

Compressive strength and water absorption percentage of *Pleurotus Ostreatus* and *Ganoderma Lucidum* mycelium

Francisco Lanza¹, Juan Carlos Reyes, M. Sc.²,

^{1,2}Universidad Tecnológica Centroamericana, Honduras, flanza@unitec.edu, carlos.reyes@unitec.edu.hn

Abstract– Several investigations have demonstrated the compressive strength of mycelium grown on different types of substrates, however, there is room for further research on the compressive strength and absorption percentage of mycelium grown on different types of substrates due to the lack of mycelium growth on some substrates such as pine and mahogany sawdust grown in Honduras in past investigations.

Because of this, it is important to investigate the properties of mycelium grown on organic substrates easily found in Honduras, such as pine sawdust, rice husks and hay.

*The research was carried out with the objective of determining the compressive strength and absorption percentage of mycelium cultivated on maicillo seeds, as well as to determine the growth of *Pleurotus Ostreatus* on pine sawdust and pine sawdust combined with rice husk and hay.*

*The mycelium used were *Pleurotus Ostreatus* and *Ganoderma Lucidum* species. The manufacture of cylinders of *Pleurotus Ostreatus* mycelium cultivated on maicillo seeds; cylinders of *Pleurotus Ostreatus* mycelium cultivated on pine sawdust and cylinders of *Ganoderma Lucidum* mycelium cultivated on maicillo seeds has been carried out. Additionally, pine sawdust and pine sawdust combined with rice husk and hay have been combined with *Pleurotus Ostreatus* mycelium to observe growth. The mycelium cylinders were subjected to compressive strength tests and the percentage of absorption was calculated, from which a comparative analysis was made between the different mycelium specimens, taking into account the results of the previous tests.*

*For the cylinders of *Pleurotus Ostreatus* mycelium cultivated on maicillo seeds, a compressive strength of 0.03 MPa and an absorption percentage of 43.10% was obtained; for the cylinders of *Ganoderma lucidum*, a maximum compressive strength of 1.91 MPa with a drying time of 3 months was obtained. Results which demonstrate that the longer the drying time of the mycelium, the higher the compressive strength is obtained.*

*Keywords– *Pleurotus Ostreatus*, *Ganoderma Lucidum*, pine sawdust, rice husk, hay, compressive strength*

Resistencia a la compresión y porcentaje de absorción del micelio de *Pleurotus Ostreatus* y *Ganoderma Lucidum*

Francisco Lanza¹, Juan Carlos Reyes, M. Sc.²

^{1,2}Universidad Tecnológica Centroamericana, Honduras, flanza@unitec.edu, carlos.reyes@unitec.edu.hn

Resumen- *Diversas investigaciones han demostrado la resistencia a la compresión del micelio cultivado en diferentes tipos de sustratos, sin embargo, hay espacio para seguir investigando la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción del micelio cultivado en diferentes tipos de sustratos debido a la falta de crecimiento del micelio en algunos sustratos como el aserrín de pino y de caoba cultivados en Honduras en investigaciones pasadas.*

*Debido a esto es importante investigar las propiedades del micelio cultivado en sustratos orgánicos encontrados con facilidad en Honduras, como lo es el aserrín de pino, casulla de arroz y heno. La investigación se realizó con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción del micelio cultivado en semillas de maicillo, así mismo, determinar el crecimiento del *Pleurotus Ostreatus* en aserrín de pino y aserrín de pino combinado con casulla de arroz y heno.*

*El micelio utilizado han sido de las especies *Pleurotus Ostreatus* y *Ganoderma Lucidum*. Se ha llevado a cabo la fabricación de cilindros de micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivados en semillas de maicillo; cilindros de micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivados en aserrín de pino y cilindros de micelio de *Ganoderma Lucidum* cultivados en semillas de maicillo.*

*Adicionalmente se ha combinado aserrín de pino y aserrín de pino combinado con casulla de arroz y heno, con micelio *Pleurotus Ostreatus* para observar el crecimiento. Los cilindros de micelio han sido sometidos a ensayos de resistencia a la compresión y se ha calculado el porcentaje de absorción a partir de lo cual se realizó un análisis comparativo entre las diferentes probetas de micelio, tomando en cuenta los resultados de los ensayos anteriores.*

