, 2001).

- **Inoculación**

La etapa de inoculación consiste en agregar hongos patógenos al material no invasivo previamente preparado, el cual debe ser administrado en un entorno cerrado para prevenir la contaminación mediante la formación de hifas (Rodríguez y Gómez, 2001).

- **Incubación**

Durante la fase de incubación, el micelio se expande completamente en el área, mejorando el entorno. Este proceso debe llevarse a cabo en un entorno cerrado y sin luz, con la opción de colocar la bolsa en un estante metálico o directamente en el suelo. Dada la variabilidad en las características según la especie, es esencial mantener la temperatura de la sala entre 20 y 28 °C, con una humedad ambiente entre 70 y 80% (Fernández, 2004).

En situaciones donde se utilizan bolsas ya sembradas, conocidas como "pasteles", se inicia la incubación. Esta primera fase de producción implica proporcionar opacidad para fomentar el crecimiento y la colonización del sustrato por parte del hongo. Se recomienda crear un entorno oscuro con estantes de madera para ubicar los "pasteles", trasladándolos luego a una cámara de producción independiente. En este contexto, se utiliza nailon de polietileno durante aproximadamente 20 a 30 días, hasta que el micelio

cubre por completo el sustrato de las bolsas y estas adquieren un color blanco. Posteriormente, se retira la cubierta de nailon para permitir la entrada de luz, promoviendo así el desarrollo de los cuerpos fructíferos (Cruz et al., 2010).

- **Colonización**

Durante la etapa de colonización, el micelio sigue desarrollándose y consolidándose en el sustrato. Este proceso es crucial para asegurar la robustez y la salud del cultivo antes de que los cuerpos fructíferos comiencen a formarse. El ambiente debe continuar controlado, manteniendo la oscuridad, la temperatura y la humedad dentro de los parámetros óptimos. La colonización completa es señal de que el micelio está listo para entrar en la fase de fructificación, donde comenzará a producir los cuerpos fructíferos que son recolectados para su uso o consumo (Cruz et al., 2010).

- **Fructificación**

Una vez que el micelio ha colonizado completamente el sustrato, el siguiente paso es inducir la fructificación para que los cuerpos fructíferos (setas) comiencen a desarrollarse. Esto se logra cambiando las condiciones ambientales. Es crucial aumentar la exposición a la luz y ajustar la temperatura y la humedad. La fructificación se lleva a cabo en un área bien ventilada con luz indirecta y humedad relativa alta, generalmente entre 85% y 95%. La temperatura ideal para la fructificación varía según la especie del hongo, pero suele estar entre 15 y 20 °C. Este cambio en el entorno estimula al micelio a producir primordios, que eventualmente se desarrollan en cuerpos fructíferos completos (Cruz et al., 2010).

- **Cosecha**

La fase de cosecha se inicia cuando los cuerpos fructíferos han alcanzado su tamaño y madurez óptimos. La recolección debe hacerse con

cuidado para evitar dañar el micelio restante, lo que permitiría posibles ciclos adicionales de fructificación. Los hongos se cortan cuidadosamente desde la base del tallo utilizando herramientas esterilizadas. El tiempo de cosecha varía según la especie, pero generalmente ocurre unos pocos días después de que los primordios aparezcan. Es importante cosechar antes de que las esporas se liberen, ya que esto puede reducir la calidad del hongo y la vida útil del sustrato para futuros cultivos (Fernández, 2004).

- **Post-cosecha y almacenamiento**

Después de la cosecha, los hongos deben ser manipulados y almacenados adecuadamente para mantener su frescura y calidad. Los hongos frescos tienen un alto contenido de agua y son muy perecederos, por lo que deben ser refrigerados a temperaturas entre 1 y 4 °C para prolongar su vida útil. Alternativamente, pueden secarse para su almacenamiento a largo plazo. El secado se puede realizar mediante métodos naturales al aire o utilizando deshidratadores. Una vez secos, los hongos deben almacenarse en un lugar fresco y seco, preferiblemente en envases herméticos para evitar la absorción de humedad (Rodríguez y Gómez, 2001).

2.3. Definición de términos básicos

- ✓ **Sustratos:** Son materiales que proporcionan soporte para las plantas y, adicionalmente, ofrecen nutrientes esenciales para su desarrollo. Ejemplos de sustratos incluyen turba, cáscara de coco, vermiculita y fibras. Los biotaprofertilizantes orgánicos también se utilizan como sustratos (Fabricado Achote S.A. Colombia).
- ✓ **Hongo:** Los hongos (moho) son organismos microscópicos que viven en materia animal o vegetal, ayudando en la descomposición de materia muerta y reciclando nutrientes en el medio ambiente.

- ✓ **Hongos comestibles:** Los hongos son muy apreciados tanto por su sabor como por su alto valor nutricional. Sin embargo, no todos los hongos son comestibles, por lo que es crucial identificar correctamente las especies comestibles para evitar accidentes con hongos venenosos o perjudiciales (Acosta, 2021).
- ✓ ***Pleurotus djamor*:** Es un hongo pan tropical, cultivado comercialmente en algunos países asiáticos. Debido a sus características de crecimiento rápido, ciclos de cultivo cortos y aceptable valor nutricional, es una especie comestible adecuada para su propagación y consumo en regiones cálidas del mundo (Mata et al., 2017).
- ✓ **Inoculación:** La inoculación es el proceso de introducir artificialmente una muestra (inóculo) en un medio adecuado para iniciar un cultivo microbiano con el fin de su desarrollo y multiplicación. Una vez sembrado en el medio de cultivo, se incuba a una temperatura adecuada para el crecimiento.
- ✓ **Material biológico:** Es cualquier material de origen humano o de otras especies relacionado con la salud humana, ya sea nativo o modificado. Esto incluye excreciones, secreciones, líneas celulares, tejidos, líquidos tisulares (sangre, plasma, suero, saliva) y aislamientos de microorganismos (cultivos).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Uno de los cuatro sustratos orgánicos presentará diferencia significativa en el mejor rendimiento de la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*), bajo condiciones de Huariaca-Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La respuesta de uno de los cuatro sustratos orgánicos tendrá un efecto significativo en el manejo de hongos comestible (*Pleurotus djamor*) en condiciones del distrito de Huariaca - Pasco.
- La respuesta de la producción de hongos comestible (*Pleurotus djamor*) presenta diferencia significativa bajo uso de cuatro sustratos en el distrito de Huariaca – Pasco.

2.5. Identificación de variables

Variables independientes

- Sustratos
- Aserrín
- Cascarilla de arroz
- Paca de avena
- Bagazo de caña
- Tusa de maíz
- Afrecho de trigo.

Variables dependientes

- Manejo y producción del Hongo comestible (*Pleurotus djamor*)

Variables intervinientes

- Humedad
- Temperatura
- Aireación

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1. Definición operacional de variables e indicadores

Variables	Dimensiones	Indicadores
Independiente	<ul style="list-style-type: none"> ● Sustratos 	Temperatura °C Humedad % Presencia de bacterias Rendimiento./bolsa Peso del hongo

Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo del Hongo comestible (Pleurotus djamor). 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso de basidiocarpo • Tasa de biodegradación. • Porcentaje de eficiencia biológica.
	<ul style="list-style-type: none"> • Producción del Hongo comestible (Pleurotus djamor). 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de producción • Número de basidiocarpo por bolsa. • Peso promedio de basidiocarpo por bolsa. • Diámetro de basidiocarpo.
Interviniente	Condiciones climáticas	Riego (aspersión) Humedad del sustrato Temperatura °C
	Suelo-sustratos	Características físicas Características químicas

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue experimental, cuantitativa, aplicada, prospectiva, longitudinal y explicativa que busca encontrar el mejor sustrato para la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*).

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación que llevamos a cabo fue netamente experimental.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizó el método hipotético-deductivo, el cual sugiere que, a partir de muestras repetitivas, observaciones y comparaciones, se deducirán conceptos que expliquen el rendimiento del hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en diferentes tipos de sustratos.

3.4. Diseño de investigación

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, resultando en un total de 16 unidades experimentales.

Características del diseño experimental

Bloques

Número de bloques : 04 bloques
Tratamientos por bloque : 04 tratamientos
Distancia entre bloques : 0.30 m

Bolsas

Distancia entre bolsas : 0.15 m
Área total de una bolsa : 0.05 m²
Área total de las bolsas : 0.80 m²
Altura del sustrato en bolsas : 0.30 m
Número de bolsas : 4 bolsas
Número total de bolsas : 16 bolsas

Espacio experimental

Largo del espacio experimental : 2.15 m
Ancho del espacio experimental : 1.83 m
Área total del espacio experimental : 3.9345 m²
Perímetro : 7.96 m

Tratamientos en estudio

Tabla 2. *Tratamientos en estudio x sustratos*

Tratamientos	Sustratos
T1	Hongo <i>Pleurotus djamor</i> + aserrín + cascarilla de arroz
T2	Hongo <i>Pleurotus djamor</i> + aserrín + paca de avena
T3	Hongo <i>Pleurotus djamor</i> + bagazo de caña+ cáscara de arroz
T4	Hongo <i>Pleurotus djamor</i> + tusa de maíz+ afrecho de trigo

