



PRODUCCIÓN DE SETAS COMESTIBLES EN SUSTRATOS MADERABLES Y LIGNOCELULÓSICOS EN TERCER FRENTE

PRODUCTION OF EDIBLE MUSHROOMS ON WOOD AND LIGNOCELLULOSIC SUBSTRATES IN TERCER FRENTE

DELIRA NAVARRO OCAÑA¹, MARIO JESÚS VERDECIA GARCÍA¹, JOSÉ LUIS FIGUEREDO²

¹Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Cuba.

²Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Cuba.

*Autor para la correspondencia: dnavarroocana@gmail.com

RESUMEN

La búsqueda de alternativas alimentarias nutritivas y sostenibles es crucial para enfrentar los desafíos nutricionales globales, especialmente en países en desarrollo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de *Pleurotus ostreatus* cultivado en seis sustratos derivados de residuos agroindustriales y maderables del municipio Tercer Frente, Cuba. Se utilizaron sustratos como pulpa de café, aserrín, virutas y residuos lignocelulósicos de ajonjolí, los cuales fueron pasteurizados, inoculados con un 5% de inóculo y dispuestos en bolsas de polietileno bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Los principales resultados mostraron que el sustrato lignocelulósico (T3) obtuvo el mayor rendimiento final (30.3%) y eficiencia biológica (95%), mientras que la pulpa de café (control) presentó el rendimiento más bajo (7.8%). Se concluyó que la composición y las propiedades físicas del sustrato, especialmente el contenido de celulosa y lignina y un tamaño de partícula adecuado, determinan significativamente el desarrollo del hongo. El cultivo en estos residuos representa una alternativa productiva y sustentable que valora subproductos locales.

Palabras clave: eficiencia biológica, *Pleurotus*, micelio, carpóforos, pasteurización

ABSTRACT

The search for nutritious and sustainable food alternatives is crucial to addressing global nutritional challenges, especially in developing countries. This study aimed to evaluate the yield of *Pleurotus ostreatus* cultivated on six substrates derived from agro-industrial and timber waste from the Tercer Frente municipality in Cuba. Substrates such as coffee pulp, sawdust, wood shavings, and lignocellulosic sesame residue were used. These substrates were pasteurized, inoculated with 5% inoculum, and placed in polyethylene bags under controlled temperature and humidity conditions. The main results showed that the lignocellulosic substrate (T3) obtained the highest final yield (30.3%) and biological efficiency (95%), while the coffee pulp (control) had the lowest yield (7.8%). It was concluded that the composition and physical properties of the substrate, especially the cellulose and lignin content and an appropriate particle size, significantly determine fungal development. Cultivation in these residues represents a productive and sustainable alternative that values local byproducts.

Keywords: biological efficiency, *Pleurotus*, mycelium, fruiting bodies, pasteurization

INTRODUCCIÓN

La situación alimentaria mundial presenta una polarización entre el hambre y las enfermedades derivadas de excesos y desequilibrios alimentarios (Porrata-Maury, 2020). Esta problemática adquiere una mayor gravedad en los países en desarrollo, como Cuba. En estos contextos, la denominada “transición nutricional” se caracteriza por un consumo insuficiente de frutas, verduras, granos integrales, cereales, carnes y legumbres, a la vez que se mantiene un consumo

relativamente alto de alimentos ricos en grasas saturadas, azúcares y sal (OPS, 2006).

Los hongos comestibles tienen una tradición de uso milenario tanto con fines alimenticios como medicinales, debido a sus propiedades altamente beneficiosas para la salud. La evidencia científica respalda su utilidad para modular la microbiota de forma favorable, aumentar la eficacia del sistema inmune y reducir los niveles de colesterol. Además, estos organismos presentan un potencial preventivo contra el cáncer y el envejecimiento (Mata et al., 2017; Vico Plaza, 2024).

Recibido: 26/4/2026

Aceptado: 15/5/2026

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Estos hongos son abundantes en la naturaleza. Los estudios estiman que en el planeta existen miles de especies, de las cuales solo se conocen alrededor de 7.000 como comestibles (Sales-Campos, 2009; Navarro et al., 2018). *Pleurotus ostreatus* destaca como el hongo comestible más cultivado y estudiado en la última década. Su producción sencilla y sus altos valores nutricionales y económicos lo posicionan como el segundo hongo más cultivado a nivel mundial, con una participación que representa el 19 % de la producción total (Sánchez & Royse, 2017; Sheng, 2017).