*Para los cilindros de micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en semillas de maicillo se ha obtenido una resistencia a la compresión de 0.03 MPa y un porcentaje de absorción de 43.10%; para los cilindros de *Ganoderma lucidum* una resistencia a la compresión máxima de 1.91 MPa con un tiempo de secado de 3 meses. Resultados los cuales demuestran que, a mayor tiempo de secado del micelio, mayor resistencia a la compresión se obtiene.*

*Palabras clave-- *Pleurotus Ostreatus*, *Ganoderma Lucidum*, aserrín de pino, casulla de arroz, heno, resistencia a la compresión.*

I. INTRODUCCIÓN

En una previa investigación se determinó que el micelio de *Ganoderma Lucidum* cultivado en semillas de maicillo con un tiempo de secado al horno de 4 horas a 60 °C tiene una resistencia a la compresión de 0.36 Mpa y porcentaje de absorción del 28.44%. así mismo se observó su crecimiento en aserrín de caoba y aserrín de pino [8].

La investigación parte de la falta de crecimiento del micelio de *Ganoderma Lucidum* en aserrín caoba y aserrín de pino para poder ser utilizado como material de construcción según la investigación realizada en el 2022 [8], por lo que se estableció el objetivo de expandir los conocimientos del micelio en diferentes tipos de sustratos y así mismo utilizar una especie de micelio diferente.

El objetivo de esta investigación es determinar la resistencia a la compresión y el porcentaje de absorción del micelio de la especie *Pleurotus Ostreatus* y *Ganoderma Lucidum* cultivados en semillas de maicillo y determinar el crecimiento del micelio de *Pleurotus Ostreatus* en aserrín de pino y aserrín de pino en combinación con casulla de arroz y heno como sustrato orgánico.

Este estudio determinara la influencia del aserrín de pino en combinación con casulla de arroz y heno en el rendimiento del crecimiento del *Pleurotus Ostreatus* y así mismo establecer un análisis comparativo entre la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción del micelio de *Ganoderma lucidum* y el *Pleurotus Ostreatus* y sus métodos de secado.

Se fabricaron 13 cilindros de micelio, 7 cilindros de micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en semillas de maicillo para las pruebas de compresión y ensayo de absorción; 3 cilindros de micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivados en aserrín de pino y 3 cilindros de micelio de *Ganoderma Lucidum* cultivados en semillas de maicillo. Así mismo se determinó el crecimiento del micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en aserrín de pino y aserrín de pino combinado con casulla de arroz y heno utilizando bolsas de polipropileno con microfibras.

II. METODOLOGÍA

A continuación, se detallará la metodología utilizada en la siguiente investigación.

A. Técnicas e instrumentos aplicados

Para desarrollar el trabajo investigativo, se utilizaron una serie de técnicas específicas para llevar a cabo la respectiva metodología de tal manera que se realice el proceso y se obtengan resultados planteados.

Se aplicaron pruebas de compresión a los cilindros de micelio cultivado en semillas de maicillo utilizando la norma ASTM-D3501-05 para determinar su resistencia, así como un

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

ensayo de absorción, sumergiendo las muestras en agua durante 24 horas.

Para realizar las técnicas se utilizaron equipos e instrumentos propios, así como los disponibles en el laboratorio de Ingeniería Civil de UNITEC.

Para el cultivo del micelio se utilizó la metodología empleada en investigaciones previas [3], las cuales consisten en

un periodo de crecimiento de dos fases, en su primera fase se cultiva el micelio en un sustrato con humedad determinada y en su segunda fase se traspasa el micelio a un molde predeterminado para culminar su crecimiento con la forma deseada, donde finalmente se somete a un proceso de secado. Un resumen del proceso empleado puede ser observado en la Fig. 1.

