

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS  
NATURALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE  
RECURSOS NATURALES



**“EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO SUSTRATO PARA  
LA PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO  
AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**

AUTORES:

Bach. JONATHAN CHRISTIAN MERCADO CAYTURO  
Bach. JENNY SOLEDAD TTUPA CHUCO

Two handwritten signatures in blue ink. The top one is for Jonathan Christian Mercado Cayturo and the bottom one is for Jenny Soledad Ttupa Chuco.

ASESOR:

Blgo. CARLOS ODORICO TOME RAMOS

A handwritten signature in blue ink for Carlos Odorico Tome Ramos.

Callao, 2022

PERÚ





(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)

### ANEXO 2

#### ACTA N° 001-2022-JST-FIARN-UNAC DE SUSTENTACIÓN DE TESIS SIN CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

LIBRO N° ..... FOLIO N° ..... ACTA 001-2022-JST-FIARN-UNAC DE SUSTENTACIÓN DE TESIS SIN CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

A los 28 días del mes de abril del año 2022, siendo las 16:00 horas, se reunió en la sala Meet: <https://meet.google.com/rww-jnma-qaq?authuser=5>, la Ms.C. María Antonieta Gutiérrez Díaz, el Blgo. Abelardo Virgilio Martín Isla Medina y la Ing. Nancy Elizabeth Cáceres Mayorga, el JURADOS DE SUSTENTACIÓN DE TESIS, según la resolución N° 075-2021-D-FIARN, para la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

MSc. María Antonieta Gutiérrez Díaz	Presidente
Blgo. Abelardo Virgilio Martín Isla Medina	Secretario
Ing. Nancy Elizabeth Cáceres Mayorga	Vocal
Blgo. Carlos Odorico Tome Ramos	Asesor

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de los **Bachilleres Jenny Soledad Ttupa Chuco y Jonathan Christian Mercado Cayturo**, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: "**EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR COMO SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)**", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa BUENO y calificación cuantitativa **DIECISEIS (16)**, la presente tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio del 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 17:30 horas del día jueves 28 de abril del año en curso.



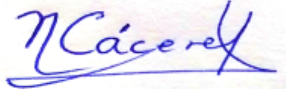
---

MSc. María Antonieta Gutiérrez Díaz  
Presidente



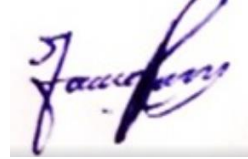
---

Blgo. Abelardo Virgilio Martín Isla Medina  
Secretario



---

Ing. Nancy Elizabeth Cáceres Mayorga  
Vocal



---

Blgo. Carlos Odorico Tome Ramos  
Asesor

## **DEDICATORIA**

La presente investigación es dedicada a nuestros padres, por su constante soporte en el transcurso de nuestras vidas y por su admirable ímpetu de lucha; asimismo, a nuestros hermanos, por su desinteresado apoyo y ventajoso consejo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra querida Universidad Nacional de Callao, con énfasis especial a nuestra Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, por ser nuestra casa de estudio y por otorgar recta formación.

A nuestro asesor, Blgo. Carlos Tome Ramos, por su orientación y apoyo prestado durante el proceso de la investigación.

A nuestro jefe de laboratorio, el Sr. Biólogo Martin Isla Medina, por dar facilidades en el uso de las instalaciones del laboratorio de Microbiología Ambiental.

A nuestros profesores y compañeros de estudio, cuya orientación contribuyó a las mejoras de esta investigación.

## INDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	3
INTRODUCCIÓN .....	5
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	6
1.2 Formulación del problema .....	7
1.2.1 Problema General .....	7
1.2.2 Problemas Específicos .....	7
1.3 Objetivos (General y Específico) .....	8
1.3.1 Objetivo General .....	8
1.3.2 Objetivos Específicos .....	8
1.4 Limitantes de la investigación (teórico, temporal, espacial).....	9
1.4.1 Teórico .....	9
1.4.2 Temporal.....	9
1.4.3 Espacial .....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	11
2.1 Antecedentes (Internacional y Nacional).....	11
2.1.1 Internacional.....	11
2.1.2 Nacional .....	13
2.2 Bases teóricas.....	15
2.2.1 Sustrato .....	15
2.2.2 Criterios para elegir un sustrato para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Hongo de ostra):.....	16
2.2.3 Sustrato de bagazo de caña de azúcar para el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Hongo de ostra).....	16
2.2.4 Cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Hongo de ostra).....	17
2.3 Conceptual .....	17
2.3.1 Caña de Azúcar- <i>Saccharum officinarum</i> .....	17
2.3.1.1 Residuos agroindustriales de Caña de Azúcar .....	18
2.3.1.2 Bagazo de caña de azúcar .....	19
2.3.2 <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra).....	22

2.3.2.1	Definición.....	22
2.3.2.2	Clasificación taxonómica del Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	23
2.3.2.3	Características morfológicas.....	23
2.3.2.4	Hábitat.....	24
2.3.2.5	Importancia.....	24
2.3.2.6	Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	24
2.3.2.7	Factores que afectan el crecimiento y fructificación.....	29
2.3.2.8	Valores nutritivos del <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	32
2.3.2.9	Contaminantes, plagas y enfermedades .....	32
2.3.2.10	Indicadores de la producción de hongos .....	34
2.4	Definición de términos básicos .....	35
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	37
3.1	Hipótesis.....	37
3.1.1	Hipótesis General .....	37
3.1.2	Hipótesis Específicas .....	37
3.2	Definición conceptual de variables .....	37
3.2.1	Operacionalización de variables .....	39
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	40
4.1	Tipo y diseño de la investigación .....	40
4.1.1	Tipo de investigación .....	40
4.1.2	Diseño de la investigación .....	40
4.2.	Método de investigación .....	41
4.2.1.	Materiales, equipos e instrumentos .....	41
4.2.2	Etapas del trabajo de investigación .....	43
4.3	Población y muestra.....	53
4.3.1	Población.....	53
4.3.2	Muestra .....	53
4.4	Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	54
4.4.1	Localización.....	54
4.4.2	Habitantes.....	55
4.4.3	Aspectos ambientales .....	55
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	60
4.5.1	Técnicas para la recolección de la información.....	60



4.5.2 Instrumentos para la recolección de la información .....	60
4.6 Análisis y procesamiento de datos .....	61
V. RESULTADOS .....	64
5.1 Resultados descriptivos .....	64
5.2 Resultados inferenciales.....	73
5.3 Otro tipo de resultado.....	75
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	76
6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados ..	76
6.2 Contrastación de los resultados con estudios similares.....	77
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes ...	78
VII. CONCLUSIONES.....	79
VIII. RECOMENDACIONES .....	80
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81
X. ANEXOS .....	87
10.1 Anexo 1: Matriz de consistencia.....	87
10.2 Anexo 2: Informe de Ensayo.....	88
10.3 Anexo 3: Consentimiento informado .....	89
10.4 Anexo 4: Ficha de evaluación del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	90
10.5 Anexo 5: Registro Fotográfico.....	91
10.6 Anexo 6: Tabla de rangos significativos de Duncan .....	102
10.7 Anexo 7: Declaración jurada.....	104

## INDICE DE TABLAS DE CONTENIDO

<b>Tabla 1</b> Composición física del bagazo de caña de azúcar .....	19
<b>Tabla 2</b> Composición química del bagazo de caña de azúcar.....	20
<b>Tabla 3</b> Contenido de la fibra del bagazo de caña de azúcar.....	20
<b>Tabla 4</b> Composición morfológica del bagazo (Integral Limpia) .....	21
<b>Tabla 5</b> Clasificación taxonómica del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	23
<b>Tabla 6</b> Operacionalización de las variables.....	39
<b>Tabla 7</b> Materiales, equipos e instrumentos utilizados .....	42
<b>Tabla 8</b> Tratamiento del sustrato de bagazo de caña de azúcar .....	49

<b>Tabla 9</b>	Registro de temperatura ambiental en el distrito de San Juan de Lurigancho 2019 – Estación Ñaña .....	56
<b>Tabla 10</b>	Registro de humedad relativa mensual en el distrito de San Juan de Lurigancho – Estación Ñaña .....	58
<b>Tabla 11</b>	Resultados de las unidades experimentales según el tratamiento .	62
<b>Tabla 12</b>	Arreglo de datos empleados en el trabajo de Investigación.....	62
<b>Tabla 13</b>	ANOVA para el diseño en bloques completos al azar .....	63
<b>Tabla 14</b>	Resultados de la primera cosecha.....	64
<b>Tabla 15</b>	Resultados de la segunda cosecha .....	65
<b>Tabla 16</b>	Resultados de la tercera cosecha.....	66
<b>Tabla 17</b>	Registro de masa de hongo producido .....	67
<b>Tabla 18</b>	Tamaño de estipe producidos durante la cosecha .....	68
<b>Tabla 19</b>	Diámetro del hongo identificado durante la cosecha .....	69
<b>Tabla 20</b>	Eficiencia biológica (EB) por tratamiento .....	70
<b>Tabla 21</b>	Eficiencia biológica producida en las 3 cosechas .....	71
<b>Tabla 22</b>	Tasa de producción por tratamiento. ....	72
<b>Tabla 23</b>	Tasa de producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> obtenido en T1 y T2..	72
<b>Tabla 24</b>	ANOVA de la tasa de producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> obtenido en los dos tratamientos .....	74
<b>Tabla 25</b>	Resultados de laboratorio para muestra de hongo.....	75

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Registro de temperatura mensual en el distrito de San Juan de Lurigancho Año 2019 – Estación Ñaña .....	57
<b>Gráfico 2</b>	Registro de humedad relativa mensual en el distrito de San Juan de Lurigancho – Estación Ñaña – Año 2019 .....	59
<b>Gráfico 3</b>	Número de cosecha vs masa de hongo .....	67
<b>Gráfico 4</b>	Número de cosecha vs tamaño de pileo.....	68
<b>Gráfico 5</b>	Diámetro obtenido del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	69
<b>Gráfico 6</b>	Eficiencia Biológica del <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	71
<b>Gráfico 7</b>	Tasa de Producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Partes del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	22
<b>Figura 2</b> Etapas del trabajo de investigación .....	43
<b>Figura 3</b> Generación del bagazo de caña de azúcar.....	44
<b>Figura 4</b> Placa de petri con agar de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	45
<b>Figura 5</b> Recolección y segregación del bagazo de caña de azúcar .....	47
<b>Figura 6</b> Inóculo en cabina de bioseguridad .....	49
<b>Figura 7</b> Ambiente adecuado para la incubación del sustrato .....	50
<b>Figura 8</b> Ambiente adecuado para la fructificación.....	51
<b>Figura 9</b> Distribución de las muestras de estudio durante la fructificación .....	52
<b>Figura 10</b> Etapa de cosecha del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	53
<b>Figura 11</b> Mapa del distrito de San Juan de Lurigancho .....	54
<b>Figura 12</b> Ubicación de puntos de recolección y área experimental en San Juan de Lurigancho .....	60

## RESUMEN

Actualmente, en la estación Bayóvar - Línea 1 del Metro de Lima, se advierte presencia de múltiples comerciantes, como así lo asevera Yóplac (2019) refiriendo que el comercio informal ha ocupado el paradero de buses y vía auxiliar de la referida estación; donde algunos de estos se dedican a la venta de caña de azúcar y sus derivados, cuyos residuos generados no son sometidos a tratamiento ni aprovechamiento previo.

En razón de ello, el presente trabajo de investigación buscó evaluar al bagazo de caña de azúcar como sustrato para producir *Pleurotus ostreatus*, una seta comestible, muy nutritiva; si bien múltiples estudios similares fueron ya realizados, ninguno refiere a profundidad como la longitud del sustrato interviene en la producción del referido hongo, ya que como lo describe Flores (2012) el tamaño del sustrato tiene relación con el acceso a los nutrientes, al agua y al aire influenciando de manera directa en el correcto crecimiento del micelio.

El trabajo se define como aplicado experimental, ciñéndose a una metodología cuantitativa, el cual, se realizó siguiendo una serie de fases tales como: evaluación del generador, preparación del inóculo y sustrato, inoculación, incubación, fructificación, cosecha y evaluación de resultados.

El resultado de la fase experimental revela que, el sustrato de bagazo de caña de azúcar si favorece la producción de hongo *Pleurotus ostreatus*, una eficiencia biológica de 41.11 % y una tasa de producción de 0.65% para el sustrato de 2 cm de longitud (T1); mientras que para el sustrato de 5 cm de longitud (T2) se identifica una eficiencia biológica de 44.89% y una tasa de producción de 0.71%.

Por consiguiente, se concluye que el empleo de un sustrato de longitud de 5 cm respecto a otro de longitud de 2 cm es preferido, ya que favorece el crecimiento del hongo, este procedimiento realizado en escala podría ofrecer prometedores resultados.

Finalmente, la importancia ambiental de la investigación realizada, reside en la necesidad de impulsar alternativas que permitan mitigar la generación de

residuos y promoviendo su reuso, para la obtención de un nuevo producto; de tal forma que se reduce la disposición de estos en los rellenos sanitarios.

**PALABRAS CLAVE:** Hongo de ostra, bagazo de caña de azúcar, sustrato, *Pleurotus ostreatus*, San Juan de Lurigancho, Bayóvar, residuos.

## ABSTRACT

Currently, at the Bayóvar - Line 1 station of the Lima Metro, the presence of multiple merchants is noted, as Yóplac (2019) asserts, referring to the fact that informal commerce has occupied the bus stop and auxiliary road of the aforementioned station; where some of these are dedicated to the sale of sugar cane and its derivatives, whose generated residues are not subjected to treatment or prior use.

Because of this, this research work sought to evaluate sugarcane bagasse as a substrate to produce *Pleurotus ostreatus*, an edible, very nutritious mushroom; Although multiple similar studies have already been carried out, none refer to depth as the length of the substrate intervenes in the production of the aforementioned fungus, since, as described by Flores (2012), the size of the substrate is related to access to nutrients, water and to the air directly influencing the correct growth of the mycelium.

The work is defined as applied experimental, adhering to a quantitative methodology, which was carried out following a series of phases such as: evaluation of the generator, preparation of the inoculum and substrate, inoculation, incubation, fruiting, harvest and evaluation of results.

The result of the experimental phase reveals that the sugarcane bagasse substrate favors the production of the *Pleurotus ostreatus* fungus, a biological efficiency of 41.11% and a production rate of 0.65% for the 2 cm long substrate (T1 ); while for the 5 cm long substrate (T2) a biological efficiency of 44.89% and a production rate of 0.71% are identified.

Therefore, it is concluded that the use of a substrate with a length of 5 cm compared to another with a length of 2 cm is preferred, since it favors the growth of the fungus, this procedure carried out on a scale could offer promising results.

Finally, the environmental importance of the research carried out lies in the need to promote alternatives that allow mitigating the generation of waste and promoting its reuse, to obtain a new product; in such a way that the disposal of these in sanitary landfills is reduced.

KEY WORDS: Oyster fungus, sugar cane bagasse, substrate, *Pleurotus ostreatus*, San Juan de Lurigancho, Bayóvar, waste.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico actual, está ocasionando impactos negativos en el planeta, siendo la generación de residuos un principal indicador de la problemática ambiental actual, así Achával (2018) lo asevera es preciso tener presente que en medida que incrementa la población, aumenta la demanda de artículos y productos cuya elaboración, consumo o uso origina residuos contaminantes.

De tal manera resulta prioritario, a todo nivel, promover acciones de reuso, ya que, si los residuos no son tratados, estos de forma inevitable acabarán en rellenos sanitarios, tal como lo menciona Burton et al. (2014) “Podemos ayudar a dejar menos basura en los tiraderos si usamos las cosas otra vez”.

Para el caso específico del Perú, Lima capital, es una de las urbes más pobladas, siendo el distrito de San Juan de Lurigancho aquel que mayor población alberga, estimada en 1 millón 38 mil 495 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018, p. 24) donde una generación de 380 710 63 toneladas anuales son aproximados (Ministerio de Medio Ambiente [MINAM], 2020), de tal manera, resulta prioritario establecer claras alternativas que promuevan el reuso y que den cabida a procesos eficientes y amigables con el entorno del distrito.

Así entonces, producir *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) empleando el residuo de la caña de azúcar, puede ser considerado una alternativa para la producción de este rico alimento que según refiere Ciappini et. al. (2004) “proporcionan pocas calorías, son 99% libres de grasas, altos valores en fibras y bajos en Sodio (...) alto contenido de Magnesio (Mg) y Potasio (K). Una porción de 100 g de hongo aporta un 20% de fibra, un 30.7% de Mg y un 13.3 % de K del total requerido en la dieta diaria”, un ideal complemento que podría emplearse en recetas diarias de cocina.

Finalmente, el presente trabajo de investigación tiene como fin evaluar el bagazo de caña de azúcar generado por el comercio ambulatorio, para la producción de *Pleurotus ostreatus*, en base a dos tipos de tratamientos (corte de 2 cm y 5 cm).



# I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, se ha visto incrementada la presencia de comerciantes ambulantes en las principales vías del distrito de San Juan de Lurigancho, esto debido al crecimiento demográfico, ya que al comparar censos previos se aprecia un mayor crecimiento de la población urbana en el distrito de San Juan de Lurigancho, al elevarse la cifra de 898 mil 443 personas en el 2007 a 1 millón 38 mil 495 en el 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018, p. 26), en la zona de estudio, el incremento fue influenciado principalmente por el funcionamiento de la Línea 01 - Metro de Lima, que inició sus operaciones en mayo del 2014, dando apertura a múltiples negocios precarios que han poblado la zona, así como Yóplac (2019) lo asevera “el comercio informal se ha apoderado de la estación Bayóvar Línea 01 - Metro de Lima, del paradero de buses y de la vía auxiliar”.

Es la estación Bayóvar, punto de partida de la Línea 01 - Metro de Lima en San Juan de Lurigancho, donde se concentra una gran cantidad de transeúntes, así como de comerciantes ambulantes dedicados a la comercialización de la caña de azúcar y los productos que se generan de esta, tales como: jugo de caña y trozos de caña, así también, otros comerciantes dedicados a la venta de golosinas, frutas, comidas, jugos, etc., quienes generan cantidades considerables de residuos, los mismos que son almacenados de manera temporal en la vía pública, para posteriormente ser recogidos por los vehículos compactadores de la Municipalidad de San Juan de Lurigancho.