En su ambiente natural, este hongo crece sobre residuos leñosos o fibrosos, como troncos, ramas y bagazos (López R., 2023). Estas setas degradan y utilizan componentes como la lignina, la hemicelulosa y la celulosa. La tasa de descomposición varía según la especie y la temperatura del medio. Para su alimentación, los hongos secretan enzimas sobre el sustrato, lo degradan en sustancias simples y absorben los nutrientes que requieren para su desarrollo (Garzón & Cuervo, 2008).

Los residuos agroindustriales pueden emplearse como sustrato para el cultivo de hongos comestibles. Estos materiales poseen una composición similar a los que los hongos utilizan para crecer en su ambiente natural. Además, los hongos representan una fuente de potencial biotecnológico muy extenso, debido a su gran número de áreas de aplicación en los sectores ganadero, agrícola e industrial (Infante et al., 2016).

El cultivo de hongos incorpora principios de la microbiología, la tecnología ambiental y la fermentación sólida. Este proceso permite la conversión de residuos agroindustriales en alimento para el ser humano. Esta práctica constituye una nueva opción para la alimentación, ya que facilita la satisfacción de las necesidades proteicas y nutricionales de una población (Mata et al., 2016; Tabares Navarro, 2025).

Las setas de *Pleurotus* constituyen una alternativa para mejorar la nutrición humana debido a sus propiedades como moduladores inmunológicos. Este potencial se atribuye a su contenido de componentes bioactivos de alta calidad y a su aporte de fibra dietética (Navarro et al., 2018; CLA, 2019). Por estas razones, su inclusión en la dieta representa una opción nutricional valiosa.

Según (Navarro et al., 2018), estos hongos presentan un perfil nutricional complejo y diverso. Su composición incluye carbohidratos y minerales como potasio, fósforo, hierro, zinc, cobre y magnesio. Además, contienen una variedad de vitaminas, entre las que se encuentran la tiamina (B1), la riboflavina (B2), el ácido pantoténico (B3), el ácido ascórbico (C) y la biotina (H).

El aporte de estos hongos se complementa con la presencia de fibra cruda y ergosterol. El ergosterol es un compuesto precursor que, al transformarse en vitamina D por la exposición a la luz solar, favorece la absorción del calcio. Este

proceso resulta esencial para el desarrollo y mantenimiento de huesos y dientes sanos.

El contenido de proteína es su principal atributo nutracéutico, ya que contiene:

- promedio de 19 al 35 % en base a su peso seco, comparado con el 23.8 % en el pollo, 19.4 % en carne de res y el 25.2 % en la leche (Aguilar et al., 2025).
- 9 aminoácidos esenciales e igual número de no esenciales (Aguilar et al., 2025).
- efectos anticancerígenos, contra la obesidad, el colesterol e hipertensión, efectos antivirales y antibióticos (Amazonical, 2024; Liao et al., 2025; Tabares Navarro, 2025).

Estas setas también presentan un alto contenido de purinas, las cuales son importantes en el control del ácido úrico, la gota, la litiasis renal y la hiperuricemia (Durón, 2012). Su consumo no supone ningún riesgo durante el embarazo o para personas convalecientes, siempre que se sigan las medidas adecuadas de limpieza y cocción (Amazonical, 2024). Por lo tanto, representan un alimento seguro para estos grupos poblacionales cuando se preparan de forma correcta.

Varnero et al. (2010) informaron que los principales países productores de madera han centrado su interés en los últimos años en la búsqueda de alternativas. Estas alternativas están dirigidas a la gestión y la utilización de los residuos derivados de las actividades forestales y de otros sectores. Un uso específico de estos residuos es su empleo como sustrato para el cultivo y la producción de hongos comestibles.

En la EEAF Tercer Frente se desarrolló una tecnología para el cultivo de hongos. Esta iniciativa tuvo como objetivo principal utilizar la actividad fúngica de *Pleurotus ostreatus* para la descomposición de residuos. El proceso se llevó a cabo en seis sustratos diferentes que provenían de residuales agroindustriales del municipio de Tercer Frente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló según la tecnología para la producción de setas comestibles establecida por (Verdecia García, 2012). Esta metodología se ajustó mediante estudios conjuntos realizados por la UCTB EEAF Tercer Frente y el Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI) de la Universidad de Oriente.

Se establecieron los siguientes tratamientos para su aplicación en el estudio:

Tratamiento 1 (T1): sustrato compuesto por residuo agrícola pulpa o cáscara de café (*Coffea canephora* P.), procedente del beneficio húmedo de la UEB File (sustrato control).