Croquis experimental

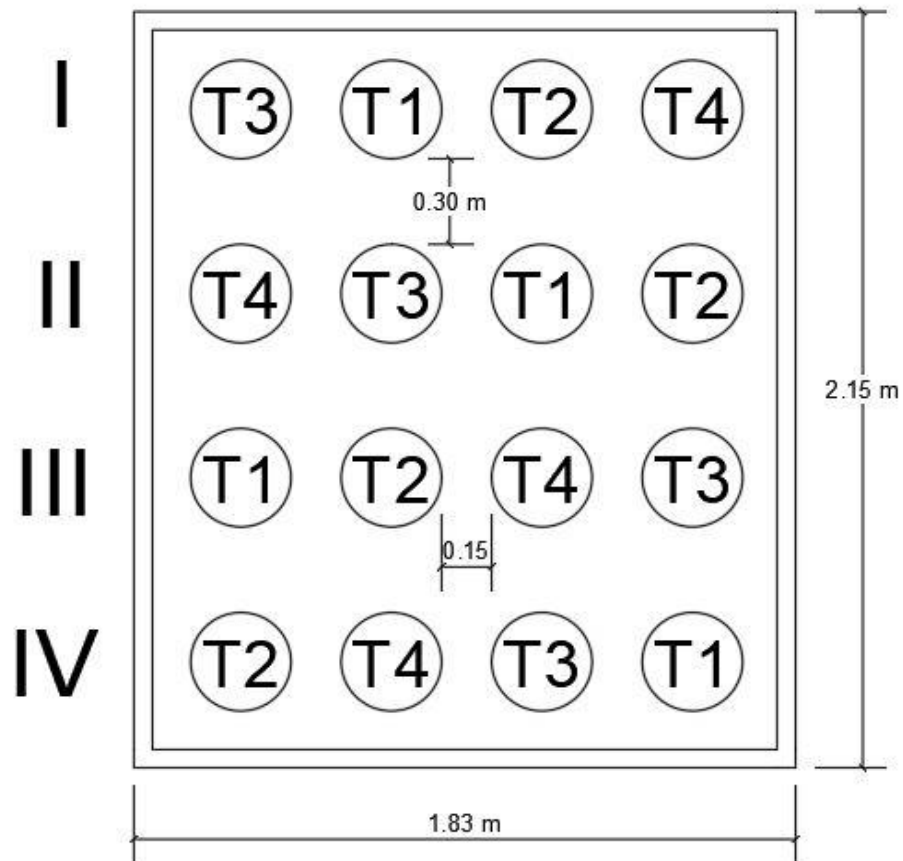


Figura 2. Croquis experimental

Procedimiento experimental

Obtención del inóculo

El inóculo, fue adquirido del laboratorio Fungi Innova, consistió en granos de trigo colonizados por micelio de *Pleurotus djamor*. Estos granos se cultivaron inicialmente en agar proteico y luego se transfirieron al trigo para fortalecer el micelio y aumentar su contenido de nutrientes.

Obtención del sustrato

Aserrín: Se obtuvo 25 kilos de una empresa maderera en la ciudad de Cerro de Pasco.

Cascarilla de arroz: Se obtuvo 25 kilos del distrito de Aucayacu

Paca de avena: Se obtuvo 25 kilos de la comunidad de Ninacaca.

Bagazo de caña: Se obtuvo 25 kilos de Fundo Cachigaga que se encuentra en Tomaykichwa, ciudad de Huánuco.

Tusa de maíz: Se obtuvo 25 kilos de Fundo Cachigaga que se encuentra en Tomaykichwa, ciudad de Huánuco.

Afrecho de trigo: Se obtuvo 25 kilos de la molinera Kuennen y Duanne que se encuentra en Yanac, ciudad de Huánuco.

Preparación y desinfección del sustrato

Los sustratos fueron cortados en fragmentos de 2 a 3 centímetros para una buena desinfección y distribución cada sustrato se sometió a esterilización en autoclave y estufa de esterilización para ajustar el pH a neutro (7) y prevenir el desarrollo de otros microorganismos indeseados. A continuación, se sometieron a bolsas de polipropileno para luego ser llevados a esterilización por otro lado los sustratos (tusa de maíz y afrecho) fueron ingresados a la estufa de esterilización, para eliminar competidores y contaminantes. Por último, los sustratos fueron trasladados a un ambiente cerrado y esterilizado mediante el uso de hipoclorito de sodio al 5.5 %.

Embolsado e Inoculación o siembra

La inoculación de las bolsas se llevó a cabo utilizando 42 gramos de granos de trigo inoculados con micelio de *Pleurotus djamor* por cada 5 centímetros de sustrato, empleando un total de 125 gramos de inoculante. Con el objetivo de garantizar la pureza del cultivo y prevenir contaminaciones, se desinfectó el área de trabajo con alcohol de 96°. Además, se asignó un código a cada bolsa para facilitar su identificación durante el proceso de cultivo.

Incubación

Se procedió a incubar los paquetes conteniendo *Pleurotus djamor* en condiciones de oscuridad y aislamiento durante 25 días. Con el objetivo de fomentar el crecimiento micelial, se mantuvo una temperatura constante de 22°C y una humedad adecuada. La colonización completa del sustrato por parte del micelio se evidenciaba al observar un recubrimiento blanco uniforme en toda la superficie del paquete, para ello se hizo uso de un calefactor para las bajas

temperaturas por las noches en Huariaca. Así mismo todo el proceso fue realizado en un ambiente controlado.

Fructificación

Cada sustrato embolsado y totalmente colonizado por el micelio se preparó en la ciudad de Huariaca, donde se creó un entorno con luz artificial. Estos sustratos se dispusieron en un anaquel. Las bolsas ya colonizadas se colocaron sobre las rejillas del anaquel, etiquetadas y espaciadas según en croquis establecido. Se mantuvo una temperatura promedio de 21.2°C y una humedad ambiental promedio del 57%, asegurando la humedad mediante riego con atomizador. Una vez que el sustrato estuvo completamente colonizado, se realizaron pequeñas perforaciones en las bolsas, de aproximadamente 1 a 2 cm de diámetro, en la parte superior, media e inferior. Estos orificios facilitaron la aparición de los primeros primordios, que emergieron entre 8 y 10 días después de la colonización completa, marcando el inicio de la primera cosecha.

Cosecha

Para obtener la máxima calidad y rendimiento, la cosecha se programó antes de que el borde del sombrero o píleo comenzara a curvarse hacia arriba y antes de que comenzara a cambiar de color. La cosecha se realizó en un lapso promedio de 80 días, abarcando hasta la tercera ola de producción. Para este propósito, se empleó una navaja afilada y esterilizada para cortar los hongos justo al ras de la bolsa de cultivo. Inmediatamente después del corte, se determinó el peso utilizando una balanza digital, y se procedió al recuento y medición de los cuerpos fructíferos (basidiocarpos).

3.5. Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por el total de 16 bolsas (pasteles) de cada unidad experimental.

Muestra

Se consideró las 16 bolsas de todo el experimento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Experimentos Controlados

- **Descripción:** Realizar experimentos en condiciones controladas para evaluar el rendimiento del hongo en cada uno de los cuatro tipos de sustratos.
- **Procedimiento:** Preparar lotes de cultivo de *Pleurotus djamor* usando los diferentes sustratos y mantener condiciones ambientales constantes para cada lote.

Observación Directa

- **Descripción:** Observar y registrar el crecimiento y desarrollo del hongo en cada tipo de sustrato.
- **Tipos de observación:**

Sistemática: con pautas y criterios definidos para evaluar el crecimiento.

Longitudinal: observaciones periódicas a lo largo del tiempo de cultivo.

Instrumentos de recolección de datos

Diarios de Campo (digital)

Descripción: Registros diarios detallados sobre el estado de los cultivos, condiciones ambientales, y cualquier observación relevante durante el período de crecimiento.

Contenido: Fecha, temperatura, humedad, observaciones del desarrollo del micelio, aparición de primordios y cuerpos fructíferos, y cualquier anomalía.

Hojas de Datos Estandarizadas

Descripción: Formularios estructurados para anotar medidas específicas de crecimiento y producción.

Contenido:

Día a día: Tasa de colonización del sustrato (porcentaje del sustrato colonizado por el micelio).

Semanalmente: Número y tamaño de cuerpos fructíferos.

Balanzas de Precisión

Descripción: Instrumento para medir el peso de los hongos cosechados.

Contenido: Peso en gramos de los cuerpos fructíferos cosechados en cada lote.

Cámaras Fotográficas

Descripción: Documentar visualmente el desarrollo de los cultivos en diferentes etapas.

Aplicaciones: Registro fotográfico de las etapas clave del crecimiento del hongo y comparación visual entre los distintos sustratos.

Termohigrómetro

Descripción: Instrumentos para medir y registrar la temperatura y la humedad relativa en el entorno de cultivo.

Contenido: Registros diarios de temperatura y humedad para asegurar condiciones constantes y comparar su efecto en el crecimiento.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En esta investigación, se implementaron varias técnicas de procesamiento y análisis de datos para evaluar de manera rigurosa la efectividad de cuatro tipos de sustratos en la producción del hongo comestible *Pleurotus djamor*. A continuación, se detallan estas técnicas:

Técnicas de procesamiento de Datos

- Organización de Datos:

Los datos recolectados fueron ingresados y organizados en hojas de cálculo utilizando software como Microsoft Excel. Se crearon columnas específicas para cada componente de producción: altura del hongo,

diámetro del hongo, peso del hongo, número de setas por bolsa y presencia de plagas y enfermedades. Esto permitió una estructuración clara y accesible de los datos.

- **Verificación y Limpieza de Datos:**

Se realizó una revisión minuciosa de los datos para identificar y corregir errores de registro, inconsistencias y valores atípicos. Esta limpieza de datos fue crucial para asegurar la exactitud y confiabilidad del análisis posterior.

Técnicas de análisis de Datos

- **Análisis Descriptivo:**

Para resumir las características básicas de los datos, se calcularon estadísticas descriptivas como medias, medianas, desviaciones estándar y rangos para cada componente de producción. Estas medidas se presentaron en tablas y gráficos, facilitando una comprensión visual y comparativa de los datos en el software Excel.

- **Comparación de Medias:**

Para evaluar las diferencias significativas entre los distintos sustratos, se aplicó el Análisis de Varianza (ANOVA). Esta técnica permitió comparar las medias de los diferentes grupos de datos, estableciendo si las variaciones observadas eran estadísticamente significativas. En los casos donde ANOVA mostró diferencias significativas, se llevaron a cabo pruebas post-hoc, como la prueba de Duncan, para identificar específicamente qué pares de sustratos diferían entre sí.

3.8. Tratamiento estadístico

Para evaluar de manera rigurosa los efectos de los diferentes sustratos en la producción del hongo comestible *Pleurotus djamor*, se aplicaron varias técnicas estadísticas. Estas técnicas nos permitieron comparar, interpretar y validar los datos recolectados en nuestra investigación.

Estadísticas Descriptivas

Se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión para cada uno de los componentes de producción (altura del hongo, diámetro del hongo, peso del hongo, número de setas por bolsa y presencia de plagas y enfermedades)

Modelo aditivo lineal

El modelo estadístico para el diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + t_i + B_j + e_{ij}$$

Para $i = 1, 2, 3, \dots, 4t$ (N° de tratamientos)

Para $j = 1, 2, 3, \dots, 4r$ (N° de repeticiones)

Donde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i y esta en el bloque j

U = Media General a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional)

t_i = efecto verdadero del i ésimo tratamiento

B_j = efecto verdadero del j ésimo bloque

E_{ij} = error experimental

Análisis de varianza

Se utilizó el Análisis de Varianza (ANVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los cuatro tipos de sustratos en términos de cada componente de producción. ANVA es una técnica estadística que compara las medias de tres o más grupos para ver si al menos uno de ellos difiere significativamente de los otros.

