

Caracterización de dos cepas de *Pleurotus djamor* nativas de Oaxaca, México*

Characterization of two strains of *Pleurotus djamor* native from Oaxaca, Mexico

Hugo León-Avenida¹, Rosalva Martínez-García¹, Pablo Caballero Gutiérrez¹ y Daniel Martínez-Carrera²

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Programa de Biología, ex hacienda de Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, México. C. P. 71230. hugoleav@aol.com.

²Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas-Campus Puebla, Biotecnología de Hongos Comestibles. A. P. 701, Puebla 72001. Fax: (52) 222-285-2162. (dcarrera@colpos.mx). Autor para correspondencia: hugoleav2@hotmail.com.

Resumen

En México el cultivo de *Pleurotus* spp., está basado principalmente en el uso de cepas de alta calidad y productividad de procedencia extranjera (*P. ostreatus*), pero existen recursos fúngicos nativos todavía no estudiados con mejores perspectivas a nivel local. Se aislaron y caracterizaron cepas de *Pleurotus djamor* nativas de la selva mediana subperennifolia del municipio de Santiago Xanica, Sierra Sur de Oaxaca, para conocer sus atributos y el potencial para introducirse al cultivo en sustratos locales como alternativa productiva y alimentaria. En septiembre de 2009 se recolectaron seis fructificaciones de *P. djamor* silvestres en buen estado (especie consumida localmente); se aislaron y purificaron dos cepas (ITAO-3 e ITAO-6) y durante el año 2010 se evaluaron y compararon con una cepa comercial (CPC) en velocidad de crecimiento del micelio en medios de cultivo EMA, SIM y PDA, así como sus características de color y textura. Se evaluó el desarrollo a partir de la inoculación sobre grano de trigo como soporte de micelio. Los resultados muestran que la cepa ITAO-3 tuvo mayor velocidad de crecimiento micelial en los medios de cultivo PDA y EMA, le siguió la cepa ITAO-6 que presentó similitud en crecimiento a la cepa comercial testigo CPC. En pruebas de elaboración de inóculo e invasión micelial sobre grano de trigo, la cepa ITAO-3 fue la óptima y muestra cualidades para cultivarse posteriormente en diferentes sustratos.

Abstract

In Mexico the cultivation of *Pleurotus* spp., is based primarily on the use of strains of high quality and productivity of foreign origin (*P. ostreatus*), but there are native fungal resources not studied yet with better prospects locally. Were isolated and characterized strains of *Pleurotus djamor* native from the evergreen tropical forest in the municipality of Santiago Xanica, South highlands of Oaxaca, to know their attributes and the potential for introduction to crops in local substrates as a productive and food alternative. In September 2009, collected six fruiting of wild *P. djamor* in good condition (locally consumed species); two strains were isolated and purified (ITAO-3 and ITAO-6) and during 2010 were evaluated and compared with a commercial strain (CPC) on mycelial growth rate in culture media EMA, SIM and PDA, as well as its color and texture characteristics. Development was evaluated after inoculation on wheat grain as support mycelium. The results show that the strain ITAO-3 had higher mycelial growth rate in culture media PDA and EMA followed ITAO-6 which showed growth similarity to CPC. In tests of inoculum elaboration and mycelial invasion on wheat grain, ITAO-3 strain was optimal and shows qualities to be cultivated on different substrates.

* Recibido: mayo de 2013
Aceptado: julio de 2013

Palabras clave: Sierra Sur de Oaxaca, hongos comestibles, recursos fúngicos.

Key words: South highlands from Oaxaca, edible fungus, fungal resources.

Introducción

Es costumbre que el cultivo de las setas (*Pleurotus* spp.) se base principalmente en el empleo de cepas de alta calidad y productividad de procedencia extranjera de *Pleurotus ostreatus*, incluyendo la tecnología y el capital. Esta especie requiere cuidados específicos dificultando su cultivo y el manejo postcosecha en las comunidades rurales (Castillejos *et al.*, 1996; Guzmán, 2003); por ello y para disminuir la dependencia externa se ha adaptado biotecnología intermedia para el cultivo sobre desechos agroindustriales con buenos resultados en diferentes regiones de México (Villegas, 1996). Otra acción es estudiar la diversidad de los recursos fúngicos locales y aprovechar el papel promisorio como alimentos funcionales (Trigos y Suárez-Medellín, 2010), lo que representa una estrategia para disminuir la dependencia de cepas extranjeras, al respecto existen algunas experiencias documentadas del cultivo de cepas nativas de *Pleurotus* spp. y *Auricularia fuscosuccinea* (Sánchez-Vázquez, 1994; Castillejos *et al.*, 1996) y de *Lentinus boryanus* (Mata y Guzmán, 1989).

