

Implicaciones biotecnológicas del cultivo de *Pleurotus* en la formación académica y la capacitación a productores de Las Montañas, Veracruz^ϕ

Diego Armando Aguilar-Ventura¹, Ricardo Serna-Lagunes¹,
Jie Chen², Régulo Carlos Llarena-Hernández¹

Introducción

En México, la biotecnología del cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*, conocidos como “setas”, es una alternativa sostenible de producción de alimentos para consumo humano. Estos hongos se desarrollan biológicamente sobre materiales orgánicos en proceso de descomposición y, por esta naturaleza de desarrollo, su cultivo ha sido posible empleando como sustrato diversos residuos agrícolas lignocelulósicos, como rastrojo de caña, pulpa de café, bagazo de cítricos y aserrín de diferentes tipos de madera (Gaitán *et al.* 2006, Zetina-Córdoba *et al.* 2020).

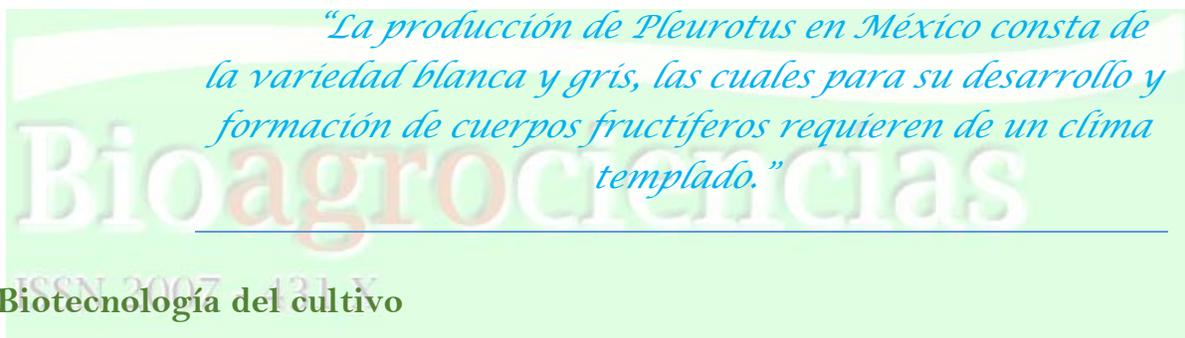
La producción de *Pleurotus* en México consta de la variedad blanca y gris, las cuales para su desarrollo y formación de cuerpos fructíferos requieren de un clima templado (Salmones 2017). Su cultivo inició en la década de los 1970's y, ante los retos y desafíos para incrementar la productividad, surgió la importancia de investigaciones científicas. En paralelo, inició la formación de recursos humanos (estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado) que atendieron problemáticas relacionadas con su socioeconomía, ambiente, energías limpias y desarrollo de alimentos nutritivos e inocuos, mediante el estudio biotecnológico.

^ϕ ¹Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Orizaba-Córdoba. Calle Josefa Ortiz de Domínguez s/n Col. Centro, Peñuela, Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México. C.P. 94945.

²Programa de ingeniería, Universidad Politécnica de Huatusco, Huatusco, 94116, Veracruz, México
Autor de correspondencia: rllarena@uv.mx
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5590>



Los productores de este hongo están en constante formación biotecnológica, aunque implementan conocimientos empíricos para la producción y frecuentemente se capacitan mediante conferencias, talleres y visitas a módulos de producción para la adopción y transferencia de tecnología, con énfasis en la mejora de los procesos de producción. Estos productores obtienen ingresos económicos por la venta del producto además de usarlo para autoconsumo. En este sentido, en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FACBA) región Orizaba-Córdoba de la Universidad Veracruzana, se ha desarrollado la biotecnología de hongos que permite el desarrollo de diversos estudios relacionados a evaluar el rendimiento de cepas silvestres de *Pleurotus* en sustratos regionales, el intercambio de experiencias y conocimientos con productores de la región y la generación de investigaciones de tesis por estudiantes de pre y posgrado (Aguilar-Rivera *et al.* 2017, Chen *et al.* 2020, Llarena *et al.* 2019). El objetivo de este trabajo es describir las implicaciones biotecnológicas del cultivo de *Pleurotus* en la formación de recursos humanos y capacitación a productores de Las Montañas, Veracruz.