De los comerciantes ambulantes dedicados a la comercialización de la caña de azúcar, se ha identificado a 05 comerciantes recurrentes y para fines de esta investigación, se entrevistó a un comerciante ambulante dedicado a la comercialización de la caña de azúcar, del cual, se recolectó 50 kg de

residuos orgánicos (bagazo de caña de azúcar), cantidad aproximada que genera de manera diaria; los cuales, son dispuestos sin ningún tratamiento previo; cifra alarmante para un reducido colectivo, estos desechos forman parte de las cifras oficiales que estiman que en el referido distrito, durante el 2020, se han generado 380 710 63 toneladas de residuos, de los cuales, el 54.85% corresponde a residuos orgánicos, 19.72% a inorgánicos, 14.92 % a residuos no aprovechables y 10.51% a residuos peligrosos (Ministerio de Medio Ambiente [MINAM], 2020).

De los residuos que son dispuestos en un relleno sanitario, los que presentan un mayor potencial de afectación son los del tipo orgánico, ya que al descomponerse producen lixiviados generando mayores grados de contaminación; es por ello, que resulta importante evaluar este tipo de residuo (bagazo de caña de azúcar), a fin de utilizarlo y mitigar su disposición en un relleno sanitario.

Un tratamiento del bagazo de caña de azúcar, es adecuarlo como sustrato para producir *Pleurotus ostreatus* (hongos de ostra), ya que este hongo, puede crecer en diversos tipos de sustratos lignocelulósicos y a diferentes rangos de temperaturas, tales condiciones hacen que su cultivo sea más asequible en comparación a todos los hongos cultivados comercialmente; además, de constituir una rica fuente alimenticia.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿El bagazo de caña de azúcar como sustrato presenta resultados positivos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿El bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 2 cm, presenta resultados positivos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)?

- ¿El bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 5 cm, presenta resultados positivos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)?
- ¿Se conoce cuál de los dos tratamientos del sustrato de bagazo de caña de azúcar (tamaño de 2 cm y 5 cm) presenta mejor tasa de producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)?

El presente trabajo de investigación ha considerado evaluar el tratamiento del bagazo de caña de azúcar adecuado en 2 tamaños para el sustrato (2 cm y 5 cm), considerando lo expresado por Cruz (2015) refiere que el tamaño de la partícula (sustrato) tiene influencia sobre el crecimiento y fructificación del hongo, esto debido a la facilidad en el acceso de los nutrientes, el agua y el aire. Existe dificultad en la aireación en los tamaños de partículas muy pequeños y en los tamaños muy grandes resulta dificultosa la compactación del sustrato y el acceso a los nutrientes. Los tamaños de partículas de 2 a 5 cm proporcionan mejor estabilidad.

Es así que, de acuerdo a Carvajal (2010) citado por Calero (2018, p. 29) precisa que los tamaños de las partículas (sustrato) entre 2 a 5 cm son los que presentan mejores resultados.

### **1.3 Objetivos (General y Específico)**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Evaluar el bagazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra).

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 2 cm (T1) para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra).
- Evaluar el bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 5 cm (T2) para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra).

- Comparar la tasa de producción del hongo *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) obtenido en los dos tratamientos.

## **1.4 Limitantes de la investigación (teórico, temporal, espacial)**

### **1.4.1 Teórico**

En relación a las limitaciones teóricas, se advierte que no se cuenta con estudios previos ni fuentes de información que detallen el reuso del bagazo de la caña de azúcar en el distrito de San Juan de Lurigancho, lo que orienta al equipo de investigación a realizar entrevistas a los comerciantes de la zona, con el fin de recopilar referencias acerca su actividad diaria. No obstante, se ha considerado sólo la entrevista a un comerciante ambulante, debido a la poca disposición por parte de los comerciantes ambulantes dedicados a la venta de jugos de caña de azúcar ubicados en la estación Bayóvar del Metro de Lima, Línea 1, a brindar información sobre sus actividades. Además, de se consideró los datos brindados por el referido comerciante, para determinar la población y muestra.

La presente investigación está direccionada a evaluar el uso del bagazo de caña de azúcar adecuado como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus*; por lo que, no se indagó más sobre las actividades de los comerciantes ambulantes dedicados a la venta de jugos de caña de azúcar en la zona; sin embargo, se podría considerar un estudio posterior para evaluar el impacto de la generación de este tipo de residuo (bagazo de caña de azúcar) en la estación Bayóvar del Metro de Lima, Línea 1, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

### **1.4.2 Temporal**

En relación a las limitaciones de tipo temporal presentadas durante el desarrollo del trabajo de investigación, principalmente estuvo relacionada a la temperatura del ambiente, puesto que, en el

momento de realizar la inoculación de la semilla (inóculo primario), ésta oscilaba entre 30°C y 32°C (mes de marzo - verano), por lo que, no se logró la colonización del inóculo primario; posteriormente se procedió a realizar nuevamente la inoculación durante el mes de mayo (temperatura promedio 21°C) presentando resultados positivos. Asimismo, la fructificación fue lenta debido a las condiciones ambientales del invierno limeño.

### **1.4.3 Espacial**

En relación a las limitaciones de tipo espacial, el cultivo y producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra), inicialmente se realizó en el invernadero de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao; sin embargo, para un adecuado seguimiento, se implementó y trasladó las muestras a un área de trabajo acondicionada, de aproximadamente 6 m<sup>2</sup>, en el domicilio de uno de los investigadores ubicado en la calle 23 del AA.HH. Cruz de Motupe en el distrito de San Juan de Lurigancho.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes (Internacional y Nacional)

#### 2.1.1 Internacional

Calderón y Córdova (2009) en su tesis denominada “Estudio comparativo del crecimiento micelial del hongo (*Pleurotus ostreatus*) en acícula de Pino, bagazo de caña y bagazo de maíz”, estudia la factibilidad del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en residuos foliares de pino, en combinación y comparación con otros sustratos. Emplea como muestra una proporción limitada de esporas y reproduce el micelio en tres tipos de materiales: acícula de pino, bagazo de caña y bagazo de maíz, solo y en mezclas y adicionando un nutriente: maíz pelado cocido. La conclusión refiere que existe mejor rendimiento para las variables analizadas (crecimiento micelial y producción) en el empleo de una mezcla entre bagazo de caña y bagazo de maíz (una proporción de 50% cada uno) más nutriente en comparación con los otros tratamientos. Finalmente expresa como recomendación el empleo del maíz como nutriente en la preparación de cualquier sustrato.

Ríos et al. (2010) en su investigación titulada “Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo” evalúan los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* en diferentes medios de cultivo. Emplean como materiales extractos de papa, bagazo de caña, extracto de salvado de trigo, cebada, entre otros; entre los equipos determinantes: una cámara de flujo laminar y un invernadero de incubación con control de temperatura y humedad. El método en el cual se enmarca la investigación estuvo desarrollado en 3 etapas: la elaboración del medio de cultivo sólido alternativo, la obtención de semillas y finalmente la evaluación de la semilla. La principal conclusión a la que arriba el estudio describe como el crecimiento de la cepa se ve

favorecida en un medio alternativo con pH 5.0, del cual, el sustrato de bagazo de caña de azúcar, es el que ofrecía los suficientes nutrientes para el crecimiento y la fructificación, además disminuye el tiempo de incubación y cosecha.

Figuroa y Lozada (2015) en su tesis denominada “Evaluación de tres residuos lignocelulósicos para la producción de *Pleurotus ostreatus* bajo condiciones controladas en la finca de Berlín, San Benito, Santander” evalúa la producción de *Pleurotus ostreatus* a partir de residuos lignocelulósicos que se generan en una finca. El estudio corresponde a un diseño experimental cuantitativo, siendo 4 las fases a la cual fue sometido el mismo: Construcción de un invernadero, preparación de sustrato e inoculación de hongo, incubación, fructificación y finalmente cosecha. Fueron empleados como sustratos aserrín, bagazo de caña de azúcar y tuza de maíz, siendo estos mezclados en diferentes cantidades e inoculado en cada uno de ellos 30 gramos del hongo. El resultado mostró que el mayor crecimiento lo ofreció la mezcla de los tres sustratos en una proporción de: 25% de Aserrín, 50% de Bagazo y 25% de tuza de maíz, un área colonizada al 85% y una eficiencia biológica de 31% aproximadamente.

Acevedo (2017) en su tesis titulada “Valoración y crecimiento del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en cuatro sustratos generados a partir de procesos productivos agropecuarios, en el municipio de Málaga Santander” evalúa los niveles de producción de *Pleurotus ostreatus* en base a 4 sustratos obtenidos de materiales disponibles en el municipio de Málaga Santander. El estudio fue del tipo descriptivo y experimental, siendo empleado como sustratos: caña de azúcar, borra de café, plátano y maíz. Este demuestra principalmente que los sustratos donde la invasión del micelio se completa de forma rápida fue en la borra de café y el rastrojo de maíz, en un periodo de incubación de 4 a 28 días, en un ambiente cuya temperatura oscilaba entre 7°C a 34°C. En

relación al rendimiento de la cosecha total, el sustrato de tallo de maíz y la borra de café presentaron un mayor rendimiento con una producción entre el 22,25% y 18.9% a diferencia del sustrato caña de azúcar y hoja de plátano.

López y Calero (2018) en su trabajo para la titulación denominada “Valoración del crecimiento del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor*) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para la producción de setas comestibles en la empresa ASOPROTEC” valora el crecimiento del hongo ostra rosado sobre adecuaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales para la producción de setas comestibles. Emplea como material orgánico granos de trigo, viruta de eucalipto, bagazo de caña de azúcar, entre otros; y que fueron empacadas en bolsas de 2 kilogramos y en el cuál habrían de ser inoculados las cepas con 100 gramos de semilla cada uno. El estudio concluye que, el tamo de maíz fue el mejor sustrato que favorece el crecimiento, eficiencia biológica de 38.86% y rendimiento de 9.86%.

### **2.1.2 Nacional**

Taboada (2011) en su tesis denominada “Sustratos agroindustriales como fuentes para la producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Qué!)” evalúa sustratos agroindustriales como insumo para producir hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*. El método se enmarca en fases tales como: Propagación de cepa, mezclado y humedecimiento de sustratos, inoculación, incubación y finalmente evaluación; emplea sustratos tales como: pulpa de café, cascarilla de cacao, bagazo de la caña de azúcar y aserrín descompuesto. El estudio demuestra que, el sustrato que resulta de la combinación de pulpa de café, bagazo de caña de azúcar y aserrín ofrece la mayor producción de basidiocarpos.



Ancco (2012) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación del crecimiento y producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) en tres diferentes residuos agroindustriales de la provincia de Abancay” evalúa al hongo *Pleurotus ostreatus* en función a su crecimiento y producción, sobre tres sustratos elaborados con residuos agroindustriales (aserrín común, bagazo de caña y cáscara de papa). El tipo de investigación se define como descriptiva y experimental comparativa. El tamaño de muestreo corresponde a 432 g de semilla de hongo y estos son sometidos a un proceso de tres etapas: Recolección del hongo, aislamiento de cepa y producción. Se demuestra que el sustrato más adecuado fue el aserrín común con una eficiencia biológica del 79.65%, seguido por el sustrato de bagazo de caña con una eficiencia biológica de 35.175%.

Liñan (2014) en su tesis denominada “Evaluación del crecimiento de *Pleurotus ostreatus* “Callampa” sobre cascarilla de arroz, provincia de Moyobamba - 2014” evalúa el crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre un sustrato a base de la cascarilla de arroz. El tipo de investigación se denomina aplicada experimental, empleando una muestra de 2400 gramos de biomasa de micelio contenido en un sustrato de trigo y que es sometida a una serie de actividades tales como: lavado, esterilizado, pasteurización, inoculación, incubación, fructificación y finalmente cosecha. El estudio concluye que el sustrato preparado a partir de la cascarilla de arroz expresa un bajo rendimiento, aun cuando se añade cierto porcentaje de afrecho, por lo tanto, no favorece la producción del hongo al que se hace referencia.

Cárdenas (2015) en su tesis denominada “Efecto de sustratos a base de residuos agrícolas, en el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (*Jacquin: Fries*) Kummer, distrito de Santa Ana, La Convención” evalúa el efecto de los sustratos a base de residuos agrícolas en la producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

Se emplea 06 tipos de residuos agrícolas (rastrajo de maíz, viruta, cascarilla de café, bagazo de caña de azúcar, pasto elefante y pasto braquiaria). El método de investigación es definido como cuantitativo y se enmarca en 4 fases: preparación de inóculo, del sustrato, siembra e inoculación y finalmente fructificación. El estudio refiere al sustrato de rastrajo de maíz como el más adecuado, con una eficiencia biológica de 88.93%, y en segundo lugar el sustrato de bagazo de caña de azúcar con 71.40%.

Apaza (2017) en su tesis titulada “Producción del hongo comestible *Pleurotus djamor (fr.) Boedijn* usando distintos sustratos de residuos agrícolas aislado en Tingo María” evalúa la producción del hongo usando diferentes sustratos en base a residuos agrícolas. El tipo y nivel de investigación se considera experimental comparativa. Entre los sustratos empleados se menciona: el bagazo de caña de azúcar, coronta de maíz y paja de arroz (fermentados y semi esterilizados). El resultado define al sustrato de paja de arroz como el más adecuado, con una eficiencia biológica de 79.09% y una tasa de producción media de 5.75%. Asimismo, precisa que, para incrementar la producción del hongo, se debe considerar un mejor manejo del bagazo de caña de azúcar, coronta de maíz y sus combinaciones.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Sustrato**

Es un medio sólido inerte, que sirve de sostén para el micelio del hongo, y además satisface determinadas necesidades como: la aireación, el contenido de agua y el paso de los nutrientes necesarios para el hongo.

Según Figueroa et al. (2015) define a un sustrato como aquel material sólido distinto del suelo, pudiendo ser natural, residual, orgánico o mineral; el mismo que, es puesto en un contenedor, en forma pura o

mezclado con otros materiales, permitiendo el anclaje de las hifas del hongo, por lo tanto, sirve como soporte para el hongo.

### **2.2.2 Criterios para elegir un sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* (Hongo de ostra):**

Para Gaitán-Hernández et al. (2006) afirman que, para seleccionar el material del sustrato más apropiado, para la producción de hongos de ostra, se debe considerar lo siguiente:

- Disponibilidad continua y abundante
- Características fisicoquímicas
- Composición físico-química uniforme
- Valor de obtención favorable
- Accesible localización
- Material manejable y transporte fácil.

Asimismo, Piña-Guzmán et. al. (2017) refiere que los sustratos para la producción de los hongos, se pueden clasificar en seis categorías:

- Pajas: arroz, ajonjolí, cebada, sorgo, trigo, avena y zacate en general.
- Rastrojos: maíz, mijo, garbanzo, frijol, etc.
- Pulpas: café, cardamomo.
- Bagazos: caña de azúcar, maguey tequilero, henequén, uva, etc.
- Forestales: aserrín, viruta, troncos y ramas.
- Otros: papel, olote, tamo de maíz, hojas de piña, fibra de coco, hojas y tallos de plátano, residuos de las industrias textil, etc.

### **2.2.3 Sustrato de bagazo de caña de azúcar para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Hongo de ostra)**

Gaitán-Hernández et. al. (2006), refieren que los hongos del género *Pleurotus*, adquieren de los materiales que los sostienen (sustrato), los nutrientes requeridos para su alimentación. Asimismo, tienen la habilidad para degradar la celulosa y lignina de los diversos residuos

agrícolas, tales como: bagazos de caña de azúcar, maguey tequilero, pulpa de café, pajas, rastrojos y/o residuos forestales tales como: el aserrín y la viruta de diversas maderas.

Así, para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* se utilizan materiales de composición equivalente a los que requiere para su crecimiento en un ambiente natural; tales como los residuos agroindustriales: el bagazo de caña de azúcar, tuza de maíz, entre otros.

#### **2.2.4 Cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Hongo de ostra)**

Para Apaza, K. (2017), el *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) es el hongo que más se ha estudiado y cultivado, por la accesibilidad de su cultivo, potencial comercial y su valor nutritivo.

Como lo menciona López, S. (2015), “El cultivo de hongos comestibles constituye un verdadero sistema de producción-consumo, el cual ha adquirido gran relevancia social, económica y ecológica a nivel mundial. Se trata de procesos biotecnológicos aplicados que pueden desarrollarse a pequeña y gran escala” (p.05).

Asimismo, López, S. (2015), refiere que el cultivo del hongo de ostra beneficia al cuidado del ambiente y a disminuir la contaminación ocasionada por la presencia de residuos, puesto que, se utiliza los residuos agroindustriales como sustrato para la producción de nuevos productos orgánicos, que tienen un alto valor gastronómico y comercial.

### **2.3 Conceptual**

#### **2.3.1 Caña de Azúcar- *Saccharum officinarum***

La caña de azúcar pertenece al género *Saccharum*, especie *S. officinarum*, familia de las gramíneas.

Es una planta herbácea perenne que puede alcanzar una altura entre los 3 a 6 m, tiene un tallo macizo con entrenudos de forma cilíndrica, sus hojas se alternan en cada lado del tallo y en la parte final se encuentra la inflorescencia. Asimismo, es caracterizada por la concentración de sacarosa (jugo dulce) en su tallo, por lo cual, tiene gran importancia para la industria azucarera y sus derivados.

La caña de azúcar se originó en el Sureste de Asia, específicamente en Nueva Guinea, posteriormente se extendió hacia el Oriente y Europa, e introducida por los españoles a América.

#### **2.3.1.1 Residuos agroindustriales de Caña de Azúcar**

Los residuos agroindustriales son aquellos materiales o elementos que quedan de un proceso, luego de haber sido utilizados son desechados, es decir no poseen valor a nivel agroindustrial.

Los residuos agrícolas originados por la industria de la caña de azúcar pueden representar un peligro para el medio ambiente debido a su tiempo de degradación, así como su fácil combustión. Estos residuos no son utilizados de acuerdo a las necesidades actuales, a pesar de poseer características significativas para cultivar el hongo de ostra, así como fuente de energía.

El aprovechamiento de estos residuos agrícolas implica ciertos factores a considerar, tales como: los mecanismos para la recolección, el tipo de transporte y almacenamiento, así como el procedimiento técnico a desarrollar, en post de lograr una reutilización del residuo.

Entre los residuos de la industria azucarera se encuentran la cachaza, el bagazo (residuo de la caña después de la molida) y otros residuos como la paja y el cogollo.

### 2.3.1.2 Bagazo de caña de azúcar

Para Almazán et al.(s.f.) El bagazo de caña de azúcar es el residuo que se origina de la industria azucarera, después de haberse extraído el jugo azucarado que ésta contiene en los tallos; el cual, constituye el 28% en peso de la caña de azúcar que es procesada.

#### a) Composición físico-química:

El bagazo de caña de azúcar, a nivel físico, contiene: agua, fibra y sólidos solubles, siendo la fibra y agua aquellas que mayor porcentaje representan (Ver Tabla 1).