En Oaxaca, a pesar de que el cultivo de hongos comestibles ha tomado auge debido a la promoción de alternativas de producción y alimentarias por parte de diversas instituciones de gobierno estatal y federal, existen dificultades en la introducción de *P. ostreatus* a sus agroecosistemas y a la falta de organización y acompañamiento técnico. En el caso de la comunidad de Santiago Xanica, en la Sierra Sur de Oaxaca, algunos grupos de agricultores cultivan *Pleurotus ostreatus* siendo asesorados por la asociación civil iniciativa Fomcafé. Pero en la localidad existen especies silvestres de *Pleurotus* por lo que surgió la presente investigación, como parte de un proyecto mayor. Se aislaron y caracterizaron morfológicamente dos cepas de *Pleurotus djamor*, especie comestible nativa de la selva mediana subperennifolia de la localidad; se evaluó el crecimiento del micelio en medios de cultivo EMA, SIM y PDA, así como sus características de color y textura, también se evaluó la respuesta a la inoculación sobre grano de trigo como soporte de micelio (inóculo primario).

Se realizaron dos etapas: 1) colecta en campo y aislamientos de contexto; y 2) purificación y caracterización del micelio a través de dos experimentos; el primero se realizó durante

Introduction

It is customary the cultivation of mushrooms (*Pleurotus* spp.) based mainly on the use of strains of high quality and productivity of foreign origin of *Pleurotus ostreatus*, including technology and capital. This species require specific care hindering its cultivation and postharvest handling in rural communities (Castillejos *et al.*, 1996; Guzmán, 2003) therefore and to reduce external dependence has been adapted intermediate biotechnology for cultivation of agro-industrial wastes with good results in different regions of Mexico (Villegas, 1996). Another action is to study the fungal diversity of local resources and leverage the promising role as functional foods (Trigos and Suarez-Medellin, 2010), representing a strategy to reduce dependence on foreign strains; regarding this there are some experiences documented on cultivation of native strains of *Pleurotus* spp. and *Auricularia fuscosuccinea* (Sánchez-Vázquez, 1994; Castillejos *et al.*, 1996) and *Lentinus boryanus* (Mata and Guzmán, 1989).

In Oaxaca, although edible mushroom cultivation has taken height due to the promotion of alternative production and food by diverse institutions of state and federal government, there are difficulties in the introduction of *P. ostreatus* to its agroecosystems and to the lack of organization and technical support. In the case of the community of Santiago Xanica, in the south highlands of Oaxaca, some groups of farmers cultivate *Pleurotus ostreatus* being advised by a civil association, Fomcafé initiative. But in the locality there are wild species of *Pleurotus* so this research came as part of a larger project. Were isolated and characterized morphologically two strains of *Pleurotus djamor*, native edible species from the evergreen tropical forest of the locality; was evaluated mycelial growth in EMA, SIM and PDA culture media, as well as their color and texture characteristics; also evaluated the response to the inoculation of wheat grain as mycelium support (primary inoculum).

There were two stages: 1) field collection and isolates from context; and 2) purification and characterization of the mycelium through two experiments: the first was conducted in 2005 in the municipality of Santiago Xanica located in

el año 2005 en el municipio de Santiago Xanica ubicado en la Sierra Sur de Oaxaca, en las coordenadas 16° 00' latitud norte, 96° 13' longitud oeste, a una altitud en el rango de 800 hasta 1 100 msnm. El clima es semicálido subhúmedo, la precipitación promedio anual es de 1 514 mm y los meses de mayor humedad son de mayo a octubre con mucha variación, la temperatura promedio anual es de 18 °C. El tipo de vegetación predominante es selva mediana subperennifolia, con manchones de bosque mesófilo, la zona se ha considerado como de alta biodiversidad (INEGI, 2010).

