

# Tecnología limpia y sustentable para el cultivo del hongo *Pleurotus* sp.

En comunidades rurales de Puebla, México

Marco Antonio Marín-Castro<sup>1,\*</sup>, María Elena Ramos Cassellis<sup>2</sup>, Alejandro Alonso Calderón<sup>2</sup>, José Antonio Ticante Roldán<sup>1</sup>

Instituto de Ciencias<sup>1</sup>, Facultad de Ingeniería Química<sup>2</sup>  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Puebla, Pue.;México

marco.marin@correo.buap.mx\*, cassellis71@yahoo.com.mx, agosto96mx@hotmail.com<sup>2</sup>

**Abstract**— Since 2010, was started a research project about cultivation and growing of edible mushroom *Pleurotus* sp, in the Mycology laboratory of the Research Department in Agricultural Sciences at the Autonomous University of Puebla, Mexico. The objectives were: a) Generate the own methodology for the development of the mycelium activated of the *Pleurotus* fungus, b) Develop clean, economic, accessible and sustainable technology for the production of the fungus in the rural areas of the Puebla state, c) Experimenting with alternative substrates ones originating of the rural regions of the state and d) Design of a rustic module of production of the fungus *Pleurotus*, The goals to reach of this project was to develop inexpensive, clean, accessible, and sustainable technology for growing this edible mushroom at rural regions of Puebla State to collaborate with food security and generate economic income, alternative to traditional agriculture in the socioeconomically underprivileged areas of the state. In the present work it is described the impulse the edible mushroom growing in rustic mushroom houses in rural communities of Puebla, México, and, the acceptance of this proposal by the growers and the substrates available in the communities.

**Keyword**— *Pleurotus*, Rustic mushroom houses, technology sustainable s.

**Resumen**— A partir del año 2010, se inició en el laboratorio de Micología Agrícola del Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA), de la Universidad Autónoma de Puebla, el proyecto de investigación sobre el cultivo y producción del hongo *Pleurotus* sp, en comunidades rurales del estado de Puebla, México. Para el cual, se propusieron los siguientes objetivos: a) Generar la metodología propia para la elaboración del micelio activado del hongo *Pleurotus* b) Desarrollar tecnología limpia, económica, accesible y sustentable para la producción del hongo en las zonas rurales del estado de Puebla, c) Experimentar con substratos alternativos de las regiones rurales del estado y d) Diseñar un módulo rústico de producción del hongo *Pleurotus*. Como meta principal se propuso fomentar la adopción del cultivo de hongos comestibles generando tecnología limpia, económica y accesible para colaborar a la seguridad alimentaria y generar ingresos económicos, alternativos a la agricultura tradicional de las zonas socio económicamente menos favorecida del estado. También se describe la propuesta de diseño una construcción rústica para cultivar hongos y la aceptación de esta propuesta por los cultivadores con los sustratos disponibles en las comunidades.

**Palabras claves**— *Pleurotus*, locales rústicos, tecnología limpia y sustentable.

## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura en la mayoría de las zonas marginadas y de extrema pobreza de nuestro país, es de subsistencia, es decir que se genera la mínima producción solo para autoconsumo, por lo tanto la generación de alimentos en las comunidades rurales del estado de Puebla, está relacionada con la agricultura tradicional, por lo que la siembra de cultivos básicos como maíz y frijol bajo el régimen de temporal es en la mayoría de los casos, la que cubre las necesidades mínimas de sustento; por lo tanto los ingresos económicos son insuficientes para incluir alimentos de valor nutritivo adecuado en la dieta diaria de la población [1,2]. Los organismos gubernamentales han establecido programas económicos de

apoyo al campo, sin embargo, no ha sido este el camino para resolver un problema complejo que relaciona la baja producción agrícola, con los mínimos ingresos económicos para los trabajadores del campo, generándose en consecuencia el fenómeno de desnutrición principalmente entre la población infantil y el incremento del índice de migración de la población joven al extranjero en busca de nuevas alternativas económicas, en este aspecto, el estado de Puebla destaca entre los primeros lugares [3,4,5,6,7].