La biotecnología para su cultivo incluye técnicas de aislamiento, conservación y producción para determinar las condiciones viables para su desarrollo y producción alimentaria (Salmones y Mata 2021). Esto comprende ventajas socio-ambientales, puesto que contribuye a la generación de alimentos nutritivos e inocuos, al reciclaje de materiales orgánicos, la adquisición de ingresos económicos, autoempleo y la diversificación de actividades productivas, pero enfrenta diversos retos y desafíos como realizar cultivos bajo las condiciones agroclimáticas requeridas para un desarrollo óptimo (Huacash-Pale y Ocampo-Guzmán 2021).

Los productores de *Pleurotus* en México desarrollan su cultivo con cepas que no necesariamente están adaptadas a las condiciones climáticas y unidades geográficas de México (Royse y Sánchez 2017). Sin embargo, se cuenta con una amplia biodiversidad de hongos silvestres con potencial alimenticio. Estos recursos genéticos se evalúan para determinar potencial productivo de las diferentes especies y cepas de hongo seta. Debido a la diversidad de actividades agrícolas desarrolladas en los agroecosistemas de México, se cuenta con la oportunidad de utilizar los residuos agrícolas que generan abundantes subproductos orgánicos y que son viables para emplearse como sustrato para el cultivo (Piña-Guzmán *et al.* 2016, Aguilar-Rivera *et al.* 2017).

En la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FACBA) de la Universidad Veracruzana, la biotecnología del cultivo de *Pleurotus* es un área de oportunidad para la formación recursos humanos bajo un enfoque de investigación científica participativa. Se han desarrollado investigaciones donde científicos guían a estudiantes en la evaluación de la productividad de cepas silvestres en sustratos locales como el rastrojo de maíz y hojas secas de caña de azúcar. Se han empleado métodos alternativos en la preparación del sustrato, como el tratamiento térmico por vapor y por autocalentamiento y se han usado insumos orgánicos como la leguminosa forrajera *Arachis pintoi* que aporta nitrógeno como fuente de suplemento para incrementar el rendimiento hasta en un 20 %. También, se ha caracterizado el contenido de proteína de hongos mostrando valores de 19 %, así como la identificación de umbrales de humedad de 50 a 80 % en el sustrato para la óptima fructificación del hongo (Fig. 1).