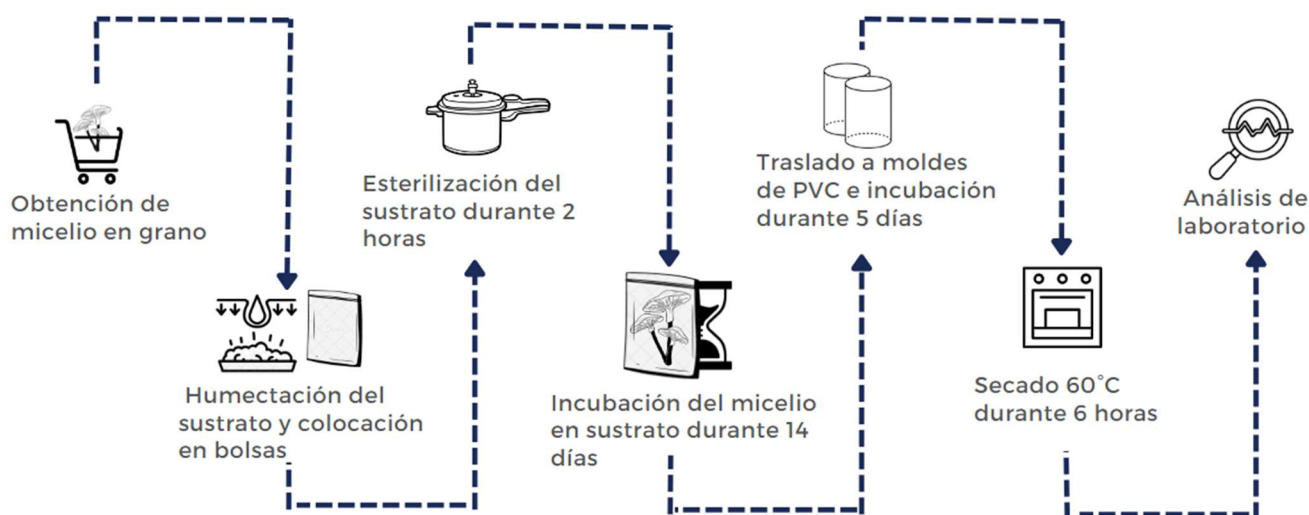


Fig. 1 Proceso de cultivo del material de micelio

B. Materiales

Dentro de los materiales utilizados en la siguiente investigación se encuentran los siguientes:

- 1) Micelio de "*Ganoderma lucidum*".
- 2) Micelio de "*Pleurotus Ostreatus*".
- 3) Aserrín de Pino.
- 4) Casulla de arroz
- 5) Heno
- 6) Bolsas de polipropileno con microfibra.
- 7) Moldes prefabricados de PVC (cilíndricos).
- 8) Alcohol antiséptico y desinfectante.
- 9) Cinta adhesiva.
- 10) Agua.
- 11) Utensilios para inocular micelio en sustrato.
- 12) Guantes de latex.

C. Selección del micelio

El micelio es una red fibrosa de filamentos microscópicos interconectados y dinámicos bien desarrollados constituidos por la extensión de hifas o anastomosis, filamentos tubulares y alargados que muestran una considerable plasticidad y versatilidad de desarrollo del hongo [1]. Se establece que el micelio puede llegar a extenderse a cientos de hectáreas en

tamaño, logrando la mayor masa de cualquier organismo individual en el mundo [2].

La especie de hongo utilizada como micelio para unir desechos orgánicos dispersos afecta la densidad de crecimiento y el grado de unión interfacial en la interfaz micelio-sustrato, que varía significativamente según la especie y el sustrato, y afecta las propiedades mecánicas del material [4].

En la siguiente investigación se optó por la utilización de la especie de *Ganoderma Lucidum* y *Pleurotus Ostreatus*, dado su facilidad de cultivo y disposición en la ciudad de Tegucigalpa el cual fue obtenido por medio del centro de investigaciones en micología tropical de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, el cual cultiva el micelio en grano.

D. Método de esterilización

Se utilizan varios métodos para esterilizar el sustrato, lo que lo vuelve inerte y más adecuado para la inoculación del micelio sin contaminantes como bacterias u otros tipos de hongos que puedan estar presentes en el sustrato. La esterilización se puede realizar por temperatura, como el

autoclave y la pasteurización, o por tratamiento con productos químicos o agentes microbianos [3].

