

Uso de extracto chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.) o harina de frijol de soya (*Glycine max* L.) como medios de cultivo para *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel

Use of chayote extract (*Sechium edule* Jacq. Sw.) Or soybean meal (*Glycine max* L.) as culture media for *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel

Zetina Córdoba Pedro¹✉, Llarena Hernández Régulo Carlos², Dávila Lezama María del Rosario², Navarro Rodríguez Ana María del Pilar², Rojas Avelizapa Luz Irene²

¹Universidad Politécnica de Huatusco, Calle 9 Sur entre Av. 7 y 9, 7 Oriente, 94100 Huatusco, Ver.

²Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológico Agropecuarias Campus Peñuela, Zona Orizaba-Córdoba

✉ Autor para correspondencia: prof-agroindustrial@uphuatusco.edu.mx

Recibido: 27/08/2020

Aceptado: 19/10/2020

RESUMEN

México hace una década ocupaba el décimo octavo lugar en la producción de hongos comestibles a nivel mundial. En nuestro país se cultivan principalmente las especies de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*, a partir de cepas comerciales introducidas. Su cultivo representa una importancia socioeconómica que favorece a muchas familias, se considera un alimento de alto valor nutricional. Su producción natural es fácil y económico ya que se desarrollan en una gran variedad de sustratos lignocelulósicos. De forma artificial su producción es sencillas de cultivar, ya que mediante un sustrato formulado se reemplaza el sustrato natural donde la especie crece. Sin embargo los costos de los medios de cultivo para la producción de micelio son relativamente altos. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación se centró en evaluar la eficiencia de dos medios de cultivo hechos a base de los vegetales (*Sechium edule* y *Glycine max*) utilizados como medios alternativos para la obtención de micelio de *Pleurotus pulmonarius*. Como resultado se obtuvo que el medio de chayote, cumple con los requerimientos nutricionales de *Pleurotus*, por lo que este alcanzó un desarrollo óptimo, en contraste con el testigo.

Palabras clave: Hongos, Setas, Comestibles, México, Producción.

ABSTRACT

Mexico a decade ago ranked eighteenth in the production of edible mushrooms worldwide. In our country, the species of *P. pulmonarius* and *P. ostreatus* are mainly cultivated from introduced commercial strains. Its cultivation represents a socioeconomic importance that favors many families, it is considered a food of high nutritional value. Their natural production is easy and inexpensive as they grow on a wide variety of lignocellulosic substrates. Artificially its production is simple to cultivate, since by means of a formulated substrate the natural substrate where the species grows is replaced. However the costs of

the culture media for the production of mycelium are relatively high. Therefore, the objective of this research focused on evaluating the efficiency of two culture media made from plants (*Sechium edule* and *Glycine max*) used as alternative means for obtaining *Pleurotus pulmonarius* mycelium. As a result, it was obtained that the chayote medium complies with the nutritional requirements of *Pleurotus*, so it reached an optimal development, in contrast to the control.

Keywords: Fungi, Mushrooms, Edibles, Mexico, Production.

INTRODUCCIÓN

México hace una década ocupaba el décimo octavo lugar en la producción de hongos comestibles a nivel mundial según lo reportado por Martínez- Carrera *et al.*, (2009). La producción anual radica en 38 708 toneladas, dentro de las cuales los géneros de hongos más cultivados son: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma* y *Grifola*, donde la mayor producción corresponde a los champiñones, seguida por las setas y el shiitake. El cultivo de hongos comestibles es una industria biotecnológica en continuo proceso de expansión y que va cobrando mayor importancia en el ámbito económico de muchos países. Entre los principales países productores de hongos comestibles se encuentra China, Estados Unidos, Holanda, Francia, España, Polonia, Italia, Canadá, Irlanda y Reino Unido (Sánchez, 2010).

Los hongos comestibles son considerados un alimento funcional, ya que su consumo impacta de forma positiva a una o más funciones del organismo. Estos hongos son fuente importante de nutrientes, ya que están constituidos por el 90% de agua y el 10% de materia seca (Cano-Estrada y Romero-Bautista, 2016)

En México se cultivan principalmente las especies de *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*, a partir de cepas comerciales introducidas al país (Guzmán, 2000). Su cultivo representa una importancia socioeconómica que favorece a

muchas familias, se considera un alimento de alto valor nutricional (Huerta *et al.*, 2009). Se desarrollan en una gran variedad de sustratos lignocelulósicos (Cano Estrada y Romero-Bautista, 2016). Por lo que se producen en diversas partes del país siendo Veracruz uno de los estados en donde se lleva a cabo la producción de hongos comestibles junto con Chiapas, el Estado de México, el Distrito Federal, Hidalgo, Jalisco, Puebla, Querétaro y Tlaxcala, entre otros.