**Tabla 1**

*Composición física del bagazo de caña de azúcar*

Composición	Porcentaje (%)
Humedad	49.00
Sólidos solubles	6.00
Sólidos insolubles o fibra cruda	45.00

*Nota:* La tabla muestra el porcentaje de composición física que tiene el bagazo de caña de azúcar.

A nivel químico, en su composición se detecta: carbono, cenizas, hidrógeno y oxígeno, siendo el carbono, aquel que mayor porcentaje representa (Ver Tabla 2).

**Tabla 2**

*Composición química del bagazo de caña de azúcar*

Composición	Porcentaje (%)
Carbono	47.00
Cenizas	2.50
Hidrógeno	6.50
Oxígeno	44.00

*Nota:* La tabla muestra el porcentaje de la composición química del bagazo de caña de azúcar.

Finalmente, para Donado (2014) la fibra del bagazo de caña de azúcar, está constituida principalmente por la celulosa, hemicelulosa y lignina, entre otros. Así también, contiene azúcares celulósicos (sacarosa), el cual, proveerá de energía al hongo durante el proceso de colonización en el sustrato. (Ver Tabla 3)

**Tabla 3**

*Contenido de la fibra del bagazo de caña de azúcar*

Contenido	Porcentaje (%)
Celulosa	50.00
Hemicelulosa	25.00
Lignina	20.00
Otros componentes	5.00

*Nota:* La tabla muestra el contenido porcentual de la fibra en el bagazo de caña de azúcar.

## b) Estructura

La estructura del bagazo de caña de azúcar está constituida principalmente de dos partes:

- Fibra: Ofrece rigidez a la planta de caña de azúcar, posee una estructura cristalina.
- Meollo: o también parénquima de estructura amorfa, posee un alto valor de absorción, por lo que, en ella se almacena el jugo azucarado.

De manera estricta, podemos mencionar, que está dividida en una estructura similar a capas y entre ellas mencionar, epidermis, fibras, parénquima y vasos (Ver Tabla 4)

**Tabla 4**

*Composición morfológica del bagazo (integral limpia)*

Componentes	Porcentaje (%)
Epidermis	5.00
Fibras	50.00
Parénquima	30.00
Vasos	15.00

*Nota:* La tabla muestra el contenido porcentual de la composición morfológica del bagazo de caña de azúcar.

## c) Cultivo de la caña de azúcar en el Perú

La caña de azúcar es cultivada durante todo el año, en la costa, sierra y selva del Perú, siendo principalmente su uso para la producción de azúcar.

La mayor parte de la cosecha, se concentra en la zona norte: La Libertad y Lambayeque; en la sierra no se tiene datos sobre la superficie cosechada; sin embargo, las provincias de Cutervo y Chota de la Región Cajamarca, así como la región Selva, San



Martín, representan las zonas donde más se produce la caña de azúcar (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2015).

### 2.3.2 *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)

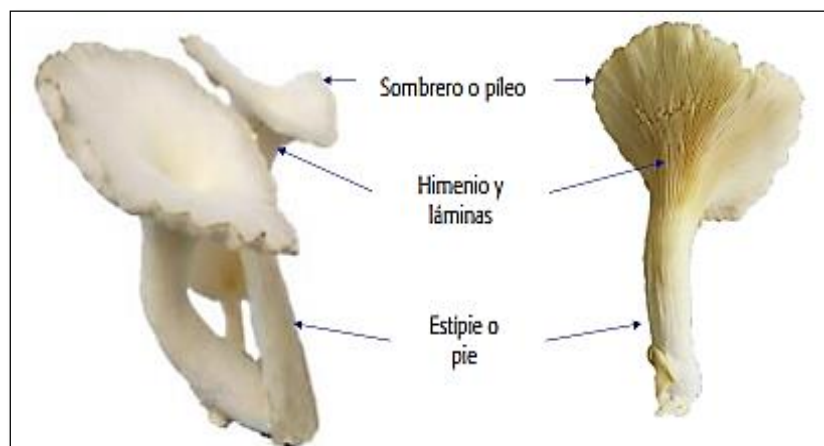
#### 2.3.2.1 Definición

Cruz et al. (2010) expresa “El *Pleurotus ostreatus* es un hongo saprofito y algunas veces parásito que crece principalmente sobre sustratos lignocelulósicos vivos o muertos, pobres en nutrientes y con bajos niveles de minerales y vitaminas” (p. 141).

Así, entre las partes principales (ver Figura 1) tres pueden ser diferenciadas: el píleo, el himenio (membrana que cubre partes fértiles) y el estipe.

#### Figura 1

*Partes del hongo Pleurotus ostreatus*



*Nota.* Adaptado de Guía práctica para el cultivo de setas (p.9), por J. Barba & J. López, 2017, Universidad Autónoma Metropolitana

### 2.3.2.2 Clasificación taxonómica del Hongo *Pleurotus ostreatus*

La variedad del género *Pleurotus* comprende alrededor de 30 especies, donde la especie *Ostreatus* es considerada una de las más conocidas por su amplio uso culinario, siendo su clasificación taxonómica expuesta a continuación (ver Tabla 5).

**Tabla 5**

*Clasificación taxonómica del hongo Pleurotus ostreatus*

Categoría	Descripción
Reino	<i>Fungi</i>
División	<i>Basidiomycota</i>
Subdivisión	<i>Basidiomycotina</i>
Clase	<i>Basidiomycetes</i>
Subclase	<i>Holobasidiomycetida</i>
Orden	<i>Agaricales</i>
Familia	<i>Tricholomataceae</i>
Género	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>Ostreatus (Jacq.) P. Kumm.</i>

*Nota:* La tabla muestra la clasificación taxonómica del hongo *Pleurotus ostreatus*.

### 2.3.2.3 Características morfológicas

- El hongo *Pleurotus ostreatus* tiene la forma de un sombrero circular (píleo) y un eje (estipe) el mismo que le da soporte.
- El píleo o sombrero puede tener de 5 a 10 cm de diámetro, de bordes irregulares, tiene una superficie brillante y lisa, el color varía entre el blanco y café grisáceo.

- Las laminillas o lamelas se encuentran en la cara inferior del sombrero, van desde el centro hacía el borde del mismo.
- El estipe o pie es corto y grueso, de aproximadamente 0.5 a 3.0 cm de longitud, no presenta centrado en relación al sombrero, sino excéntrico.

#### **2.3.2.4 Hábitat**

Para Cárdenas (2015) El hongo *Pleurotus ostreatus* en su ambiente natural crece en los troncos, en los suelos o sobre residuos agrícolas o agroindustriales, estos materiales se caracterizan principalmente por la celulosa, hemicelulosa y lignina en porcentaje de 40-60, 15-50 y 10-30 respectivamente, se alimentan de estos nutrientes y los degradan, en condiciones ambientales húmedas y frías.

#### **2.3.2.5 Importancia**

Según Taboada (2011) El *Pleurotus ostreatus* se desarrolla sobre diferentes sustratos lignocelulósicos, por lo cual, resulta una importante alternativa para la producción de alimentos, no sólo para los humanos, sino también para los animales, además de otros usos sea para la medicina, entre otros de realidad ambiental.

#### **2.3.2.6 Producción de *Pleurotus ostreatus***

##### **a) Preparación del inóculo**

Esta etapa primero se debe seleccionar una cepa original en óptimas condiciones fisiológicas, posteriormente se realizará la siembra y expansión del micelio.

La elaboración del inóculo se realiza en dos etapas:

- **Inoculación primaria:**

El inóculo primario se obtiene a partir del cultivo puro del *Pleurotus ostreatus* producido en las placas Petri, el cual, es depositado en fracciones sobre el sustrato intermedio.

Para el sustrato intermedio se puede elegir entre el trigo, cebada, sorgo, aserrín u otros tipos de granos.

El sustrato intermedio elegido se hidrata un promedio de 18 a 24 horas, luego se orea, posteriormente se agrega aditivos de carbonato de calcio, la cual, tiene como función principal regular el pH y aportar calcio.

- **Inoculación secundaria:**

Es la multiplicación del micelio en el sustrato, a partir del inóculo primario, con el fin de obtener una mayor cantidad para la siembra en el sustrato elegido para la producción de hongos.

Al igual que en el inóculo primario, el sustrato se hidrata y posteriormente se agrega aditivos.

**b) Preparación del sustrato**

Es el procedimiento que se sigue para adecuar al sustrato, consiste en acondicionarlos, humedecerlos y desinfectarlos, con el fin de eliminar los microorganismos que puedan afectar el desarrollo del hongo.

**c) Pasteurización**

Acorde a Gaitán-Hernández et al. (2006), mencionan que la pasteurización es una técnica usual para cultivar *Pleurotus ostreatus*, ya que su objetivo es preparar al sustrato para un buen crecimiento del hongo. Este proceso se puede aplicar de dos maneras:

- Pasteurización con vapor: El sustrato es colocado en un área cerrada, de manera práctica sería un cuarto pequeño de

concreto o instrumento de laboratorio (autoclave), luego se le aplica vapor generado por una caldera según sea el caso, el ambiente debe estar a una temperatura entre los 70 a 80°C y donde el sustrato es mantenido por 2 a 4 horas.

- Pasteurización por inmersión en agua caliente: Se debe sumergir al sustrato en agua caliente (75-80°C) durante un lapso de 1 hora. Luego de ello, se realizará una adecuada pasteurización y este sustrato estará apto para sembrarse con el inóculo previamente preparado.

#### **d) Inoculación o “siembra”**

Esta esta etapa se mezcla el inóculo primario con el sustrato definitivo.

Es por ello que, para Gaitán-Hernández et. al. (2006) al realizar la siembra del hongo se necesita un área cerrada con las debidas condiciones de asepsia. La siembra se da cuando el sustrato se encuentra a una temperatura no mayor de 30°C. En bolsas de plástico de polipropileno o frascos de vidrio, se realiza manualmente la mezcla de la semilla con las capas del sustrato, de manera uniforme.

La cantidad de semilla en relación a la cantidad del sustrato, queda determinada por el porcentaje experimental de la masa en seco total del sustrato por la masa seca total del sustrato.

Asimismo, para Donado (2014), la siembra se debe realizar en un área aséptica, y considerando las siguientes precauciones:

- El personal debe contar con los equipos de protección personal.
- Ambiente cerrado para evitar corrientes de aire.

Ardón, (2004) citado en (Donado, 2014) declara que, el inoculo primario es puesto dentro de las bolsas que contienen el sustrato

definitivo. Al terminar la siembra, se cierra la bolsa, con el debido cuidado de eliminar el aire del interior.

#### **e) Incubación**

La incubación es la etapa previa a la fructificación, se caracteriza por la propagación del hongo sobre el sustrato. La incubación se debe realizar en ambiente con mínima luz o de oscuridad, disponiendo los sustratos en estantes a una temperatura de 28 °C durante aproximadamente 15 a 20 días. Dos días después de realizada la siembra, se deben hacer perforaciones sobre toda la superficie de la bolsa en la que se haya sembrado, con el fin de permitir un intercambio gaseoso para el mejor desarrollo del hongo.

La incubación tarda aproximadamente de 10 a 20 días según sea la cepa, el sustrato, el método de inoculación y las condiciones de crecimiento. Sin importar el sistema de cultivo usado, las bolsas, los botes, los bloques o las camas deben mantenerse en condiciones ambientales favorables para la cepa específica de *Pleurotus* spp. lo más eficientemente posible. El resultado será una bolsa totalmente colonizada por micelio de *Pleurotus* spp. (Sánchez & Royse, 2017, p. 140)

Las bolsas de sustrato normalmente se colocan en salas de incubación con aire acondicionado donde la temperatura puede ser controlada. La luz no es necesaria durante la incubación. Se hace recircular el aire para mantener las bolsas a cierta temperatura de manera individual. Dado que se produce calor durante la incubación, la temperatura dentro de las bolsas o los bloques debe ser constantemente monitoreada. (Sánchez & Royse, 2017, p. 140)

**f) Formación de primordios**

Según Tuchan (2004) citado en (Donado,2014) después del proceso de incubación, cuando el micelio ha cubierto el sustrato por una superficie blanco-algodonosa, se da uno de los últimos pasos en el cultivo del hongo.

Así, la aparición de los primeros primordios da inicio al proceso de fructificación, generalmente alrededor de las aberturas realizadas en las bolsas.

Luego de la incubación, se disminuye la temperatura y se suministra luz (50 a 300 lux) de cuatro a doce horas por día, para inducir la formación de primordios. Se incrementa la humedad de manera consistente hasta 80% o más con riego y humidificación, Donde es necesario hacer hoyos en las bolsas que no los tengan. Los primordios se formarán a través de esos hoyos en la bolsa de plástico. (Sánchez & Royse, 2017, p. 142).

**g) Fructificación y cosecha**

Es la última etapa en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, este proceso se da posterior a la incubación, cuando el sustrato se ha cubierto totalmente por una superficie blanco - algodonosa y está compactado. Se lleva a la presencia de luz, lo cual, permite la aparición de cuerpos fructíferos siendo esta la etapa de fructificación para su posterior cosecha. (Taboada, 2011, p. 24).

Las circunstancias del crecimiento en el período de fructificación afectan significativamente el rendimiento, el color y la forma del hongo. Para evitar que los primordios se resequen y se desarrollen los cuerpos fructíferos, se incrementa la humedad a 85% - 90% y se introduce aire fresco suficiente para bajar los niveles de CO<sub>2</sub> a menos de 700 ppm. La luz también es necesaria durante cuatro a 12 horas/día. (Sánchez & Royse, 2017, p. 142)

Cuando se usa el sistema de cultivo en bolsa, toma 30 días para la cosecha de los primeros hongos. La temperatura de fructificación para la mayoría de las cepas comerciales de *Pleoratus ostreatus* es 16°C - 20°C. (Sánchez & Royse, 2017, p. 143)

### **2.3.2.7 Factores que afectan el crecimiento y fructificación**

#### **a) Temperatura:**

La sensibilidad a la temperatura no solo varía entre cepas sino también para una misma cepa

según su etapa de desarrollo. Así, es posible y aún frecuente que un hongo tenga una temperatura óptima de germinación y que ésta sea diferente de su temperatura óptima de crecimiento micelial o de su temperatura óptima de fructificación. (Sánchez & Royse, 2001, p. 59)

El *Pleurotus ostreatus* es una especie de hongo cuyo micelio puede crecer en un rango entre 0 y 35°C con temperaturas óptimas de 30°C, siendo, las temperaturas óptimas para la fructificación de las especies de *Pleurotus ostreatus* ligeramente inferiores que las temperaturas óptimas para crecimiento micelial. (Sánchez & Royse, 2001, p 59)

#### **b) Potencial de Hidrógeno (PH)**

El potencial de hidrógeno del medio de cultivo donde crece un hongo influye directamente sobre éste, puesto que tiene incidencia sobre su metabolismo.

Si el pH del sustrato no es el adecuado, aunque las condiciones de temperatura y nutrientes sean óptimas, el crecimiento se verá afectado.

Para el crecimiento del *Pleurotus* se han citado rangos de crecimiento entre 4 y 7 de pH, con un óptimo entre 5 y 6. El



*Pleurotus ostreatus* considera un pH óptimo entre un rango de 5.5 y 6.5. (Sánchez & Royse, 2001, p 59)

**c) Sustrato**

Un sustrato es el material o soporte sobre el cual, se va a cultivar el hongo, es importante que contenga la cantidad suficiente de nutrientes, es favorable para el crecimiento de un hongo para que este absorba sus metabolitos y capture de él la energía que requiere. (Sánchez & Royse, 2001, p. 60)

**d) Relación Carbono / Nitrógeno**

Los hongos necesitan del carbono para realizar su metabolismo ya que es una fuente directa de energía; asimismo, se necesita el carbono para la formación de estructuras celulares y diferentes partes. El hongo utiliza al carbono a partir de diferentes fuentes como lípidos, carbohidratos, polímeros, etc.

Por otro lado, en relación al nitrógeno, es un elemento necesario para las actividades metabólicas (síntesis de proteínas y enzimas) y funciones celulares de crecimiento.

En una relación C/N entre 30 y 300 pueden crecer los hongos del género *Pleurotus* spp. Para que el hongo se encuentre en una óptima relación de C/N depende de la fase en la que se encuentra, bajas relaciones C/N favorecen el desarrollo de cuerpos fructíferos y altas relaciones favorecen el crecimiento micelial. (Garzón & Cuervo, 2008).

**e) Humedad en el sustrato**

La humedad es un factor importante debido a su influencia directa sobre el desarrollo de los hongos. Es así que, una humedad superior al 80% tendrá un efecto negativo en el crecimiento de *Pleurotus* spp y los contenidos de humedad inferiores al 50% no

serán propicias. El contenido de humedad tiene influencia sobre disponibilidad de oxígeno y nutrientes en el sustrato. En efecto, el agua ocupa espacios que pueden ser ocupados por el aire. A niveles excesivos esto se torna limitante para la respiración del hongo. (Sánchez & Royse, 2001, p 60)

**f) Humedad del aire:**

Los cuerpos fructíferos tienen un alto contenido de agua y su estructura hifal no les permite mantener la humedad en circunstancias adversas, por lo cual, es necesario un equilibrio entre la humedad ambiental y el contenido de humedad del hongo. Los hongos son muy sensibles a las variaciones en la humedad relativa, así, por ejemplo, la humedad óptima para la fructificación de *Pleurotus ostreatus* es de 85%. (Flores, 2012)

**g) Tamaño de la partícula**

El tamaño de la partícula tiene influencia sobre la fructificación y el crecimiento, esto debido a su relación con el acceso a los nutrientes, al aire y al agua por parte de las hifas del hongo. Los tamaños de las partículas muy grandes no son adecuados porque dificultan la compactación del sustrato y el acceso del hongo a los nutrientes y los pequeños dificultan la aireación. (Flores, 2012, p. 16)

En general, se busca que el sustrato tenga un tamaño de partícula adecuado para el crecimiento del hongo, ya que ese parámetro interviene en el intercambio gaseoso, la absorción de agua y la compactación por el crecimiento micelial.

**h) Aireación**

El proceso de pasteurización debe ser aerobio para evitar la formación de metabolitos que produzcan malos olores y acidifiquen el sustrato. Esto se logra si se establece un flujo controlado de aire

a través del sustrato (colocando agujeros en el fondo y una salida del aire en la parte superior). Sin embargo, no es suficiente, por lo que generalmente se requiere revolver el material al menos una vez. La remoción consiste en sacar la totalidad del material del cajón para airearlo y regresarlo después, distribuyéndolo de otro modo para que sea pasteurizado de manera homogénea. (Sánchez et al., 2017, p. 118).