En este contexto, la propuesta del proyecto fue hacer accesible a las comunidades rurales la tecnología limpia, económica y sustentable, adaptada al clima, a los recursos naturales y a las características económicas de las zonas de influencia, para generar alimento a través de los hongos comestibles, y en lo posible generar ingresos económicos alternativos a la agricultura, por lo tanto una prioridad fue fomentar la adopción del cultivo del hongo *Pleurotus* sp [8, 9,10].

#### A. Hongos comestibles

Los hongos comestibles pueden considerarse como un recurso natural cultivable por lo tanto renovable, su cultivo, producción y consumo deben fomentarse adecuadamente entre la población por las instituciones tanto de investigación como de vinculación y asesoría, generando el material biológico o inóculo adecuado en cuanto a su viabilidad y eficiencia, así como la tecnología económica y accesible que garantice la adopción y manejo adecuado de la misma por los productores [11]. Está reportado que los hongos degradadores de la madera, denominados hongos de la pudrición blanca, pueden cultivarse básicamente en materiales o sustratos celulósicos como esquilmos o residuos agroindustriales cuya proporción de celulosa y lignina sea de aproximadamente 70% y 15% respectivamente, tradicionalmente a nivel mundial se utiliza la paja de trigo como sustrato [12, 13], la degradación de lignina y celulosa de los materiales mencionados ocurre sin que sea necesaria una fermentación previa, debido a que los hongos generan una mezcla de enzimas hidrolíticas que degradan los polímeros de celulosa y lignina de los sustratos, por lo que se consideran agentes primarios de la descomposición de los desechos agroforestales por el proceso denominado fermentación sólida, con la cual se crea la posibilidad biotecnológica de obtener alimento para el consumo humano con valor proteico, partiendo de materia prima de bajo costo. Conjuntamente este proceso contribuye a la disminución del impacto ambiental que estos residuos puedan causar [14].

#### B. Cultivo de *Pleurotus*

El cultivo de hongos es una actividad desarrollada mundialmente, siendo los mayores exponentes de esta actividad, los países del sureste de Asia, Europa y los Estados Unidos [15]. El género *Pleurotus* está adaptado a las diferentes condiciones climáticas propias de dichas regiones como puede ser el ambiente semidesértico, regiones boscosas, localidades de gran altitud o regiones de selva tropical, dando lugar a una gran cantidad de especies, de las cuales sólo se consumen unas pocas [15], estas características lo convierten en el sustento del proyecto anteriormente mencionado. El hongo comestible *Pleurotus*, en México recibe el nombre de “oreja” u “oreja de cazahuate”, “hongo de cazahuate” “cazahuananacatl” (nombre náhuatl), aunque los cultivadores de hongos también lo llaman "setas", hongo blanco u hongo orejón [16]. En general el *Pleurotus* comestible es muy carnoso, no tiene estúpido bien definido o éste es muy pequeño. [17]. Actualmente el interés por cultivar estos hongos se ha incrementado en el estado de Puebla, siendo las instituciones gubernamentales como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Instituto Nacional Indigenista (INI) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) las que fomentan este cultivo tanto en las comunidades agrícolas como en las escuelas técnicas de educación media superior, al comprobarse por medio de las investigaciones recientes que los hongos comestibles son

nutritivos y pueden complementar la dieta diaria de la población menos favorecida económicamente [18, 19].

### C. Valor nutricional

El valor nutricional de los hongos comestibles es significativo, en base seca contienen de 19 a 35% de proteínas, a diferencia de otros alimentos como la leche en polvo (25.8%), huevos (12.8%), pollo (20.0%, salmón (20%), trucha 19.2%), avena (13%); además de contener aminoácidos esenciales (fenilalanina, metionina, leucina, lisina, valina, isoleucina, treonina y triptófano), indispensables para el desarrollo humano, cuyos valores se encuentran por encima de los que tiene el maíz, frijol y el chile y sin omitir que además de estos componentes poseen vitaminas del complejo B, vitaminas C y D, niacina, ácido pantoténico, ácidos grasos insaturados [20]. Por lo que la FAO ha recomendado la promoción y aplicación de programas de cultivo de hongos para contribuir a disminuir la deficiencia proteica de la dieta de los habitantes de comunidades pobres o de extrema pobreza a nivel mundial [21, 22].