De forma artificial las setas son sencillas de cultivar, ya que mediante un sustrato formulado se reemplaza el sustrato natural donde la especie crece. A base de esto se han realizado diversas investigaciones encaminados al cultivo de *Pleurotus*, en busca de sustratos que estén en mayor disponibilidad o que sean desechos de alguna actividad industrial ya que son de gran interés, por su capacidad de convertir los subproductos orgánicos no comestibles en alimento humano, con una fuente de proteína superior a los vegetales (Alberto, 2008). Además, el cultivo de setas cuenta con una amplia gama de temperaturas para su desarrollo, otorgándole a este hongo la facilidad de cultivo e inversión a bajos costos (Toro y Aguilar, 2012).

Los costos de medio de cultivo para la producción de micelio son relativamente altos, ya que los laboratorios que los producen prometen tener un producto de alta calidad, el

cual mantiene su composición química, sin embargo, no todos los productores pueden obtener estos medios de cultivo.

Por lo cual, el objetivo de esta investigación se centró en evaluar la eficiencia de dos medios de cultivo hechos a base de los vegetales (*Sechium edule* y *Glycine max*) utilizados como medios alternativos para la obtención de micelio de *Pleurotus pulmonarius*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el periodo febrero- julio 2019, en el Laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, se encuentra ubicada en el km 1 en la carretera Peñuela-Amatlán de los Reyes con coordenadas de 18° 51' y 96° 55' a una altitud de 749 msnm.



Figura 1. Localización del área de estudio. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

La metodología empleada para la siembra del inóculo en el presente trabajo, fue la sugerida por Guzmán *et al.*, (1993) y Gaitán-Hernández *et al.*, (2006). Los equipos, materiales e insumos para la realización de este trabajo fueron proporcionados por el laboratorio de fitopatología y a su vez el laboratorio de hongos nos proporcionó la cepa 115.

Medios de cultivo

Un medio de cultivo a partir de chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.) Los frutos fueron adquiridos en el mercado Zapata, de Orizaba, Ver. Para la preparación del medio de cultivo estos fueron pesados en una báscula analítica, cortados en pedazos y el jugo fue obtenido por

medio de un extractor marca Taurus. Posteriormente, se filtró para eliminar el exceso de fibra, una vez hecho esto, se hirvió para inducir la floculación de gomas y sólidos en suspensión, se repite el proceso de filtrado, el líquido restante se aforó en una probeta graduada para evaluar rendimiento, del jugo obtenido se utilizó 150mL este fue vaciado en un matraz de Erlenmeyer, se le agregó 3g de sacarosa, se ajustó a un pH a 5.6, se le adicionó 1.9 g de agar y se disolvió al ponerlo en ebullición.

Otro medio de cultivo de harina de frijol de soya (*Glycine max* L.) La harina de frijol de soya marca Xilou fue adquirida en una tienda

comercial, para la realización del medio de cultivo, se pesó 100 g en una báscula analítica, fue disuelta en un litro de agua destilada, se separó en tres tratamientos de 150 mL los cuales fueron; tratamiento 'A' que consistía en un medio al 100%, tratamiento 'B' en un medio al 50% y el tratamiento 'C' en un medio al 25%. Los últimos dos tratamientos se aforaron con agua destilada, a cada uno se le agregó 3g de sacarosa, se ajustó a un pH de 5.6, se le adicionó 1.9 de agar y se disolvió en ebullición.

Y el último medio de cultivo de Papa Dextrosa de Agar. Se pesaron 5.85 g de PDA marca Bioxon para preparar 150 mL, este fue disuelto en agua destilada y puesto en ebullición hasta alcanzar una coloración beige claro.

Siembra de micelio

Las cajas fueron sembradas con micelio de *Pleurotus pulmonarius* Cepa 115, se utilizó la cámara de flujo laminar previamente desinfectada. La siembra consistió en extraer un inóculo de 6 mm de diámetro, el cual fue tomado con un horador metálico previamente esterilizado, de una caja Petri con medio de PDA que se encontraba colonizada con micelio. El inóculo se colocó en el centro de cada caja Petri, se sellaron, se rotularon y fueron incubadas a temperatura ambiente.

Descripción macroscópica

La descripción macroscópica del micelio se realiza cuando se presenta la colonización total. Sin embargo, al no existir una caracterización establecida, se tomaron como referencia a varios autores entre ellos cabe mencionar a Coello-Loor *et al.*, 2017, Santiago-Martínez *et al.*, 2003, Huerta *et al.*, 2009, entre otros. Las cualidades registradas de los dos medios de cultivo y sus respectivos tratamientos, fueron: el color, la densidad, micelio aéreo, textura, forma de la colonia y anillos concéntricos.