Para tener acceso a las unidades ambientales se realizó un acuerdo de colaboración con representantes de la Cooperativa de Productores de Café La Trinidad y con la Iniciativa Fomcafé A. C. En 2009, con el apoyo de guías locales se realizaron dos exploraciones en la selva mediana subperennifolia y en policultivos tradicionales de café para recolectar carpóforos de *Pleurotus* spp., frescos, en buen estado y en etapa juvenil. Cada fructificación se envolvió en papel encerado y se transportaron dentro de una hielera hasta la población para el trabajo de aislamiento. Otras cuatro fructificaciones se deshidrataron y depositaron en la Colección Etnomicológica Teófilo Herrera Suárez del ITVO como respaldo a su identidad taxonómica (Mueller *et al.*, 2004).

Para el aislamiento de contexto de cada carpóforo silvestre, se siguieron recomendaciones técnicas convencionales, con algunas adecuaciones de acuerdo a las condiciones disponibles en la localidad; se emplearon mecheros de alcohol, cajas plásticas de Petri estériles de 5 cm de diámetro conteniendo medio de cultivo EMA (agar de extracto de malta), previamente preparadas. Cada caja Petri una vez inoculada, se rotuló y selló con parafilm para evitar contaminaciones, posteriormente se trasladaron al Cepario de Hongos Comestibles del ITVO para promover su crecimiento y efectuar su purificación. El Cepario indicado se encuentra en la ex Hacienda de Nazareno Xoxocotlán a 6 km de la Ciudad de Oaxaca; a 17° 00' de latitud norte y 96° 46' de longitud oeste, a una altitud de 1 650 msnm. El clima de la región es semiseco-cálido, con lluvias en primavera-verano, la precipitación pluvial media anual es de 702.2 mm con temperatura media anual de 20.4 °C.

La purificación se llevó a cabo en medio de cultivo EMA bajo condiciones asépticas proporcionadas por una cámara de flujo laminar horizontal, a través de una secuencia de traspasos cada tercer día de micelio puro, entre cada traspaso se fomentó el crecimiento micelial a temperatura

the south highlands from Oaxaca at coordinates 16° 00' N, 96° 13' W, at an altitude in the range from 800 to 1 100 masl. The climate is semi-warm humid, the annual average rainfall of 1 514 mm and the most humid months are from May to October with a lot of variation, the average annual temperature is 18 °C. The predominant vegetation type is evergreen tropical forest, with patches of cloud forest; the area has been considered as high biodiversity (INEGI, 2010).

To access environmental units was conducted a collaborative agreement with representatives of the Coffee Producers Cooperative La Trinidad and with Initiative Fomcafé A. C. In 2009, with the support of local guides were made two explorations in the evergreen tropical forest and in traditional coffee polyculture to collect fresh, healthy and youthful fruit bodies of *Pleurotus* spp. Each mushroom is wrapped in wax paper and transported in a cooler to the locality for insulation work. Four other fruiting were dehydrated and deposited in the Ethnomycology Collection Teófilo Herrera Suarez from ITVO as a backup to their taxonomic identity (Mueller *et al.*, 2004).

For the isolate from context of each wild fruit body, conventional technical recommendations were followed, with some modifications according to the conditions available the locality; alcohol burners, sterile petri plastic boxes of 5 cm diameter containing EMA culture media (malt extract agar) previously prepared. Every Petri dish, once inoculated was labeled and sealed with parafilm to prevent contamination, then moved to the edible strain collection from ITVO to promote their growth and make its purification. The indicated strain collection is located in the former Hacienda de Nazareno Xoxocotlán 6 km from the city of Oaxaca, at 17° 00' N and 96° 46' W, at an altitude of 1 650 masl. The climate of the region is semi-warm, with spring-summer rainfall, the average annual rainfall of 702.2 mm with average annual temperature of 20.4 °C.