En la siguiente investigación se realizó la esterilización por medio de una olla de presión convencional en donde se dejó actuar durante 2 horas

E. Método de incubación

Se utilizaron bolsas de polipropileno con filtro de 0.2 micras dada la resistencia del material a las altas temperaturas requeridas como parte del procedimiento de esterilización del sustrato y permitiendo un intercambio de gases durante su periodo de crecimiento sin que entren contaminantes como bacterias. El sustrato fue humedecido hasta alcanzar una humedad del 70% y fue introducido en las bolsas de polipropileno en donde fue mezclado junto con el micelio y guardado en completa oscuridad durante 14 días.

F. Monitoreo de temperatura

Para monitorear la temperatura a la que el micelio crece dentro de los sustratos se utilizó un medidor de temperatura el cual por medio de un sensor mide la temperatura en el aire. El instrumento midió la temperatura promedio en la habitación donde fue cultivado el hongo y se registro dicha temperatura 3 veces al día con el propósito de obtener un promedio a lo largo del día.

G. Moldes prefabricados

Una vez pasados los 14 días. el micelio fue introducido en moldes prefabricados de PVC durante 5 días adicionales en los cuales el micelio terminó de colonizar el sustrato.

H. Método de secado

El micelio fue secado al horno a una temperatura de 70 °C durante 6 horas y adicionalmente se secaron dos muestras a 110 °C durante 2 horas y se dejó secar una serie de muestras de la especie *Ganoderma Lucidum* al aire durante 3 meses.

I. Características del micelio

Para conocer algunas de las principales características del micelio, se llevó a cabo la siguiente serie de pruebas y actividades:

- 1) Porcentaje de contracción.
- 2) Ensayo resistencia a la compresión.
- 3) Módulo de Young.
- 4) Porcentaje de absorción.

J. Porcentaje de Contracción

Se calculó el porcentaje de contracción restando el volumen seco del material del volumen húmedo y dividiendo esta contracción por el volumen húmedo tal como se muestra en la Ecuación 1.

$$\% C = \frac{\text{volumen seco} - \text{volumen húmedo}}{\text{volumen húmedo}} * 100\% \quad (1)$$

K. Ensayo de resistencia a compresión

El ensayo de compresión a utilizar en la siguiente investigación será el ASTM-D3501-05 el cual cubre la determinación de las propiedades de compresión de los paneles estructurales a base de madera. Los paneles estructurales a base de madera en uso incluyen madera contrachapada, tableros de oblas, tableros de virutas orientadas y compuestos de chapa y de capas a base de madera [7].

El esfuerzo a compresión se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{F}{A} [MPa] \quad (2)$$

L. Módulo de Young

Para determinar el módulo de Young del material se utilizarán los datos de esfuerzo y deformación obtenidos a través del ensayo de compresión y a partir de la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

Donde:

σ = Esfuerzo a compresión

ε = Deformación unitaria. Se calcula mediante la siguiente ecuación

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (4)$$

Donde:

ΔL = Desplazamiento (cm)

L_0 = Longitud original del cilindro (cm)

M. Porcentaje de Absorción

Para determinar el porcentaje de absorción se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%A = \frac{\text{Peso húmedo saturado} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \quad (5)$$

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se detallará todos los resultados obtenidos durante la investigación y su respectivo análisis. Además, se realizará un análisis comparativo entre los diferentes tipos de micelio.

A. Secado del micelio

El micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en semillas de maicillo y secado a 70 °C durante 6 horas obtuvo un porcentaje de contracción del 24.57% y un peso unitario de 0.732 g/cm³. Para el caso del micelio de *Ganoderma Lucidum* secado al aire durante 3 meses, se obtuvo un porcentaje de contracción del 28.47% y para el caso del micelio de *Ganoderma Lucidum* secado al horno durante 6 horas a 70 °C se obtuvo un porcentaje de contracción del 27.46%.

Finalmente se observó que para las muestras de micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en semillas de maicillo, las cuales fueron secadas al horno durante 2 horas a una temperatura de 110 °C, hubo un agrietamiento, en las probetas tal como se puede ver en la Fig.2, deduciendo que un secado demasiado rápido causa un agrietamiento y por lo tanto su secado debe ser lento.



Fig. 2 Micelio de *Pleurotus Ostreatus* secado durante 2 horas a 110 °C

B. Resistencia a la compresión

Se determinó el esfuerzo máximo de los cilindros de micelio de *Ganoderma Lucidum* cultivados en semillas de maicillo y secados y dejados en reposo durante 3 meses por medio de una prensa de carga HM-5030.