Diseño experimental

Se utilizó un arreglo factorial de 5x3, con un diseño de bloques completamente al azar, consistió en dos unidades experimentales las cuales fueron el medio de chayote con un tratamiento y el medio de harina de frijol de soya con tres tratamientos, como testigo se utilizó el medio de PDA. Se hicieron cinco repeticiones y tres bloques (75 cajas Petri analizadas).

Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados en el programa estadístico R- Commander mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor, seguido de la prueba de Tukey, usando la velocidad de crecimiento (cm²) como variable dependiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento micelial de *Pleurotus pulmonarius* (cepa 115) fue observado al tercer día posterior a la siembra, hasta la colonización total, esto se realizó sobre los distintos medios de cultivo probados, los cuales fueron; el medio de harina de frijol de soya (HF), sus tres tratamientos (HF100, HF50 y HF25) y el medio de chayote. Para todos los tratamientos se ocupó como testigo el medio comercial PDA. Los resultados obtenidos de la cepa 115, de acuerdo con la velocidad de crecimiento, demostraron que invadió más rápido el medio de Chayote, colonizando la caja Petri en 8 días (d). En el tratamiento de HF50 demostró tener una velocidad menor, presentando invasión total en 11 d. los tratamientos HF100 y HF25 presentaron una invasión similar alcanzando la colonización al día nueve. En contraste con el testigo que alcanzo su colonización al día diez.

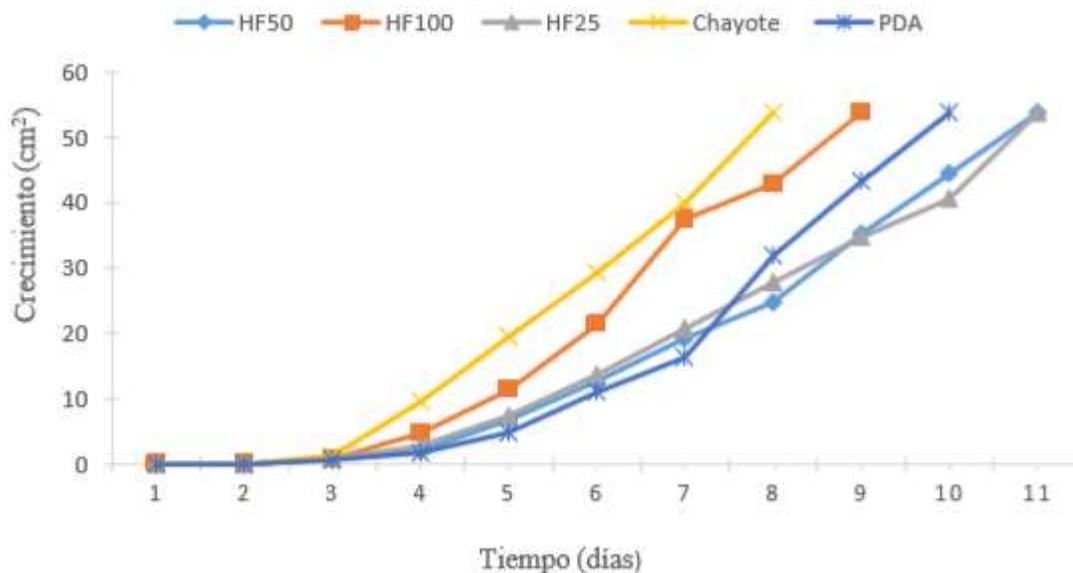


Figura 2. Primera replica, medidas de crecimiento acumulado de *P. pulmonarius* en los medios de cultivo evaluados. HF50; harina de frijol de soya al 50%, HF100; harina de frijol de soya al 100%, HF25; harina de frijol de soya al 25% y PDA; Papa dextrosa agar.