Purification was carried out in EMA culture media under aseptic conditions provided by a horizontal laminar flow chamber; through a sequence of mycelia transfers every third day, between each transfer was promoted mycelial growth at room temperature (26 at 27 °C) to obtain a pure strain. From here, the strains were stored in refrigeration at 4 °C on average. Initially six strains were isolated and after the purification process were selected two, called ITAO-3 and ITAO-6 that entered to the edible mushroom strain collection from ITVO and subjected to evaluation.

ambiente (26 a 27 °C) hasta la obtención de una cepa pura. A partir de aquí, se conservaron las cepas en refrigeración a 4 °C en promedio. Inicialmente se aislaron seis cepas y después del proceso de purificación se seleccionaron dos, denominadas ITAO-3 e ITAO-6 que se ingresaron al Ceparío de hongos comestibles del ITVO y se sometieron a evaluación.

Para la caracterización de las cepas se desarrolló una secuencia general recomendada por el Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) del Colegio de Posgraduados, *Campus* Puebla (Stamets, 2000; Sobal *et al.*, 2007) y se aplicaron protocolos convencionales de preservación para cultivo de hongos. Se realizaron pruebas de crecimiento micelial al inocular por separado segmentos de 1 cm² de agar con micelio de cada uno de las cepas silvestres en cajas de Petri de 9 cm de diámetro por 1 cm de altura conteniendo alguno de los tres diferentes medios de cultivo, EMA (extracto de malta agar), PDA (papa dextrosa agar) y SIM (Sulfato indol y cárnico) a pH 7.

Como testigo se usó una cepa comercial (CPC) de *P. ostreatus* proporcionada por el CREGENHC. La toma de datos de la variable de velocidad de crecimiento se efectuó cada 48 horas, se midió el diámetro de crecimiento lineal en tres puntos diferentes con un vernier. Las variables cualitativas (color, textura, presencia de micelio aéreo y densidad) fueron tomadas una vez que el micelio cubrió la superficie del medio de cultivo en las cajas Petri. El experimento se estableció de acuerdo a un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 3 (DCA). Los datos de velocidad de crecimiento se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias (DUNCAN). Para la rutina de análisis estadístico se usó el programa computacional SAS System (SAS Institute, 2004).

El segundo experimento para evaluar la velocidad de crecimiento micelial (micelio primario) de las dos cepas silvestres ITAO-3 e ITAO-6 y la testigo CPC sobre grano de trigo, se elaboró el inóculo de acuerdo a las recomendaciones técnicas de Medina *et al.* (1999) y Pérez *et al.* (1994). El grano de trigo se esterilizó a 15 lb - 1 h en cantidad de 250 g en cada frasco de vidrio con capacidad de 500 cm³ y se incubaron durante 16 días en condiciones de laboratorio a temperatura ambiente (26- 27 °C). La unidad experimental fue un frasco con sustrato inoculado con alguna cepa y se tuvieron cinco repeticiones de cada cepa.

For the characterization of the strains was developed a general sequence recommended by the Genetic Resources Center for Edible Fungi (CREGENHC) from the Graduate School, *Campus* Puebla (Stamets, 2000; Sobal *et al.*, 2007) and were applied conventional preservation protocols for mushroom cultivation. Mycelial growth tests were made to inoculate separately segments of 1 cm² of agar with mycelia of each of the wild strains in Petri dishes of 9 cm diameter by 1 cm high containing one of three different culture media, EMA (malt extract agar), PDA (potato dextrose agar) and SIM (Sulfate indole and meat) at pH 7.

As control was used a commercial strain (CPC) of *P. ostreatus*, provided by CREGENHC; data collection for the growth rate variable was performed every 48 hours, was measured linear growth diameter at three different points with a caliper. Qualitative variables (color, texture, presence of aerial mycelium, and density) were taken once the mycelium covered the surface of the culture media in Petri dishes. The experiment was established according to a completely randomized design with 3 x 3 factorial arrays (DCA). The growth rate data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and comparison of means (DUNCAN). For the routine of statistical analysis was used the program SAS System (SAS Institute, 2004).