#### **2.3.2.8 Valores nutritivos del *Pleurotus ostreatus***

En la actualidad el hongo de ostra es valorado como un complemento alimenticio, de considerable valor nutricional, ya que sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, por lo tanto, debe ser insertado en la dieta alimentaria de manera constante. Asimismo, el contenido de nitrógeno del sustrato se relaciona significativamente con la proteína del *Pleurotus ostreatus*.

Este hongo posee un bajo contenido de grasas y es rico en minerales, fibra, vitaminas y carbohidratos. Presenta 26% de proteína y un contenido de fibra del 11.9 %, y entre el 57 y 61 % de carbohidratos en base a su peso seco. Contiene vitaminas como B12 y la vitamina C o ácido ascórbico, niacina, tiamina (vitamina B1). Además, se han descubierto otros elementos como el calcio, fósforo, potasio entre otros. Su contenido de grasas es de 0.9 a 1.8 por ciento con base a su peso seco. (Gaitán-Hernández et al., 2006).

#### **2.3.2.9 Contaminantes, plagas y enfermedades**

Las contaminaciones, la presencia de plagas y las enfermedades son considerados los tres principales problemas que afecta la producción y el cultivo del hongo.

La contaminación proviene de una inadecuada pasteurización, deficiencias en el manejo o en la siembra en los sustratos. Durante la incubación se puede producir la contaminación, de debido a las deficiencias en la limpieza del área, ingreso del aire exterior y sus microbios, los insectos y otros animales. La contaminación disminuye cuando se trabaja en un ambiente cerrado en condiciones de asepsia. Los ambientes de incubación, siembra y fructificación deben ser continuamente limpiados, desinfectados con cloro, alcohol, u otro material, para lo cual, se debe diseñar un programa de mantenimiento y limpieza. (Taboada, 2011, p. 26).

Los contaminantes son bacterias, levaduras y hongos (mohos), de los cuales se destacan los hongos como *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus* *Neurospora*, *Mycogone* y *Coprinus*, entre otros. Estos hongos son visibles a través de manchas amarillentas, verdes, anaranjadas y/o negras sobre el sustrato, invadiéndolo a las setas de forma rápida y evitando el crecimiento micelial. La presencia del hongo se da por la alta humedad en el ambiente y en el sustrato, así como por la luz directa, alta temperatura y sustrato mal pasteurizado, entre otros. (Gaitán-Hernandez et al., 2006, p. 37)

El olor del sustrato atrae a las plagas, las cuales, están constituidas por la presencia de insectos que atacan a los cultivos tanto en incubación como en la producción, estos insectos son denominados «moscas de los hongos» como los dípteros del género *Lycoriella* que ponen sus huevecillos en el sustrato donde en un principio se alimentan del micelio del hongo y después de las fructificaciones adultas. Otros insectos comunes son pequeños escarabajos de los géneros *Mycotretus* y *Pseudyschirus* que se comen los hongos en desarrollo en los cultivos de setas son las llamadas «catarinas». (Gaitán-Hernandez et al., 2006, p. 37)

Según Girón (2000) citado en (Donado, 2014) declara que, existe dos tipos de enfermedades: las bióticas y abióticas que pueden

causar daños a los hongos. Las bióticas causadas por bacterias, micoplasmas o virus; estas enfermedades son comunes en los hongos, y desde el punto de vista económico no son consideradas importantes. Las abióticas son aquellas causadas por factores no vivientes, como la ausencia de espacio para el desarrollo de la raíz, la presencia de niveles crónicos o agudos de contaminantes del aire o el agua, o la presencia de condiciones extremas de calor, humedad, pH del suelo, luz y nutrientes.

La mancha marrón o mancha gris causada por el hongo *Verticillium fungicola* es la enfermedad más importante en el cultivo de hongos y la segunda enfermedad en importancia es el moho verde, ocasionado por el hongo *Trichoderma harzianum*. (Cruz et al., 2010, p. 147).

### **2.3.2.10 Indicadores de la producción de hongos**

#### **a) Eficiencia biológica (E.B.)**

Es la relación entre la masa de los hongos frescos producidos y la masa del sustrato seco, se determina expresando en porcentaje.

Así queda de la siguiente manera:

$$\text{E.B. (\%)} = \frac{\text{Masa del hongo fresco producido}}{\text{Masa seca del sustrato}} \times 100$$

#### **b) Tasa de producción de hongos (T.P.)**

La tasa de producción es la relación porcentual, entre la eficiencia biológica y el tiempo requerido para la cosecha, es decir, representa la eficiencia biológica de forma diaria. La tasa de producción se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{T.P. (\%)} = \frac{\text{Eficiencia Biológica (\%)}}{\text{Tiempo en días (Desde la inoculación a la cosecha)}}$$

## 2.4 Definición de términos básicos

- a) Residuos orgánicos: son los residuos biodegradables o de fácil descomposición, son de origen vegetal o animal, pueden generarse en el ámbito municipal o no municipal. (Ministerio de Medio Ambiente [MINAM], 2018)
- b) Residuos lignocelulósicos: definimos al residuo como aquel remanente de las actividades de producción y/o consumo; y los materiales lignocelulósicos son aquellos que dentro de su composición molecular tienen cadenas orgánicas de lignina y celulosa. Por consiguiente, los residuos lignocelulósicos son aquellos materiales desechados de una actividad de producción o consumo y que fundamentalmente en su composición química y celular tienen presencia de las moléculas orgánicas. (Figuroa et al., 2015)
- c) Colonización micelial: Es la ocupación del micelio en todo el sustrato, se caracteriza por una masa blanquecina y algodonosa que cubre todo el sustrato, en un periodo entre los 15 a 20 días. (Figuroa et al., 2015)
- d) Micelio: Es la parte vegetativa del hongo, conformado por una red de filamentos denominados hifas. (Gaitán, et al., 2006)
- e) Primordio: Es la primera aparición visible de un hongo marca el inicio de su crecimiento, forman estructuras similares a las cabezas de un alfiler. (Gaitán, et. al., 2006)

- f) Invernadero: Es un módulo construido para la producción del hongo, es una estructura cerrada que permite la regulación de la temperatura en su interior (Figuerola et al., 2015)
  
- g) Carpóforo: Es el cuerpo fructífero del hongo o seta, en ellos se producen las esporas, son pequeñas y de forma cilíndricas, cumplen una función reproductora de la especie. Tiene un sombrero de forma redondeada, superficie lisa y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco. El color varía desde gris claro, tomando una coloración más amarillenta conforme su desarrollo. (Cruz et al., 2010)

## III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis General

El bagazo de caña de azúcar como sustrato presenta resultados positivos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra).

#### 3.1.2 Hipótesis Específicas

HE1: El bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 2 cm (T1), presenta resultados positivos para la producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra).

HE2: El bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 5 cm (T2) presenta resultados positivos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra).

HE3: La tasa de producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) presenta mejores resultados para el sustrato adecuado a 5 cm (T2) en comparación al sustrato adecuado a 2 cm (T1).

### 3.2 Definición conceptual de variables

- **Variable Independiente:**

Se define como variable independiente al: Bagazo de caña de azúcar como sustrato

- **Definición operacional:** Adecuación del bagazo de caña de azúcar como sustrato considerando su pH (5.5 y 6.5), humedad relativa (70%), siendo sus principales características el tamaño y masa del sustrato, que es descrito por cada tratamiento a continuación:



- Tratamiento 1: el sustrato empleado es el bagazo de caña de azúcar adecuado a un tamaño de 2 cm, masa de 1 kg por cada unidad experimental, considerando 03 repeticiones.
- Tratamiento 2, el sustrato empleado es el bagazo de caña de azúcar adecuado a un tamaño 5 cm, masa de 1 kg por cada unidad experimental, considerando 03 repeticiones.

- **Variable dependiente:**

Se define como variable dependiente a: la Producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)

- **Definición operacional:** Es el resultado de la siembra de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) sobre el sustrato de bagazo de caña de azúcar, considerando el siguiente criterio:

- a) Tasa de producción (TP): Es la relación en porcentaje, que resulta de la relación entre la eficiencia biológica (EB) y el tiempo requerido para la cosecha (T), es decir, representa la eficiencia biológica diaria, queda definida la relación a continuación:

$$TP = \frac{EB}{T}$$

### 3.2.1 Operacionalización de variables

**Tabla 6**

*Operacionalización de las variables*

Tipo	Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Operacionalización	
				Indicadores	Índice
Independiente	Bagazo de caña de azúcar como sustrato	Residuo cuantificable del bagazo de caña de azúcar de variada dimensión	Tamaño del sustrato	Longitud del sustrato	cm
			Masa del sustrato	Masa del sustrato	g
Dependiente	Producción del Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	Relación entre el sustrato, dimensiones del hongo producido y tiempo de producción	Características morfológicas	Diámetro del píleo	cm
				Tamaño del estipe	g
			Eficiencia biológica	Relación porcentual de la masa fresca de los hongos de ostra entre la masa seca del sustrato	%
				Tasa de producción	Relación porcentual de la eficiencia biológica entre el tiempo requerido para la cosecha del hongo de ostra.

*Nota:* La tabla muestra los variables del presente estudio de investigación y sus indicadores.

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Tipo y diseño de la investigación**

#### **4.1.1 Tipo de investigación**

El presente trabajo se define como una investigación de tipo aplicado. Calvo et al. (2018) este tipo de investigación [aplicada] llamada también de práctica o empírica. Se caracteriza por la búsqueda de aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos (...), el interés del investigador, principalmente son las consecuencias prácticas.

Así entonces, se puede comprender que este trabajo preserva conocimiento y los traduce de manera práctica, para así, encontrar posibles respuestas a ciertos aspectos de mejora en determinada situación de la vida cotidiana.

#### **4.1.2 Diseño de la investigación**

El presente trabajo se define como un diseño de investigación experimental.

Rodríguez E. (2005) menciona a este tipo de investigación [experimental] como prospectiva. Se presenta mediante la alteración de una variable experimental no comprobada, en condiciones estrictamente controladas, a fin de descubrir de qué modo o por qué causa se produce un acontecimiento o situación en particular.

De tal manera, lo citado claramente se refleja en este trabajo de investigación, el cual se orienta en descubrir el modo y el por qué un determinado material (bagazo de caña) posibilita el crecimiento de otro (Hongo de ostra).

## **4.2. Método de investigación**

La metodología empleada se define como cuantitativa.

Grove et al. (2019) respecto al método cuantitativo refiere “Proceso formal, objetivo y sistemático usado para describir variables usando números, comprobar las relaciones entre ellas y examinar interacciones de causa efecto.” (p.477)

De tal forma, la presente investigación se ciñe a una metodología cuantitativa, al existir un proceso de recolección de datos tales como: masa, tamaño y diámetro, los cuales, fueron sometidos a un análisis estadístico.

### **4.2.1. Materiales, equipos e instrumentos**

Para lograr los objetivos del presente trabajo de investigación, se emplearon ciertos materiales, equipos e instrumentos (Ver Tabla 7), los cuales, fueron utilizados en las distintas actividades realizadas; cierto número de ellas se emplazaron en campo, y otra parte en ambientes controlados como laboratorios u otros.

**Tabla 7***Materiales, equipos e instrumentos utilizados*

Tipo	Descripción	Cantidad	Unidad
Materiales	Cepa de <i>Pleurotus ostreatus</i>	50	gramo
	Bagazo de caña de azúcar	10	kilogramo
	Navaja	1	unidad
	Balanza digital	1	unidad
	Balde	8	litro
	Guantes estériles	4	unidad
	Bolsas de polipropileno	6	unidad
	Pabilo	3	madeja
	Carbonato de Calcio	200	gramo
	Pinza	2	unidad
	Bolsa de plástico negro	10	unidad
	Pipeta	1	unidad
	Espátula	1	unidad
	Alcohol de 96%	3	frasco
	Malla metálica (2 m. x 1m.)	1	rollo
	Cebada	3	kilogramo
Equipos	Termohigrómetro	1	unidad
	Autoclave	1	unidad

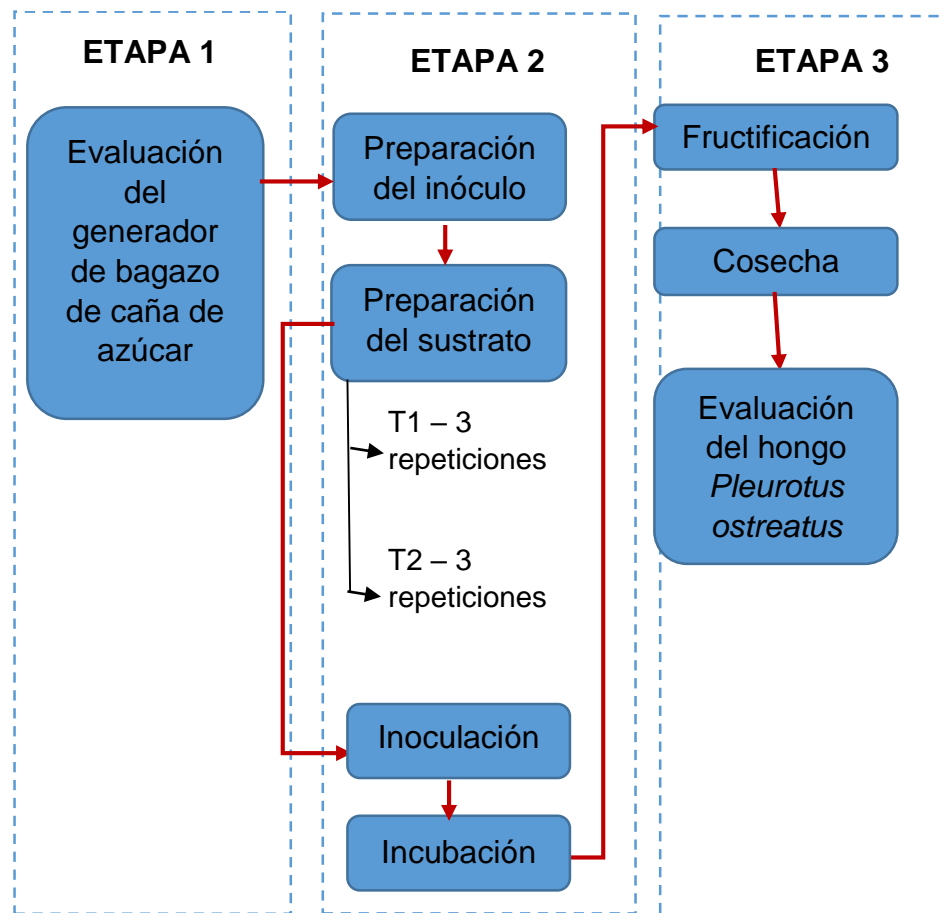
*Nota:* La tabla muestra todos los materiales e instrumentos utilizados durante todas las etapas del desarrollo del presente estudio.

#### 4.2.2 Etapas del trabajo de investigación

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en 03 etapas sucesivas (Ver Figura 2), cada una de ellas conformada de actividades específicas que fueron llevadas a cabo sistemáticamente.

**Figura 2**

*Etapas del trabajo de investigación*



*Nota.* Elaboración propia de acuerdo al desarrollo del presente trabajo de investigación.

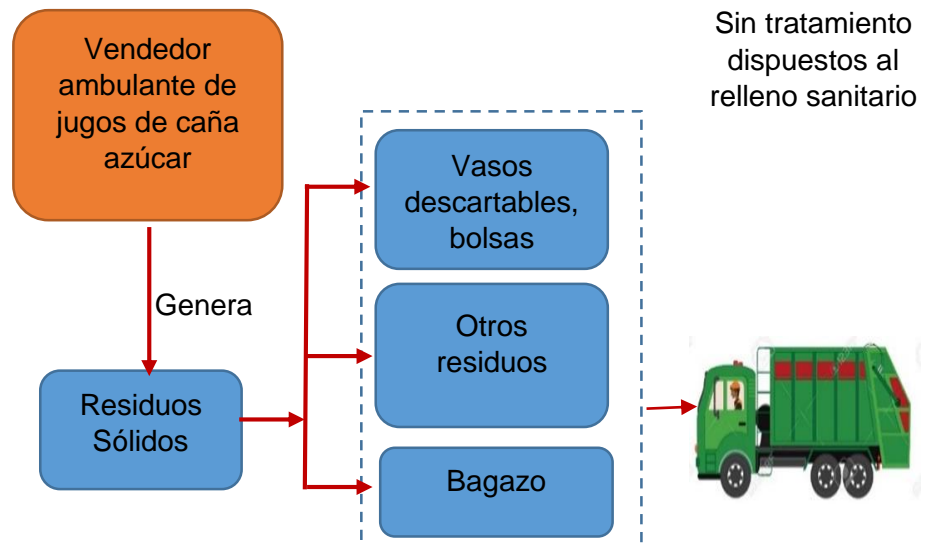
##### a) Etapa 01:

Esta primera etapa se denomina: Evaluación del generador de bagazo de caña de azúcar, tiene por objeto conocer el ciclo de

generación de residuos (Ver Figura 3), el cual se inicia con la generación del bagazo de caña de azúcar y concluye con su disposición final en un relleno sanitario.

**Figura 3**

*Generación del bagazo de caña de azúcar*



*Nota.* Elaboración propia de acuerdo a la entrevista realizada al comerciante y a los residuos obtenidos como muestra.

## b) Etapa 02:

### • Preparación del inóculo

La cepa del *Pleurotus ostreatus* se obtuvo del Laboratorio de Microbiología Ambiental de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao.

Para la obtención del inóculo primario, se hidrató cebada en un recipiente por 18 horas, posteriormente fue escurrido y oreado durante 1 hora, luego se aplicó 10 g de carbonato de calcio por cada kilogramo de cebada hidratada realizando una

mezcla homogénea, finalmente, se colocó en varias bolsas de plástico 01 kg de cebada.

Para el proceso de esterilización se utilizó el equipo denominado autoclave, empleado durante un tiempo aproximado de 2 horas hasta alcanzar una temperatura de 121°C y una presión de 15 Psi, luego, se dejó enfriar en un gabinete de bioseguridad hasta el día siguiente.

Con las medidas de asepsia requeridas, se inoculó la cebada con agar de micelio de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) primero, se dividió la Placa de Petri en 8 partes, y una (1/8) de ellas, se colocó para la inoculación de la cebada, todo ello, en el gabinete de bioseguridad (Ver Figura 4), donde no circula viento y en ese momento la temperatura era de 25 °C; luego, se adecuó un ambiente totalmente oscuro para la invasión completa del mismo.

#### **Figura 4**

*Placa de petri con agar de Pleurotus ostreatus*



*Nota.* Colonización de la placa Petri para posteriormente sembrar en el inóculo primario.