Con respecto a la técnica básica sobre el proceso de cultivo ya está establecida y no requiere de gran inversión para realizarse a pequeña escala como lo refieren varios autores [23, 24], pero la mayoría coincide en que infinidad de intentos para su establecimiento han fracasado, debido a la ignorancia sobre el tema y la falta de asistencia técnica e información disponibles para cualquier persona común que pretenda cultivar hongos [25]. Es por esto que la generación de la tecnología limpia y sustentable del cultivo y su transferencia a productores, debe ser específica a cada zona y comunidad y debe mantener una asesoría continua capacitando a los productores adecuadamente. En este contexto, al realizar la propuesta de cultivar hongos en las comunidades rurales, las preguntas obligadas de los productores son: ¿Qué se requiere para cultivarlos?, ¿Dónde se pueden cultivar? ¿Qué espacios se necesitan? Estas preguntas deben tener respuesta antes de proceder al cultivo de los hongos.

## II. OBJETIVOS

Los objetivos planteados en este trabajo fueron: 1) Aplicar la tecnología propia, limpia, económica, accesible y sustentable para la producción del hongo en las zonas rurales del estado de Puebla, 2) Experimentar con substratos alternativos a los tradicionales originarios de las regiones rurales del estado y 3) Diseñar un módulo rústico de producción del hongo *Pleurotus*.

### A. Meta principal

Como meta principal se propuso: Fomentar la adopción del cultivo de hongos comestibles como una forma de producir alimentos inocuos, colaborar a la seguridad alimentaria y generar ingresos económicos, alternativos a la agricultura tradicional de las zonas socio económicamente menos favorecidas del estado, a partir de tecnología generada en el DICA – ICUAP.

## III. METODOLOGÍA

Se procedió a establecer contacto con pequeños productores agrícolas de los municipios del estado de Puebla, en los cuales el departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, tiene influencia debido a la realización de proyectos de investigación agrícola, y el proceso de transferencia de tecnología y capacitación, se dividió en varias etapas.

### A. *Capacitación del productor*

La capacitación se realizó mediante la presentación de materiales audiovisuales con los cuales, se explicaron las medidas de higiene, seguridad así como los fundamentos y las condiciones del proceso de cultivo, de acuerdo a los resultados generados por las investigaciones realizadas en el Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas

### B. *Descripción general de las etapas del proceso de cultivo*

Se describieron las condiciones de cultivo artesanal que siendo económicas, dependen de las condiciones ambientales de la zona y son productivas a nivel suficiente para autoconsumo y comercialización del excedente. En el cultivo artesanal de hongos se puede ejercer también cierta regulación sobre los factores del medio, acondicionando de tal manera los locales que permitan el flujo de corrientes de aire y humedad necesario para el proceso [26].

Los sistemas de producción de hongos están considerados como una serie de procedimientos secuenciales con los cuales se estimula en un local, el crecimiento natural de estos organismos recreando en lo posible las condiciones de su ambiente [17].

### C. *Obtención del inóculo o “semilla” de las cepas cultivadas:*

El proceso de cultivo inició con la generación de micelio activado a partir de la domesticación de cepas fúngicas silvestres, cultivándolas en el laboratorio para obtener el inóculo inicial, utilizando granos de cereales como vehículo de soporte [17, 22]. La tecnología de la producción de setas comestibles ha dependido de la especie, y en el DICA –ICUAP (Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, del Instituto de Ciencias de la Universidad Autónoma de Puebla), ya se tiene establecido el proceso de generación del material biológico para su distribución a los productores [ 27]

### D. *Selección de sustratos alternativos:*

El proceso requiere contar con el sustrato que en condiciones ideales es la paja de trigo, en las comunidades se seleccionó sustratos alternativos que no representaron costes económicos elevados. Para seleccionarlos se realizaron encuestas con pobladores de las zonas agrícolas determinadas y visitas a los terrenos de cultivo, para detectar plantas o residuos de estas que siendo diferentes a los residuos agrícolas recomendados en la literatura pudieran presentar propiedades potenciales de ser usadas como sustratos, siempre y cuando estuvieran comprobadas en primera instancia sus propiedades no tóxicas al ser consumidas por el ganado y posteriormente confirmarlas mediante una identificación taxonómica [14, 28].