The second experiment to evaluate the mycelial growth rate (primary mycelium) of the two wild strains ITAO-3 and ITAO-6 and control CPC on wheat grain; inoculum was prepared according to the technical recommendations of Medina *et al.* (1999) and Pérez *et al.* (1994). Wheat grain was sterilized at 15 lb ·h in amount of 250 g in each glass jar with a capacity of 500 cm³ and incubated for 16 days in the laboratory at room temperature (26-27 °C). The experimental unit was a flask with substrate inoculated with a strain and had five replications of each strain.

Results

Experiment 1. In mycelial characterization of the two strains, was observed that ITAO-3 had higher growth in culture media PDA and in the middle EMA excelling above ITAO-6 and CPC; however, growth from ITAO-3 was slow in the culture media SIM, even surpassed in growth rate by strains ITAO-6 and CPC (Figure 1).

Resultados

Experimento 1. En la caracterización micelial de las dos cepas, se observó que la cepa ITAO-3 tuvo mayor crecimiento en el medio de cultivo PDA y en medio EMA que sobresalió por encima de la cepa ITAO-6 y de la cepa comercial CPC; sin embargo, el crecimiento de la cepa ITAO-3 fue lento en el medio SIM, incluso superada en velocidad de crecimiento por las cepas ITAO-6 y la cepa comercial CPC (Figura 1).

Referente a las variables cualitativas de la caracterización micelial, se observó que en el medio EMA la cepa ITAO-3 destacó por su crecimiento acelerado, en cuanto a densidad y color las dos cepas y el testigo (ITAO-3, ITAO-6 y la CPC) fueron similares; una diferencia fue que la cepa comercial CPC formó anillos concéntricos, lo que no se observó en las cepas nativas (Cuadro 1).

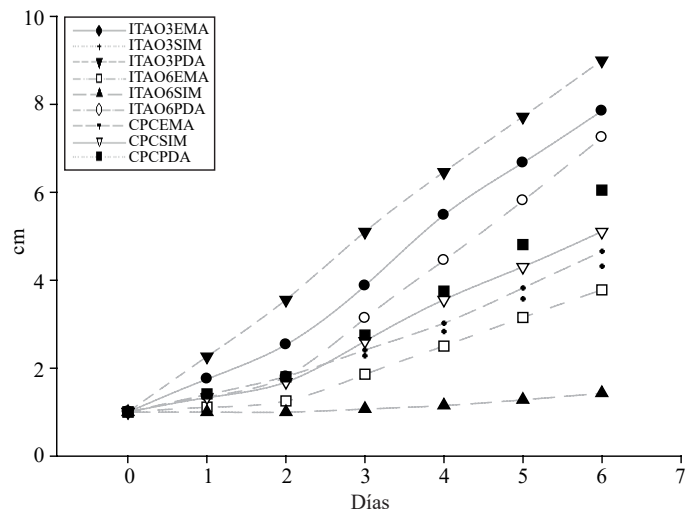


Figura 1. Crecimiento diario de tres cepas ITAO-3, ITAO-6 y CPC en tres medios de cultivo a pH 7 y temperatura ambiente.

Figure 1. Daily growth of three strains ITAO-3, ITAO-6 and CPC in three culture media at pH 7 and room temperature.

Cuadro 1. Caracterización micelial de cepas de *Pleurotus* spp., en medio EMA, pH-7.

Table 1. Characterization mycelial strains of *Pleurotus* spp., Amid EMA, pH-7.

Especie	Cepa	Color	Densidad	Textura	Micelio aéreo	Crecimiento	Observaciones generales
<i>P. ostreatus</i>	CPC	Blanco	Alta	Algodonosa casi compacta	Nulo	Regular	Formación de anillos concéntricos
<i>P. djamor.</i>	ITAO-3	Blanco	Alta	Algodonosa	Solo el centro	Acelerado	
<i>P. djamor</i>	ITAO-6	Blanco	Alta	Algodonosa aterciopelada leve	Nulo	Lento	

De acuerdo a la prueba de Duncan, el crecimiento micelial de las dos cepas nativas en medio de cultivo PDA dio mejores resultados que en medio EMA y SIM, a diferencia de lo reportado por Hernández-Ibarra *et al.* (1995) y Salmones *et al.* (1997) que indicaron mayor velocidad de crecimiento de cepas de *P. djamor* en medio EMA; sin embargo, esta diferencia podría asociarse a los atributos genéticos de cada cepa, incluso a las condiciones ambientales de cada región; también se observó que la cepa ITAO-3 mostró mayor velocidad de crecimiento que las cepas ITAO-6 y la CPC, las cuales fueron de crecimiento regular, además, éstas dos últimas presentaron alta densidad micelial con textura algodonosa y formación de anillos concéntricos, atributos que la cepa ITAO-3 no presentó (Cuadro 2).