- **Preparación del sustrato**

El bagazo de caña de azúcar se obtuvo de un comerciante ambulante ubicado en la estación Bayóvar de la Línea 01 del Metro de Lima en el distrito de San Juan de Lurigancho, quien entregó 02 bolsas, las cuales contenían 50 kilogramos de residuos (estas hubieran sido dispuestas al final de la jornada laboral, en proximidades a la avenida Héroes del Cenepa; donde serían recogidas por el camión compactador del referido distrito).

Luego, se trasladaron las 02 bolsas a un área adecuada para segregar el contenido (ver Figura 5), del mismo que, se obtuvieron residuos de bagazo de caña, restos del tallo de la caña de azúcar, vasos descartables, bolsas, entre otros.

La segregación del bagazo de caña de azúcar de las 02 bolsas entregadas por el comerciante ambulante, se efectuó bajo los protocolos de bioseguridad; por lo que, se utilizó guantes, mascarillas y zapatos de seguridad. Posterior de ello, se desinfectó la zona donde se realizó dicha actividad de segregación.

Una vez realizada la clasificación y segregación del bagazo de caña de azúcar, se procedió a realizar los cortes transversales, de tal manera que se tengan dos grupos, uno de ellos, correspondiente al bagazo de caña de azúcar de 2 cm de longitud y otro de 5 cm de longitud.

## Figura 5

### Recolección y segregación del bagazo de caña de azúcar



*Nota.* Recolección del bagazo de caña de azúcar en la estación Bayóvar de la Línea 1 del Metro de Lima.

El bagazo de caña de azúcar se adecuó en dos tamaños (2 cm y 5 cm), y seguidamente fueron colocados en baldes independientes para su hidratación durante 20 horas; luego de ello, se retiró el agua y se expusieron al aire libre durante 1 hora. Posteriormente, se aplicó 10 g de carbonato de calcio por cada kilogramo de bagazo de caña de azúcar hidratado y se realizó el mezclado de manera homogénea.

La mezcla homogénea fue dispuesta en 6 bolsas, cada una de ellas, con 01 kg de bagazo de caña, 03 de las cuales corresponden al tamaño de 2 cm y 03 al tamaño de 5 cm.

Para la esterilización se utilizó el autoclave, durante 2 horas hasta llegar a una temperatura de 121°C y una presión de 15 Psi, con el fin de eliminar microorganismos perjudiciales para el crecimiento del *Pleurotus ostreatus* (hongo ostra). Las muestras esterilizadas fueron colocadas en el interior del gabinete de bioseguridad hasta el día siguiente.

- **Inoculación**

El proceso de inoculación del sustrato de bagazo de caña de azúcar se realizó en el gabinete de bioseguridad, cuyo ambiente es cerrado, esterilizado, limpio, no circula viento en el interior y se encontraba a una temperatura de 25 °C.

Luego, con el micelio del inóculo primario preparado con cebada, se sembró en el sustrato de bagazo de caña de azúcar, donde la cantidad de semilla quedó determinada por la siguiente ecuación:

$$CS = X * MSTS$$

Donde:

CS = Cantidad necesaria de semilla (g)

X = Porcentaje experimental de la masa en seco total del sustrato (%)

MSTS = Masa seca total del sustrato (g)

De tal manera, para una masa seca total del sustrato (MSTS) de 01 kilogramo y un porcentaje experimental de la masa seco a total del sustrato (X) del 5% se obtuvo lo siguiente:

Reemplazando valores en la Ecuación 1:

$$CS = 0.05 * 1000 \text{ g} = 50 \text{ g}$$

Desprendiéndose que la cantidad de semilla necesaria (CS) para un kilogramo de muestra es 50 g; dicha cantidad fue cuantificada y almacenada (ver Figura 6)

## Figura 6

### *Inóculo en cabina de bioseguridad*



*Nota.* Cálculo de la cantidad de semilla que se sembrará en el bagazo de caña de azúcar.

La muestra de 6 kg de bagazo de caña de azúcar se repartió en 6 bolsas (cada una de 1 kg), de las cuales, 3 kg eran de corte de 2 cm y los otros 3 kg de corte 5 cm (Vea Tabla 8).

## Tabla 8

### *Tratamiento del sustrato de bagazo de caña de azúcar*

Descripción	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Cantidad de semilla	50 g	50 g
	Humedad: 70%	Humedad: 70%
Bagazo de caña	Tamaño: 2 cm	Tamaño: 5 cm
	Cantidad: 1 kg	Cantidad: 1 kg
Repeticiones	3	3

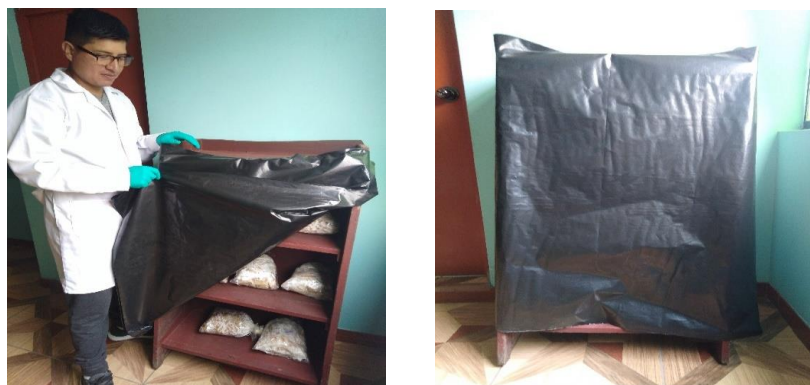
*Nota:* La tabla muestra datos característicos de ambos tratamientos.

- **Incubación**

En el transcurso de esta actividad, las bolsas plásticas que contenían el sustrato inoculado, son incubadas en un área determinada (ver Figura 7) en completa oscuridad y a una temperatura de 20°C, siendo así mantenidas hasta que el micelio invada por completo; cuyo proceso duró 38 días, se precisa que se realizó un monitoreo rutinario, a fin de detectar la existencia de algún tipo de fenómeno anómalo o contaminación relacionada.

**Figura 7**

*Ambiente adecuado para la incubación del sustrato*



*Nota.* Etapa de incubación, las unidades experimentales se colocaron en un estante y tapadas para una mayor oscuridad.

**c) Etapa 03**

- **Fructificación**

Durante el proceso de fructificación, una vez lograda la colonización total del micelio en los sustratos de bagazo de caña de azúcar, estas muestras fueron trasladadas a un área adecuada de mayor luminosidad (Ver Figura 8), donde las bolsas fueron colocadas a una altura de 1.5 m del piso y a una distancia de 30 cm. unas de otras. (Ver Figura 9)

Luego, se realizó perforaciones de 04 cm en cada una de las muestras, con el fin de que los primordios afloren. Todas las bolsas fueron cubiertas con un plástico transparente para evitar la contaminación por otros agentes y cada 2 días se regaron con agua para preservar la humedad.

### Figura 8

*Ambiente adecuado para la fructificación*

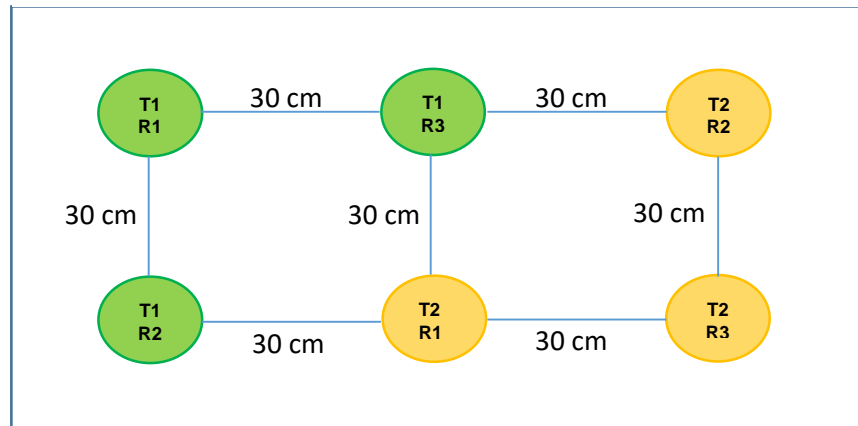


*Nota.* Después de la etapa de incubación las unidades experimentales se colocaron en un ambiente de luz.

Finalmente, los primeros primordios fueron identificados el décimo día con un tamaño aproximado de 2 cm y en el catorceavo día se logró apreciar, con claridad, todas las partes características del hongo, tales como: píleo, himenio y estípite.

**Figura 9**

*Distribución de las muestras de estudio durante la fructificación*



*Nota.* Distribución de las unidades experimentales (muestras) en un ambiente de luz.

- **Cosecha**

La cosecha se realizó cuando el cuerpo fructífero llegó a su etapa de madurez comestible, durante esta fase se realizó tres cosechas, la primera fue luego de 15 días de pasar al área de fructificación, la segunda cosecha fue luego de 21 días y la tercera cosecha fue luego de 25 días.

La cosecha se realizó a través de un corte en la parte del estípote (ver Figura 10) del hongo, se precisa que se utilizó materiales desinfectados para evitar la contaminación.

Asimismo, se registró datos tales como: diámetro, tamaño, masa y número de cuerpos fructíferos.

## Figura 10

*Etapa de cosecha del hongo *Pleurotus ostreatus**



*Nota. Fructificación del hongo *Pleurotus ostreatus* y medición del tamaño de estipe.*

## 4.3 Población y muestra

### 4.3.1 Población

Se consideró como población, al total de bagazo de caña de azúcar que genera un comerciante ambulante, Sr. Stalin Torres Z, durante el desarrollo de sus actividades referidas a la comercialización de caña de azúcar en la estación Bayóvar del Metro de Lima - Línea 1, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

### 4.3.2 Muestra

Se consideró realizar una muestra aleatoria, por lo que, con fecha 23.02.19, se recolectó 02 bolsas (50 kg) de bagazo de caña de azúcar, correspondiente a lo obtenido en día laborable por parte del comerciante, Sr. Stalin Torres Z., en la estación Bayóvar del Metro de Lima - Línea 1, en el distrito de San Juan de Lurigancho.



## 4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

### 4.4.1 Localización

La investigación y experimentación se realizó en el distrito de San Juan de Lurigancho.

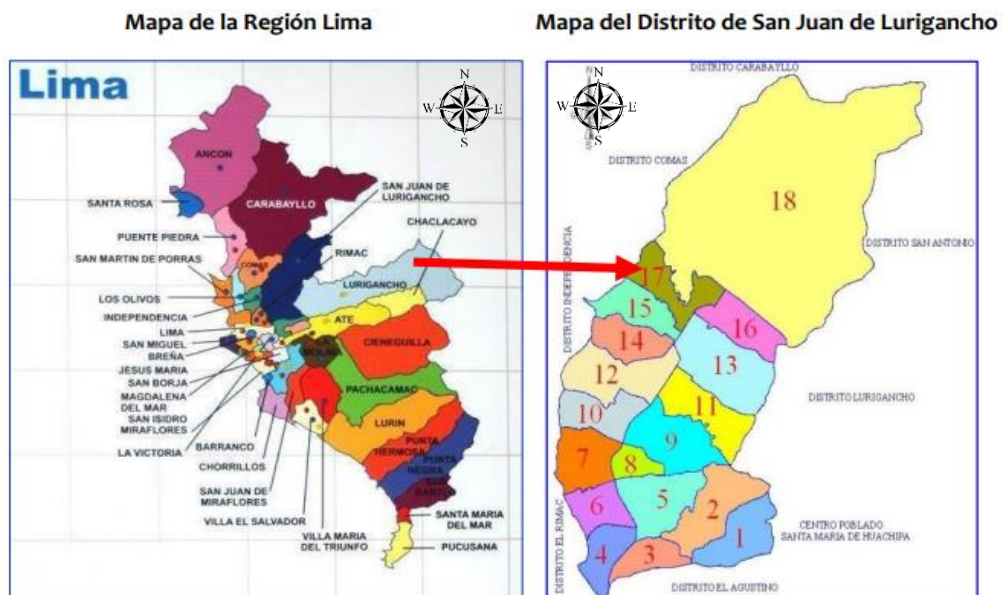
El distrito de San Juan de Lurigancho, fue fundado el 13 de enero de 1967 por Ley N°16382, y cuenta con una extensión de 131.25 km<sup>2</sup>, siendo el distrito más poblado del país.

Sus límites son: por el norte con el distrito de San Antonio (Provincia de Huarochirí), por el sur con el distrito del Agustino, por el este con el distrito de San Antonio (Provincia Huarochirí) y el distrito de Lurigancho (Chosica) y por el oeste con el distrito del Rímac, Independencia, Comas y Carabayllo. (Ver Figura 11).

No obstante, la parte experimental preparación del inóculo e inoculación se realizó en el laboratorio de Microbiología Ambiental de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao.

**Figura 11**

*Mapa del distrito de San Juan de Lurigancho*



#### **4.4.2 Habitantes**

De acuerdo al último censo realizado durante el año 2017, el distrito de San Juan de Lurigancho cuenta con 1 millón 38 mil 495 habitantes.

#### **4.4.3 Aspectos ambientales**

El distrito de San Juan de Lurigancho presenta un clima de tipo desértico con muy escasas precipitaciones; acorde recientes lecturas de la estación meteorológica denominada Ñaña – Código 111023 podemos conocer detalle de la Temperatura del medio ambiente (Ver Tabla 9), donde su análisis permite comprender que la temperatura media oscila entre los 15.93 °C a 23.55°C, un promedio de 20.38°C en el referido distrito.

**Tabla 9**

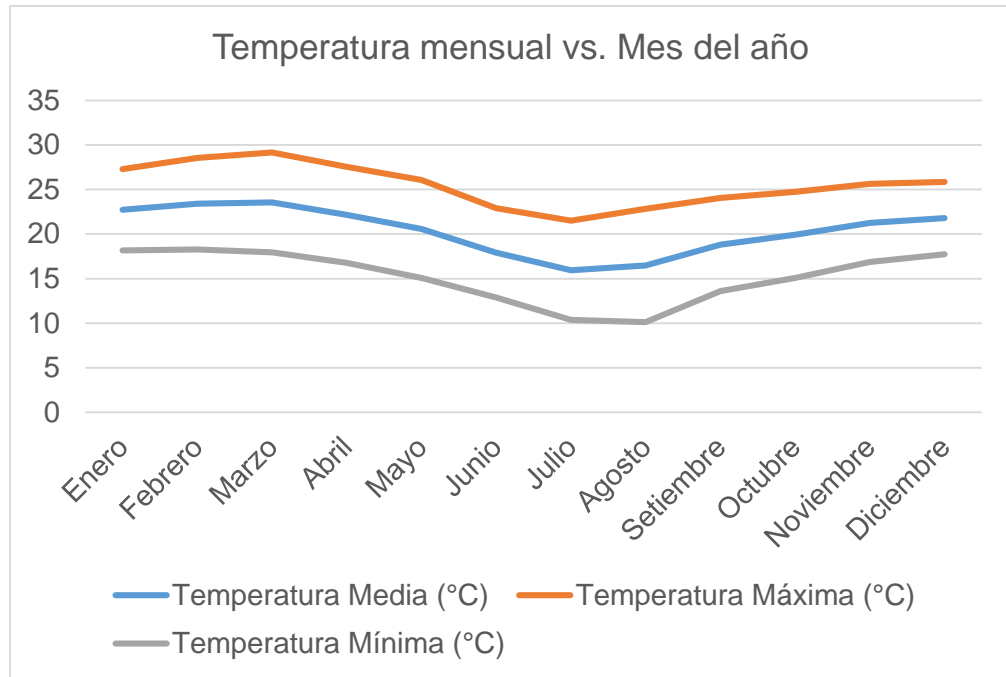
*Registro de temperatura ambiental en el distrito de San Juan de Lurigancho 2019 – Estación Ñaña*

Mes	Temperatura Media (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)
Enero	22.72	27.29	18.15
Febrero	23.42	28.54	18.29
Marzo	23.55	29.15	17.95
Abril	22.16	27.55	16.77
Mayo	20.57	26.08	15.07
Junio	17.90	22.91	12.89
Julio	15.93	21.49	10.37
Agosto	16.48	22.82	10.14
Setiembre	18.83	24.05	13.61
Octubre	19.92	24.75	15.08
Noviembre	21.25	25.64	16.86
Diciembre	21.78	25.84	17.73

*Nota:* La tabla muestra los registros de temperatura obtenidos en la Estación Ñaña – 2019, datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

### Gráfico 1

Registro de temperatura mensual en el distrito de San Juan de Lurigancho  
año 2019 – Estación Ñaña



*Nota.* Datos mensuales de la temperatura en °C obtenidos en la Estación Ñaña – 2019, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

Asimismo, a partir de la data dispuesta por la estación meteorológica Ñaña - Código 111023 se desprende data de humedad relativa para el año 2019 (ver Tabla 10), donde se obtiene valor máximo de 89.73% y mínimo de 86.43%, reflejando un promedio de 87.62%.