### E. *Diseño del local de producción*

Para lograr el objetivo de diseñar un módulo rústico, que cumpliera con los espacios y dimensiones mínimas para practicar el cultivo del hongo *Pleurotus* se convocó a estudiantes de la facultad de arquitectura de la BUAP, para que mediante la realización de servicio social, propusieran diseños de un local que cumpliera con los requisitos necesarios para intentar satisfactoriamente el cultivo del hongo *Pleurotus*, de acuerdo a lo establecido en la literatura especializada en condiciones rústicas [16, 17, 23].

### F. *Tratamiento del sustrato, preparación o pasteurización*

Este proceso consiste si es necesario en triturar, humectar, desinfectar y desinfestar los sustratos seleccionados, para eliminar en lo posible micro y macroorganismos que puedan competir o dañar el

crecimiento del micelio del hongo comestible, este proceso se ha denominado pasteurización y se realizó, colocando el sustrato humectado previamente, en un contenedor metálico con 20 litros de agua, el cual se cubrió con su tapa metálica y se calentó por espacio de 20 minutos para generar vapor de agua, manteniendo esta presión por 45 minutos, alcanzando la temperatura de 95 °C, esta técnica ha sido desarrollada en el DICA - ICUAP [27].

#### *G. Inoculación o siembra del hongo en el sustrato*

El sustrato pasteurizado se depositó formando capas de aproximadamente 10 cm de grosor en bolsas de plástico de 40 por 50 cm y se adiciono el micelio activado en cada capa de sustrato, en relación de 2 a 3% del peso húmedo del sustrato empleado [14,24, 27].

#### *H. Incubación*

La incubación es la etapa de crecimiento del micelio sobre el sustrato, en esta etapa se mantuvieron las condiciones óptimas de temperatura, luminosidad, ventilación y humedad, para lograr la mayor tasa de crecimiento posible, en esta etapa influyen en el desarrollo del micelio, el vigor de la cepa, su adaptación, la cantidad del inóculo utilizado y sustrato seleccionado. Esta área de incubación tuvo un ambiente aséptico con bancales, o estructuras específicas para colocar los contenedores [24], estos espacios fueron proporcionados por los productores.

#### *I. Fructificación:*

La etapa de fructificación inició cuando el sustrato estuvo invadido completamente por el micelio, en este momento, el sustrato presentó primordios o las primeras estructuras de los carpóforos o cuerpos fructíferos, durante esta etapa las condiciones ambientales fueron diferentes a las de la etapa anterior y la aplicación de riego de las bolsas de producción fue importante para mantener alto porcentaje de humedad en el ambiente. Los hongos no surgieron todos a la vez, se produjeron en oleadas, separadas por períodos cortos de crecimiento miceliar, formación y desarrollo de nuevos primordios [14,24].

#### *J. Cosecha*

Cuando los carpóforos alcanzaron su madurez, debieron ser cortados manualmente desde la base de su estípite con navajas limpias y desinfectadas para evitar contaminaciones y daños al micelio, se depositaron en canastos de mimbre o cajas de plástico o madera para que no se dañen [14].

Las etapas descritas indican que el proceso es secuencial, pero también indican que cada etapa tiene condiciones ambientales y físicas o de espacio diferentes, esto implica que el local o módulo de cultivo, debe ser diseñado y construido adecuadamente utilizando materiales de construcción rústicos, de fácil obtención y bajo costo accesibles en la comunidad, estos pueden ejemplificarse como bambúes, cañas, palmas, corteza de maderas, láminas de cartón etc.