Estos datos nos sugieren que la rápida velocidad de crecimiento ayudan a evitar el arribo de agentes contaminantes u otros problemas patológicos, aunque no necesariamente representa una ventaja en el desarrollo de las fructificaciones (Salmones *et al.*, 1997).

Regarding qualitative variables of the mycelial characterization, was observed that in culture media EMA, ITAO-3 highlighted for its rapid growth, in terms of density and color the two strains and the control (ITAO-3, ITAO-6 and CPC) were similar; one difference was that the commercial strain CPC formed concentric rings, which was not observed in the native strains (Table 1).

According to Duncan test, the mycelial growth of the two native strains in culture media PDA, gave better results than EMA and SIM, unlike those reported by Hernández-Ibarra *et al.* (1995) Salmon *et al.* (1997) showing higher growth rate of strains of *P. djamor* in culture media EMA; however this difference could be associated with genetic attributes of each strain, even at ambient conditions of each region; also was observed that ITAO-3 showed higher growth rate than ITAO-6 and CPC, which were of regular growth, besides the two latter showed high mycelial density with cottony textured and formation of concentric rings, attributes that ITAO-3 did not present (Table 2).

Experimento 2, en la evaluación de invasión micelial sobre grano de trigo esterilizado empleado como soporte (inóculo primario), el análisis estadístico ubicó a la cepa ITAO-3 en el nivel alto de crecimiento, desplazando a la cepa ITAO-6 y a la cepa comercial CPC que mostro nivel de crecimiento medio, sin existir diferencia significativa entre estas dos últimas (Cuadro 3).

De acuerdo con Salmones *et al.* (1997) algunas cepas de *P. djamor* nativas de México, Guatemala y Cuba también han presentado más rápido periodo de incubación, pero sobre granos de sorgo esterilizados en experimentos de comparación con otras especies de *Pleurotus* seleccionadas genéticamente.

Cuadro 3. Valores promedio del comportamiento de cepas inoculadas sobre grano de trigo.

Table 3. Average values of the behavior of strains inoculated on wheat grain.

Cepa	Velocidad de crecimiento (cm)	Numero de repeticiones	Comparación de medias	Análisis de varianza
ITAO-3	3.06	5	5.8780 _b	r ² = 73%
ITAO-6	3.42	5	7.7760 _a	C.V = 8.24
CPC	2.58	5	6.0260 _b	

Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Para la generación de inóculo primario, la cepa ITAO-3 resultó con mejor crecimiento micelial sobre grano de trigo esterilizado, la cepa ITAO-6 tuvo un crecimiento similar al de la cepa comercial CPC. Lo que indica que ambas cepas nativas (ITAO-3, ITAO-6) poseen atributos potenciales para este paso inicial en el cultivo de hongos comestibles.

Agradecimientos

Se agradecen los apoyos en financiamiento y asesoría a las investigaciones en la Sierra Sur de Oaxaca al Consejo Nacional de Educación Tecnológica (SEP-COSNET, proyecto 777.03-P); al Programa de Biología del ITVO-SEP; al Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla; al Ing. José Luis Zárate García de la Iniciativa Fomcafé A. C., y por su amplia colaboración a las y los campesinos de la Cooperativa de Productores de Café La Trinidad. Al Dr. Raymundo Enríquez del Valle por la revisión al texto inicial.

Literatura citada

Castillejos, V.; Sánchez-Vásquez, J. y Huerta, G. 1996. Evaluación de cepas del hongo comestible *Auricularia fuscosuccinea* nativas del Soconusco, Chiapas. Rev. Mex. Micol. 12:23-30.

Cuadro 2. Crecimiento micelial promedio (cm/día) de *P. djamor* sobre medios de cultivo evaluados.