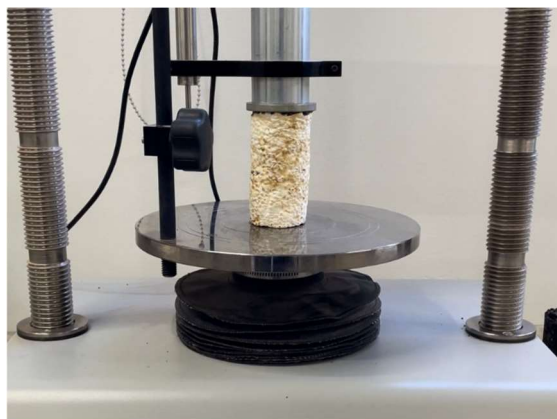


Fig. 3 Cilindro de micelio sometido a ensayo de resistencia a la compresión

Posteriormente se realizó un promedio de la resistencia máxima alcanzada, teniendo como resultado una resistencia máxima promedio a la compresión de 19.43 kg/cm²(1.91 MPa).

Como comparativa entre el resultado de resistencia a la compresión obtenido junto con investigaciones pasadas, se tiene una resistencia 5.22 veces mayor que la obtenida en la investigación de Centeno y Lanza (2022), en la cual el micelio de *Ganoderma Lucidum* fue sometido a compresión únicamente con 4 horas de secado y obtuvo una resistencia de 3.72 kg/cm²(0.36 MPa).

C. Crecimiento del micelio en sustratos

Se registro el crecimiento del micelio cultivado en aserrín de pino y aserrín de pino combinado con casulla de arroz y heno, a una temperatura promedio de 23.7 °C y se observó un crecimiento gradual en la primera semana de crecimiento tal como se observa en la Fig. 4, sin embargo, se observó una falta de crecimiento en la segunda semana y contaminación en el caso de aserrín de pino combinado con casulla de arroz y heno.



Fig. 4 Crecimiento del micelio en aserrín de pino

Una vez pasadas las dos semanas, en la primera etapa, se observó una aglomeración parcial del micelio con el aserrín de pino tal como se observa en la Fig.5.



Fig. 5 Crecimiento del micelio de *Pleurotus Ostreatus* a los 14 días en aserrín de pino

Una vez colocados en los moldes cilíndricos durante 5 días, se observó un crecimiento total del micelio en las semillas de maicillo, sin embargo, también se pudo observar una falta de crecimiento del micelio en el aserrín de pino.

D. Módulo de Young

Con los datos de esfuerzo y deformación obtenidos en las gráficas, se determinó el módulo de Young promedio de los siguientes tipos de micelio:

TABLA 1
MÓDULO DE YOUNG DE DIFERENTES TIPOS DE MICELIO

Módulo de Young de diferentes tipos de Micelio	
Ganoderma Lucidum secado durante 3 meses	14.85 Mpa
Ganoderma Lucidum secado durante 6 horas	1.28 Mpa
Pleurotus Ostreatus secado durante 6 horas	0.36 Mpa

Teniendo como resultado que el micelio no es un material rígido en comparación con otros materiales utilizados en la industria de la construcción como lo es la madera de pino el cual tiene un módulo de Young entre 7,000 y 12,000 Mpa [9].

E. Ensayo de absorción

Para el ensayo de absorción, se sumergieron las muestras en agua durante 24 horas y se determinó un porcentaje de absorción de 43.10% para el micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en semillas de maicillo y secado al horno durante 6 horas a 60 grados Celsius. Siendo este material altamente absorbente en comparación con materiales tradicionales como los ladrillos de arcilla los cuales tienen un porcentaje de absorción entre el 10 y 14% [5].