Tabla 3. *Tabla de Análisis de Varianza*

Fuente de Varianza	Grados de Libertad
Tratamiento (t-1)	3
Bloques (r-1)	3
Error experimental (r-1)(t-1)	9
Total	15

Prueba estadística

Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 95% de probabilidad para validar la confiabilidad de cada uno de los parámetros evaluados. Esta prueba estadística permite determinar si las diferencias observadas entre los tratamientos son significativas, asegurando un alto grado de precisión en las conclusiones obtenidas.

Desviación estándar

$$SX = \sqrt{\frac{CME}{REPT}} \quad Sx=$$

Variables Evaluadas

Variables independientes

Los sustratos de origen agrícola:

- Aserrín
- Cascarilla de arroz
- Paja de avena
- Bagazo de caña
- Tusa de maíz
- Afrecho de trigo.

Variables dependientes

- Peso de basidiocarpo
- Tasa de biodegradación
- Porcentaje de eficiencia biológica
- Tasa de producción
- Número de basidiocarpo por bolsa
- Peso promedio de basidiocarpo por bolsa
- Diámetro de basidiocarpo

Variables intervinientes:

- Sustrato

- Humedad
- Temperatura
- Aireación

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Este trabajo se realizó de acuerdo con los protocolos adecuados en donde se establece el cumplimiento de código de ética, que dice el enunciado de ética que parámetros se tiene en cuenta:

Artículo 1. El Comité de Ética de Investigación de la UNDAC es un ente de apoyo al Vicerrectorado de Investigación que tiene por finalidad de asegurar el desarrollo profesional con ética de la investigación científica en la universidad de forma responsable, así mismo proteger los derechos, la Vida, la salud y el bienestar del investigador en los proyectos de investigación, respetando los principios éticos, el código de ética de la universidad y las normas nacionales e internacionales de investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó con el propósito de evaluar el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento del hongo *Pleurotus djamor*. Los datos recopilados fueron analizados utilizando una hoja de cálculo en Excel para calcular los promedios de cada tratamiento. Se realizaron pruebas de significación estadística con un nivel de confianza del 95%, y para la comparación de las medias entre tratamientos se aplicó la prueba de Duncan con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Así mismo, se tuvo en cuenta las siguientes evaluaciones⁸

- Comparación de sustrato en base al peso de basidiocarpo fresco (g) del hongo *Pleurotus djamor*
- La tasa de biodegradación en base al peso inicial del sustrato (g) y al sustrato final.
- La eficiencia biológica porcentual en base+ C.0.
- al peso en fresco de los hongos cosechados en relación con el peso del sustrato seco.

- La tasa de producción en base al tiempo de producción se toma a partir de la inoculación del sustrato definitivo hasta obtener la última cosecha.
- El número de basidiocarpos en base a conteo de cada basidiocarpo por bolsa según tratamiento.
- El peso promedio de basidiocarpo en base al peso general de cada tratamiento y según repetición.
- El diámetro de basidiocarpo en base a la medida de cada basidiocarpo

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Peso de basidiocarpos

Para evaluar el peso de los basidiocarpos, se llevó a cabo un registro detallado del peso en gramos (g) de los basidiocarpos correspondientes a cuatro tratamientos distintos. Cada tratamiento fue replicado cuatro veces, lo que permitió obtener un conjunto de datos robusto y representativo para el análisis.

Tabla 4. Análisis de varianza para el peso de basidiocarpos (g)

F.V.	G.I.	S.C.	C.M.	F c.	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	1254.57	418.19	23.32**	3.86	6.99
Bloques	3	69.64	23.21	1.29 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	161.38	17.93			
Total	15	1485.59				
\bar{X} 20.56		CV= 20.60%		DS 2.12		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza para la variable peso de basidiocarpos en (gr), se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas a los niveles $P < 0.05$ y $P < 0.01$ entre tratamientos y no entre bloques, con un coeficiente de variación (CV) = 20.60% y desviación estándar (DS) = 2.12, donde se puede inferir que hubo efecto de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca.

Tabla 5. Prueba de Duncan para peso de basidiocarpos (g)

O.M.	Tratamientos	Promedios	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	T1	27.67	a	a
2	T2	26.24	a	a
3	T3	22.79	a	a
4	T4	5.53	b	b

Fuente: elaboración propia.

La prueba de Duncan en el nivel de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos T1 con 27.64 días, T2 con 26.24 días y T3 con 22.79 son estadísticamente iguales en cuanto a la variable peso de basidiocarpos; sin embargo, el tratamiento T4 con 5.53 es muy diferente estadísticamente comparando con los tres primeros tratamientos según orden de mérito del cuadro de prueba de Duncan como se puede apreciar en la figura 1.

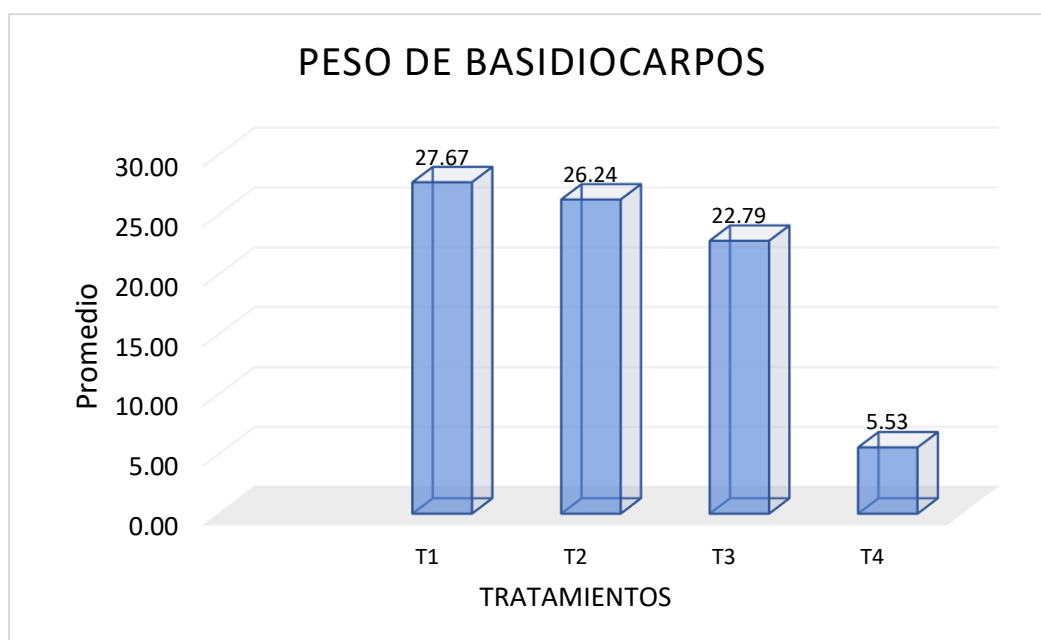


Figura 3. Promedio de peso de basidiocarpos

Tasa de biodegradación

Para evaluar la tasa de biodegradación, se llevó a cabo una medición exhaustiva del peso inicial del sustrato en gramos (g) y del peso final después del período de biodegradación. Este proceso se realizó para cada uno de los

cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento. La comparación entre los pesos iniciales y finales permitió calcular la tasa de biodegradación de manera precisa.

Tabla 6. Análisis de varianza para tasa de biodegradación

F.V.	GI	SC	CM	Fc	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	317746.19	105915.4	4558.56**	3.86	6.99
Bloques	3	39.39	13.13	0.57 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	209.11	23.23			
Total	15	317994.69				
\bar{X} 139.08		CV= 3.47%		DS 2.41		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza la variable para tasa de biodegradación se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas a los niveles $P < 0.05$ y $P < 0.01$ entre tratamientos y no entre bloques, con un coeficiente de variación (CV) = 3.47% y desviación estándar (DS) = 2.41, donde se puede inferir que, hubo efecto de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca.

Tabla 7. Prueba de Duncan para tasa de biodegradación

O.M.	Tratamientos	Promedios	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	T4	379.15	a	a
2	T3	100.45	b	b
3	T1	41.47	c	c
4	T2	35.24	c	c

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que todos los tratamientos T4 con 379.15 y T3 con 100.45 son diferentes estadísticamente en cuanto la variable tasa de biodegradación; sin embargo, el tratamiento T1 con 41.47 y T2 con 35.24 estadísticamente son iguales en los

niveles de 5% y 1% según orden de mérito de tratamientos respectivamente, como se puede apreciar en la figura 4.

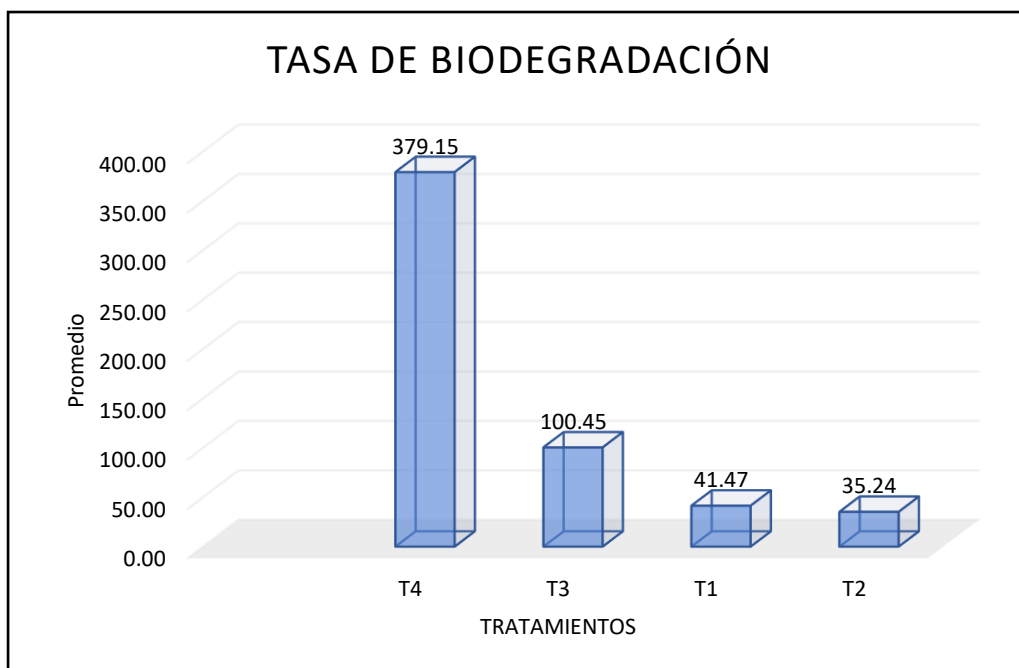


Figura 4. Promedio de tasa de biodegradación.