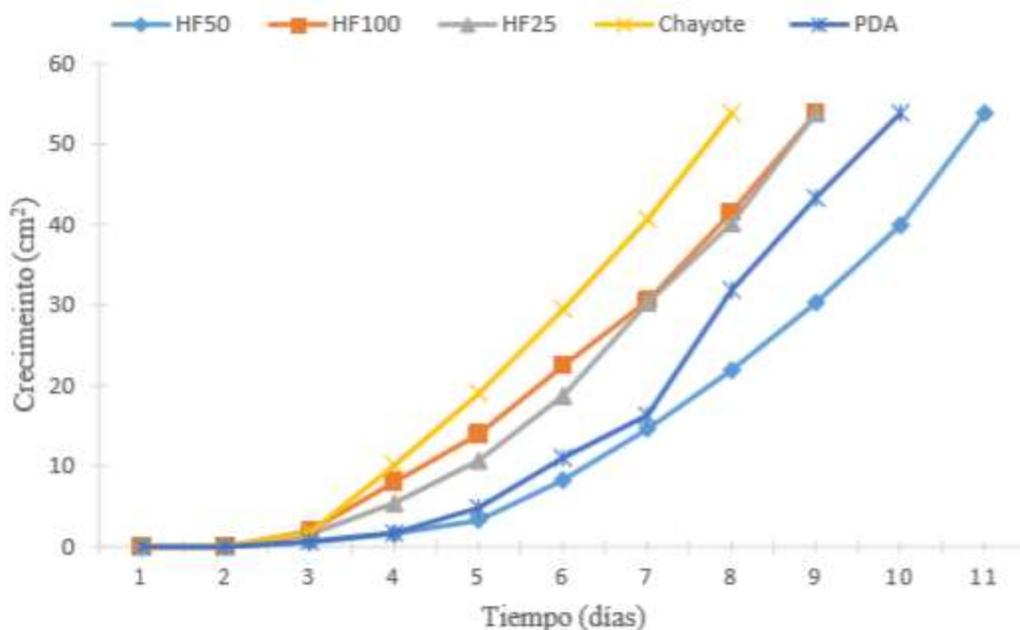


Figura 3. Segunda replica, medidas de crecimiento acumulado de *P. pulmonarius* en los medios de cultivo evaluados. HF50; harina de frijol de soya al 50%, HF100; harina de frijol de soya al 100%, HF25; harina de frijol de soya al 25% y PDA; Papa dextrosa agar.

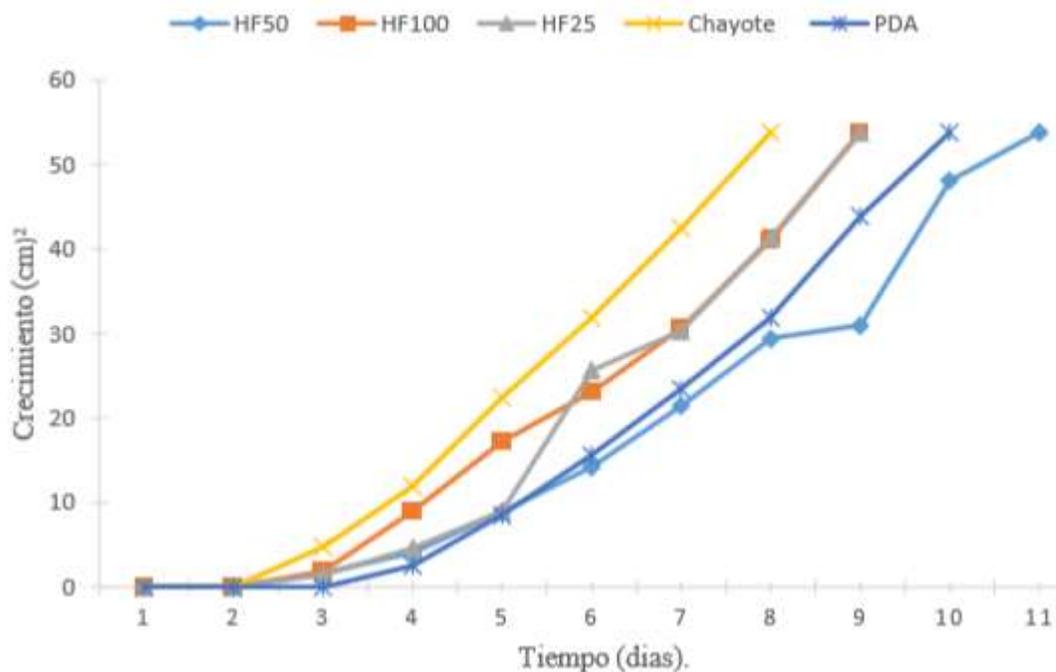


Figura 4. Tercera replica, medidas de crecimiento acumulado de *P. pulmonarius* en los medios de cultivo evaluados. HF50; harina de frijol de soya al 50%, HF100; harina de frijol de soya al 100%, HF25; harina de frijol de soya al 25% y PDA; Papa dextrosa agar.

Se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Se seleccionó el día 7 de colonización para el análisis de varianza (ANOVA), dado que en este día el micelio mostraba un crecimiento intermedio en los tratamientos.