A continuación, se muestra un cuadro comparativo entre los porcentajes de absorción de diferentes especies de micelio sumergidos durante 24 horas en previas investigaciones se observa a continuación:

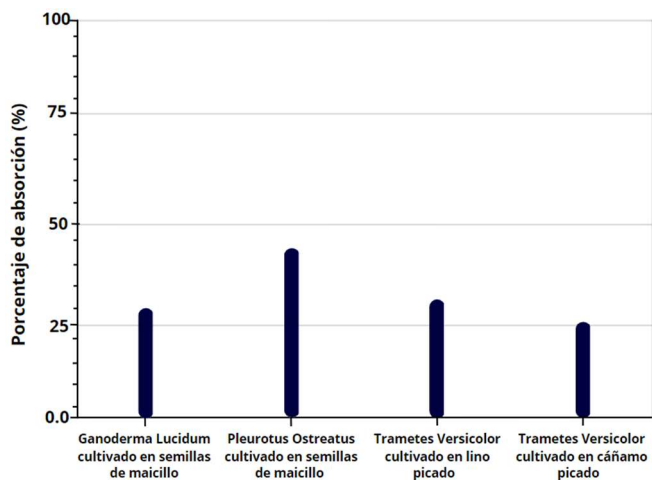


Fig. 6 Porcentaje de absorción de diferentes especies de micelio. Elaboración propia. Fuente: [3]

En donde en una investigación previa [3], se determinó que el *Trametes Versicolor* cultivado en lino y caña picados tienen un porcentaje de absorción del 30.28 % y 24.45% respectivamente.

F. Comparativa entre diferentes tipos de micelio

Como comparativa de la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de micelios y así mismo tomando en consideración la resistencia máxima obtenida del micelio de *Ganoderma Lucidum* secado durante 3 meses se tiene la siguiente gráfica:

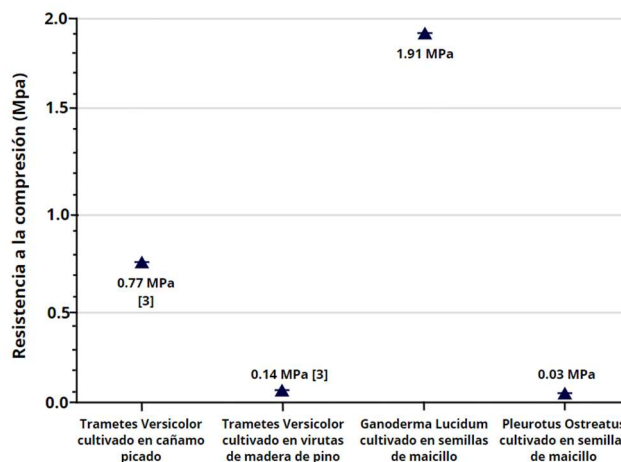


Fig. 7 Resistencia a la compresión de diferentes especies de micelio. Elaboración propia. Fuente: [3]

En donde los valores de la gráfica corresponden a la tabla siguiente:

TABLA 2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DIFERENTES ESPECIES DE MICELIO

Tipo de sustrato	Especie de Hongo	Resistencia a la compresión (Mpa)
Caña picado	Trametes Versicolor	0.77
Lino picado	Trametes Versicolor	1.18
Virutas de madera de pino	Trametes Versicolor	0.14
Semillas de Maicillo	Ganoderma Lucidum	1.91
Semillas de Maicillo	Pleurotus Ostreatus	0.03

Elaboración propia. Fuente: [3]

De investigaciones previas se puede observar que la resistencia máxima del micelio de la especie *Trametes Versicolor* cultivado en lino picado tiene un valor de 1.18 Mpa [3]. El cual es inferior al obtenido del micelio de la especie *Ganoderma Lucidum*, el cual fue de 1.91 Mpa.

Demostando un avance en cuanto a la resistencia máxima a la compresión a la cual el micelio en general puede ser sometido y evidenciando la necesidad de seguir investigando la resistencia a la compresión del micelio con diferentes especies de micelio, métodos de secado y tipos de sustratos, para determinar si valores mayores a los obtenidos en esta investigación pueden ser alcanzados y de este modo determinar su posible uso como un material de construcción.

Así mismo, se demuestra que el *Ganoderma Lucidum* tiene una resistencia a la compresión considerablemente mayor que el *Pleurotus Ostreatus* tomando en cuenta que fueron cultivados bajo las mismas condiciones de humedad y tipo de sustrato.