Table 2. Mycelial growth rate (cm / day) of *P. djamor* on culture media tested.

Medios de cultivo	Cepa		
	ITAO-3 cm/día	ITAO-6 cm/día	CPC cm/día
EMA	0.761 _b	0.309 _c	0.405 _{de}
SIM	0.368 _{de}	0.048 _f	0.455 _{de}
PDA	0.889 _a	0.694 _b	0.561 _c

EMA= extracto de malta agar; SIM= sulfato indol cármico; PDA= papa dextrosa agar. Letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

These data suggest that the rapid growth rate help to prevent the arrival of pollutants or other pathological problems, though not necessarily represents an advantage in the development of the fruiting (Salmon *et al.*, 1997).

Experiment 2, in assessing mycelial invasion on sterilized wheat grain used as support (primary inoculum), statistical analysis placed ITAO-3 in a high level of growth, displacing ITAO-6 and CPC, that showed an average growth level, with no significant difference between the latter two (Table 3).

According to Salmon *et al.* (1997), some strains of *P. djamor* native from Mexico, Guatemala and Cuba have also presented faster incubation period, but on sterilized sorghum grains in comparison experiments with other genetically selected *Pleurotus* species.

For the generation of primary inoculum, ITAO-3 resulted with better mycelial growth on sterilized wheat grain; ITAO-6 had similar growth to CPC. This indicates that both native strains (ITAO-3, ITAO-6) have potential attributes for this initial step in the cultivation of edible fungi.

End of the English version



- Guzmán, G. 2003. Los Hongos de El Edén Quintana Roo (Introducción a la microbiota de México). INECOL y CONABIO, Xalapa. 316 pp.
- Hernandez-Ibarra, H.; Sánchez Vásquez, J. y Calvo-Bado, L. 1995. Estudio de 5 cepas nativas de *Pleurotus* spp. de la región de Tapachula, Chiapas, México. Rev. Mex. Micol. 11:29-38.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). 2010. Anuario estadístico de Oaxaca.
- Mata, G. y Guzmán, G. 1989. Caracterización de cepas mexicanas del hongo comestibles *Lentinus boryanus* y determinación de su patrón de sexualidad. Rev. Mex. Micol. 5:81-95.
- Medina, C. S.; Alvarado, R. D. y Díaz, B. M. 1999. Producción de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*, un ensayo preliminar. Colegio de Postgraduados. México. 23(7):34-37.
- Mueller, G.; Bills, G. and Foster, M. 2004. Biodiversity of fungi, inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press. 23-47 pp.
- Pérez, E.; Ortíz, E. y Pérez, J. 1994. Producción de hongos comestibles setas y champiñones. Sociedad Mexicana de Micología-Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México. 87 p.
- Salmones, D.; Gaitán-Hernández, R.; Pérez, R. y Guzmán, G. 1997. Estudios sobre el género *Pleurotus*. VIII. Interacción entre crecimiento micelial y productividad. Rev. Iberoam. Micol. 14:173-176.
- Sánchez-Vásquez, J. 1994. Producción de hongos comestibles. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. San Cristóbal de las Casas. 107 pp.
- Sobal, M.; Morales, P.; Bonilla, M.; Huerta, G. y Martínez-Carrera, D. 2007. El Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles (CREGENHC) del Colegio de Postgraduados. *In: el cultivo de setas Pleurotus* spp. en México. Sánchez, J.; Martínez-Carrera, D.; Mata, G. y Leal, H. (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México. Capítulo 2.1. 14 pp.
- Stamets, P. 2000. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten Speed Press. Berkeley, California. 574 pp.
- Trigos, A. y Suárez-Medellín, J. 2010. Los hongos como alimentos funcionales y complementos alimenticios. *In: Martínez-Carrera, D.; Curvetto, N.; Sobal, M.; Morales y Mora, V. M. (Eds.). Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: avances y perspectivas en el Siglo XXI. Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales. COLPOS-UNS-CONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP. Puebla. 77-89 pp.*
- Villegas, A. 1996. Biotecnología intermedia en México, la producción de hongos comestibles. CIESTAAM- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México. 107 p.