Tratamiento 2 (T2): sustrato compuesto por residuo industrial (aserrín), procedente de desechos de carpintería de 3 trabajadores de esta rama por cuenta propia (TCP).

Tratamiento 3 (T3): sustrato compuesto por residuales agrícolas lignocelulósicos de ajonjolí, cultivado en 1 ha de la UCTB Tercer Frente, que forma parte de su autoconsumo cada año.

Tratamiento 4 (T4): sustrato compuesto por residuo industrial (virutas), procedente de desechos de carpintería de 3 trabajadores de esta rama por cuenta propia (TCP).

Tratamiento 5 (T5): sustrato a base de mezcla de residuos industriales maderables de pino (aserrín y virutas) procedente de UBE Aserrío Tercer Frente.

Tratamiento 6 (T6): residuo de procesamiento industrial de pulpa de café (RSN), procedente de Laboratorio de Beneficio y Catación UCTB Tercer Frente.

Para la preparación del sustrato se emplearon los procedimientos establecidos en la Tecnología citada por [Verdecia García \(2012\)](#). Este proceso incluyó las etapas de formulación, mezclado y acondicionamiento inicial del material. La estandarización de esta fase fue fundamental para garantizar la uniformidad de los sustratos en todos los tratamientos subsiguientes.

Una vez que se obtuvo el inóculo de *Pleurotus* sp., se procedió al montaje del cultivo de setas. El proceso inició con el llenado de los sacos con el sustrato preparado y su posterior pasteurización. Estos sacos se sometieron a un período de enfriamiento y luego se pesaron de manera individual, de acuerdo con cada tratamiento establecido.

Al sustrato pesado se le adicionó el inóculo, en una proporción que dependió de la disponibilidad del mismo y de la cantidad de bolsas programadas para inocular. La semilla se dividió en pequeñas porciones para facilitar su manipulación. Posteriormente, se realizó una homogenización minuciosa para garantizar una distribución uniforme del micelio en toda la masa del sustrato.

Se llenaron un total de 20 bolsas de polietileno negro (18 cm x 30 cm, 1 mm de grosor) con 1 kg de sustrato por tratamiento. Cada bolsa se inoculó con el 5 % de semilla en relación al peso del sustrato. Una vez llenas e inoculadas, las bolsas se sellaron mediante amarre.

Para permitir el drenaje de excesos de humedad, se cortaron las puntas inferiores de las bolsas. Además, se practicaron varios orificios en las paredes de los sacos con un objeto punzante, con el objetivo de facilitar el intercambio gaseoso y la regulación térmica. Finalizada esta etapa, las bolsas se trasladaron al local de cultivo para iniciar la fase de colonización.

En el local de cultivo, las bolsas se colocaron colgadas en estantes metálicos de dos pisos. La distribución de las unidades experimentales en los estantes siguió un diseño completamente aleatorizado. Esta disposición buscó asegurar que todas las bolsas estuvieran expuestas a condiciones ambientales homogéneas durante el proceso de incubación.

A lo largo del trabajo se realizó un control continuo de las variables ambientales clave: temperatura ambiental, humedad relativa e iluminación. Se ejecutaron los ajustes ambientales y de higiene necesarios para inducir la formación de los cuerpos fructíferos, conforme a las referencias de [Verdecia García \(2012\)](#) y [Fernández Uribe \(2014\)](#). El monitoreo de estos parámetros fue constante.

Todos los tratamientos recibieron una cobertura de atención idéntica. Las condiciones climáticas se mantuvieron bajo control antes, durante y después del montaje experimental. Esta uniformidad en el manejo fue esencial para atribuir las diferencias en los resultados únicamente a los tratamientos evaluados.

La evaluación de los indicadores se extendió desde la aparición inicial de los primordios con forma de oreja hasta el día 59, que marcó el final del ciclo. Los parámetros evaluados se basaron en las orientaciones de la tecnología descrita por [Verdecia García \(2012\)](#). Se prestó especial atención a la producción por bolsa como variable principal de respuesta.

- Peso total de la cantidad de cuerpos fructíferos para cada una y la suma de las cosechas (g).
- Eficiencia biológica (E.B.) (%): Masa fresca de hongos/ masa de sustrato seco x 100.
- Tiempo entre cosechas: periodo de días que transcurre de una cosecha a otra.
- Rendimiento final Rf (%): Masa de hongos frescos/ Masa de sustrato húmedo por 100.