Eficiencia biológica

Para evaluar la eficiencia biológica, se llevaron a cabo mediciones detalladas del peso del basidiocarpo en gramos (g) y del peso del sustrato en cada uno de los cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento. Estos datos permitieron analizar la relación entre el crecimiento del basidiocarpo y el estado del sustrato, proporcionando una evaluación integral de la eficiencia biológica de los tratamientos.

Tabla 8. Análisis de varianza para eficiencia biológica

F.V.	GI	SC	CM	Fc	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	44.34	14.78	30.12**	3.86	6.99
Bloques	3	1.50	0.50	1.02 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	4.42	0.49			
Total	15	50.26				
	\bar{X} 3.28	CV= 21.35%		DS= 0.35		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza para la variable eficiencia biológica se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas al nivel $P < 0.05$ y $P < 0.01$ entre tratamientos y no entre bloques, con un coeficiente de variación (CV) = 21.35% y desviación estándar (DS) = 0.35, donde se puede inferir que hubo efecto de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca.

Tabla 9. Prueba de Duncan para eficiencia biológica

O.M.	Tratamientos	Promedios	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	T1	4.52	a	a
2	T2	4.26	a	a
3	T3	3.91	a	a
4	T4	0.42	b	b

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos T1 con 4.52, T2 con 4.26 y T3 con 3.91 se observan que son iguales estadísticamente en la variable de eficiencia biológica, sin embargo, el tratamiento T4 con 0.42 es muy diferente estadísticamente a los niveles de significancia de 0.05 y 0.01, como se puede apreciar en la figura 5.

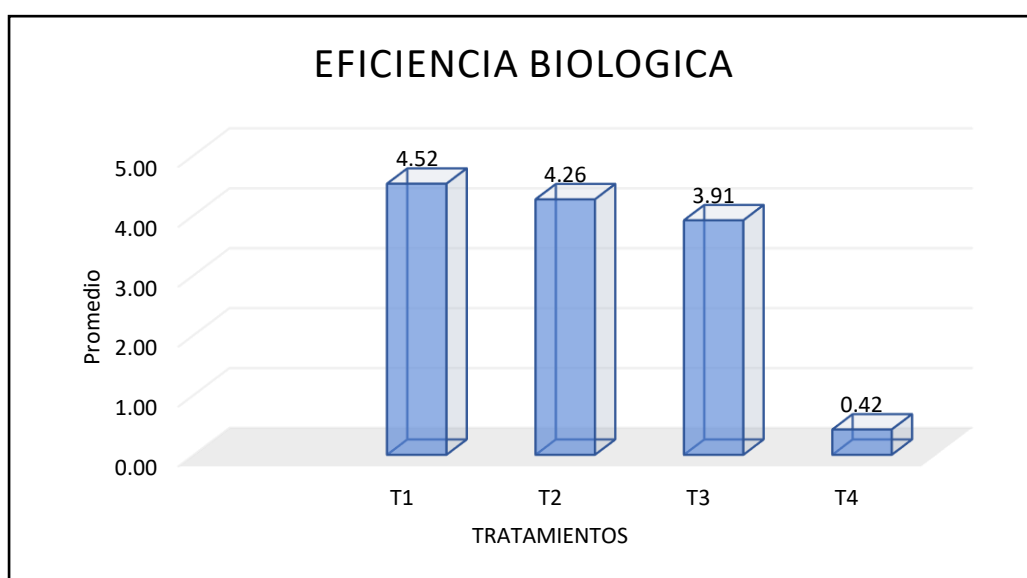


Figura 5. Promedio eficiencia biológica

Tasa de producción

Para evaluar la tasa de producción, se registró la eficiencia biológica en porcentaje (%) y el tiempo transcurrido desde la inoculación para cada uno de los cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento. Estos datos permitieron calcular la tasa de producción y evaluar cómo varía en función de los diferentes tratamientos a lo largo del tiempo.

Tabla 10. Análisis de varianza para tasa de producción

F.V.	Gl	SC	CM	Fc	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	0.0146	0.0049	30.77**	3.86	6.99
Bloques	3	0.0005	0.0002	1.07 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	0.0014	0.0002			
Total	15	0.0166				
\bar{X} 0.06		CV= 21.09%		DS 0.01		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza para la variable tasa de producción se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas al nivel $P < 0.05$ y $P < 0.01$ entre tratamientos y no entre bloques, con un coeficiente de variación (CV) = 21.09% y desviación estándar (DS) = 0.01, donde se puede inferir que hubo efecto de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca.

Tabla 11. Prueba de Duncan para tasa de producción

O.M.	Tratamientos	Promedios	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	T1	0.082	a	a
2	T2	0.078	a	a
3	T3	0.071	a	a
4	T4	0.008	b	b

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos T1 con 0.082, T2 con 0.078 y T3 con 0.071 se observan

que son iguales estadísticamente en la variable de tasa de producción, sin embargo, el tratamiento T4 con 0.008 es muy diferente estadísticamente a los niveles de significancia de 5% y 1%.

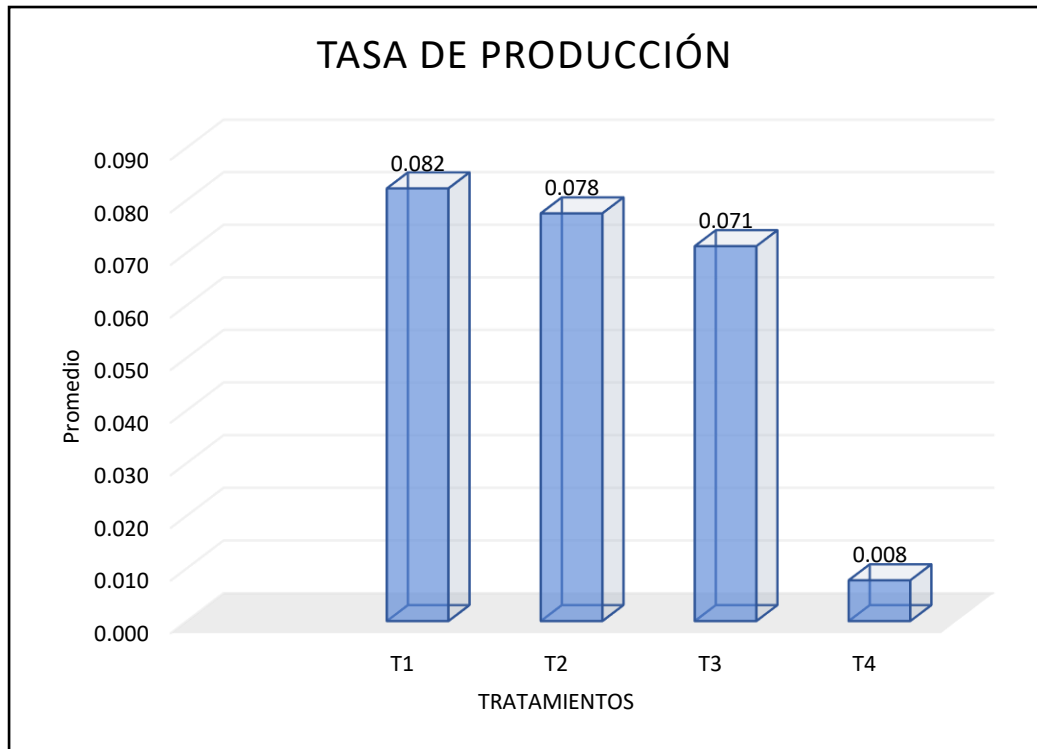


Figura 6. Promedio tasa de producción

Número de basidiocarpo

Para evaluar el número de basidiocarpo, se realizó la toma de datos de la cantidad de basidiocarpo en unidad (gr) de los cuatro tratamientos y sus 4 repeticiones.

Tabla 12. Análisis de varianza para número de basidiocarpo

F.V.	GI	SC	CM	Fc	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	146.199	48.73	606.92**	3.86	6.99
Bloques	3	0.293	0.10	1.22 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	0.723	0.08			
Total	15	147.2148				
\bar{X} 9.42		CV= 3.01%		DS 0.14		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza para para la variable número de basidiocarpo se observa que existe diferencias estadísticas significativas a los niveles $P < 0.05$ y $P < 0.01$ entre tratamientos y no entre bloques, con un coeficiente de variación (CV) = 3.01% y desviación estándar (DS) = 0.14, donde se puede inferir que hubo efecto de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca.

Tabla 13. Prueba de Duncan número de basidiocarpo

O.M.	Tratamientos	Promedios	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	T1	11.81	a	a
2	T2	11.50	a	a
3	T3	10.06	b	b
4	T4	4.31	c	c

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos T1 con 11.81, T2 con 11.50 observan que son iguales estadísticamente en la variable de numero de basidiocarpo, pero el tratamiento T3 con 10.06 y T4 con 4.31 es muy diferente estadísticamente a los niveles de significancia de 5% y 1%, como se puede apreciar en la figura 5.

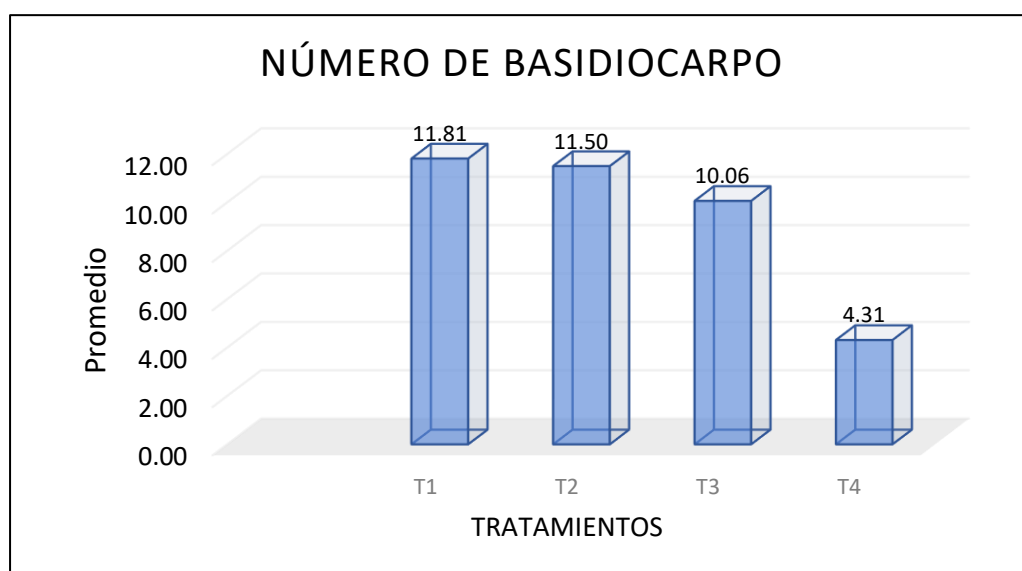


Figura 7. Promedio número de basidiocarpo

Peso promedio por basidiocarpo

Para evaluar peso promedio del basidiocarpo, se realizó la toma de datos del peso de cada basidiocarpo en gramos (gr) de los cuatro tratamientos y sus 4 repeticiones.