Se realizó una comparativa de la resistencia a la compresión entre el micelio de *Ganoderma Lucidum* y *Pleurotus Ostreatus* considerando los diferentes métodos de

secado empleados en esta investigación e investigaciones previas, obteniendo la siguiente gráfica:

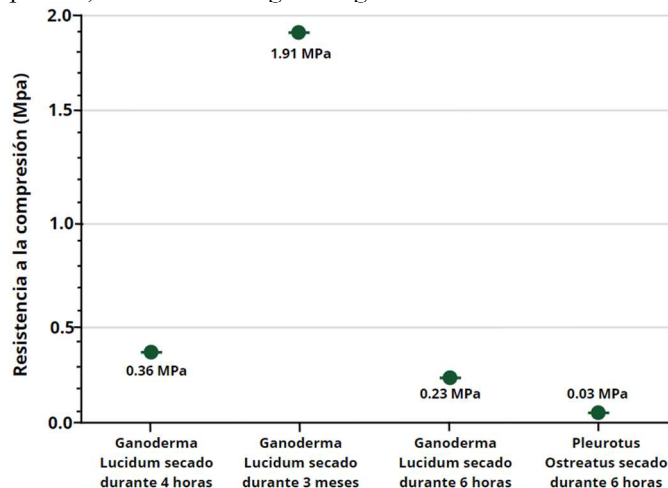


Fig. 8 Resistencia a la compresión del micelio de acuerdo con el método de secado
Elaboración propia.

Donde las temperaturas de secado empleadas y resistencias a la compresión pueden ser observadas en la tabla 3 siguiente:

TABLA 3

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ACUERDO CON MÉTODOS DE SECADO DE MICELIO CULTIVADO EN SEMILLAS DE MAICILLO.

Especie de Hongo	Método de secado	Resistencia a la compresión (Mpa)
Ganoderma Lucidum	Horno a 60 °C durante 4 horas	0.36
Ganoderma Lucidum	Horno 60 °C durante 4 horas y 3 meses secado al aire.	1.91
Ganoderma Lucidum	Horno a 70 °C durante 6 horas	0.23
Pleurotus Ostreatus	Horno a 70 °C durante 6 horas	0.03

Como método comparativo del micelio de Ganoderma Lucidum respecto a otros materiales utilizados como alternativas sostenibles en la industria de la construcción se tiene la tabla siguiente:

TABLA 3

COMPARATIVA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MATERIALES

Material	Resistencia a la compresión (Mpa)	Fuente
Bloque de hormigón con áridos reciclados	6.67	[12]
Bloque de concreto con agregado de plástico reciclado (polipropileno)	2 ± 0.3	[10]
Micelio de Ganoderma Lucidum cultivado en semillas de maicillo	1.91	Trabajo propio
Bloque de adobe con agregados de fibra de bagazo de caña	1.50	[11]

IV CONCLUSIONES

A partir del cultivo de micelio de *Pleurotus Ostreatus* en sustrato de aserrín de pino se pudo observar un crecimiento progresivo en la primera semana, sin embargo, también se observó una falta de crecimiento a lo largo de la segunda semana de incubación, evitando poder realizar las pruebas a compresión del material y determinando que las condiciones de crecimiento pueden ser mejoradas en un ambiente de temperatura controlado y con un análisis de nutrientes del aserrín a utilizar.

A partir del cultivo de micelio de *Pleurotus Ostreatus* en sustrato combinado compuesto de aserrín de pino (50%), casulla de arroz (30%) y heno (20%) no se pudo observar un beneficio en cuanto al crecimiento respecto a utilización de sustrato de aserrín de pino únicamente, así mismo se obtuvo una contaminación dentro de la bolsa de polipropileno por lo que se debe de tener precauciones al momento de realizar la inoculación del micelio dentro de las bolsas conteniendo el sustrato.

Se fabricaron 3 probetas de micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en aserrín de pino y semillas de maicillo respectivamente y 3 probetas de *Ganoderma Lucidum* cultivado en semillas de maicillo con un tiempo de secado de 6 horas a 60 grados Celsius y 2 probetas de micelio de *Pleurotus Ostreatus* para determinar su porcentaje de absorción, donde para el micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en semillas de maicillo se obtuvo una resistencia a la compresión de 0.33 kg/cm² (0.03 MPa) y un porcentaje de absorción de 43.10% y para el micelio de *Ganoderma Lucidum* se obtuvo una resistencia a la compresión de 2.32 kg/cm² (0.23 MPa), determinando que el tipo de micelio utilizado afecta en el desempeño del material respecto a su resistencia a la compresión.