## IV. RESULTADOS

Se diseñó el local rustico proponiendo las dimensiones que permitieran realizar los procesos del sistema de cultivo, se indicaron las áreas de trabajo y se propuso la división de estas con materiales de la región o tela plástica. A continuación se describe el modelo o bosquejos arquitectónicos que se mostraron a los productores para que pudieran construir o adecuar su local de producción de acuerdo a sus condiciones ambientales y económicas, respetando en lo posible lo descrito en la literatura

especializada. En las figuras 1- 6, se muestran las características de los planos para la construcción de los espacios rústicos y los detalles arquitectónicos básicos para su construcción.

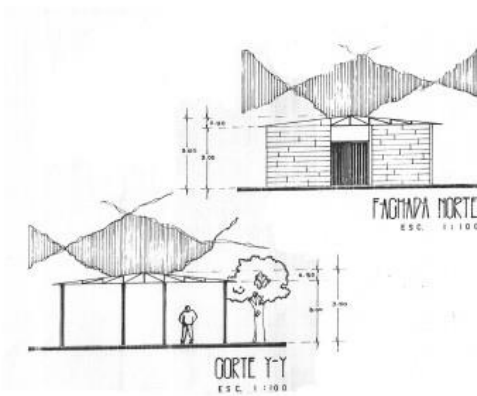


Fig.1. Fachada del módulo rústico de producción de hongos

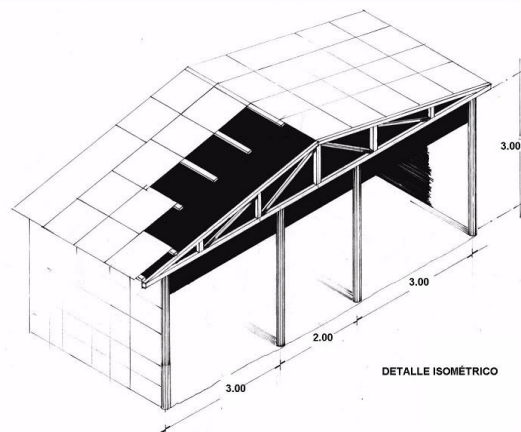


Fig. 2. Detalle isométrico del módulo rústico

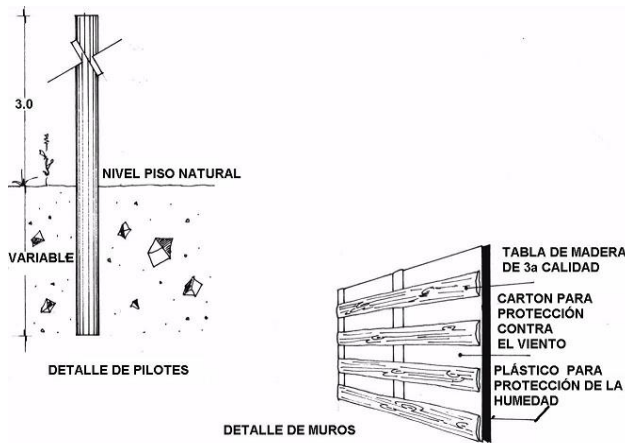


Fig. 3. Detalle de muros y pilotes

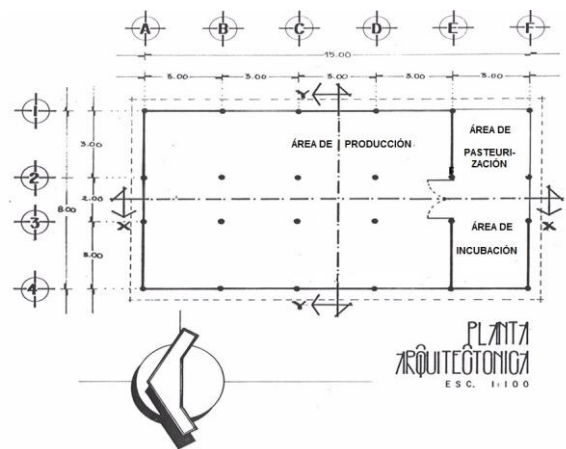
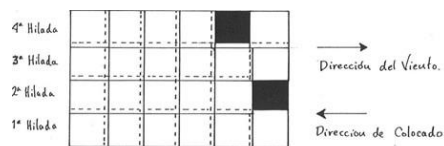


Fig. 4. Distribución de las áreas de trabajo



INSTALACION DE LAS LAMINAS.