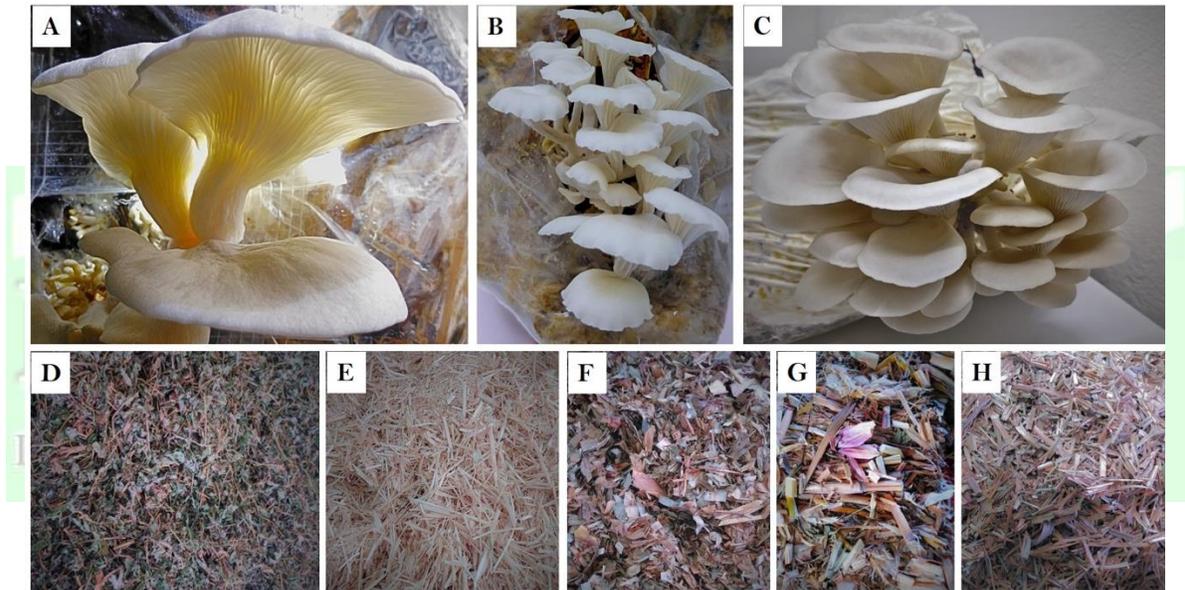


Figura 1. Cepas y sustratos en el cultivo de *Pleurotus* en la FACBA. A) *P. djamor*, B) *P. albidus*, C) *P. ostreatus*, D) leguminosa forrajera, E) paja de cebada, F) hoja de plátano, G) rastrojo de maíz y H) hoja de caña de azúcar.

“La biotecnología para su cultivo incluye técnicas de aislamiento, conservación y producción para determinar las condiciones viables para su desarrollo y producción alimentaria.”

Pleurotus como recurso genético en Las Montañas, Veracruz

Una cepa es el micelio de un genotipo del hongo con características distinguibles de crecimiento *in vitro* y *ex vitro*. En cepas de *Pleurotus* desde 2016 se han aislado bajo un enfoque biotecnológico (Salmones *et al.* 2022) para la mejora productiva y principios de domesticación de especies para consumo (Fig. 2). Estos recursos genéticos se encuentran resguardados en el Laboratorio de Cultivo de Hongos de la FACBA. Se cuenta con cepas de *P. djamor* y *P. albidus* colectadas en diferentes condiciones climáticas en la región geográfica de Las Montañas, Veracruz, donde se buscan, seleccionan e identifican cepas con las mejores adaptaciones de desarrollo y crecimiento a temperaturas de climas cálidos y aquellas que tienen aptitud adaptativa ante el cambio climático.

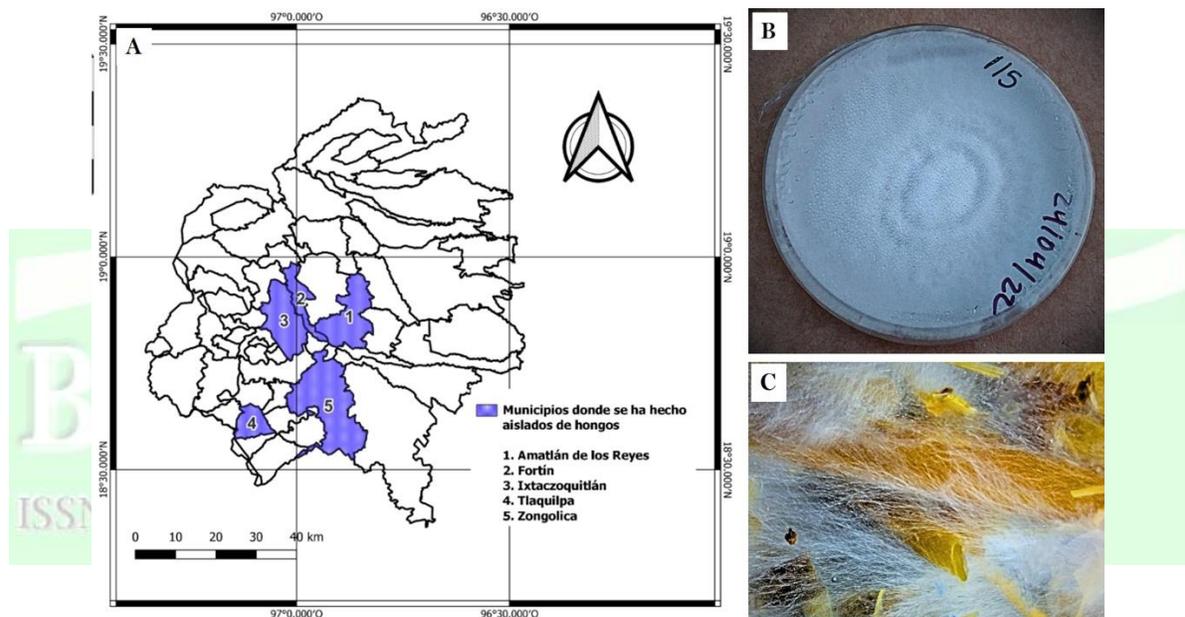


Figura 2. Municipios de Las Montañas, Veracruz, donde se ha aislado *Pleurotus*. A) zona de muestreo, B) cepa de *Pleurotus* desarrollada en medio de Papa Dextrosa Agar y C) micelio o hifas.