Las medias de crecimiento del área de *Pleurotus pulmonarius* inoculado en los diferentes medios se muestran en el cuadro 12, así como la

desviación estándar y las diferencias significativas. En este análisis se encontró que el tratamiento de chayote fue altamente significativo (***)= $P < 0.001$). Siendo superior a los cuatro tratamientos probados, obteniendo una media de 41.30 cm². Sin embargo, se observó que los tratamientos de HF50 y HF25 no presentaron diferencias significativas en la comparación con el medio de PDA, es decir, presentaron un área similar de colonización.

Cuadro 1. Medias de crecimiento micelial (cm²) a los siete días de incubación.

	Área micelial (cm ²) ± Desv. Estándar
<i>Chayote</i>	41.30 ± 1.39d
<i>HF100</i>	32.91 ± 3.44c
<i>HF25</i>	27.14 ± 4.81b
<i>HF50</i>	18.45 ± 3.27a
<i>PDA</i>	21.51 ± 8.03a

*Letras diferentes representa diferencias significativas, Tukey (p=0.05).

*HF100: harina de frijol de soya al 100%, HF50: Harina de frijol de soya al 50% y HF25; Harina de frijol de soya al 25%.

En todos los tratamientos el micelio presentó una coloración blanquecina, con textura algodonosa y con una colonia circular. Por el

contrario, las diferencias se observaron en la densidad de micelio y la presencia o ausencia de micelio aéreo.

Cuadro 2. Características cualitativas de *Pleurotus pulmonarius* en los diferentes medios de cultivo.

Medio de cultivo	Color	Densidad	Micelio aéreo	Textura	Forma de colonia	Anillos de crecimiento
<i>Chayote.</i>	Blanquecino	Abundante	Presente	algodonosa	circular	Ausentes
<i>HF100</i>	Blanquecino	ralo	ausente	algodonosa	circular	Presentes
<i>HF50</i>	Blanquecino	regular	presente	algodonosa	circular	Presentes
<i>HF25</i>	Blanquecino	ralo	presente	algodonosa	circular	Ausentes
<i>PDA</i>	Blanquecino	regular	presente	algodonosa	circular	Ausentes

*HF100: harina de frijol de soya al 100%, HF50: harina de frijol de soya al 50. HF25: harina de frijol de soya al 25 y PDA: Papa dextrosa agar.

Es importante señalar que el medio de chayote presentó un micelio blanquecino, con densidad abundante, de forma circular, con micelio aéreo y textura algodonosa. De lo contrario, el medio de HF100 presentó un micelio blanquecino,

ralo, de forma circular, ausente de micelio aéreo, en este medio la cepa 115 empezó desarrollar un micelio con densidad regular, después de haber invadido la caja. Esta característica puede llegar a ser de interés, para obtener una mayor cantidad de biomasa.