La instalación de las laminas puede hacerse de manera que los traslapes longitudinales de las laminas queden escalonados (como al atravesado). En este sistema la primera lamina de cada hilada debe tener una onda menor que la hilada anterior. Se debe techar siempre en dirección contraria al viento.

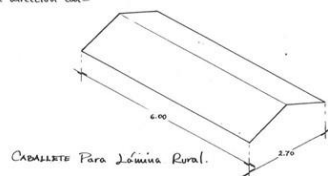


Fig. 5. Instalación del techo del módulo



En tres comunidades, campesinos interesados en iniciar el proceso de cultivo, proporcionaron y adecuaron algunos espacios de sus casas haciendo divisiones con tela plástica para generar las áreas de trabajo descritas en el modelo arquitectónico como se aprecia en las figuras 6-8, correspondientes a las comunidades de Xochitlán de Vicente Suárez, en la sierra norte del estado, en San Antonio Cacalotepec municipio de Atlixco (centro del estado) y en la comunidad de Tepeyolotl, en la sierra negra del estado Oriente del estado).



Fig. 6. Local de producción en Xochitlán, Puebla



Fig. 7. Local de producción en Cacalotepec, Puebla

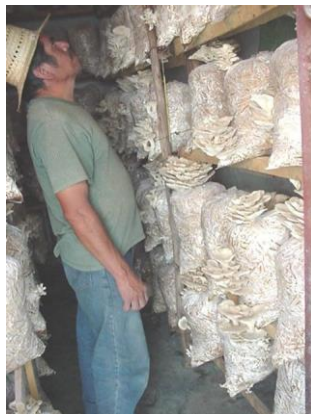


Fig. 8. Local de producción en Tepeyolotl, Puebla



Fig. 9. Local de producción en Cacalotepec, Puebla

En otros casos los productores organizados lograron contar con apoyo económico estatal y construir el local de acuerdo a las características del modelo planteado con mejores materiales como se aprecia en la figura 10, correspondiente a la comunidad de Teyuca, municipio de Izúcar de Matamoros

Se logró diseñar un módulo de producción a base de materiales rústicos el cual se propuso en varias comunidades, este diseño sirvió de base para que los productores lo adoptaran o adaptaran de acuerdo a sus posibilidades, como se comentó anteriormente, en algunos casos se adaptaron espacios dentro de las casas habitación de grupos de productores y en otros se construyeron locales rústicos, en cada caso teniendo en cuenta las áreas de trabajo necesarias para el proceso.

Se logró incidir en los municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, en la sierra norte, en las comunidades de Cuitzala municipio de Coyomeapa y Tepeyolo, municipio de Coxcatlán, en la sierra

negra, así como en las comunidades de Esperanza y Cacalotepec en la parte central y en la comunidad de Teyuca en la parte sur, todas del estado de Puebla, México.



Fig. 10. Local de producción en Teyuca, Puebla



Fig. 11. Área de siembra, local en Teyuca, Puebla



Fig. 12. Local rústico, en el municipio de Esperanza, Puebla



Fig. 13. Área de producción, en Esperanza, Puebla

En el municipio de Xochitlán, la capacitación se proporcionó a la agrupación de mujeres denominada Yolotlcihuatl, en este caso se utilizó paja de trigo como sustrato tradicional y el pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) como sustrato alternativo [28] y gas doméstico como fuente de energía para la pasteurización del sustrato, en las comunidades de Coyomeapa y Tepeyotl se utilizó rastrojo de maíz y leña como fuente de energía. En la sierra negra y la comunidad de Teyuca, se utilizó como sustrato paja de trigo y leña como fuente de energía. El pasto vetiver fue introducido por el DICA – ICUAP, como posible remediador de la erosión del suelo por arrastre pluvial. En cuanto a la producción, se logró llevar el proceso satisfactoriamente hasta la obtención de los cuerpos fructíferos, completando así el proceso en estas comunidades.