Por su capacidad de desarrollarse en una amplia gama de residuos orgánicos y los materiales de sustrato, como los residuos de cosecha de cultivos locales, el cultivo de *Pleurotus* es ideal. Los sustratos locales evaluados en la FACBA han sido viables con un umbral de humedad entre 65 a 75 % y pH entre 6.5 a 8. En Veracruz, el cultivo de maíz y caña de azúcar superan el 50 % de la superficie sembrada a cielo abierto y ambos cultivos generan abundante biomasa que se puede emplear como sustrato para *Pleurotus* (Fig. 3) (INEGI 2023).

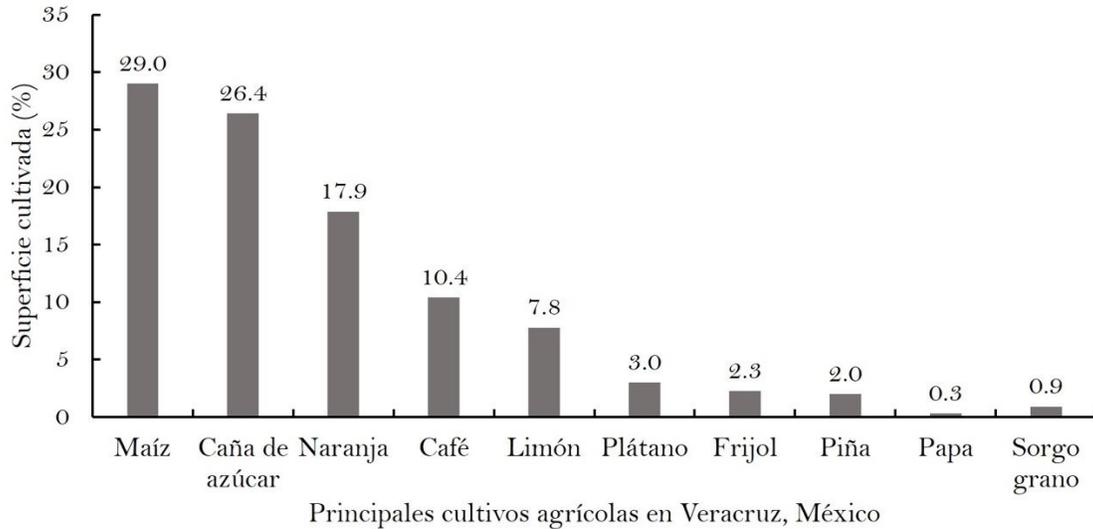


Figura 3. Superficie sembrada (%) de 1,396,365 ha de cultivos agrícolas a cielo abierto en Veracruz, México. Fuente: INEGI 2023.

Biotecnología de hongos e intercambio de experiencias entre el sector académico y productores

La biotecnología del cultivo ha permitido establecer vínculos de capacitación y asesoría continua a productores del programa Sembrando Vida Ruta 13 con relación a la preparación de sustrato, la siembra, la fructificación y cosecha. Este intercambio de experiencias ha permitido un aprendizaje continuo y mutuo en el que se identifican problemáticas y se plantean estrategias que fortalecen el sistema productivo en la región de Las Montañas, Veracruz (Fig. 4). En noviembre de 2023, un técnico y productores de hongos participaron en el Primer ciclo de conferencias: aplicación de las Ciencias Agrícolas en la región de Las Montañas, Veracruz, que fue organizado por estudiantes de doctorado en Ciencias Agropecuarias de la FACBA.



Figura 4. Formación de recursos humanos “Biotecnología aplicada en el cultivo de setas” en Las Montañas, Veracruz. A) preparación de sustrato, B) inoculación o siembra del hongo en el sustrato, C) incubación de los paquetes de sustrato inoculados, D) fructificación y cosecha, E) platillo con setas, y F) asistencia y capacitación a productores de la Ruta 13, Veracruz del Programa Sembrando Vida.