**Tabla 10**

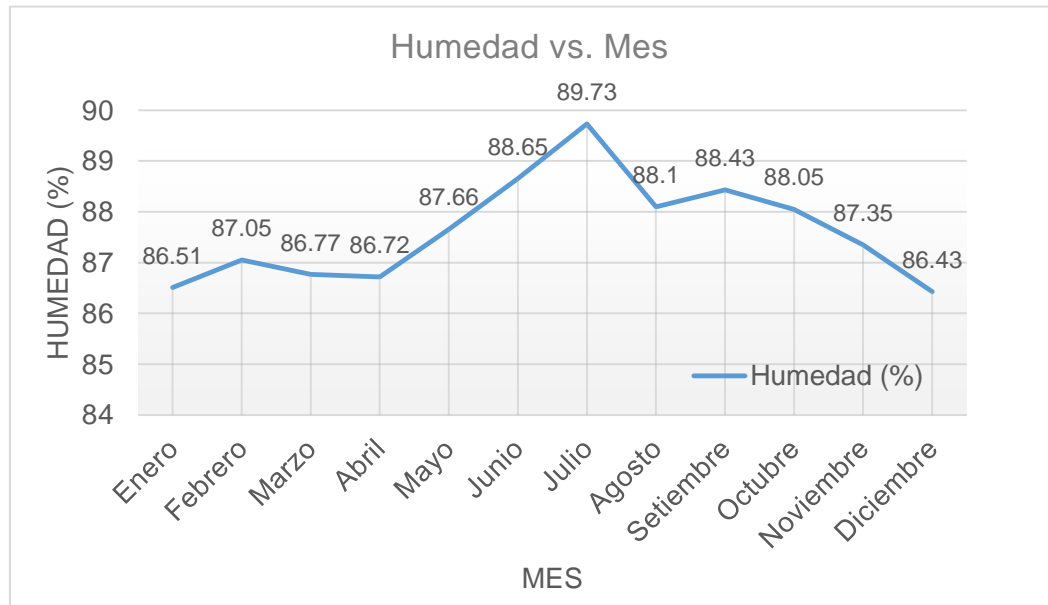
*Registro de humedad relativa mensual en el distrito de San Juan de Lurigancho – Estación Ñaña*

Mes	Humedad (%)
Enero	86.51
Febrero	87.05
Marzo	86.77
Abril	86.72
Mayo	87.66
Junio	88.65
Julio	89.73
Agosto	88.10
Setiembre	88.43
Octubre	88.05
Noviembre	87.35
Diciembre	86.43

*Nota:* La tabla muestra los registros de la humedad relativa en la Estación Ñaña - 2019 datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

## Gráfico 2

Registro de humedad relativa mensual en el distrito de San Juan de Lurigancho – Estación Ñaña – Año 2019

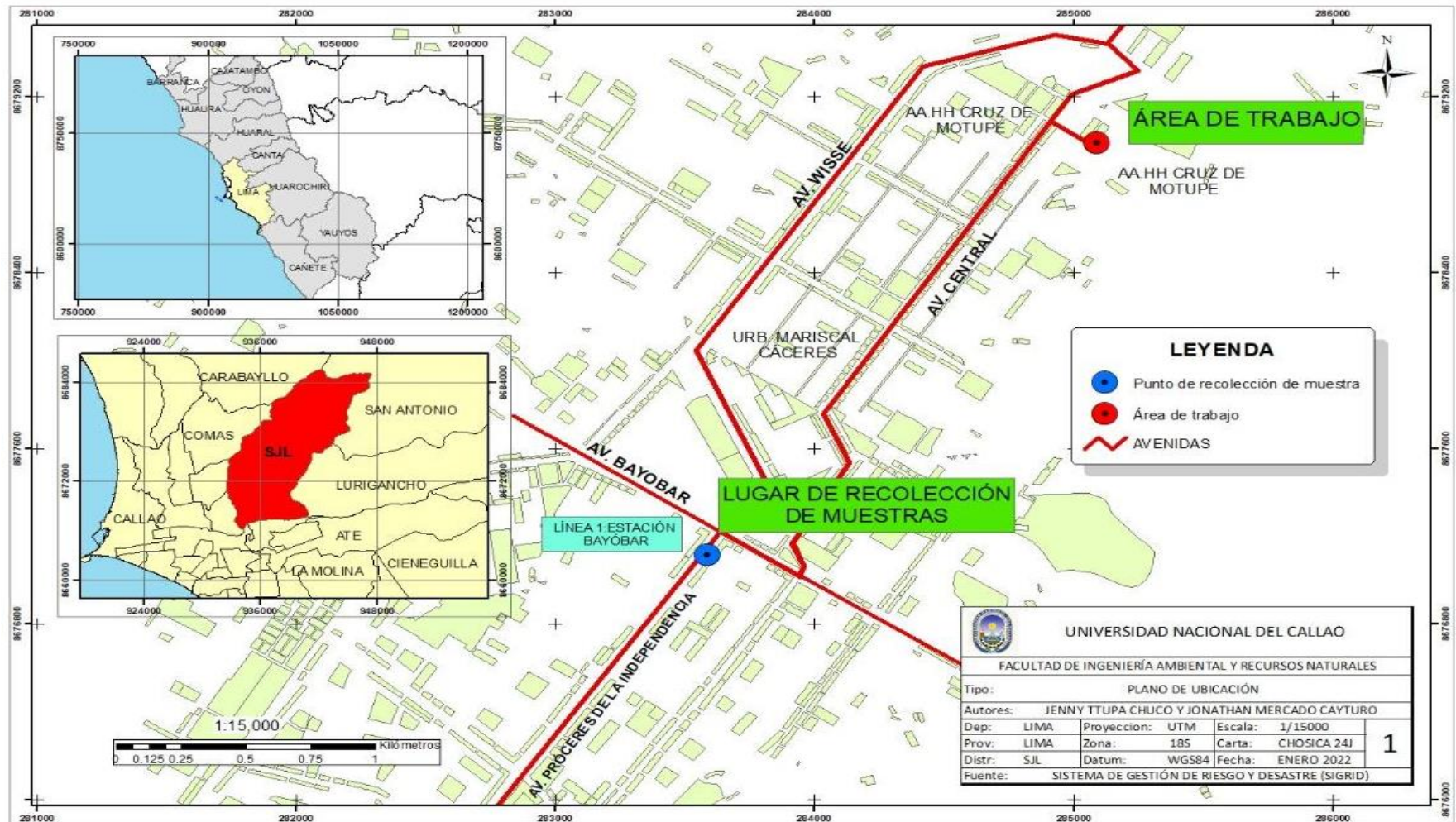


*Nota.* Datos mensuales de la humedad relativa en %, obtenidos en la Estación Ñaña – 2019, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

- Parte de las actividades de la segunda etapa tales como: preparación del inóculo, inoculación e incubación fueron emplazados en ambientes de la Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, Laboratorio de Microbiología Ambiental, el cual está ubicado en la Avenida Juan Pablo II -N°306, Bellavista – Callao.
- Otras actividades, parte del estudio, llevadas a cabo en el periodo mayo 2019 - julio 2019 se emplazaron en un ambiente de trabajo ubicado en el Asentamiento Humano Cruz de Motupe del distrito de San Juan de Lurigancho (Ver Figura 12).

**Figura 12**

*Ubicación de puntos de recolección y área experimental en la Estación Bayóvar en el distrito de San Juan de Lurigancho.*



*Nota.* Mapa que muestra el área de trabajo y el punto de recolección en el Estación Bayóvar del distrito de San Juan de Lurigancho.

## **4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.**

### **4.5.1 Técnicas para la recolección de la información**

a) Observación:

La técnica de observación se consideró trascendental, puesto que, a lo largo del mismo, sirvió para identificar múltiples características y/o fenómenos que acontecían, como, por ejemplo: el identificar el tamaño del bagazo de caña de azúcar empleado, el evidenciar el crecimiento del micelio en el sustrato, entre otras; y que fueron, por tal motivo, una importante fuente de información.

b) Entrevista:

A través de esta técnica se obtuvo información de la actividad de comercialización de jugo de caña de azúcar por parte de los comerciantes ambulantes ubicados en la Estación Bayóvar de la Línea 01 del Metro de Lima, distrito de San Juan de Lurigancho. Si bien, debido a la poca disposición de los comerciantes a brindar información sobre las actividades que realizan; sólo se logró entrevistar a uno de ellos. No obstante, la información brindada fue de gran utilidad para el desarrollo de la presente investigación.

### **4.5.2 Instrumentos para la recolección de la información**

a) Ficha de evaluación, donde se toma nota acerca todas las características acontecidas en el desarrollo del trabajo, con especial énfasis a aquellas relacionadas con el hongo *Pleurotus ostreatus*

b) Consentimiento informado, el cual consiste de una ficha de registro donde se almacenan información recopilado de los entrevistados

c) Bibliografía limitada.



## 4.6 Análisis y procesamiento de datos

Esta investigación es realizada con 06 unidades experimentales compuesto por 2 tratamientos:

- Un tratamiento para el sustrato de caña de 2 cm y otro para el sustrato de caña de 5 cm, siendo sometido a 3 repeticiones cada tratamiento.

Así, a fin de determinar el tratamiento más adecuado se emplea el diseño de bloques completo al azar, donde el modelo estadístico queda definido de la siguiente manera:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \{i = 1,2,3, \dots \tau_j = 1,2,3, \dots r\}$$

Donde:

$\gamma_{ij}$  = variable de respuesta

$\mu$  = efecto de la media

$\tau_i$  = efecto del tratamiento

$\beta_j$  = efecto del bloque

$\varepsilon_{ij}$  = efecto del error aleatorio

La hipótesis nula ( $H_0$ ) queda establecida:  $H_0: \forall 1,2, \dots (\tau_1 = \tau)$

Al igual que la hipótesis alterna ( $H_a$ ):  $H_a: \exists, 1,2, \dots (\tau_1 \neq \tau)$

Luego se emplea un diseño en bloques completamente aleatorizado, estableciendo un arreglo determinado de datos (Ver Tabla 11).

**Tabla 11***Resultados de las unidades experimentales según el tratamiento.*

Tratamiento	Bloque			
	Bloque 1	Bloque 2	...	Bloque $\kappa$
1	$Y_{11}$	$Y_{12}$	.	$Y_{1b}$
2	$Y_{21}$	$Y_{22}$	.	$Y_{2b}$
3	$Y_{31}$	$Y_{32}$	.	$Y_{3b}$
.	.	.	.	...
K	$Y_{k1}$	$Y_{k2}$	.	$Y_{kb}$

*Nota:* En la tabla se registran los resultados de las unidades experimentales, los subíndices indican su ubicación en relación a los tratamientos.

Para el caso específico, el arreglo de los datos para cada tratamiento: T1 y T2, donde se establece tres repeticiones o bloques, considerando una repetición en cada tratamiento y bloque se define de la siguiente manera (ver Tabla 12)

**Tabla 12***Arreglo de datos empleados en el trabajo de investigación*

Tratamiento	Bloque/ Repetición		
	Bloque	Bloque 2	Bloque
	1		3
T1	R-1 <sup>(11)</sup>	R-2 <sup>(12)</sup>	R-3 <sup>(13)</sup>
T2	R-1 <sup>(21)</sup>	R-2 <sup>(22)</sup>	R-3 <sup>(23)</sup>

*Nota:* En la tabla se muestran el diseño de bloques completamente al azar y sus repeticiones.

De forma posterior se precisó el análisis de la varianza (ANOVA) (Ver Tabla 13)

**Tabla 13**

*ANOVA para el diseño en bloques completos al azar*

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	F Observado	F Requerido
Bloques	GL <sub>B</sub>	SC <sub>B</sub>	CM <sub>B</sub>	-	
Tratamiento	GL <sub>Trat</sub>	SC <sub>Trat</sub>	CM <sub>trat</sub>	-	5%
Error	GL <sub>E</sub>	SC <sub>E</sub>	CM <sub>E</sub>	-	
Total	GL <sub>T</sub>	SC <sub>T</sub>	-	-	-

*Nota:* GL= Grado de libertad, SC= Suma de cuadrados, CM= Cuadrados Medios, GL<sub>B</sub> = Grado de libertad para el bloque, GL<sub>trat</sub> = Grado de libertad para el tratamiento, GL<sub>E</sub>= Grado de libertad para el error, GL<sub>T</sub>= Grado de libertad total.

Finalmente, valiéndose del método de Duncan se puede calcular el menor rango de significancia:

$$R_p = r_\alpha(p, l) \sqrt{\frac{CM_E}{n}}$$

Donde:

R<sub>P</sub> = Menor rango de significancia

R<sub>α</sub>(p,f) = Valor crítico calculado según tabla de rangos significativos de Duncan (Ver Anexo 6)

CM<sub>E</sub>= Error estándar de cada promedio

n = Cantidad de repeticiones

Este valor obtenido y relacionado con el valor medio permitió determinar el tratamiento que mejor desempeño ofrece.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Resultados descriptivos

#### a) De la masa, tamaño y diámetro del hongo producido durante las tres cosechas

Durante la primera cosecha, que se realiza 15 días iniciados el proceso de fructificación, se advierte el crecimiento del hongo inoculado, siendo sus principales características detalladas. (Ver Tabla 14)

**Tabla 14**

*Resultados de la primera cosecha*

Descripción	CM	CP	CPE	D	TE	M
T1 (Muestra 2 cm)	T1-R1	11	1	8.8	8.6	28
	T1-R2	4	1	6	5.5	15
				8.3	6.7	
	T1-R3	8	3	7.9	5.9	70
			6.9	5.3		
T2 (Muestra 5 cm)	T2-R1	4	1	8	6.2	28
	T2-R2	3	1	8.6	6.8	32
	T2-R3	2	2	8.2	8.1	65
				6.9	5.7	

*Nota:* CM=Código de la Muestra; CP=Cantidad de primordios; CPE= Cantidad de primordios evaluados; D= Diámetro de hongo (cm); TE= Tamaño del estipe (cm); M= Masa (g).

Así de manera posterior, 21 días iniciado el proceso de fructificación, nuevamente se analiza cada una de las muestras y se detalla principales características. (Ver Tabla 15).

**Tabla 15**

*Resultados de la segunda cosecha*

Descripción	CM	CP	CPE	D	TE	M
T1 (Muestra 2 cm)	T1-R1	2	2	9.6	5.6	29
				9.0	5.8	
				8.3	5.4	
	T1-R2	3	3	7.5	5.1	62
				11.4	6.2	
				6.1	4.2	
T1-R3	2	2	7.8	5.4	25	
			7.0	5.2		
			8.2	6.1		
T2 (Muestra 5 cm)	T2-R1	3	3	8.2	6.1	52
				11.6	5.5	
				9.4	5.1	
	T2-R2	2	2	8.6	6.4	40
				7.5	5.8	
				8.1	6.0	
T2-R3	2	2	7.5	5.8	38	
			8.1	6.0		
			8.1	6.0		

*Nota:* CM=Código de la Muestra; CP=Cantidad de primordios; CPE=Cantidad de primordios evaluados; D= Diámetro de hongo (cm); TE= Tamaño del estipe (cm); M= Masa (g).

Finalmente, transcurrido 25 días se realiza la última evaluación, cuyo análisis no dista de aquellos previos realizados, siendo identificado principales características tales como: cantidad de primordios, diámetro, entre otras (Vea Tabla 16).

**Tabla 16**

*Resultados de la tercera cosecha*

Tratamiento	CM	CP	CPE	D	TE	M
T1 (Muestra 2 cm)	T1-R1	3	3	6	4.3	48
				6	4.4	
				6	4.5	
	T1-R2	2	2	7	4.7	42
				7	4.8	
				6	4.2	
T1-R3	2	3	6	4.3	51	
			6	4.4		
			12	6.3		
T2 (Muestra 5 cm)	T2-R1	5	4	6	2	57
				6	2	
				2	1	
	T2-R2	3	1	12	5.5	38
				8	5.6	
				8	3.5	
T2-R3	3	3	8	3.5	54	
			4	3		

*Nota:* CM=Código de la Muestra; CP=Cantidad de primordios; CPE= Cantidad de primordios evaluados; D= Diámetro de hongo (cm); TE= Tamaño del estipe (cm); M= Masa (g).

## b) Masa total producida en los dos tratamientos

Durante el desarrollo del trabajo de investigación se identificó la masa del hongo producido en cada una de las cosechas, para cada muestra, correspondiente a ambos tipos de sustratos. (Ver Tabla 17)

**Tabla 17**

*Registro de masa de hongo producido*

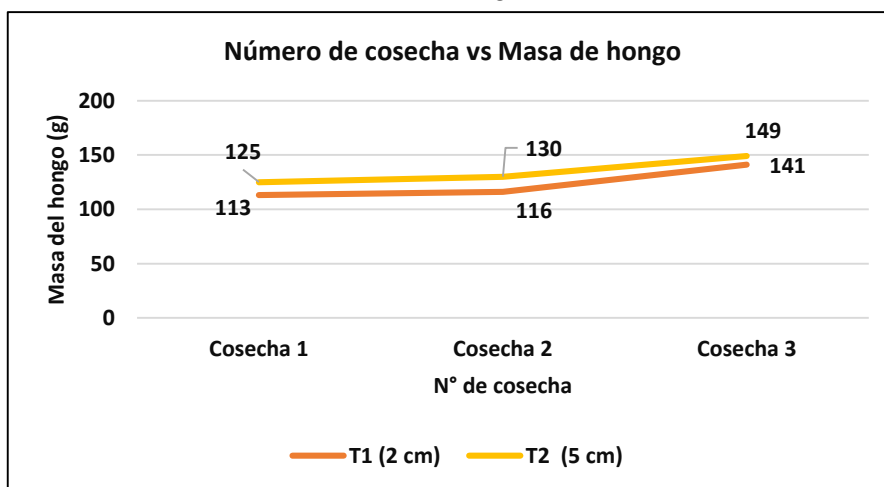
Tratamientos	Cosecha			Total
	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	
T1 (2 cm)	113 g	116 g	141 g	370 g
T2 (5 cm)	125 g	130 g	149 g	404 g
Total	238 g	246 g	290 g	774 g

*Nota:* la tabla muestra la cantidad de masa obtenida en ambos tratamientos según su respectiva cosecha.

Los resultados referidos son expresados mediante la relación entre el número de cosecha y la masa de hongo producida (Ver Gráfico 3)

**Gráfico 3**

*Número de cosecha vs Masa de hongo*



*Nota.* Resultados de las tres cosechas expresados en gramos.

### c) Del tamaño del estipe

Luego de cada cosecha se determina el tamaño del estipe para cada tratamiento realizado (T1 y T2) y es detallado para cada uno de las muestras (Ver tabla 14, 15 y 16), resultados los cuales son expuestos a continuación:

**Tabla 18**

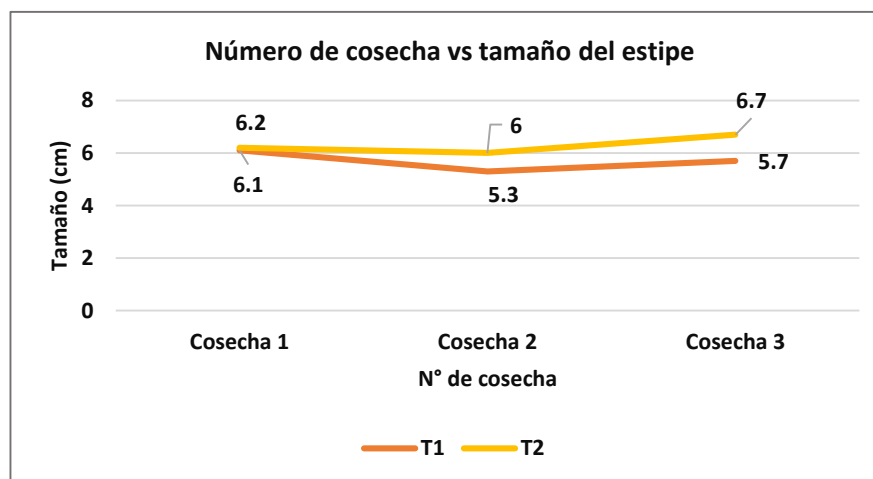
*Tamaño del estipe producidos durante las tres cosechas*

Tratamientos	Cosecha			Total
	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	
T1	6.1	5.3	5.7	17.1
T2	6.2	6	6.7	18.9
Total	12.3	11.3	12.4	36

*Nota:* La tabla muestra el resultado de la medición del tamaño del estipe en cm, en cada cosecha para ambos tratamientos.