Se calculó el promedio y la media total de los datos obtenidos para el último indicador (Rf). Para determinar diferencias significativas entre las medias por tratamiento, se utilizó el programa estadístico SPSS v25. Este programa permitió realizar un análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor con una comparación múltiple ($<0,05$).

Para el análisis de varianza se empleó el método de transformación raíz cuadrada ($\sqrt{Y}$). Esta transformación tuvo el propósito de estandarizar los datos. Además, se aplicó la prueba de Tukey para establecer un orden de mérito de las mismas a un nivel ($p = 0,05$), según las recomendaciones de [Obando et al. \(2022\)](#). El resto de los indicadores evaluados se graficaron mediante el software StatisticGraphics. Esta elección buscó lograr una mayor representatividad visual de los resultados presentados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los tratamientos mostraron un crecimiento micelial desde su inicio. Estos resultados son similares a los informados por [López et al. \(2025\)](#). El desarrollo inicial fue uniforme en todas las unidades experimentales.

García et al. (2011) también describieron un recubrimiento algodonoso blanco. Este micelio creció de forma descendente

y pareja hasta cubrir todo el frasco. Después de 17 días, el cereal de sorgo se cubrió por completo con la masa blanca.

López et al. (2025) sugirieron que las características físico-químicas de los sustratos son determinantes. Componentes como la lignina, la celulosa y la hemicelulosa desempeñan un papel crucial en la formación de los carpóforos. La composición del sustrato afecta directamente el desarrollo fructífero del hongo. Estos autores también describieron condiciones ambientales específicas para su estudio. Informaron un rango de temperatura entre 19 y 24 °C, una humedad relativa del 68 al 75% y oscuridad constante. Estas condiciones son diferentes a las del presente trabajo, donde las temperaturas se manifestaron en un rango superior de 24 a 26°C y la humedad relativa superó el 74%.

Los tiempos de crecimiento micelial también variaron respecto a los informados en la literatura. El tiempo de crecimiento demoró entre 15 y 18 días. Sin embargo, Puig-Fernández et al. (2020), quienes utilizaron sustrato de bagazo de caña, informaron un período de 35 días.

En la figura 1 se muestran los resultados del peso de setas colectadas por cada tratamiento. El total cosechado en el experimento ascendió a 19.937 g de setas. Los datos permiten una comparación visual del rendimiento entre las diferentes condiciones evaluadas.

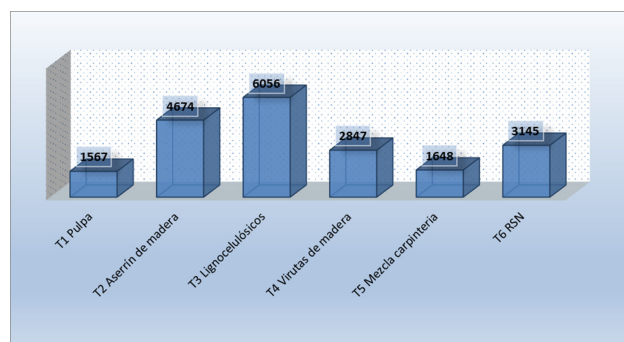


Figura 1. Peso de setas cosechadas por tratamiento (g) durante el período.

El tratamiento que produjo un mayor peso de setas comestibles por encima del control (4.400 g) fue el de residuales agrícolas lignocelulósicos de ajonjolí (T3). Lo siguió el tratamiento con aserrín (T2), el cual superó al control en 3.107 g (Anexo 2). Estas diferencias evidencian la variabilidad en el rendimiento entre las distintas formulaciones evaluadas. Los datos detallados se presentan en los anexos correspondientes.

Varnero et al. (2010) confirmó que el contenido de fuentes de carbono lignocelulósico como sustrato se considera alto. Esta característica es fundamental para el desarrollo de ciertos microorganismos. La disponibilidad de este carbono influye directamente en los procesos metabólicos.

Por otra parte, ScienceDirect (2025) señaló que el aserrín de madera es un sustrato ligero con una capacidad de retención de agua de baja a media. Su composición elemental incluye un 50,65 % de carbono, un 6,03 % de hidrógeno y un 0,14 % de nitrógeno, todos calculados sobre el peso total. Además, posee un 40 % de celulosa y un 30 % de lignina, mientras que el resto corresponde a hemicelulosa y resinas. Este mismo autor indicó que, en comparación con la tierra, el aserrín contiene un mayor porcentaje de materia orgánica, una mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) y más fósforo. Reafirma que el aserrín posee un contenido de humedad que oscila entre el 25 y el 40 %, así como un tamaño de partícula de 1 a 10 mm. Estas propiedades físicas y químicas pueden contribuir al crecimiento de hongos, tanto micorrízicos como del micelio de *Pleurotus*.