Tabla 14. Análisis de varianza peso promedio por basidiocarpo

F.V.	GI	SC	CM	Fc	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	129.764	43.25	2015.36**	3.86	6.99
Bloques	3	0.379	0.13	5.88*	3.86	6.99
Error	9	0.193	0.02			
Total	15	130.3358				
\bar{X} 14.07		CV= 1.04%		DS 0.07		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza para la variable, peso promedio por basidiocarpo se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas al nivel $P < 0.05$ y $P < 0.01$ entre tratamientos y entre bloques al nivel de $P < 0.05$, con un coeficiente de variación (CV) = 1.04% y desviación estándar (DS) = 0.07, donde se puede inferir que hubo efecto significativo de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca.

Tabla 15. Prueba de Duncan para peso promedio por basidiocarpo

O.M.	Tratamientos	Promedios	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	T1	17.05	a	a
2	T2	16.27	b	b
3	T3	13.10	c	c
4	T4	9.86	d	d

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan en los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos T1 con 17.05, T2 con 16.27, T3 con 13.10 y T4 con 9.86 son diferentes estadísticamente donde se ratifica que hubo efecto significativo

de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*), como se puede apreciar en la figura 8.

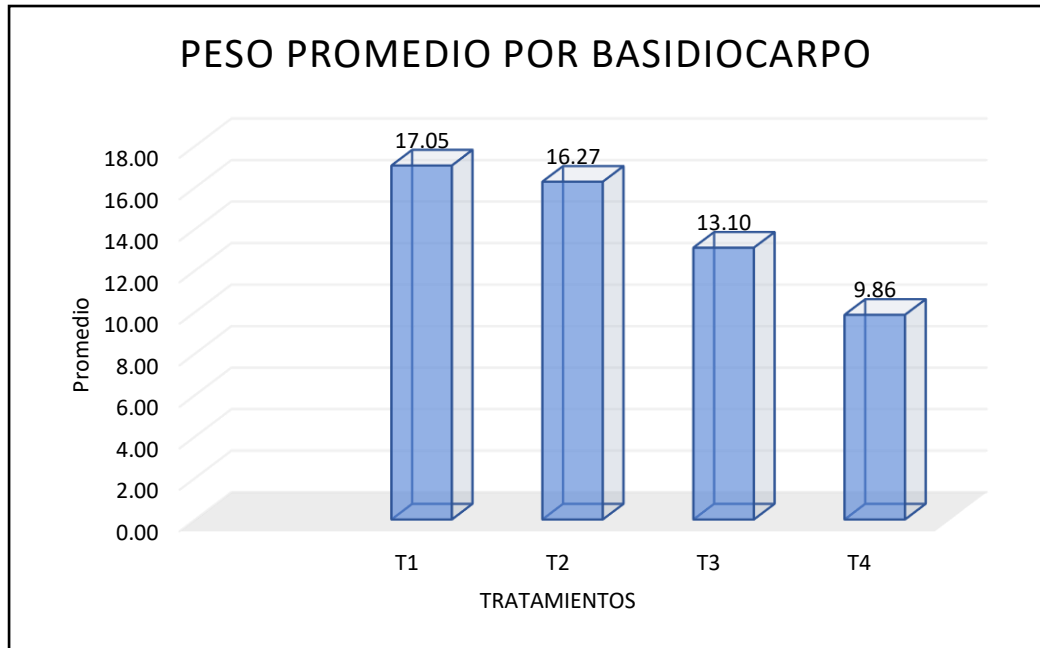


Figura 8. Promedio de peso promedio por basidiocarpo

Diámetro del basidiocarpo

Para evaluar el diámetro del basidiocarpo, se realizó la toma de datos del peso de basidiocarpo en gramos (gr) y el peso del sustrato de los cuatro tratamientos y sus 4 repeticiones.

Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro del basidiocarpo

F.V.	GI	SC	CM	Fc	F tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	25.855	8.62	55.01**	3.86	6.99
Bloques	3	0.074	0.02	0.16 ^{ns}	3.86	6.99
Error	9	1.410	0.16			
Total	15	27.334				
\bar{X} 6.92		CV= 5.72%		DS 0.20		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de varianza para la variable diámetro del basidiocarpo se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas a los niveles $P < 0.05$ y $P < 0.01$ entre tratamientos y no entre bloques, con un coeficiente de variación (CV) = 5.72% y desviación estándar (DS) = 0.20, donde se puede

inferir que hubo efecto de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca.

Tabla 17. Prueba de Duncan para diámetro del basidiocarpo

O.M.	Tratamientos	Promedios	Nivel de Significancia	
			0.05	0.01
1	T1	7.88	a	a
2	T2	7.75	a	a
3	T3	7.31	a	a
4	T4	4.75	b	b

Fuente: elaboración propia

La prueba de Duncan a los niveles de significancia del 5% y 1% indica que los tratamientos T1 con 7.88, T2 con 7.75 y T3 con 7.31 se observan que son iguales estadísticamente en la variable de diámetro de basidiocarpo, sin embargo, el tratamiento T4 con 7.75 es muy diferente estadísticamente a los niveles de significancia de 5% y 1%.

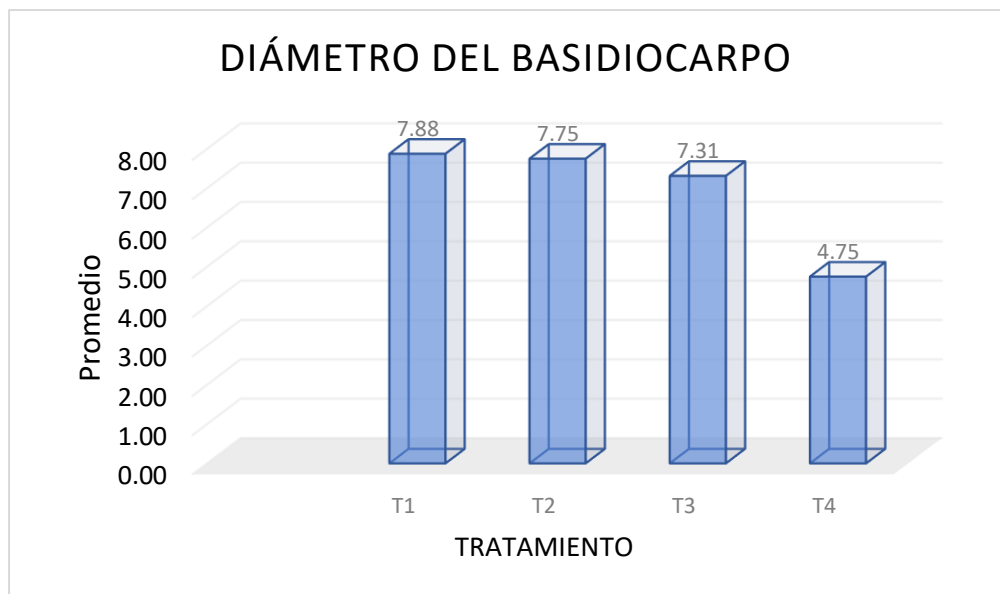


Figura 9. Promedio peso del bulbo en gramos

4.3. Prueba de hipótesis

En base a los resultados obtenidos de las pruebas ANOVA y Duncan, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa. Esto significa que al menos uno de los sustratos presenta una diferencia significativa en los

parámetros evaluados, lo que confirma que la elección del sustrato afecta la producción de hongos *Pleurotus djamor*, bajo condiciones de Huariaca-Pasco.

4.4. Discusión de resultados

Peso de Basidiocarpos

El análisis de varianza (ANOVA) indicó diferencias estadísticamente significativas en el peso de los basidiocarpos entre los diferentes tratamientos de sustratos, lo cual sugiere que la composición del sustrato influye considerablemente en la biomasa producida. La prueba Duncan mostró que el tratamiento 1, con una mezcla 50%-50% de sustrato, resultó en los basidiocarpos más pesados (27.67 g en promedio), superando significativamente a los demás tratamientos. Este resultado puede deberse a la composición balanceada de nutrientes en este sustrato, proporcionando condiciones óptimas para el desarrollo del hongo. La alta disponibilidad de nutrientes clave, como el carbono y el nitrógeno, puede haber sido determinante para el crecimiento de cuerpos fructíferos más robustos.

Es importante resaltar que un mayor peso de basidiocarpos es un indicador clave en la producción comercial de hongos, ya que se asocia directamente con el rendimiento económico. Además, este hallazgo concuerda con estudios previos en los que se ha demostrado que sustratos con una proporción equilibrada de materiales orgánicos mejoran la producción de hongos *Pleurotus* (Nieto Juárez et al., 2021).

Tasa de Biodegradación

La tasa de biodegradación del sustrato es un parámetro importante que refleja la eficiencia del hongo en descomponer la materia orgánica para obtener nutrientes. El tratamiento 4 presentó la mayor tasa de biodegradación, con un promedio de 379.15 g, lo que indica un proceso acelerado de descomposición del sustrato. Este comportamiento sugiere que los componentes del sustrato en

este tratamiento fueron más fácilmente accesibles para la actividad enzimática del hongo, facilitando la conversión de materia orgánica en biomasa.