**Gráfico 4**

*Número de cosecha vs Tamaño de estipe*



*Nota.* Datos del tamaño de estipe obtenidos en cada cosecha para ambos tratamientos.



#### d) Del diámetro del hongo

Se determinó el diámetro de todos los carpóforos para cada una de las bolsas con sustratos de los dos tratamientos, que fueron medidos luego de cada cosecha, así se detalla los diámetros por cada bolsa de ambos tratamientos de las tres cosechas (Ver tablas 14, 15 y 16) y finalmente se muestra el promedio del diámetro por ambos tratamientos a continuación. (Ver Tabla 19)

**Tabla 19**

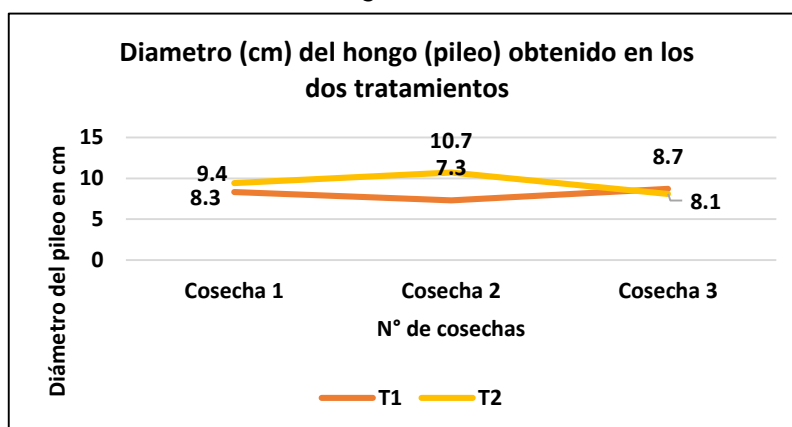
*Diámetro del hongo identificado durante las tres cosechas*

Tratamientos	Repeticiones			Total
	R-1	R-2	R-3	
T1	8.3	7.3	8.7	24.3
T2	9.4	10.7	8.1	28.2
Total	17.7	18	16.8	52.5

*Nota:* La tabla muestra el resultado de la medición del diámetro en cm, según cada cosecha y tratamiento.

**Gráfico 5**

*Diámetro obtenido del hongo Pleurotus ostreatus*



*Nota.* Datos de la medición del diámetro en centímetros, en cada cosecha y tratamiento.

### e) Eficiencia biológica

La eficiencia biológica es determinada por la relación porcentual entre la masa de los hongos frescos producidos y la masa del sustrato seco por 100. Para el presente estudio “Bagazo de Caña de Azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* (Hongo de ostra) después de un proceso de secado del sustrato, se obtuvo 300 g de masa de sustrato seco, obteniéndose los siguientes valores de eficiencia biológica para cada tratamiento.

**Tabla 20**

*Eficiencia biológica (EB) por tratamiento*

Tratamiento	Masa Fresco de Cuerpos Fructíferos (g)	Masa Seco de Sustratos (g)	Eficiencia Biológica (EB) (%)
T1	113	300	37.67
	116	300	38.67
	141	300	47.00
T2	125	300	41.67
	130	300	43.33
	149	300	49.67

*Nota:* La tabla muestra el resultado de la eficiencia biológica, la cual, se obtiene de la relación de la masa fresca de los cuerpos fructíferos entre la masa seca del sustrato expresados en gramos, por 100%.

Se determina la eficiencia biológica, la cual refiere un promedio para ambos tratamientos, y que se obtiene de la relación inversa entre la masa fresca del hongo producido y la masa seca del sustrato (Ver Tabla 21)

**Tabla 21**

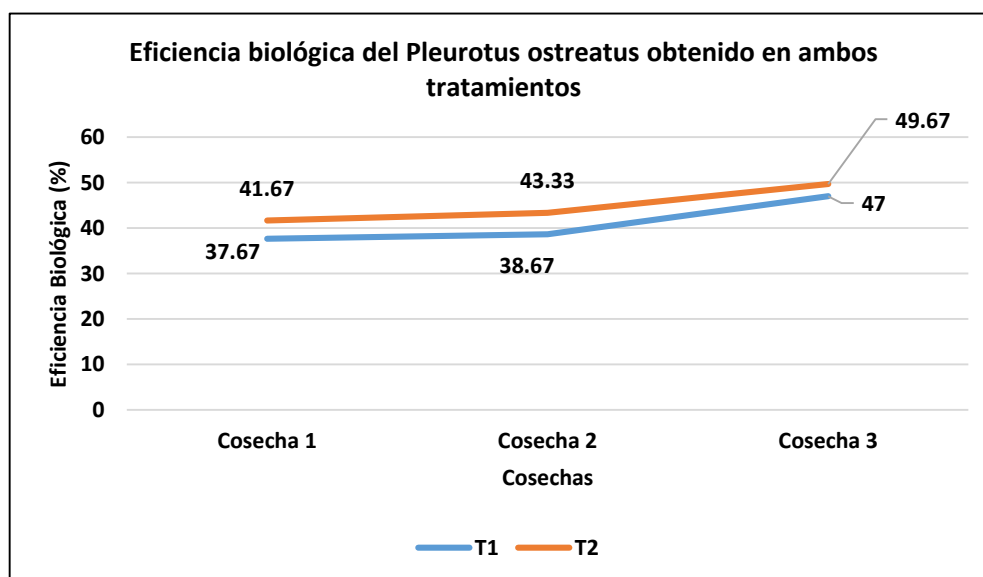
*Eficiencia biológica producida en las 3 cosechas*

Tratamientos	Repeticiones			Total	Media
	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3		
T1	37.67	38.67	47	123.33	41.11
T2	41.67	43.33	49.67	134.67	44.89
Total	79.33	82	96.67	258	

*Nota:* La tabla muestra el resultado de la eficiencia biológica en cada una de las tres cosechas.

**Gráfico 6**

*Eficiencia biológica del Pleurotus ostreatus*



*Nota.* Datos de la eficiencia biológica en cada una de las tres cosechas, según los tratamientos realizados.

f) **Tasa de producción**

Se determina la tasa de producción, la cual refiere un valor promedio de por ambos tratamientos, y es definida por la relación inversa entre la eficiencia biológica y el tiempo requerido de cosecha (Ver Tabla 22 y 23)

**Tabla 22**

*Tasa de producción por tratamiento.*

Tratamiento	Eficiencia (%)	Tiempo (Días)	Tasa de Producción (TP) (%)
T1	37.67	63	0.60
	38.67	63	0.61
	47	63	0.75
T2	41.67	63	0.66
	43.33	63	0.69
	49.67	63	0.79

*Nota:* El tiempo en días establecido corresponde al proceso desde la inoculación (38 días) hasta la cosecha final (25 días), que sumados nos da 63 días.

**Tabla 23**

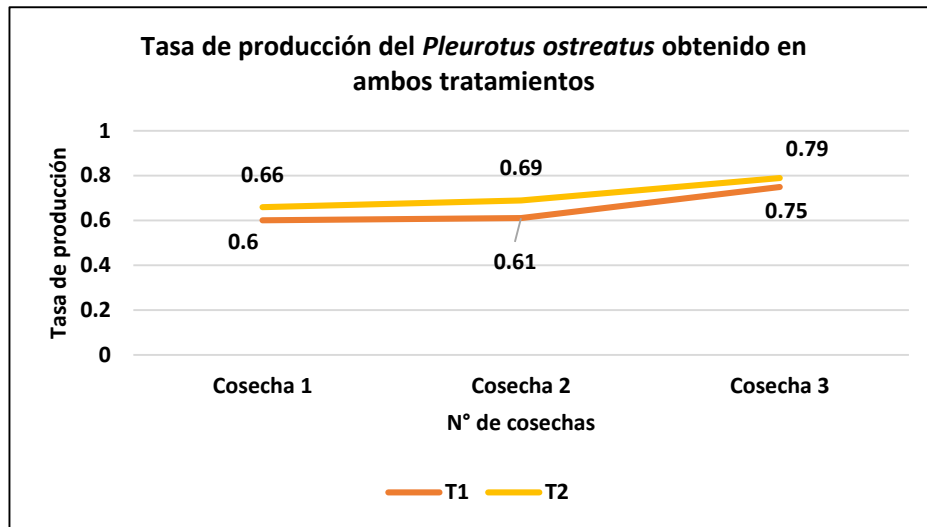
*Tasa de producción del Pleurotus ostreatus obtenido en T1 y T2*

Tratamientos	Repeticiones			Total	Media
	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3		
T1	0.60	0.61	0.75	1.96	0.65
T2	0.66	0.69	0.79	2.14	0.71
Total	1.26	1.30	1.54	4.10	1.36

*Nota:* Se muestra la tasa de producción por cada cosecha en ambos tratamientos.

## Gráfico 7

Tasa de producción del *Pleurotus ostreatus*



Nota. Datos de la tasa de producción según cada cosecha y tratamiento.

## 5.2 Resultados inferenciales

La variable nula ( $H_0$ ) queda definida de la siguiente manera:

$H_0$  = “El bagazo de caña de azúcar adecuado como sustrato presenta igual tasa de producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) en ambos tratamientos”.

La variable alternativa ( $H_a$ ) queda definida de la siguiente manera:

$H_a$  = “El bagazo de caña de azúcar adecuado como sustrato presenta diferentes tasas de producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) en ambos tratamientos”

Así el análisis de la varianza de la tasa de producción queda definido (Ver Tabla 24)

**Tabla 24**

*ANOVA de la tasa de producción del Pleurotus ostreatus obtenido en los dos tratamientos*

Fuente de Varianza	GL	SC	CM	F Observado	F Requerido
Bloques	2	0.0502	0.0251	125.5	
Tratamiento	1	0.0054	0.0054	27	18.51
Error	2	0.0004	0.0002	-	
Total	5	0.056	-	-	-

*Nota:* Se muestra el análisis de varianza.

Del análisis de la Tabla 24 se observa que el F observado es mayor al F requerido, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula.

Asimismo, el análisis de varianza (ANOVA) realizado indica que existe diferencia significativa entre los dos tratamientos, por lo tanto, se realiza la prueba de rango múltiple de Duncan para medir la significancia entre ambos tratamientos.

De la aplicación del método de Duncan, se obtiene que existe una diferencia significativa entre ambos tratamientos, presentando mejores resultados el T2 (dimensión de 5 cm).

### 5.3 Otro tipo de resultado

El *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra), una cantidad de 34.5 g, producido en la primera cosecha del trabajo experimental fue sometido a análisis en el laboratorio de evaluación nutricional de alimentos de la facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (ver Anexo 2), con el fin de conocer su valor nutricional presentando los siguientes resultados:

**Tabla 25**

*Resultados de laboratorio para muestra de hongo*

Descripción	Resultado
Proteína bruta (Nx6.25) %	2.64
Calcio (%)	0.01
Hierro (mg/100g)	2.88

*Nota:* La tabla muestra el resultado de la evaluación nutricional realizado a los cuerpos fructíferos obtenidos durante las cosechas. Dicho análisis se realizó en el laboratorio de la Facultad de Zootecnia – Universidad Agraria La Molina.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

- La hipótesis general menciona: El bagazo de caña de azúcar como sustrato presenta resultados positivos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)

De acuerdo a los resultados, se evalúa 02 tratamientos a base de bagazo de caña de azúcar (2 cm y 5 cm) para la obtención de *Pleurotus ostreatus* con tres repeticiones cada uno, mostrando en todos los cultivos resultados positivos, por ende, el bagazo de caña de azúcar adecuado como sustrato si es apropiado para la producción del referido hongo.

- La hipótesis específica HE1 menciona: El bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 2 cm (T1), presenta resultados positivos para la producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)

De acuerdo a los resultados, el bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a un tamaño de 2 cm (T1) presenta resultados positivos para la producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra), se obtuvo el referido hongo en todas las repeticiones, asimismo, se evaluó su masa, diámetro del píleo, tamaño del estipe, eficiencia biológica y tasa de producción.

- La hipótesis específica HE2 menciona: El bagazo de caña de azúcar como sustrato, adecuado a un tamaño de 5 cm (T2), presenta resultados positivos para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)

De acuerdo a los resultados, el bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a un tamaño de 5 cm (T2) presenta resultados positivos para la producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra).

- La hipótesis específica HE3 menciona: La tasa de producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) presenta mejores resultados para el



sustrato adecuado a 5 cm (T2) en comparación al sustrato adecuado a 2 cm (T1)

De acuerdo a los resultados:

- La tasa de producción del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) obtenido del T2 es mayor que del T1.
- De acuerdo al método de Duncan el T2 (5 cm) presenta un mayor valor en la tasa de producción.
- El T2 (5 cm) presenta un mayor valor del diámetro, tamaño del píleo y tasa de producción.

## 6.2 Contrastación de los resultados con estudios similares

- Ancco (2012) evalúa tres sustratos de los cuales el desarrollo de carpóforos se dio en aserrín y bagazo de caña de azúcar, la eficiencia biológica del bagazo de caña de azúcar fue de 35.17 % para un sustrato adecuado a 3 cm, en comparación con el presente estudio se refleja valores de 41.11% y 44.89% para el tratamiento 1 (2 cm) y tratamiento 2 (5 cm) respectivamente; de los cuales, se podrían observar cómo adecuadas condiciones de desarrollo favorecen la reproducción del hongo, así como la dimensión influye sustancialmente en la reproducción del mismo

Así el mayor diámetro obtenido por Ancco fue de 10 cm, en comparación al presente estudio que refleja valores máximos de 12 cm de diámetro.

- Cárdenas (2015) evalúa seis tratamientos de los cuales el sustrato de bagazo de caña de azúcar fue el segundo sustrato que obtuvo mayor eficiencia biológica con un 23.80%, para un sustrato adecuado a una dimensión entre 2 y 3 cm aproximadamente; lo cual, en comparación con la investigación realizada, refleja la importancia del tamaño del sustrato

en la reproducción del hongo, siendo las condiciones de asepsia preponderantes y trascendentales para obtener óptimos resultados.

Así el mayor diámetro obtenido por Ancco fue de 8.42 cm, en comparación al presente estudio que refleja valores máximos de 12 cm de diámetro del hongo de ostra.

- Donado (2014) evalúa tres sustratos para la producción de hongos, en el cual el sustrato de bagazo de caña de azúcar, no refleja producción alguna, menciona que la caña de azúcar contiene azúcares solubles, que favorecen la presencia de mohos, levaduras y bacterias provocando contaminación y además compiten en el sustrato con el desarrollo del micelio del hongo; en comparación al presente estudio refiere resultados contrarios ya que el adecuado tratamiento del sustrato y las prácticas rigurosas de asepsia sí favorecen el crecimiento del mismo.

### **6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**

Durante la elaboración del presente trabajo de investigación se realizó múltiples tareas de recopilación bibliográfica, a fin de llevar a cabo un proceso experimental donde se trata de demostrar la afirmación y/o negación de una hipótesis; por lo cual, se manifiesta que la información plasmada en el mismo, es fidedigna y cumple con las normas éticas de acuerdo a reglamentos establecidos como la aplicación del software anti-plagio. Por lo cual, al pasar el sistema antiplagio tendrá resultados positivos.

Los autores del presente trabajo de investigación se responsabilizan por la información emitida en el informe tesis: “El bagazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* (Hongo de ostra)”.

## VII. CONCLUSIONES

- El bagazo de caña de azúcar empleado como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra), siguiendo las pautas adecuadas, si favorece su producción.
- El bagazo de caña de azúcar adecuado a un tamaño de 2 cm (T1) si favorece el crecimiento del Hongo *Pleurotus ostreatus* con una eficiencia biológica del 41.11 % y una tasa de producción de 0.65%.
- El bagazo de caña de azúcar adecuado a un tamaño de 5 cm (T2) si favorece el crecimiento del Hongo *Pleurotus ostreatus* con una eficiencia biológica del 44.89 % y una tasa de producción de 0.71%.
- La tasa de producción del bagazo de caña de azúcar adecuado a un tamaño de 2 cm (T1) en relación al bagazo de caña adecuado a 5 cm (T2) es superior en un 0.06%; así la eficiencia biológica del T2 en relación al *Producción del hongo comestible Pleurotus djamor (fr.) Boedijn usando distintos sustratos de residuos agrícolas aislado en Tingo María T1* es mayor en un 3.78%.
- El micelio, durante la etapa de colonización, tarda 38 días en ambos tratamientos, en la etapa de colonización la invasión del micelio fue uniforme, lo cual indica que el sustrato estuvo con buen nutriente.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Incentivar la realización de trabajos de investigación que profundicen sobre la utilidad del bagazo de caña de azúcar como sustrato, para la producción del hongo de ostra; ya sea de manera independiente o en combinación con otros residuos; puesto el bagazo de caña de azúcar es abundante en diversos puntos del distrito de San de Juan de Lurigancho.
- Evaluar el impacto ambiental que generaría la disposición del bagazo de caña de azúcar en la vía pública cerca a la Estación Bayóvar de la Línea 01 del Metro de Lima en el distrito de San Juan de Lurigancho; ya que esto generaría contaminación del suelo, además de ser un foco infeccioso para su entorno, entre otras implicancias.
- Incentivar el consumo del *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra) debido a sus propiedades nutritivas. Este hongo es para la población del distrito en general un producto desconocido, sin dar cuenta que es un alimento que tiene fuente de proteínas y otros.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, R. (2017). *Valoración y crecimiento del cultivo de Pleurotus ostreatus en cuatro sustratos generados a partir de procesos productivos agropecuarios, en el municipio de Málaga Santander* [Trabajo de fin de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional Universidad Abierta <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13043/63398539.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Achával, A. (2006). *Crecimiento Demográfico y Contaminación Ambiental*. Editorial Dunken
- Almazán, O., Hernández, A., Brizuela, M., Carvajal, O., Arias, G., & Fernández, N. (s.f.). *El bagazo de la caña de azúcar. Propiedades, constitución y potencial*.
- Ancco, M. (2012). *Evaluación del crecimiento y producción del hongo ostra (Pleurotus ostreatus) en tres diferentes residuos agroindustriales de la provincia de Abancay*. [Trabajo de fin de Grado, Universidad Nacional Micael Bastidas de Apurímac]. [http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/299/T\\_0013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/299/T_0013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Apaza, K. (2017). *Producción del hongo comestible Pleurotus djamor (fr.) Boedijn usando distintos sustratos de residuos agrícolas aislado en Tingo María* [Trabajo de fin de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1361>
- Barba, J. y López, J. (2017). *Guía Práctica para el cultivo de setas*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Bernal C. (2006). *Metodología de la Investigación: Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación
- Burton, M., French, C. y Jones, T. (2017). *Reducir, reusar y reciclar*. Benchmark Education

- Calderón, J. y Córdova, M. (2009). *Estudio comparativo del crecimiento micelial del hongo (Pleurotus ostreatus) en acícula de pino, bagazo de caña y bagazo de maíz* [Trabajo de fin de Grado, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/580>
- Calvo, S., Gómez, C., López, C. y Royo, M. (2012). *Nutrición, salud y alimentos funcionales*. Universidad Nacional de Educación a distancia.
- Cárdenas, Y. (2015). *Efecto de sustratos a base de residuos agrícolas, en el cultivo del hongo comestible Pleurotus ostreatus (Jacquin: Fries) Kummer, distrito de Santa Ana, La Convención* [Trabajo de fin de Grado, Universidad del Azuay]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3893>
- Ciappini, C., Gatti, B. y López, L. (2004). *Pleurotus ostreatus*, una opción en el menú estudio sobre las gírgolas en la dieta diaria. *Invenio*, p.127-131.
- Cruz, D., de León, E., Pascual, L., y Battaglia, M. (2010). Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 104(3/4), 139-154.
- Cruz, E. (2015). *Evaluación de subproductos vegetales semi compostados para cultivo de Pleurotus ostreatus*. (Tesis de maestría).
- Donado, T. (2014). *Evaluación de tres sustratos para la producción de hongo ostra (Pleurotus ostreatus)*. [Trabajo de fin de grado, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Donado-Tania.pdf>
- Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez-Merlo, R. y Mata, G. (2006). *Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción*. 1era. ed., 2a. reimp. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa.
- Garzón, J. y Cuervo, J. (2008). *Producción de Pleurotus ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia*. Universidad Nacional de Colombia.