Orensanz y Navarro (1979) informaron que la utilización de residuos de origen maderero como sustrato para el cultivo de este hongo también facilita el aprovechamiento de productos del bosque nativo. Esta práctica representa una alternativa para la valorización de subproductos forestales. De este modo, se integra la producción de hongos con un manejo sustentable de los recursos.

Los tratamientos con mezcla de residuos industriales maderables de pino (T5) y con residuo agrícola pulpa o cáscara de café (T1), mostraron los valores de cosecha más bajos. Según ScienceDirect (2025), estos resultados podrían atribuirse al bajo nivel de nitrógeno presente en los sustratos utilizados en las mezclas. La deficiencia de este nutriente limita el desarrollo y el rendimiento final del cultivo.

A medida que avanzó el periodo de crecimiento micelial hacia la segunda, tercera e incluso la cuarta cosecha, el T3 (30,3 % de rendimiento) fue superior al control y al resto de los tratamientos. Lo siguió el T2, con un 23 % de rendimiento (Tabla 1). Esta tendencia progresiva indica una adaptación diferencial del micelio a los sustratos a lo largo del ciclo de producción.

Tabla 1. Rendimientos finales de cosecha por tratamiento durante el periodo.

Tratamiento	Rendimiento final(%)
T1 Pulpa	7,8d
T2 Aserrín de madera	23b
T3 Lignocelulósicos	30,3 ^a
T4 Virutas de madera	14,3c
T5 Mezcla de carpintería (virutas + aserrín)	8,2d
T6 RSN	15,7c
C.V (%)	7.24**

El rendimiento de los tratamientos T2 y T3 pudieran estar relacionados con la mayor concentración de celulosa que disponen estos soportes, ya que este polímero presenta una degradación más fácil por las enzimas del hongo. Esta observación coincide con lo informado por [Sánchez & Royse \(2017\)](#), [Díaz Muñoz et al. \(2019\)](#) y [Mata \(2025\)](#).

Donado (2014) señaló que la presencia de lignina también favorece el crecimiento del hongo desde su brotación o primordio. Con respecto a los residuales de madera, [Guadalajara \(2025\)](#) informó un porcentaje de relación peso madera/peso cultivo más aceptable, el cual se situó entre el 20 y el 30%. Este comportamiento fue similar al observado para el tratamiento de Mezcla de carpintería y para el de Pulpa, los cuales no difirieron entre ellos, pero sí lo hicieron con los restantes tratamientos.

Los tratamientos T4 y T6 que tuvieron rendimientos medios, no mostraron diferencias significativas entre sí. Sin embargo, sí se diferenciaron del resto de los tratamientos. Estos resultados pudieran estar relacionados con el tamaño de las partículas de los sustratos. [Sánchez & Royse \(2017\)](#) reafirmaron que el tamaño de la partícula afecta al crecimiento del hongo. Las partículas muy pequeñas dificultan la aireación, mientras que las muy grandes impiden una compactación adecuada del sustrato y limitan el acceso del hongo a los nutrientes. Otros autores como [López et al. \(2025\)](#) plantearon que el tamaño de la partícula de los sustratos afecta de forma directa la velocidad de colonización del micelio.

El tratamiento control T1 tuvo el menor rendimientos (7,8 %). Por su parte, [López et al. \(2025\)](#) informaron rendimientos entre el 18% y el 26,9% para sus tratamientos, incluido el control. En las últimas cosechas, todos los tratamientos denotaron los rendimientos más bajos del estudio. Estos resultados coinciden con los de [Obando et al. \(2022\)](#), quienes señalaron una relación evidente entre la disminución de los nutrientes disponibles y la culminación del periodo de cultivo y cosecha de los hongos en un montaje. Como resultado de las observaciones realizadas durante el periodo, el T4 (virutas de madera) mostró los cuerpos fructíferos de mayor talla y peso, lo que aumenta la calidad del producto.