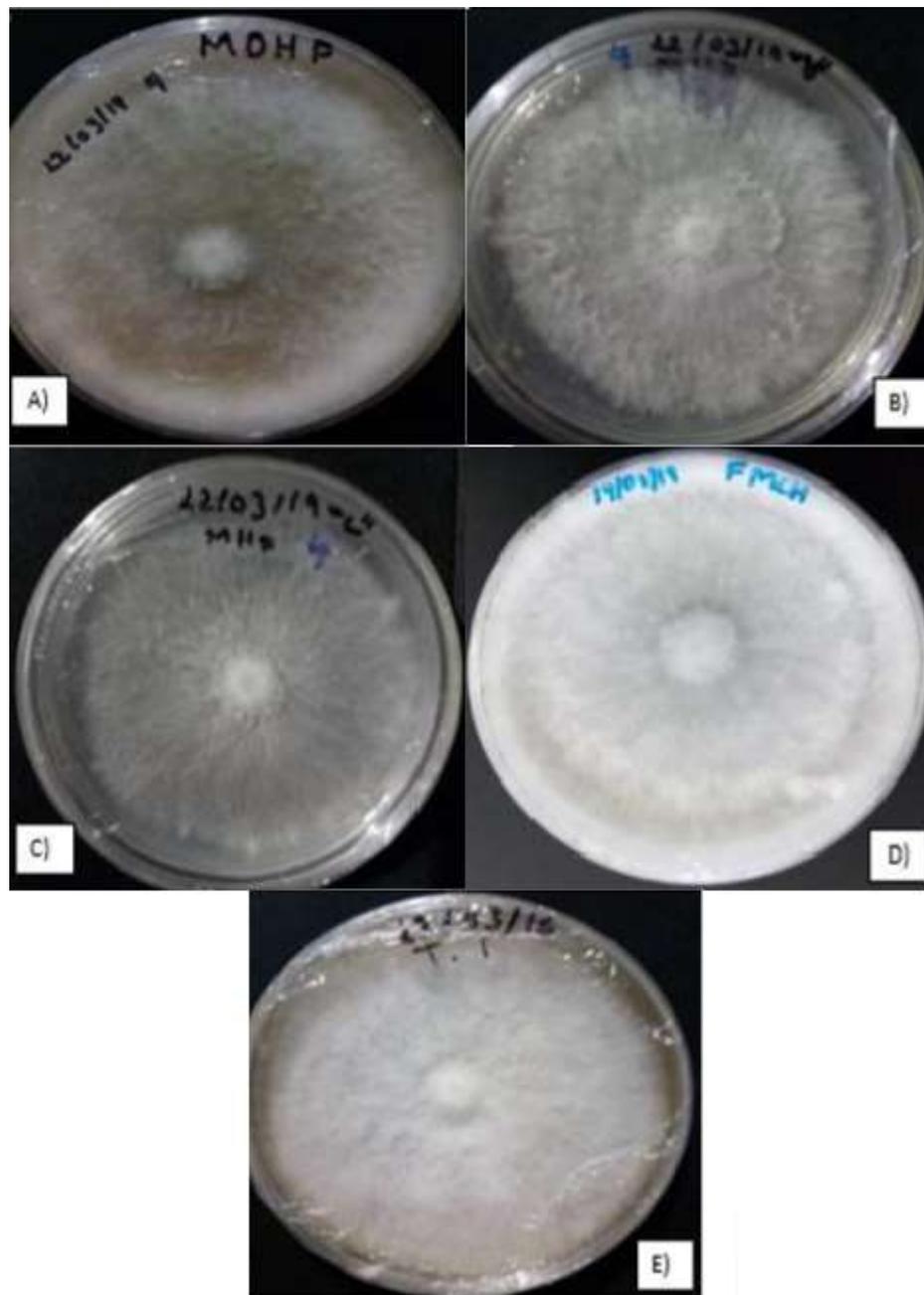


Figura 5. Colonización total en cajas Petri. A) HF100, B) HF50C, C) HF25, D) Chayote y E) PDA.

Cabe mencionar que la característica cualitativa acerca de la presencia o ausencia de micelio

aéreo, fue observada en el medio de cultivo de chayote presentando abundancia, en comparación con los otros tratamientos.



Figura 6. Micelio aéreo. PDA; Papa Dextrosa Agar, HF25; Harina de frijol de soya al 25% y HF50; Harina de frijol de soya al 50%.

Comparación de costos por litro de los medios de cultivo evaluados

Se obtuvo como resultados en la comparación de costos que el medio de HF25 es el que resulta

más económico, seguido del medio de chayote. En el siguiente cuadro se muestra, el medio a comparar, la cantidad cotizada, el material requerido, el costo total y la diferencia de costos que tienen con el medio PDA.

Cuadro 3. Comparación de costos de los medios propuestos con el medio comercial.

Medio	Cantidad	Material	Costo	Diferencia
Chayote	1 L	Chayote 1 ½ Sacarosa 15 g Agar 13 g	80.22	140.13
HF100	1 L	HF 100 g Sacarosa 15 g Agar 13 g	84.42	135.84
HF50	1 L	HF 50 g Sacarosa 15 g Agar 13 g	81.02	139.33
HF25	1 L	HF 50 g Sacarosa 15 g Agar 13 g	79.24	141
PDA	1 L	39 g/L	220.35	220.35

Fuente: SAGARPA 2012; SIAP, 2019 y SINMA 2019.

DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia del extracto de chayote (*Sechium edule Jacq. Sw.*) o de harina de frijol de soya (*Glycine max L.*) utilizados como medio alternativos para la obtención de micelio de *Pleurotus pulmonarius*.

Con base a los resultados observados se puede decir que existen diferencias estadísticas significativas, resultando mejor el medio de chayote en comparación con los medios propuestos y mostrando un crecimiento micelial de 41.30 cm², el cual fue superior en comparación con el medio PDA, cabe mencionar que el medio de chayote obtuvo una colonización total al octavo día, esto se puede deber a la composición química del fruto, ya que contienen carbohidratos complejos, fibra dietética y almidón, vitaminas y minerales (Castro *et al.*, 2015). Cabe mencionar que el testigo alcanzó la colonización total al noveno día, los resultados obtenidos en este trabajo, no coinciden con el trabajo reportado por Suárez y Holguín (2012) en donde obtuvieron mayor crecimiento de micelio de *Pleurotus pulmonarius*, en medio de PDA, colonizando la caja Petri en 8 días, a una temperatura de 22° ± 2°C. Cabe mencionar que el presente trabajo fue realizado a temperatura ambiente, por lo que es posible que, si se controla la temperatura, se podría obtener un mayor crecimiento micelial.