## V. CONCLUSIONES

El Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas logró generar el paquete tecnológico que incide en la reducción de costos de producción del hongo *Pleurotus* sp a nivel de autoconsumo, generando las prácticas limpias, sustentables y accesibles para producir hongos, incluyendo el diseño del módulo de producción básico, adaptable a las condiciones de diferentes comunidades. Se logró



consolidar la metodología para generar el micelio activado y se lo distribuye a los productores a precio inferior al comercial o sin costo de acuerdo a los convenios que se logran establecer tanto con instituciones gubernamentales y asociaciones de agricultores. En cuanto a los substratos alternativos, se lograron probar tres, dos, considerados como plantas ruderales o malezas, las cuales reciben el nombre común de “acahuales”, estos fueron: *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers. y *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass., que son estacionales y están siendo experimentados para propuesta de uso alternativo, así como el pasto Vetiver, *Vetiveria zizanioides* L., de los cuales se publicaran los resultados de eficiencias biológicas a futuro.

El cultivo del hongo *Pleurotus* sp., se puede considerar como un proceso tecnológico limpio y generador de alimento con contenido nutricional e inocuo, generador de beneficios ambientales, económicos y alimenticios aceptado por la población de escasos recursos del país.

### REFERENCIAS

- [1] Caballero, A. (1994). Agricultura Sostenible, un acercamiento a la permacultura. Edit. Universidad Autónoma de Tlaxcala. 265 p. ISBN 968-865-036-6
- [2] Observatorio Ciudadano sobre Políticas Públicas para Migrantes-Puebla. (2012). Segundo Reporte, Noviembre 2012-Febrero 2013. Recuperado de: <http://www.observatoriomigracionpuebla.org/doctos/reportes/3-Segundo.pdf> (Junio, 2012).
- [3] Consejo Estatal de Población-Puebla. (2000). “Migración en Puebla 2000-2010”. Recuperado de: [http://www.coespo.puebla.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=66&Itemid=144](http://www.coespo.puebla.gob.mx/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=66&Itemid=144) (febrero 2001).
- [4] INEGI; Resultados definitivos del XII Censo General de Población y Vivienda, (2000). Instituto de Mexicanos en el Exterior Recuperado de: <http://www.ime.gob.mx/41> (agosto 2001)
- [5] INEGI; Resultados definitivos del XIII Censo General de Población y Vivienda, (2010). Instituto de Mexicanos en el Exterior. Recuperado de: <http://www.ime.gob.mx/41> (agosto 2010)
- [6] Fundación BBVA, BANCOMER. Reforma de Inmigración. México. (2013). Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109457/Anuario\\_Migracion\\_y\\_Remesas\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109457/Anuario_Migracion_y_Remesas_2016.pdf)
- [7] Fundación BBVA, BANCOMER. Situación de la Migración. México. (2013). Recuperado de: [https://www.bbvaesearch.com/KETD/fbin/mult/1307\\_SitMigracionMexico\\_Jul13\\_tcm346-394011.pdf](https://www.bbvaesearch.com/KETD/fbin/mult/1307_SitMigracionMexico_Jul13_tcm346-394011.pdf) (julio 2013)
- [8] Aguilar-Arrieta, A., T. Domínguez-Torres. (1996). La Tecnología de producción de hongos comestibles como opción dentro del desarrollo rural. *Agrociencia* 30: 171-176.
- [9] Aguilar, A., D. Martínez-Carrera, A. Macías, M. Sánchez, L. I. de Bauer, A. Martínez. (2002). Fundamental trends in rural mushroom cultivation in Mexico and their significance for rural development. In: J.E. Sánchez, G. Huerta, E. Montiel (eds.), *Proceeding of the fourth International Conference Mushroom Biology and Mushroom Products*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca. Pp. 421-431.
- [10] Chiu, S.W., L. Shui-Chee, C. Mei-Lung, C. Ka-Wan, C. Ming-Jie. (2000). Themes for mushroom exploitation in the 21st century: Sustainable, waste management and conservation. *Journal of General and Applied Microbiology* 46: 269-282.
- [11] Marín-Castro, M. (2001). Cultivo y producción sustentable del hongo *Pleurotus ostreatus*, En: *Recursos Naturales, Medio ambiente y Agricultura*, Aragón, G.A. y J.F. López-Olguín (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 1-9
- [12] Chang S.T. (2004). *Edible Mushroom and Their Cultivation* CRC. Press, inc Boca Ratón, Florida. ISBN 0-8493-1043-1
- [13] Reyes – Muro, L. Camacho – Villa, T., Guevara – Hernández, F. (Coords.). (2013). *Rastrojos: Manejo, uso y mercado en el centro y sur de México*. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y