En una cosecha se detectó un solo cuerpo u oreja de 13 cm con un peso de 50 g ([Anexo 4](#)). [Puig-Fernández et al. \(2020\)](#) informaron que el tamaño de los carpóforos permite evaluar la calidad del inóculo. [López et al. \(2025\)](#) obtuvieron tallas de los cuerpos fructíferos entre 5 y 14 cm, y destacaron este último valor en el tratamiento con sustrato de paja de maíz, el cual es muy similar al del tratamiento 4 (14,3 cm).

[Semarnat \(2016\)](#) y [Mata \(2025\)](#) informaron diversas especies forestales cuyas virutas se utilizan en la producción de setas, entre otros fines, con resultados notorios en tamaño y calidad. En cuanto al resto de los tratamientos, se observó que el tamaño de los sombreros de los carpóforos en todos los residuos evaluados fue similar, con un promedio de 5 a 6 cm

de diámetro. Estos resultados coinciden con los informados por [López et al. \(2008\)](#). El comportamiento de la eficiencia biológica por tratamiento se muestra en la [figura 2](#).

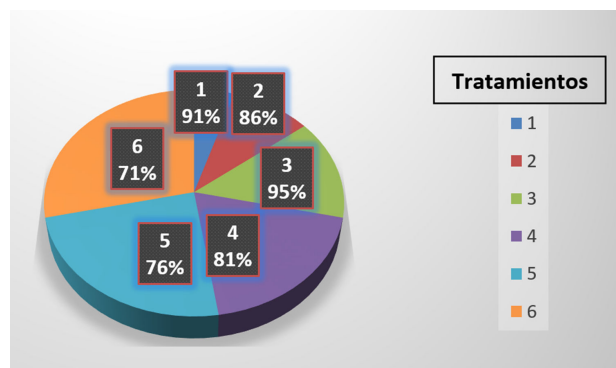


Figura 2. Eficiencia biológica por tratamiento (%)

Se observó que los residuales agrícolas lignocelulósicos de ajonjolí (T3) presentó la mejor eficiencia, con un valor del 95%. El residuo de procesamiento industrial de pulpa de café (T6) mostró la menor eficiencia biológica, con un 71%. La mezcla de residuos de carpintería (T5) y virutas (T4) registraron eficiencias del 76% y 81%, respectivamente. Según [Benavides \(2013\)](#) las diferencias en las eficiencias biológicas entre los sustratos se atribuyen a la disponibilidad de nutrientes. [Hoffmann \(2019\)](#) también señaló que la supervivencia y multiplicación de los hongos se relaciona con varios factores. Estos factores pueden actuar de forma individual o presentar interacciones y efectos entre ellos.

El tratamiento control (T1), elaborado a base de pulpa de café, ocupó el segundo lugar entre los más eficientes, con un 91% ([Anexo 3](#)). Se considera que un sustrato tiene una calidad productiva aceptable cuando su eficiencia biológica alcanza al menos el 50% y su rendimiento supera el 10% ([Sánchez et al., 2017](#); [Mata et al., 2019](#)). Por lo tanto, todos los sustratos utilizados en esta experiencia demostraron su aceptabilidad de uso, con excepción del indicador de rendimiento para los tratamientos de virutas y pulpa.

Todos los tratamientos mostraron un período similar entre cosechas durante el ciclo de producción, el cual fluctuó entre 4 y 6 días. La excepción fue el tratamiento con residuo de procesamiento industrial de pulpa de café (T6), que siempre requirió siete días entre una cosecha y la siguiente ([Figura 3](#)).

[Obando et al. \(2022\)](#) informaron la aparición de los primordios en un periodo de 3 a 7 días. Estos resultados son similares a los obtenidos en este trabajo. [Zárate \(2015\)](#) indicó que una alta tasa de producción puede conllevar un período productivo más corto. Dichos resultados coinciden con los observados en el tratamiento 5 (RSN). Este tratamiento obtuvo el menor rendimiento y la penúltima posición en eficiencia biológica, además de presentar el mayor período inter cosechas en días.

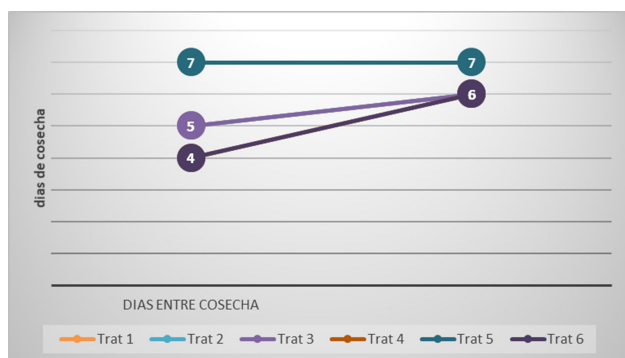


Figura 3. Intervalo de días entre cosechas por tratamiento (días).