El micelio de *Pleurotus Ostreatus* cultivado en semillas de maicillo obtuvo una menor resistencia a la compresión que el *Ganoderma Lucidum* y un mayor porcentaje de absorción, obteniendo un porcentaje de absorción del 43.10% en comparación con un 28.44% para el caso del micelio de *Ganoderma Lucidum*, indicando que la especie de *Pleurotus Ostreatus* es menos favorable para ser utilizado como material de construcción exterior en comparación con la especie *Ganoderma Lucidum*.

Para el caso del micelio de *Ganoderma Lucidum* cultivado en semillas de maicillo con un tiempo de reposo de 3 meses, se obtuvo una resistencia a la compresión de 19.43 kg/cm² (1.91 MPa) indicando que entre más tiempo de secado se tenga, mayor compactación del material se tendrá y así mismo una mayor resistencia a la compresión.

A. Recomendaciones

- 1) Utilizar diferentes tipos de sustratos lignocelulósicos los cuales puedan ser favorables para el crecimiento del micelio.
- 2) Replicar el procedimiento de cultivo del micelio en condiciones de temperatura controlada para monitorear su crecimiento y determinar su efecto.
- 3) Tener precaución al momento de realizar la inoculación del micelio en el sustrato para evitar contaminaciones durante el periodo de crecimiento los cuales aparecen días después de su inoculación inicial.
- 4) Probar diferentes métodos de secado para el micelio, probando un tiempo de secado prolongado a baja temperatura para evitar agrietamientos y asegurar una mayor densidad.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece al Centro de Investigaciones en Micología Tropical de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras por brindar su apoyo en la obtención del micelio.

A Karla Antonia Uclés Brevé, Juan Carlos Reyes y Julio César López Zerón, ingenieros civiles, docentes de la carrera de Ingeniería Civil en UNITEC Campus Tegucigalpa, por el apoyo técnico brindado durante el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] Voisey, C. R. (2010). Intercalary growth in hyphae of filamentous fungi. *Fungal Biology Reviews*, 3–4(24), 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2010.12.001>
- [2] Stamets, P. (2005). *How Mushrooms Can Help Save the World* (Vol. 27). Ten Speed Press.
- [3] Elsacker, E., Vandelook, S., Brancart, J., Peeters, E., & Laet, L. D. (2019). Mechanical, physical and chemical characterisation of mycelium-based composites with different types of lignocellulosic substrates. *PLOS ONE*, 14(7), e0213954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213954>
- [4] Jones, M. P., Huynh, T., & John, S. (2018). Inherent species characteristic influence and growth performance assessment for mycelium composite applications. *Advanced Materials Letters*, 9, 71–80. <https://doi.org/10.5185/amlett.2018.1977>
- [5] Arias, L. E., Alderete, C. E., & Mellace, R. F. (s/f). Control de la absorción de agua en bloques comprimidos de suelo-cemento.
- [6] Jones, M., Mautner, A., Luenco, S., Bismarck, A., & John, S. (2020). Engineered mycelium composite construction materials from fungal biorefineries: A critical review. *Materials & Design*, 187, 108397. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.108397>
- [7] ASTM D-3501-94. (s/f). Recuperado el 27 de noviembre de 2022, de <http://file.yzimgs.com/175706/2012061612112777.pdf>
- [8] Centeno, J., Lanza, F. (2022). Resistencia a la compresión y porcentaje de absorción del micelio de *Ganoderma Lucidum*. (Manuscrito inédito)
- [9] AITIM - Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera. (s/f). Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <https://infomadera.net/modulos/index.php>
- [10] Alvarado, M. (2018). Elaboración de bloques de concreto con agregados plásticos reciclados. <https://doi.org/10.23850/22565035.v82.n2.2018>
- [11] Rojo, A. R., Díaz, S. A., & Ri, J. (2021). Análisis de la resistencia mecánica ante compresión de bloques de adobe con agregados de fibra de bagazo de caña. 1(2).
- [12] Valdés, G. A., & Rapimán, J. G. (2007). *Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados*.