Bioagrociencias
 “La biotecnología del cultivo ha permitido establecer vínculos de capacitación y asesoría continua a productores del programa Sembrando Vida Ruta 13 con relación a la preparación de sustrato, la siembra, la fructificación y cosecha”.
 ISSN 2007 - 431 X

Conclusiones

La biotecnología en cultivo de *Pleurotus* en la FACBA, Universidad Veracruzana, contribuye a la formación científicos y capacitación de productores de los municipios de Tequila y Zongolica bajo un esquema de educación continua con al menos seis intervenciones de capacitación. El Laboratorio de Biotecnología de Cultivo de Hongos de la FACBA representa un espacio de conocimientos para el desarrollo y consolidación del sistema de producción de *Pleurotus* lo cual es apoyado por publicaciones científicas de alcance internacional.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca otorgada a Diego Armando Aguilar Ventura (783900). Al Laboratorio de Biotecnología de Cultivo de Hongos

de la Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Orizaba-Córdoba, por la capacidad técnica y académica para la realización del estudio. Al Biólogo Iván Vera González por ser punto de vinculación con los productores del Programa Sembrando Vida, Ruta 13, Veracruz.

Referencias

- Aguilar-Rivera N, Llarena-Hernández RC, Michel-Cuello C, Gámez-Pastrana MR y Debernardi-Vázquez TJ. 2017. Competitive edible mushroom production from nonconventional waste biomass. En: Future Foods. Mikkola H, Ed.; Intech Open. Londres, Reino unido. pp. 1-25.
- Chen J, Enríquez-Bedolla, JC, Rugolo M y Llarena-Hernández RC. 2020. *Agaricus pocillator*, a new record species from Mexico. Current Research in Environmental & Applied Mycology. 10:96–102.
- Gaitán-Hernández R, Salmenes D, Pérez MR y Mata G. 2006. Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México. pp. 1-56.
- INEGI. 2023. Censo Agropecuario 2022 resultados definitivos Veracruz.
- Huacash-Pale S y Ocampo-Guzmán A. 2021. El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*, sp) en Aldama Chiapas. Horizon Tes Territoriales 1(2):1–25.
- Llarena-Hernández RC, Alonso-López A, Hernández-Rosas F, López CJ, Murguía-González J, Savoie J y Mata G. 2019. Aerobic fermentation prior to pasteurization produces a selective substrate for cultivation of the mushroom *Pleurotus pulmonarius*. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment. 23(3):165-173.
- Piña-Guzmán AB, Nieto-Monteros DA y Robles-Martínez F. 2016. Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). Revista Internacional de Contaminación Ambiental 32:141-151.
- Royse DJ y Sánchez JE. 2017. Producción mundial de setas *Pleurotus* spp. con énfasis en países iberoamericanos. En: Sánchez JE. y Royse DJ (eds.) La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. pp.17-25.
- Salmenes D. 2017. *Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico. Revista Mexicana de Micología 46:73-85.
- Salmenes D y Mata G. 2021. Características generales de los hongos. En: Mata G y Salmenes D (eds.) Técnicas de aislamiento, cultivo y conservación de cepas de hongos en el laboratorio. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México. 11-20 pp.
- Salmenes D, Chen J, Llarena-Hernández RC, Mata G, Gaitán-Hernández R y Cruz VI. 2022. Actualidades sobre la sistemática, genética y genómica de los géneros *Agaricus* y *Pleurotus*, con énfasis en especies que crecen en México: estrategias para identificar

nuevas especies o variedades de interés comercial. En: Martínez-Carrera D, Mayett MY, Maimone CMR (eds.) Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales: Aportación a la Dieta, la Salud, la Cultura, al Ambiente, y al Sistema Agroalimentario de México. Biblioteca Básica de Agricultura, México. 337-358 pp.

Zetina-Córdoba P, Llarena-Hernández RC, Dávila-Lezama MR, Navarro-Rodríguez AMP y Rojas-Avelizapa LI. 2020. 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. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan 8(2): 186-198.

Aguilar-Ventura DA, Serna-Lagunes R, Chen J, Llarena-Hernández RC. 2024. Implicaciones biotecnológicas del cultivo de *Pleurotus* en la formación académica y la capacitación a productores de Las Montañas, Veracruz Bioagrocencias 17 (1): 129-136.

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5590>