Los resultados de este trabajo se derivan del aprovechamiento de un recurso biológico que involucra criterios de buen manejo ambiental y social. Esta propuesta promueve la producción sana y segura de un alimento local. Asimismo, optimiza la calidad en la agricultura y el medioambiente del territorio.

La propuesta también coincide con lo informado por Ledoux-Ovies et al. (2021), ya que puede resultar de enorme rentabilidad económica y financiera. Su implementación reduce el uso de abonos químicos y plaguicidas. Además, se obtuvo un gran impacto al desarrollar la producción de polisacáridos antibacterianos y antioxidantes como productos naturales, lo que genera incentivos comerciales y beneficios para la salud.

CONCLUSIONES

La composición del sustrato determina el rendimiento y desarrollo del hongo. Los sustratos lignocelulósicos, ricos en celulosa y lignina, favorecen un mayor crecimiento micelial y una eficiencia biológica superior, como se observó en el tratamiento con mejor rendimiento (30.3%). La disponibilidad de nutrientes, especialmente carbono y nitrógeno, es fundamental para el proceso.

Las propiedades físico-químicas del sustrato, como el tamaño de partícula y la capacidad de retención de agua, influyen directamente en la colonización del micelio y la calidad de los carpóforos. Partículas muy grandes o muy pequeñas afectan negativamente la aireación y el acceso a nutrientes, lo que modifica la velocidad de crecimiento y el rendimiento final de la cosecha.

El cultivo de hongos en residuos lignocelulósicos, como aserrín o virutas, representa una alternativa productiva y sustentable. Todos los sustratos evaluados demostraron ser aptos, lo que permitiría promover un manejo ambientalmente responsable al valorizar subproductos forestales y reducir el uso de insumos químicos, con beneficios económicos y para la salud.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A., Bustamante, I., & Flores, P. G. (2025). Determinación de la proteína y grasa de tres tipos de hongos comestibles: Champiñón (*Agaricus bisporus*), Pleurotus (*Pleurotus ostreatus*) y Shiitake (*Lentinula edodes*). <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2566>
- Amazonical. (2024). ¿Son seguras y saludables las setas comestibles durante el embarazo? <https://amazonical.com/blog/setas-y-embarazo>
- CLA. (2019). Cuadernos Latinoamericanos de Administración. Cuadernos Latinoamericanos de Administración, IV(6), 20.
- Díaz Muñoz, K., Casanova Guajardo, M., León Torres, C. A., Gil Ramírez, L. A., Bardales Vásquez, C. B., & Cabos Sánchez, J. (2019). Producción de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. *Arnaldoa*, 26(3), 56. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26322>
- Durón, R. (2012). Orígenes orgánicos. <https://www.facebook.com/maternofetalmexico/posts>
- Fernández Uribe, Y. del S. (2014). Cultivo de orellas (*Pleurotus ostreatus*) en cinco sustratos generados en los procesos productivos agropecuarios, en dos épocas de siembra, en el municipio de Ituango [PhD Thesis]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.
- Garzón, J. P., & Cuervo, J. L. (2008). Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *Ciencias Biomédicas*, 6(10), 101-236.
- Guadalajara, F. (2025). Manual de cultivo de *P. ostreatus* en troncos. <https://www.foromicologico.es>
- Hoffmann, R. R. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4), 633-646. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.005>
- Infante, C., Cuadrado, B., de Arco, D., Perez, K., Barrera, E., & San Juan, M. (2016). Cultivo de hongos comestibles utilizando desechos agrícolas e industriales. *Ciencia y Tecnología*, 32(1), 31-46.
- Ledoux-Ovies, T., Salermo-Martínez, M. L., Costales-Sotero, R., & Arcia Montes de Oca, J. (2021). Importancia de la recuperación de la planta de hongos comestibles del ICIDCA. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, 55(3), 20-21.
- Liao, H. L., Hsu, C. M., Hameed, K., & Cotter, D. I. Y. V. T. (2025). FunGuide: Grow Your Own Oyster Mushrooms at Home. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- López, A., Castillo, D., & Tito, C. (2025). Rendimiento del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* cultivado en diferentes sustratos a base de residuos agroindustriales. *Revista Ciencias Biológicas y Ambientales - RECIBYA*, 2(1), 3-9. <https://doi.org/10.33326/29585309.2023.1.2006>