- Ver., México, 56 pp. Grove, S. y Gray, J. (2004). *Investigación en enfermería: Desarrollo de la práctica enfermera basada en la evidencia*. DRK Edición
- Figueroa, H. y Lozada, D. (2015). *Evaluación de tres residuos lignocelulósicos para la producción de Pleurotus ostreatus bajo condiciones controladas en la finca Berlín, San Benito, Santander* [Trabajo de fin de Grado, Universidad de la Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1540&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1540&context=ing_ambiental_sanitaria)
- Flores, G. (2012). *Aprovechamiento del Bagazo Residual de Yucca spp. como sustrato para la producción de Pleurotus spp.* [Tesis de Maestría, Tesis de Maestría]
- Gaitan-Hernandez, R., Salmones, D., Perez-Merlo, R., & Mata, G. (2006). *Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción*. Instituto de Ecología A.C., 56.
- Herrera Montoya, M. (2005). *Hidrólisis térmica del bagazo de la caña de azúcar para la producción de etanol vía fermentación*. [Trabajo de fin de Grado, Universidad de Costa Rica].
- Huertas Alarcón, L. Y. & Martínez Celis, P. A. (2019). *Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña*. [Trabajo de fin de Grado, Universidad Católica de Colombia]
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017*.
- Liñan, L. (2014). *Evaluación del crecimiento de Pleurotus ostreatus "Callampa" sobre cascarilla de arroz, provincia de Moyobamba – 2014* [Trabajo de fin de Grado, Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/267>
- López, S (2015). *Fermentación sólida de coproductos y subproductos de la Agroindustria de la Caña de Azúcar por Pleurotus ostreatus* [Tesis Maestría, Universidad Veracruzana].

- López, O. y Calero, L. (2018). *Valoración del crecimiento del hongo Ostra Rosado (Pleurotus djamor) sobre formulaciones de sustratos de residuos agroindustriales y forestales de la provincia de Cotopaxi para la producción de setas comestibles en la empresa ASOPROTEC* [Trabajo de fin de Grado, Universidad Técnica del Ambato]. Repositorio Universidad Técnica del Ambato <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28371>
- Maccapa L. (2021). Producción de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm) sobre residuos lignocelulósicos en la provincia de Puno. [Trabajo de fin de Grado, Universidad Nacional del Altiplano de Puno]
- Martinez, D. A., Buglione, M. B., Filippi, M. V., Reynoso, L. D., Rodriguez, G. E. y & Agüero, M. S. (2015). Evaluación del crecimiento micelial de *Pleurotus ostreatus* y *Agrocybe aegerita* sobre orujos de pera. *Anales de Biología*, 37(1), 1-10.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Producción Mundial de caña de azúcar*. Producción. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Riego: <http://minagri.gob.pe/portal/objetivos/29-sector-agrario/azucar/243-produccion>.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2018). *Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal 2018 guía para el cumplimiento de la meta 25*.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2020). *Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL)*. <https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/accesoLibre/generacion>
- Piña-Guzman, A., Nieto-Monteros, D. A. y Robles-Martinez, F. (2017). Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32, 141-151.



- Ríos, M., Hoyos, J. y Mosquera S. (2010). Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(2), 86-94.
- Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la investigación*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Rodríguez, N. y Jaramillo, C. (2004). *Cultivo de hongos comestibles del genero Pleurotus sobre residuos agrícolas de la zona cafetalera*.
- Sánchez, J. E., & Royse, D. J. (2017). *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp*. Tapachula: El Colegio de la Frontera Sur.
- Solano, I., Aguilar P., O., Domínguez, C., Ramírez, G., & Aguilar, O. (2020). Evaluación del rendimiento energético del bagazo de caña de un ingenio azucarero vs su aprovechamiento mediante gasificación. *Revista De Iniciación Científica*, 6(1), 30-35. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v6.1.2608>
- Taboada, M. (2011). *Sustratos agroindustriales como fuentes para la producción de hongo ostra (Pleurotus ostreatus (Jacq.) Qué!)* [Trabajo de fin de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/941>
- Yóplac, J. (2019). *Niveles de ruido en alrededores de la estación Bayóvar – Línea 1- Metro de Lima – San Juan de Lurigancho* [Trabajo de fin de Grado, Universidad Nacional Federico Villareal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2755>
- Zárate, J. (2015). "*Producción y desarrollo de cuatro aislamientos de Pleurotus ostreatus (Jacq.) cultivados en restos de cosecha*". [Trabajo de fin de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]
- Zumalacárregui-De Cárdenas L.M., Pérez-Ones O., Rodríguez-Ramos P.A., Zumalacárregui-De Cárdenas B.M., Lombardi-G. (2015).

Potencialidades del bagazo para la obtención de etanol frente a la generación de electricidad. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 16(3).

## X. ANEXOS

### 10.1 Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p>Problema General</p> <p>¿El bagazo de caña de azúcar como sustrato resulta positivo para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra)?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>-¿El bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a una longitud de 2 cm resulta positivo para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra)?</p> <p>-¿El bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a una longitud de 5 cm resulta positivo para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra)?</p> <p>-¿Se conoce cuál de los dos tratamientos del sustrato de bagazo de caña (tamaño de 5 cm y 2 cm) presenta mejor tasa de producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra)?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar el bagazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra).</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>-Evaluar el bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a un tamaño de 2 cm (T1) para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra).</p> <p>- Evaluar el bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a un tamaño de 5 cm (T2) para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra).</p> <p>-Comparar la tasa de producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra) obtenido mediante los dos tratamientos (tamaño de 5 cm y 2 cm)</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El bagazo de caña de azúcar como sustrato presenta resultados positivos para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra).</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>HE1: El bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a un tamaño de 2 cm presenta resultados positivos para la producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra).</p> <p>HE2: El bagazo de caña de azúcar como sustrato adecuado a un tamaño de 5 cm presenta resultados positivos para la producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra).</p> <p>HE3: La tasa de producción del <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra) presenta mejores resultados para el tratamiento 02.</p>	<p><b>Variable Independiente (X):</b> <u>Bagazo de caña de azúcar como sustrato</u>, sometida a dos tratamientos, tamaño 2 cm y tamaño 5 cm</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud del Sustrato</li> <li>- Masa del sustrato</li> </ul> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> <u>Producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (hongo de ostra)</u></p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características morfológicas: diámetro del píleo, tamaño del estipe, masa del hongo.</li> <li>- Eficiencia biológica</li> <li>- Tasa de producción</li> </ul> $EB (\%) = \frac{MFC}{MSS} * 100$ $TP (\%) = \frac{EB}{T}$	<p><u>Tipo de investigación:</u> Aplicada</p> <p><u>Diseño de la investigación</u> Experimental</p> <p><u>Método de la investigación</u> Cuantitativo</p> <p><u>Población</u> Se consideró como población al total de bagazo de caña de azúcar que genera un comerciante ambulante ubicado en la Estación Bayóvar del Metro de Lima - Línea 01.</p> <p><u>Muestra</u> De un comerciante se obtuvo 50 kg de bagazo de caña de azúcar.</p>

## 10.2 Anexo 2: Informe de Ensayo



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION  
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

### INFORME DE ENSAYO LENA N° 0806/2019

CLIENTE : JONATHAN CHRISTIAN MERCADO CAYTURO  
NOMBRE DEL PRODUCTO : 01 muestra de hongo  
(Denominación responsabilidad del cliente)  
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE  
FECHA DE RECEPCIÓN : 05-08-2019  
FECHA DE ANÁLISIS : Del 05/08/19 al 19/08/19  
CANTIDAD DE MUESTRA : Peso inicial: 374.6 gramos; peso final: 34.5 gramos  
PRESENTACION : Muestra en taper  
IDENTIFICACION : AQ19-0806

### RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ19-0806
MUESTRA	HONGO
a.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	2.64
b.- CALCIO, %	0.01%
c.- HIERRO, mg/100 g.	2.88

#### Métodos utilizados:

- a.- AOAC (2005), 984.13
- b.- AOAC (2005), 927.02
- c.- AOAC (1990), 944.02

Atentamente,

  
Dr. Carlos Gómez Bravo  
Jefe del Laboratorio de Evaluación  
Nutricional de Alimentos

La Molina, 19 de Agosto del 2019

### 10.3 Anexo 3: Consentimiento informado

#### ENTREVISTA

I  
Nombre : \_\_\_\_\_  
Ubicación : \_\_\_\_\_  
Fecha : \_\_\_\_\_

1. ¿Qué productos derivados de la caña de azúcar comercializa?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. ¿Cuándo inició sus labores en la Estación Bayóvar de la Línea 01 del Metro de Lima?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Cuál es su horario de trabajo?

\_\_\_\_\_

4. ¿Cuántos kilogramos de residuos genera aproximadamente en un día laboral?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. ¿Aproximadamente cuántos vasitos de jugo de caña vende en un día?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. ¿Qué cantidad de caña de azúcar logra vender en un día?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. ¿Qué otros residuos a parte del bagazo de caña de azúcar, genera durante el desarrollo de su actividad?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. ¿Dónde deposita sus residuos al terminar su jornada laboral?

\_\_\_\_\_

## 10.4 Anexo 4: Ficha de evaluación del hongo *Pleurotus ostreatus*

### Ficha de Evaluación del *Pleurotus ostreatus*

Fecha \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_

Temperatura \_\_\_\_\_

Muestra **2 cm**

Bolsa 01

Bolsa 02

Bolsa 03

Nº primordios

Nº primordios evaluados

Diámetro del pileo

Tamaño de estipe

Color

Peso Total

Muestra **5 cm**

Bolsa 01

Bolsa 02

Bolsa 03

Nº primordios

Nº primordios evaluados

Diámetro del pileo

Tamaño de estipe

Color

Peso Total

Responsable \_\_\_\_\_

## 10.5 Anexo 5: Registro Fotográfico



Fotografía 01.-Recolección del bagazo de Caña de Azúcar en el punto de generación.



Fotografía 02.-Segregación de residuos generados.



Fotografía 03.-Porción de cebada a ser inoculada.



Fotografía 04.-Clasificación del Bagazo de Caña de Azúcar.

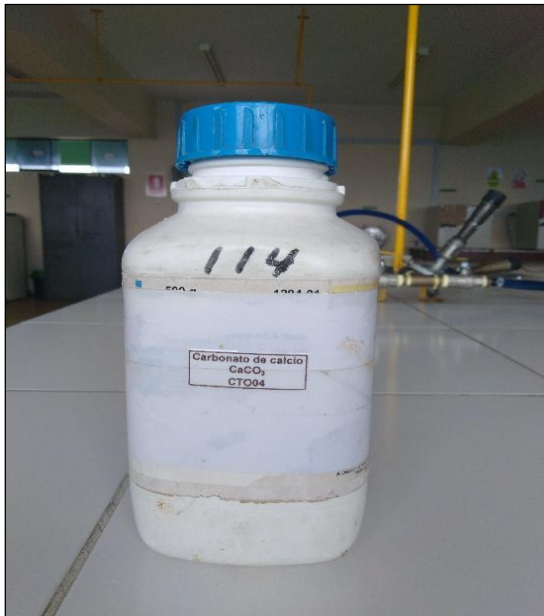




Fotografía 05.-Pesado de carbonato de calcio.



Fotografía 06.-Pesado de la cebada.



Fotografía 07.-Carbonato de calcio.



Fotografía 08.-Esterilización del inóculo primario.



Fotografía 09.-Adecuación del bagazo de caña de azúcar a un tamaño de 2 cm y 5 cm.



Fotografía 10.-Siembra de inóculo primario (1/8 del micelio contenido en la Placa de Petri).



Fotografía 11.-Pesado de muestra de 1 kg para ambos tratamientos (2 cm y 5 cm).



Fotografía 12.-Esterilización del inóculo secundario.



Fotografía 13.-Las muestras de 2cm y 5cm luego del proceso de esterilización.

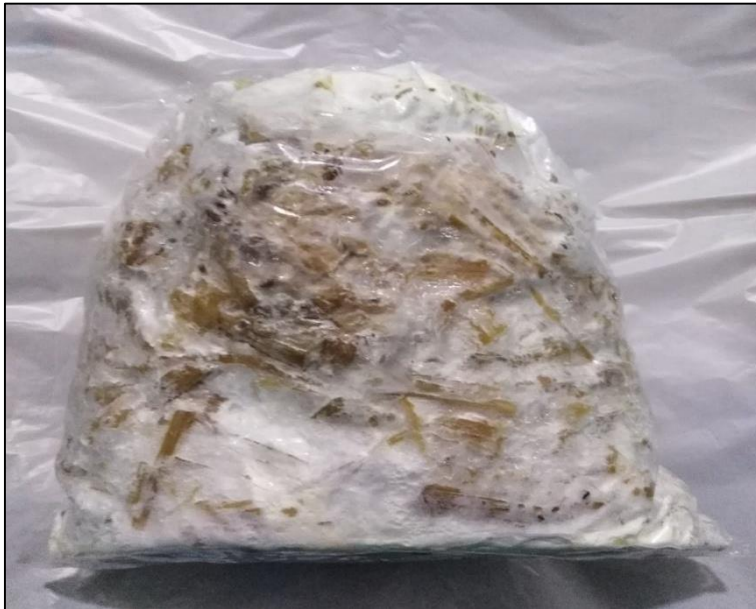
i



Fotografía 14.-Siembra de inóculo secundario con semillas de inóculo primario.



Fotografía 15.-Adecuación para la invasión del micelio.



Fotografía 16.-Proceso de colonización de los sustratos.



Fotografía 17.-Cortes en la bolsa de los sustratos que permitan la salida de los primordios.



Fotografía 18.-Instalación de las muestras colonizadas, a fin de que se logró la etapa de fructificación.



Fotografía 19.-Etapa 03, a la espera de la fructificación.



Fotografía 20.-Aparición de los primeros primordios.



Fotografía 21.-Fructificación primera y segunda cosecha.

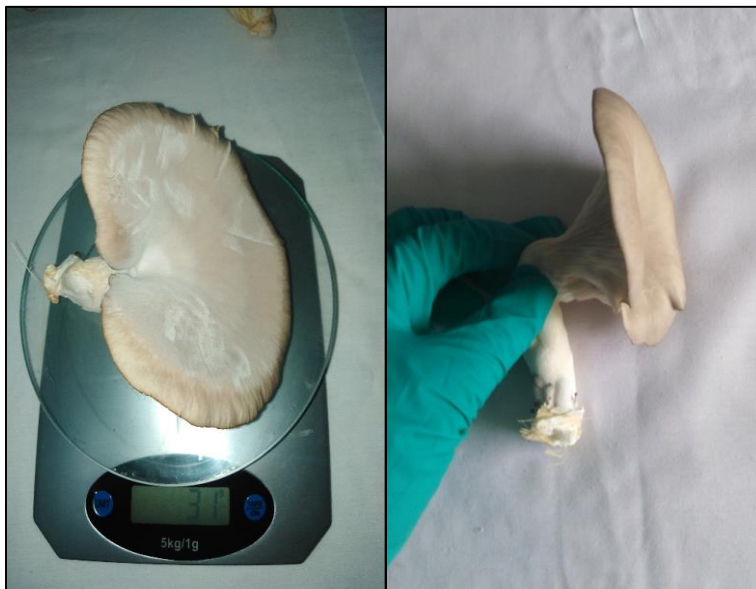


Fotografía 22.-Medición del estipe.





Fotografía 23.-Medición del diámetro.



Fotografía 24.-Pesado de la muestra.

### 10.6 Anexo 6: Tabla de rangos significativos de Duncan

G. L. Error	$\alpha = 0.05$								
	P								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.461	3.587	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626
8	3.261	3.399	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579
9	3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547
10	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522
11	3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501
12	3.082	3.225	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484
13	3.055	3.200	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470
14	3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457
15	3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446
16	2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437
17	2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429
18	2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421

<b>19</b>	2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415
<b>20</b>	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409
<b>24</b>	2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390
<b>30</b>	2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371
<b>40</b>	2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352
<b>60</b>	2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333
<b>120</b>	2.800	2.947	3.045	3.116	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314
<b>Inf.</b>	2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294

## 10.7 Anexo 7: Declaración jurada



### DECLARACIÓN JURADA

Yo, Alberto Enrique Condo Montano identificado con documento nacional de identidad N.º: 48109157, de profesión: Biólogo; declaro bajo juramento que:

- La entrevista realizada por los bachilleres para el informe de tesis "El Bagazo de caña de azúcar como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* (hongo de ostra)" cumple los criterios necesarios para recabar la información proporcionada por el comerciante.

Me afirmo y ratifico en lo expresado, en señal de lo cual firmo la presente declaración jurada.

Lima, 16 de enero del 2022.

  
  
Alberto Enrique Condo Montano  
Biólogo  
C.B.P. 13832

Nombre: Alberto Enrique Condo Montano

DNI N.º: 48109157