Sin embargo, la alta biodegradación no necesariamente se tradujo en un mayor peso de basidiocarpos o en una mayor eficiencia biológica, lo que resalta la complejidad de las interacciones entre la composición del sustrato y la producción de hongos. Esto implica que, aunque un sustrato se degrade rápidamente, no siempre es el más adecuado para maximizar la producción, ya que otros factores, como la estructura física y la capacidad de retención de humedad, también influyen (Mendoza H.; Juscamaita J.; Quipuzco L., 2019)

Eficiencia Biológica

La eficiencia biológica es una medida integral de la capacidad del sustrato para ser convertido en biomasa comestible por el hongo. El tratamiento 1 mostró la mayor eficiencia biológica (4.52%), lo que indica que es el más efectivo para transformar el sustrato en hongos. Este hallazgo es particularmente relevante para la industria agrícola y de producción de hongos, ya que una mayor eficiencia biológica implica un uso más rentable de los recursos. La eficiencia superior observada en este tratamiento puede estar relacionada con la proporción adecuada de carbono a nitrógeno y la textura del sustrato, que permite una colonización más uniforme y rápida por parte del micelio.

Al comparar este resultado con investigaciones anteriores, se observa una coincidencia con estudios que han reportado que la combinación de sustratos ricos en lignocelulosa, junto con suplementos orgánicos, mejora significativamente la eficiencia biológica en la producción de *Pleurotus* (Bermúdez, C.; García O.; Aguilaris A.; Mendoza Y., 2023).

Tasa de Producción

La tasa de producción de hongos es otro indicador clave, especialmente para operaciones comerciales donde el tiempo de cultivo es crucial. El

tratamiento 1 no solo mostró un mayor rendimiento en términos de peso y eficiencia biológica, sino que también tuvo la tasa de producción más alta, lo que significa que los ciclos de producción fueron más cortos y productivos. Este resultado es indicativo de un equilibrio óptimo entre la degradación del sustrato y la generación de biomasa. Una tasa de producción elevada implica que el sustrato tiene un perfil de descomposición que favorece un crecimiento rápido sin comprometer la calidad o cantidad de los basidiocarpos. En términos prácticos, este tratamiento sería el más recomendable para una producción escalada debido a su combinación de rendimiento y eficiencia temporal.

Martínez (2014), al evaluar la tasa de producción de *Pleurotus ostreatus* en olotes de maíz, indica 3,5, y de *Pleurotus djamor* en el mismo sustrato, un valor de 2,6. Sin embargo, la diferencia en las tasas de producción también puede atribuirse a la especie de maíz, plátano, arroz o frijol utilizados, así como al grado de madurez y la fertilidad del suelo. Se puede considerar, además, al contenido de humedad del sustrato que se emplea, pues los hongos tienen un elevado contenido de agua en su composición. Respecto a esto, Cruz et al. (2010) mencionan que la humedad aproximada debe ser entre 70,0% hasta 80.0%, y que debe haber una temperatura entre 22 y 25 °C en el proceso de fructificación.

Número de Basidiocarpos

El análisis del número de basidiocarpos producidos refuerza los resultados previos, destacando al tratamiento 1 como el más efectivo. Este tratamiento no solo produjo cuerpos fructíferos más pesados, sino también una mayor cantidad de ellos. Este patrón sugiere que el sustrato optimizado no solo favorece el crecimiento de hongos grandes, sino que también estimula la formación de más primordios (incipientes hongos), lo cual es ventajoso para maximizar la producción total. Desde un punto de vista comercial, un mayor número de basidiocarpos es beneficioso, ya que ofrece un mayor volumen de

producción para la misma cantidad de sustrato, mejorando la rentabilidad general.

Romero et al. (2015), reporta también tres cosechas en *Lentinus edodes*, realizadas a los 20, 35 y 50 días (la más tardía), y a los 15, 20 y 25 días (la más rápida) con mezclas de aserrín de encino, rastrojo de maíz y olote de maíz. Posiblemente, la diferencia en el fructificación y/o producción entre los sustratos se deba en gran parte al composteo realizado. Los materiales no llevan a cabo un proceso de fermentación en el mismo periodo, siendo aquellos que presentan mayor 27 humedecimiento los que tienden a sufrir el proceso con mayor celeridad. Debido a que un efecto de la fermentación es la repartición de los componentes y el ablandamiento de la estructura de los materiales de desecho que servirán como sustrato, es importante el desarrollo de este proceso para facilitar así la absorción de agua por el hongo.

CONCLUSIONES

El presente estudio evaluó el efecto de diferentes sustratos en la producción de hongos comestibles *Pleurotus djamor* en condiciones de Huariaca-Pasco, analizando diversos parámetros productivos como el peso de los basidiocarpos, la tasa de biodegradación, la eficiencia biológica, la tasa de producción y el número de basidiocarpos.

El estudio comparativo de diferentes sustratos para el cultivo de *Pleurotus djamor* reveló que el tratamiento 1, compuesto por una mezcla específica de sustratos al 50%-50%, resultó ser el más óptimo para la producción de este hongo comestible. Este tratamiento demostró consistentemente un mayor rendimiento en términos de peso y número de basidiocarpos, así como una eficiencia biológica superior. La combinación de sustratos en el tratamiento 1 proporcionó las condiciones ideales para el crecimiento del hongo, favoreciendo una mayor disponibilidad de nutrientes y una biodegradación moderada que resultó ser beneficiosa para la producción.

Además del mayor rendimiento, el tratamiento 1 se destacó por su eficiencia en la conversión del sustrato en biomasa comestible y por permitir ciclos de cultivo más cortos. Estos resultados sugieren que el tratamiento 1 no solo es más productivo sino también más rentable, al maximizar la producción en un menor tiempo. Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones para la producción comercial de *Pleurotus djamor*, ya que proporcionan una guía clara para la selección del sustrato más adecuado y para la optimización de los procesos de cultivo.

RECOMENDACIONES

Los resultados sugieren que un sustrato compuesto por una mezcla equilibrada (50%-50%) de materiales orgánicos es el más adecuado para la producción de *Pleurotus djamor* en la región de Huariaca-Pasco. Este sustrato no solo maximiza la producción en términos de peso y número de basidiocarpos, sino que también optimiza la eficiencia biológica y la tasa de producción, lo que lo convierte en la opción más rentable y sostenible para los productores.

Se recomienda a los productores locales considerar el uso de este sustrato en sus sistemas de cultivo para mejorar la productividad y rentabilidad de sus operaciones. Además, futuras investigaciones podrían enfocarse en la optimización de la formulación de este sustrato, explorando la adición de suplementos orgánicos que puedan potenciar aún más los resultados obtenidos.

- Optimización del Sustrato: Dado que el tratamiento 1, con una mezcla al 50%-50%, mostró el mejor rendimiento, se recomienda seguir utilizando esta combinación de sustrato para maximizar la producción de *Pleurotus djamor*. Sin embargo, es aconsejable realizar pruebas adicionales con diferentes proporciones o la inclusión de suplementos orgánicos (como salvado de trigo o café) para evaluar si es posible mejorar aún más la eficiencia biológica y la tasa de producción.
- Monitoreo de Parámetros Ambientales: Para garantizar un crecimiento óptimo, es esencial monitorear y ajustar factores ambientales como la humedad, la temperatura y la ventilación en cada ciclo de producción. Se sugiere la implementación de sensores automatizados que permitan un control más preciso de estas variables, asegurando condiciones constantes y óptimas durante todo el proceso de cultivo.
- Investigación en la Utilización de Residuos Locales como Sustratos: Aunque el tratamiento 1 fue efectivo, explorar la posibilidad de incorporar residuos agrícolas locales como cáscaras de café, bagazo de caña o cascarilla de arroz podría reducir

costos de producción y promover la sostenibilidad. Realizar estudios piloto con estos residuos ayudaría a determinar su viabilidad como sustratos alternativos.

- Capacitación y Difusión de Conocimientos a Productores Locales: Dado que la producción de hongos como *Pleurotus djamor* puede ser una fuente importante de ingresos para la región, se recomienda organizar talleres y capacitaciones para los agricultores locales, enfocándose en la preparación adecuada del sustrato, las mejores prácticas de cultivo y el manejo postcosecha para asegurar productos de alta calidad.
- Estudios a Escala Comercial: Los resultados de este estudio se obtuvieron bajo condiciones controladas. Para validar la viabilidad económica y técnica del cultivo a gran escala, se recomienda llevar a cabo estudios de producción a nivel comercial. Esto permitiría evaluar variables adicionales como los costos operativos, la logística de distribución y la aceptación en el mercado local y regional.
- Diversificación de Productos Derivados del Hongo: Además de la venta directa de los hongos frescos, se recomienda explorar opciones de valor agregado, como la producción de hongos deshidratados, conservas, o productos en polvo. Estos derivados pueden tener una mayor durabilidad y un mercado más amplio, incrementando así las oportunidades de negocio para los productores locales.
- Sostenibilidad y Ciclo de Vida del Sustrato: Se sugiere investigar formas de reutilización o reciclaje del sustrato agotado, ya sea como abono orgánico o para otros usos agrícolas. Esto contribuiría a una producción más sostenible y reduciría el impacto ambiental.

En conclusión, este estudio confirma que la selección del sustrato es un factor determinante para el éxito en la producción de hongos *Pleurotus djamor*, y destaca la importancia de adaptar las técnicas de cultivo a las condiciones locales y los recursos disponibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria.pe (2022).** Perú puede ser la futura despensa de hongos para el mercado europeo y mundial. Agencia Agraria de Noticias, Boletín. Asociación micológica “Simbiosis Perú”. Agrocontinental – Chile, 2021.
- Apaza G, K (2017)** Producción de hongo comestible *Pleurotus djamor* (Fr) Boedijn usando distintos sustratos de residuos agrícolas aislado en Tingo María Tesis Ing. Agr. UNAS. Tingo María-Huánuco. Perú. 87 p.
- Ardón, L. 2007.** Producción de hongos comestibles, Facultad de Humanidades,
- Cruz, D.E., López de León, L.F., Pascual, M.B. 2010.** Evaluación de mezclas de pulpa de café con olote de maíz. Para la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*). Journal of Agriculture and Environment for International Development. 104 (3-4):139-154
- De Michelis A, et al (2006)** Hongos comestibles: teoría y práctica para la recolección, elaboración y conservación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina 160 p.
- Eric Boa (2005)** los hongos silvestres comestibles perspectiva global de su uso e importancia para la población. FAO. Roma. 170 p.
- Fernández C.M (2018)** estrategias para la exportación de hongos comestibles desde Ferreñafe-Lambayeque. Revista de ciencias empresariales de la Universidad de San Martín de Porres G(1), 12-21.
https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1731/sme_v5n2.pdf?sequence=1&isallowed=y.
- Fitts Vargas, L.R, et al(2015).** Identificación de las técnicas de propagación y cultivo en residuos agroindustriales de hongos comestibles originarios de San Juan de Cacazú en la selva central de la Amazonía peruana. UNALM-Lima, Perú.
<https://www.agrocontinentalchile.cl/ostra-rosada-pleurotusdjamor?srsId=AfmBOoqnYOW56vjsA5ByrxUpGi9TQ1IZnYrlyz-n2tJoZgtwAWtOKRkY>
- OEI, P. 2003.** Mushroom cultivation. 3 ed. Backhuys Publishers. Leiden, Holanda. 426 p.
- Rodríguez C (2007)** cultivo de hongos comestibles. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 10-15 <https://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-hongos-comestibles>.
- RODRÍGUEZ, N., GÓMEZ, F. 2001.** Cultivo de hongos comestibles en pulpa de café. Programa de investigación científica. Avances técnicos. Cenicafe, Chinchiná. 285:1-8