Ávila (2017), reportó un mayor crecimiento con diferencia significativa en medio EMA en comparación de PDA en 7 cepas de *Pleurotus spp.* En su estudio, algunas cepas colonizaron por completo las cajas Petri a los 12 días, lo cual está muy por encima de la velocidad obtenida en este estudio. En nuestro trabajo, el medio de chayote fue superior estadísticamente al PDA, otras ventajas es que el costo de producción es mucho menor.

En el medio de harina de frijol de soya el tratamiento que obtuvo una mayor respuesta fue el tratamiento de HF100 con un crecimiento medio de 32.91 cm² colonizando totalmente la caja Petri al noveno día, mientras que los tratamientos de HF50, HF25 y PDA demostrando un área de crecimiento similar, en lo refiere a los días que incubación de *P. pulmonarius* en estos medios, el tratamiento de HF50 obtuvo la menor velocidad de crecimiento, presentó invasión total al día once, seguido de PDA al día 10 y HF25 al día nueve.

Coello-Loor *et al.*, (2017) en el trabajo sobre la evaluación de crecimiento y producción de biomasa de dos cepas del género *Pleurotus* las cuales fueron; *P. ostreatus* y *P. sapidus*, cultivados en medio de agar con diferentes sustratos, incubados a una temperatura de 28°C, reporta que la colonización total del medio de PDA se observó al décimo sexto día, esto da hincapié a pensar que los medios evaluados de harina de frijol de soya podría ser utilizados para la producción de estas especies.

En cuanto a las características cualitativas de la cepa 115 presentes, en cada uno de los medios evaluados, se determinó que el medio de chayote obtuvo la mejor apariencia micelial, ya que presentó un micelio abundante, seguido por los medios de HF50 y PDA, presentando un micelio regular. Esto concuerda con el trabajo de Zapata *et al.*, (2012) en donde utilizaron harinas hechas de cereales para la producción de biomasa de *Ganoderma lucidum* obteniendo una respuesta favorable. Esto se podría deber, según Schnurer *et al.*, (1999) a la presencia de compuestos que son biosintetizados por vías metabólicas de los hongos.

Por el contrario, los medios HF25 y HF100 presentaron un micelio de densidad ralo, resultando deficientes para la producción de micelio. Sin embargo, el medio de HF100

presento un micelio con densidad regular después de haber invadido la caja Petri, esto podría ser, que se haya producido una modificación del pH alterando la solubilidad de los nutrientes haciéndolos más asimilables, reflejándose en un mayor vigor del micelio.

Tanto en laboratorios como de manera comercial los costos de producción son una parte fundamental para el éxito de cualquiera de ellos (Gaitán *et al.*, 2006).

En la comparación de costos de la elaboración de los medios propuestos contra el medio comercial PDA, resultó conveniente la utilización del medio de chayote como medio de cultivo para la obtención de micelio de *Pleurotus pulmonarius* ya que un litro de este medio es más económico, con un precio de \$ 80.22, mientras que PDA alcanza un valor de \$220.35.

CONCLUSIÓN

Se concluye que, por los resultados obtenidos, el medio de chayote, cumple con los requerimientos nutricionales de *Pleurotus*, por lo que este alcanzó un desarrollo óptimo, en contraste con el testigo. El medio de chayote obtuvo mayor velocidad de crecimiento, presentando micelio denso, con abundancia de micelio aéreo, visualmente con mayor producción de biomasa y por último la elaboración de este medio alternativo resulta más viable económicamente, lo cual podría convertirlo en un medio alternativo prometedor para la obtención de micelio, por lo tanto, de igual manera se sugiere realizar los estudios correspondientes.

En el caso de los tratamientos de harina de frijol de soya, resulto mejor el medio HF50, por lo tanto, ya que presentó una velocidad de crecimiento similar al de PDA, cabe mencionar

que la elaboración de este medio resulta más viable económicamente, por lo que se sugiere realizar los estudios correspondientes.

RECOMENDACIONES

Realizar análisis químico de los medios de cultivo, con el fin establecer cantidades de su composición.

-Evaluar el crecimiento de *P. pulmonarius* a una temperatura controlada en los diferentes tratamientos.

-Determinar la biomasa micelial producida en los diferentes medios de cultivo al término de la colonización total.