- López R., I. (2023). Spent oyster mushroom substrate in a mix with organic soil for plant pot cultivation. *Micología Aplicada Internacional*, 20(1), 17-26.
- Mata, G. (2025). *Virutas de pino para cultivo de setas. Cultivo de Pleurotus ostreatus en viruta de pino: Obtención de cepas*. <https://www.scielo.org.mx>
- Mata, G., Gaitán-Hernández, R., & Salmones, D. (2016). La investigación en micología básica y aplicada: Aportes para un desarrollo sustentable. En D. Martínez-Carrera & J. Ramírez-Juárez (Eds.), *Ciencia, tecnología e innovación en el sistema agroalimentario de México* (pp. 695-719). Colegio de Postgraduados-AMC-CONACyT-UPAEP-IMINAP.
- Mata, G., Pérez-Torres, J. A., Medel, R., Pérez-Merlo, R., & Salmones, D. (2019). Cultivo de *Pleurotus ostreatus* en viruta de pino: Obtención de cepas y evaluación de su productividad. *Madera y Bosques*, 25(2), 19. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521715>
- Mata, G., Salmones, D., & Savoie, J. M. (2017). Las enzimas lignocelulolíticas de *Pleurotus* spp. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp* (pp. 63-82). Ecosur.
- Navarro, D., Ramajo, J., Verdecia, M., & Chacón, J. (2018). Producción agroecológica de setas comestibles con iluminación natural. *Café cacao*, 17(1), 62-67.
- Obando, G. A., Vásquez García, A., Benavides Palacios, D. E., & Jojoa Martínez, H. F. (2022). Producción de hongo orellana (*Pleurotus ostreatus*) sobre residuos agrícolas y pastos generados en la comunidad de Obonuco, Nariño. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(2), 42-54. <https://doi.org/10.23850/24220582.4865>
- OPS. (2006). *Estrategia regional y plan de acción para un enfoque integrado sobre la prevención y el control de las enfermedades crónicas, incluyendo el régimen alimentario, la actividad física y la salud*. Organización Panamericana de la Salud.
- Porrata-Maury, C. (2020). Consumo y preferencias alimentarias de la población cubana con 15 y más años de edad. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 19(1), 87-105.
- Puig-Fernández, Y., Crespo-Zafra, L. M., Cardona-Soberao, Y. R., Matos-Mosqueda, L., & Serrano-Alberni, M. (2020). Evaluación de tres residuos agroindustriales como sustratos para cultivo del *Pleurotus ostreatus* Var. Florida. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 4(7), 19. <https://doi.org/10.46296/yc.v4i7.0040>
- Sales-Campos, C. (2009). Mineral composition of raw material, substrate and fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus* in culture. *Interciencia*, 34(6), 432-436.
- Sánchez, J. E., Andrade, R. H., & Moreno, L. (2017). La protección del sustrato para el cultivo de *Pleurotus* spp. Y otros hongos comestibles. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp* (pp. 107-126). Ecosur.
- Sánchez, J. E., & Royse, D. J. (2017). *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp*. El Colegio de la Frontera Sur.
- ScienceDirect. (2025). *Una comparación crítica de la pirólisis de celulosa, lignina y serín de pino*. <http://www.sciencedirect.com>
- Semarnat. (2016). *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015* (p. 57). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sheng, Q. (2017). Producción comercial de la seta *Pleurotus* spp. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas Pleurotus spp* (pp. 127-148). Ecosur.
- Tabares Navarro, C. M. (2025). *Uso de dieta probiótica con setas comestibles en gestantes de la provincia Santiago de Cuba en el 2024* [Master's Thesis]. Universidad de Ciencias Médicas.
- Verdecia García, M. J. (2012). *Tecnología para el Cultivo de setas comestibles Pleurotus ostreatus* (p. 6). Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao (ECICC).
- Vico Plaza, J. (2024). *El alimento de temporada que te ayudará a reducir el colesterol y a regular tu microbiota*. <https://www.vitonica.com/alimentos-funcionales/anade>

ANEXO 1. PRODUCCIÓN EN RESIDUALES LIGNOCELULÓSICOS.



ANEXO 2. PRODUCCIÓN EN ASERRÍN.



ANEXO 3. PRODUCCIÓN EN PULPA DE CAFÉ.



ANEXO 4. OREJA EN SUSTRATO. VIRUTAS DE MADERA.