- Romero, O., Martínez, M., Damián, M., Ramírez, B., y López, F. (2015).** Producción del hongo Shiitake (*Lentinula edodes* Pegler) en bloques sintéticos utilizando residuos agroforestales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(6), 1229-1238. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n6/v6n6a7.pdf>
- Royse et al (2017).** Producción mundial de zetas *Pleurotus* spp, con énfasis en países iberoamericanos. La biología el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las zetas *Pleurotus* spp. El colegio de frontera sur. Tapachula, pp 17-25. New York.
- Sánchez E.J. et al (2012)** Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica. Instituto de Ecología A.C. Primera Edición México.
- Sierra Exportadora (2017)** Hongos comestibles *Suittus tuteus* 1-6. [7https://www.sierraexportadora.gob.pe/programas/forestales/wp.content/uploads/2017/08/HONGOS](https://www.sierraexportadora.gob.pe/programas/forestales/wp.content/uploads/2017/08/HONGOS)
- STAMETS, P. 1993.** Growing gourmet & medical mushrooms. Ten Speed Press, Berkeley, 552 pp. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

ANEXOS

DATOS OBTENIDOS DE CAMPO

ANEXO 01: DATOS DE CAMPO - PESO DE BASIDIOCARPOS

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1	34.34	22.56	27.51	26.28	110.70	27.67
T2	21.58	25.27	35.64	22.45	104.94	26.24
T3	25.64	24.07	21.69	19.76	91.15	22.79
T4	5.59	3.90	8.44	4.20	22.13	5.53
Total	87.15	75.80	93.28	72.69	328.92	
Promedio	21.79	18.95	23.32	18.17		20.56

ANEXO 02: DATOS DE CAMPO - TASA DE BIODEGRADACIÓN

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1	42.06	41.59	41.45	40.81	165.90	41.47
T2	34.82	36.19	33.04	36.93	140.97	35.24
T3	99.89	102.38	100.87	98.67	401.82	100.45
T4	387.63	366.93	379.75	382.31	1516.62	379.15
Total	564.39	547.09	555.11	558.72	2225.30	
Promedio	141.10	136.77	138.78	139.68		139.08

ANEXO 03: DATOS DE CAMPO - EFICIENCIA BIOLÓGICA

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1	5.61	3.69	4.50	4.30	18.10	4.52
T2	3.51	4.11	5.79	3.65	17.06	4.26
T3	4.40	4.14	3.73	3.39	15.66	3.91
T4	0.43	0.30	0.65	0.32	1.69	0.42
Total	13.95	12.23	14.66	11.66	52.50	
Promedio	3.49	3.06	3.67	2.91		3.28

ANEXO 04: DATOS DE CAMPO - TASA DE PRODUCCIÓN

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1	0.102	0.067	0.082	0.078	0.329	0.08
T2	0.064	0.075	0.105	0.066	0.310	0.08
T3	0.080	0.075	0.068	0.062	0.285	0.07
T4	0.008	0.005	0.012	0.006	0.031	0.01
Total	0.254	0.222	0.267	0.212	0.955	
Promedio	0.064	0.056	0.067	0.053		0.06

ANEXO 05: DATOS DE CAMPO - NÚMERO DE BASIDIOCARPO

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1	11.75	11.50	12.25	11.75	47.25	11.81
T2	11.50	11.25	11.50	11.75	46.00	11.50
T3	10.00	10.25	10.00	10.00	40.25	10.06
T4	4.75	3.75	4.25	4.50	17.25	4.31
Total	38.00	36.75	38.00	38.00	150.75	
Promedio	9.50	9.19	9.50	9.50		9.42

ANEXO 06: DATOS DE CAMPO - PESO PROMEDIO POR BASIDIOCARPO

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1	17.05	17.05	17.11	17.01	68.22	17.05
T2	16.40	16.33	16.37	16.00	65.09	16.27
T3	13.14	13.07	13.44	12.74	52.38	13.10
T4	9.65	9.97	10.19	9.63	39.44	9.86
Total	56.23	56.42	57.11	55.38	225.13	
Promedio	14.06	14.10	14.28	13.84		14.07

ANEXO 07: DATOS DE CAMPO - DIÁMETRO DEL BASIDIOCARPO

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1	7.75	8.00	7.75	8.00	31.50	7.88
T2	7.75	7.00	8.25	8.00	31.00	7.75
T3	7.50	7.25	7.00	7.50	29.25	7.31
T4	4.75	5.00	5.00	4.25	19.00	4.75
Total	27.75	27.25	28.00	27.75	110.75	
Promedio	6.94	6.81	7.00	6.94		6.92

Registros de datos de campo



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA



Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

ASESOR: LLANOS ZEVALLOS, Manuel FECHA: _____
EVALUADOR: ESPAÑA BERROSPI, Angela HORA: _____
QUISPE TELLO, Maybeli

PESO PROMEDIO POR BASIDIOCARPO

Tratamiento / Bloque		Muestra				PROMEDIO
		1	2	3	4	
T1	I	17.20	16.85	17.25	16.89	17.05
	II	17.42	16.92	16.82	17.05	17.05
	III	16.85	17.25	17.10	17.24	17.11
	IV	16.32	17.45	17.42	16.84	17.01
T2	I	16.32	15.94	16.48	16.85	16.40
	II	16.25	16.85	15.72	16.48	16.33
	III	16.85	16.35	16.05	16.24	16.37
	IV	15.82	15.97	16.08	16.12	16.00
T3	I	12.45	13.25	12.84	14.02	13.14
	II	14.10	12.47	13.24	12.45	13.07
	III	13.62	14.02	13.24	12.86	13.44
	IV	13.54	12.46	12.33	12.63	12.74
T4	I	9.65	10.23	8.56	10.14	9.65
	II	10.24	9.86	9.75	10.04	9.97
	III	11.00	10.47	9.56	9.72	10.19
	IV	9.63	9.52	9.87	9.51	9.63



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA



Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

ASESOR: LLANOS ZEVALLOS, Manuel FECHA: 9/04/2024
EVALUADOR: ESPAÑA BERROSPI, Angela HORA: 3:05 p. m.
QUISPE TELLO, Maybeli

TASA DE BIODEGRADACIÓN

Tratamiento / Bloque		Muestra				PROMEDIO
		1	2	3	4	
T1	I	41.3	44.16	41.78	40.98	42.06
	II	42.96	40.87	41.44	41.68	41.59
	III	40.57	42.89	41.23	41.09	41.45
	IV	40.91	42.36	39.74	40.23	40.81
T2	I	35.63	33.89	34.89	34.85	34.82
	II	37.23	35.86	38.42	33.24	36.19
	III	34.56	32.85	34.5	30.24	33.04
	IV	37.45	35.63	36.42	38.21	36.93
T3	I	98.63	103.45	97.25	100.24	99.89
	II	102.45	101.09	103.54	102.45	102.38
	III	102.53	99.86	99.86	101.24	100.87
	IV	96.87	99.45	97.32	101.04	98.67
T4	I	384.26	396.12	377.73	392.4	387.63
	II	365.23	371.23	359.08	372.18	366.93
	III	381.45	379.58	385.12	372.85	379.75
	IV	385.74	375.23	388.42	379.84	382.31



Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

ASESOR: LLANOS ZEVALLOS, Manuel FECHA: 9/04/2024
EVALUADOR: ESPAÑA BERROSPI, Angela HORA: 3:05 p. m.
QUISPE TELLO, Maybell

EFICIENCIA BIOLOGICA (hongos producidos)

Tratamiento / Bloque		Muestra				
		1	2	3	4	PROMEDIO
T1	I	31.26	32.42	36.48	37.21	34.34
	II	21.85	23.74	20.42	24.23	22.56
	III	25.84	23.46	28.34	32.41	27.51
	IV	24.86	28.36	22.43	29.47	26.28
T2	I	20.53	22.45	24.87	18.46	21.58
	II	25.44	28.37	20.19	27.09	25.27
	III	29.89	37.08	36.44	39.14	35.64
	IV	21.45	26.48	22.74	19.14	22.45
T3	I	22.06	22.46	32.64	25.41	25.64
	II	22.56	25.08	21.89	26.74	24.07
	III	19.63	22.48	23.49	21.14	21.69
	IV	18.64	20.16	22.67	17.56	19.76
T4	I	4.56	3.89	6.45	7.45	5.59
	II	2.14	3.58	6.74	3.12	3.90
	III	7.69	8.14	9.21	8.72	8.44
	IV	4.22	3.45	5.06	4.08	4.20

Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

ASESOR: LLANOS ZEVALLOS, Manuel FECHA: 9/04/2024
EVALUADOR: ESPAÑA BERROSPI, Angela HORA: 3:05 p. m.
QUISPE TELLO, Maybell

EFICIENCIA BIOLOGICA (peso de sustrato seco)

Tratamiento / Bloque		Muestra				
		1	2	3	4	PROMEDIO
T1	I	612.04	611.94	612.03	611.91	611.98
	II	610.95	611.42	612.34	610.21	611.23
	III	611.24	610.95	612.01	610.84	611.26
	IV	612.05	611.85	611.57	612.01	611.87
T2	I	614.95	615.56	616.02	614.47	615.25
	II	614.98	615.23	615.45	614.82	615.12
	III	615.23	615.44	614.75	615.36	615.20
	IV	615.42	615.38	614.98	615.92	615.43
T3	I	581.63	582.95	583.62	580.97	582.29
	II	582.45	581.96	580.96	582.75	582.03
	III	581.96	583.45	580.42	582.61	582.11
	IV	581.91	582.34	581.96	582.67	582.22
T4	I	1309.25	1307.98	1310.02	1308.95	1309.05
	II	1308.87	1309.25	1309.56	1309.75	1309.36
	III	1309.21	1310.04	1308.74	1309.12	1309.28
	IV	1308.56	1309.15	1309.84	1308.63	1309.05



Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

ASESOR: LLANOS ZEVALLOS, Manuel FECHA: 9/04/2024
EVALUADOR: ESPAÑA BERROSPI, Angela HORA: 3:05 p. m.
QUISPE TELLO, Maybell

TASA DE PRODUCCION

Tratamiento / Bloque		Muestra				PROMEDIO
		1	2	3	4	
T1	I	31.26	32.42	36.48	37.21	34.34
	II	21.85	23.74	20.42	24.23	22.56
	III	25.84	23.66	28.34	32.41	27.51
	IV	24.86	28.36	22.43	29.47	26.28
T2	I	20.53	22.45	24.87	18.46	21.58
	II	25.44	28.37	20.19	27.09	25.27
	III	29.89	37.08	36.44	39.14	35.64
	IV	21.45	26.68	22.74	19.14	22.85
T3	I	22.06	22.46	32.64	25.41	25.64
	II	22.56	25.08	21.89	26.74	24.07
	III	19.63	22.48	23.49	21.14	21.69
	IV	18.64	20.16	22.67	17.56	19.76
T4	I	4.56	3.89	6.45	7.45	5.59
	II	2.34	3.58	6.74	3.12	3.98
	III	7.69	8.14	9.21	8.72	8.44
	IV	4.22	3.45	5.06	4.08	4.10



Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

ASESOR: LLANOS ZEVALLOS, Manuel FECHA: 9/04/2024
EVALUADOR: ESPAÑA BERROSPI, Angela HORA: 3:05 p. m.
QUISPE TELLO, Maybell

NUMERO DE BASIDIOCARPO

Tratamiento / Bloque		Muestra				PROMEDIO
		1	2	3	4	
T1	I	1	2	3	4	PROMEDIO
	II	11	14	12	10	11.75
	III	13	10	11	12	11.5
	IV	14	12	9	14	12.25
T2	I	11	12	12	11	11.75
	II	12	13	10	11	11.50
	III	10	10	14	11	11.25
	IV	12	14	10	10	11.50
T3	I	13	12	11	11	11.75
	II	10	9	11	10	10.00
	III	9	10	11	11	10.25
	IV	9	11	9	11	10.00
T4	I	10	9	12	9	10.00
	II	4	5	4	6	4.75
	III	3	4	5	3	3.75
	IV	4	4	6	3	4.25



Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca – Pasco.

ASESOR: LLANOS ZEVALLOS, Manuel FECHA: 9/04/2024

EVALUADOR: ESPAÑA BERROSPI, Angela HORA: 3:05 p. m.
QUISPE TELLO, Maybeli

DIAMETRO DE BASIDIOCARPO

Tratamiento / Bloque	Muestra				PROMEDIO	
	1	2	3	4		
T1	I	10	7	8	6	7.75
	II	10	6	7	9	8
	III	9	6	8	8	7.75
	IV	7	7	8	10	8
T2	I	8	7	8	8	7.75
	II	8	6	8	6	7.00
	III	9	8	7	9	8.25
	IV	7	9	8	8	8.00
T3	I	7	8	8	7	7.50
	II	8	6	7	8	7.25
	III	7	6	8	7	7.00
	IV	9	6	7	8	7.50
T4	I	6	5	3	5	4.75
	II	5	5	4	6	5.00
	III	4	6	5	5	5.00
	IV	3	6	4	4	4.25

MATRIZ DE CONSISTENCIA:

Comparación de cuatro tipos de sustratos en la producción del hongo comestible (*Pleurotus djamor*) en el distrito de Huariaca– Pasco 2023/

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
GENERALES	¿Cuál es el efecto de los 4 tipos de sustratos en la producción de hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) en el distrito de Paucartambo?	Evaluar cuál de los cuatro sustratos incide mejor en la producción del hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) en el distrito de Huariaca-Pasco.	Usando los cuatro sustratos orgánicos en la producción de hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>), se evaluará el sustrato óptimo para el mejor rendimiento del hongo en condiciones de Huariaca-Pasco.	Variables independientes: •Hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) •Sustratos •Tierra de cobertura	Características cuantitativas
ESPECÍFICOS	- ¿Cuál de los cuatro sustratos será la mejor alternativa en la producción de hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) en el distrito de Huariaca?	Evaluar cuál de los cuatro sustratos es la mejor alternativa para la producción del hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) en el distrito de Huariaca - Pasco.	El uso de cuatro sustratos orgánicos tendrá un efecto significativo en la producción del hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) en el distrito de Huariaca - Pasco.	Variables Dependientes: •Temperatura y humedad •Bacterias saprófitas (actinomicetos) •Innovación de micelios en los sustratos •Números de <i>Pleurotus djamor</i> en las bolsas •Peso de <i>Pleurotus djamor</i> /bolsa.	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Peso de basidiocarpo ✦ Tasa de biodegradación ✦ Porcentaje de eficiencia biológica ✦ Tasa de producción ✦ Número de basidiocarpo por bolsa ✦ Peso promedio de basidiocarpo por bolsa ✦ Diámetro de basidiocarpo
	- ¿Cuál será la producción del hongo comestible en los cuatro sustratos de la zona?	Evaluar el rendimiento del hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) con los cuatro sustratos de la zona en el distrito de Huariaca - Pasco.	Los sustratos tienen un efecto significativo en el rendimiento del hongo comestible (<i>Pleurotus djamor</i>) en condiciones del distrito de Huariaca-Pasco.	Variable interviniente •Condiciones climáticas •Suelo-sustratos	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Riego (con atomizador) ✦ Humedad del sustrato ✦ Temperatura °C ✦ pH

FOTOS DOCUMENTANDO EL PROCESO DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO.



Ilustración 1. Eliminación de fragmentos grandes de sustrato no molidos correctamente para optimizar el proceso de esterilización.



Ilustración 2. Colocación del sustrato en bandejas de cartulina dentro de la estufa de esterilización.



Ilustración 3. Sustratos colocados en la estufa para el proceso de esterilización.



Ilustración 4. Empaque del sustrato para su esterilización en autoclave.



Ilustración 5. Sustratos preparados para ser llevados al autoclave para su esterilización.





Ilustración 7. Registro de temperatura, humedad y pH en cada sustrato para su monitoreo.



Ilustración 8. Preparación y mezcla de sustratos de acuerdo con los tratamientos establecidos.



Ilustración 9. Medición de humedad, temperatura y pH en los sustratos después de la mezcla.



Ilustración 11. Humedecimiento del sustrato hasta alcanzar un 75% de humedad.



Ilustración 13. Siembra de *Pleurotus djamor* en pasteles, colocando las semillas capa por capa.



Ilustración 14. Medición de humedad, temperatura y pH en los pasteles antes de sellarlos.





Ilustración 15. 20 días después del inicio de la incubación, se realiza la medición de humedad y temperatura.





Ilustración 17. Distribución de los tratamientos en el anaquel.



Ilustración 19. Riego de cada tratamiento utilizando un atomizador.

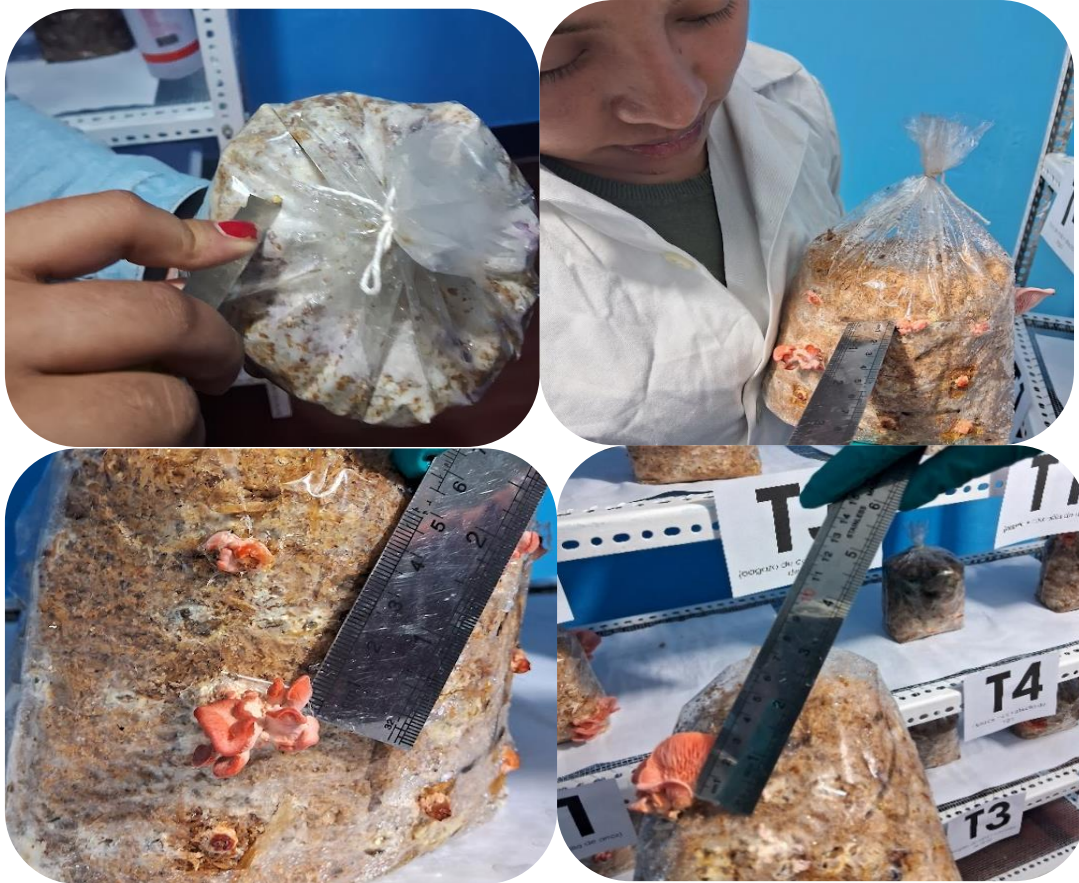


Ilustración 20. Medición de cada basidiocarpo y registro de datos en sus primeros brotes y en etapas posteriores.



Toma lateral a los 25 días después del brote



Ilustración 22. Fotografía frontal tomada 42 días después del brote.



Ilustración 23. Fotografía del hongo *Pleurotus djamor* del tratamiento 2.



Ilustración 24. Foto del hongo *Pleurotus djamor* según su etapa de crecimiento.