-Determinar las características cualitativas del anverso de la caja.

-Llevar a producción las cajas Petri inoculadas en el Medio de Chayote para determinar la eficiencia biológica.

-Probar el medio de chayote para la producción de micelio de otras especies de hongos comestibles.

LITERATURA CITADA

- Alberto E. (2008). Cultivo de los hongos comestibles: cómo cultivar Champiñones Gírgolas, Shiitake y otras especies. Buenos Aires. Hemisferio sur.
- Ávila M. (2017). Cepas silvestres de *Pleurotus spp.* con potencial de cultivo en la región centro del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana.
- Cano-Estrada, A. y Romero-Bautista, L. (2016). Valor económico nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. Revista chilena. 43(1). pp. 75-80. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182016000100011>
- Castro, Rodríguez, J.M. Toledo, Díaz. A.M., Rodríguez, Galón. B., Perdomo, Molina. A., Rodríguez, E.M y Díaz, Romero. C.

- (2015). Caracterización morfológica y composición química de chayotas (*Sechium edule*). Cultivadas en las islas Canarias. (España). Caracas. ISSN
- Coello-Loor. C. D., Avellaneda, C. J. H., Barrera, Á. A. E., Peña, G., Yépez, M. P. F y Racines, M. E. R. (2017). Evaluación del crecimiento y producción de biomasa de dos cepas del género *Pleurotus spp.*, cultivadas en un medio agar con diferentes sustratos. *Cienc Tecn UTEQ*. 10(2). pp. 33-39
<https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.164>
- Gaitán- Hernández, R. (2006). Manual práctico del cultivo de setas: Aislamiento, siembra y producción. Xalapa, Ver.: Instituto de Ecología.
- Guzmán, G., Mata. G., Salmones, D., Soto. V. C. y Guzmán. D. L. (1993). El cultivo de los hongos comestibles. Con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional. México. pp. 1205
<https://doi.org/10.2307/3760556>
- Guzmán, G. (2000). Genus *Pleurotus*. Diversity, taxonomic problems, and cultural and traditional medicinal uses. *Int. J. Med. Mush.* 2. pp. 95-123.47
<https://doi.org/10.1615/intjmedmushr.v2.i2.10>
- Huerta, G., Martínez-Carrera, D., Sánchez, J. E. y Leal-Lara, H. (2009). Grupos de interesterilidad y productividad de cepas de *Pleurotus* de regiones tropicales y subtropicales de México. *Revista mexicana de micología*. vol. 30, México.
<https://doi.org/10.1016/j.rgm.2016.10.005>
- Martínez-Carrera, D., P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla y W. Martínez. (2009). México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. Capítulo 6.1. pp. 209-224.
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85, 1321-1337. DOI: 10.1007/s00253-009-2343-7
<https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
- Santiago- Martínez. G., Estrada, T. A., Varela, L. y Herrera, T. (2003). Crecimiento en siete medios nutritivos y síntesis in vitro de una cepa de *Laccaria bicolor*. Laboratorio de Micología. Departamento de Botánica. Instituto de Biología, UNAM. Coyoacán, México, D. F.
<https://doi.org/10.22201/ib.9786073020305e.2019.c12>
- Secretaría de la Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2012). Sexto informe de labores. Talleres Gráficos de México. pp. 3-223.
<https://doi.org/10.32870/cer.v0i118.7067>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2019). Recuperado el 25 de Junio del 2019 de: <https://www.gob.mx/siap>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SINMA). (2019). recuperado el 15 de junio del 2019 de: <http://www.economia-sniim.gob.mx/Nuevo/>
- Suárez A., C., y Holguín H., M. S. (2012). Evaluación de medios de cultivo sintéticos y cereales para la producción de semilla de setas comestibles. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(1), 130-140.
<https://doi.org/10.17584/rcch.2011v5i1.125>
- Schnürer, J., J. Olsson, T. Börjesson. (1999). Fungal volatiles as indicators of food and

feeds spoilage. *Fungal Genetics and Biology*. 27. pp. 209- 217.
<https://doi.org/10.1006/fgbi.1999.1139>
Toro, de V. G, Garín, Aguilar ME (2012).
Hongos comestibles y medicinales en

Iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural. El Colegio de la Frontera Sur. Instituto de Ecología. Tapachula, México. pp. 297-307.
<https://doi.org/10.35533/myd.1222.lr.ez.vv.dn.nc>

Copyright (c) 2020 Zetina Córdoba Pedro, Llerena Hernández Régulo Carlos, Dávila Lezama María del Rosario, Navarro Rodríguez Ana María del Pilar, Rojas Avelizapa Luz Irene



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)