- Pecuarías. Libro Técnico Número. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. ISBN: 978-607-37-0170-9
- [14] Sánchez, J., Royse, D. (2001). La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Editorial Limusa, grupo Noriega editores. 290 p. ISBN 968-18-6357-7
- [15] Martínez-Carrera, D., Curvetto, N., Sobal, M., Morales, P., Mora, V. (Eds.). (2010). 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. 648 pp.
- [16] Guzmán, G., Salmones, D., Soto, C., Guzmán, D. (1993). El cultivo de los hongos comestibles. Editorial Tres Guerras. IPN.
- [17] Stamets, P. (1985). The mushroom cultivator, a practical Guide to growing mushroom at home. Agarikon press, Olympia, Washington. ISBN 0-9610798-0-0
- [18] Martínez-Carrera, D., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M., Martínez, W. (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción consumo de los hongos comestibles. Capítulo 6.1, 20 pp. En: El Cultivo de Setas *Pleurotus* spp., en México. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata., H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, D.F.
- [19] Secretaría de Desarrollo Rural., (2007). Cadenas Productivas Agropecuarias y Acuícolas del estado de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla. 2005 – 2011.
- [20] INCAP.2012. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. Menchu N.T., Méndez H. (ed.) Guatemala: ICAP/OPS, 2007. 128 pp. Tercera reimpresión 2012.
- [21] FAO. (2015). El Panorama de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe. América Latina sin hambre 2025. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.
- [22] Marín-Castro, M., Alvarado, G., Castelán, R., González, F., Castagnino A., Lorenzini, E. (2014). Metodología para la elaboración de micelio activado del hongo *Pleurotus* spp., sobre semilla de sorgo (*Sorghum* spp.). En: Marín-castro, M., Rueda L. R., Valera, P. M. (Ed.) Medio Ambiente y Agricultura, Nueva década, 2014. Vol. II., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. pp. 133-144. ISBN 978-607-487-665-9
- [23] Martínez, C. (1993). Los hongos comestibles en México, biotecnología de su reproducción, en Ciencia y Desarrollo. Vol. XVIII No. 108 pp. 41-49
- [24] Gaitán, R., Salmones D., Pérez, M., Mata, G., (2004). Manual práctico del cultivo de setas: Aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología, A.C., Jalapa, Ver., México.
- [25] Schiess, M. (2006). Hongos comestibles (en línea). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. La Pintana, Santiago de Chile. Consultado 23 de abr. 2007. En: <http://agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/12003/Macarena%20Schiess/DHCEExport/default.htm>
- [26] López-Rodríguez, C., Hernández-Corredor, R., Suárez-Franco, C., Borrero, M. (2013). Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 128-137. Recuperado de: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1417/4438>
- [27] Marín-Castro, M., Esparza, E., Castagnino, A., Alvarado, G. (2014). Guía del proceso básico para el cultivo del hongo *Pleurotus* spp. En: Rueda, R., Marín-castro, M., Valera, M. (Ed.). Guías Técnicas Agrícolas. 2014. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. pp. 29-42. ISBN 978-607-487-769-4
- [28] Bárcenas, G. (2004). Utilización del pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) como sustrato alternativo para el cultivo del hongo *Pleurotus* sp. Escuela de Biología BUAP.