

## Potencial biotecnológico de residuos vegetales para producir *Pleurotus ostreatus* en zonas rurales de Campeche

Teófilo Morán Arellanos<sup>1</sup>  
Jaime Bautista Ortega<sup>1§</sup>  
Mercedes Sobal Cruz<sup>2</sup>  
Verónica Rosales Martínez<sup>1</sup>  
Bernardino Candelaria Martínez<sup>3</sup>  
Zulema Guadalupe Huicab Pech<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Campeche. Carretera federal Haltunchén-Edzna km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche. CP. 24050. (moran.teofilo@colpos.mx; vrosales@colpos.mx). <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla km 125.5, Santiago Momoxpan, Puebla. CP. 72760. (msobal@colpos.mx). <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de China. Calle 11 s/n, entre 22 y 28, China. CP. 24520. (bcm8003@gmail.com). <sup>4</sup>Investigador independiente. zulema.hp@hotmail.com.

§Autor para correspondencia: jbautista@colpos.mx.

### Resumen

El objetivo de este estudio fue identificar los principales residuos vegetales disponibles en sistemas agrícolas de pequeños productores y utilizarlos como sustratos para el cultivo de dos cepas de *Pleurotus ostreatus* (CP 50 y CP 753) en condiciones de laboratorio. Se aplicaron 184 cuestionarios en 13 comunidades rurales Campeche, México. Se evaluó la disponibilidad de los residuos agrícolas (t MS ha<sup>-1</sup>) en cultivos de maíz, calabaza chihua, frijol x-pelón y especies arbóreas. La selección de los residuos vegetales se evaluó en el cultivo de cepas de *Pleurotus ostreatus*. Las variables evaluadas en el cultivo de pleurotos fueron: colonización del sustrato, aparición de primordios, eficiencia biológica, tasa de colonización y tasa de producción. Los resultados se analizaron con estadística descriptiva y un diseño experimental de bloques al azar. La disponibilidad (t MS ha<sup>-1</sup>) de los residuos vegetales fue maíz (10.7), calabaza chihua (14) y frijol x-pelón (17.36). La CP-753 en rastrojo de frijol presentó los tiempos más cortos con 12 y 15 días en colonización y aparición de primordios, mientras que la CP-50 inoculada en fruta de pixoi fue la menos eficiente. El sustrato rastrojo de frijol inoculado con la cepa CP-753 presentó la mejor eficiencia biológica con valores de  $102.75 \pm 7.48$  y una tasa de producción de 5.13 g día<sup>-1</sup>. La mayoría de los productores encuestados tienen interés en utilizar los residuos vegetales que se generan en los solares o traspatios como alternativas productivas utilizando estrategias agroecológicas que aporten a la generación de ingresos económicos durante gran parte del año.

**Palabras clave:** estrategia agroecológica, hongo seta, residuos vegetales, sustrato.

Recibido: abril de 2020

Aceptado: mayo de 2020

Actualmente los hongos comestibles del género *Pleurotus* se cultivan en un amplio rango de altitudes y presentan capacidad para crecer en diferentes residuos vegetales (Skariyachan *et al.*, 2016). Es un cultivo de fácil manejo, lo que lo ubica como una alternativa con viabilidad biológica, económica y social para la población rural (Gaitán y Silva 2016). *Pleurotus* se considera una especie con propiedades nutricionales (Fernandes *et al.*, 2015) y medicinales (Martínez-Carrera *et al.*, 2007). En América Latina, México es el mayor productor de hongos comestibles en fresco con 47 468 t año<sup>-1</sup>, se estima que de esta cifra 4.6% corresponde a hongos del género *Pleurotus* (Martínez-Carrera *et al.*, 2007).

El potencial de las zonas rurales para la producción de *Pleurotus* radica en la diversidad de residuos locales agrícolas generados anualmente y que pueden funcionar como una alternativa para la inoculación de hongo. Entre los residuos locales agrícolas se encuentra el bagazo de henequén y rastrojo de calabaza (López *et al.*, 2005), hoja de plátano (Romero *et al.*, 2010), rastrojo de frijol (Alejo *et al.*, 2015), rastrojo de maíz, paja de avena (Gaitán y Silva 2016) y pulpa de café (Cruz *et al.*, 2010), entre otros. En Campeche, 99.4% de su territorio es rural y se representan por los cultivos de maíz, soya, caña de azúcar, arroz, sorgo y calabaza chihua, estimándose una producción de 894 764 t MS de residuos potenciales para *Pleurotus*.

Los hongos del género *Pleurotus* representan una alternativa de alimento nutritivo, rico en proteínas, aminoácidos esenciales, fibra y bajos en grasa, que benefician la salud y brindan seguridad alimentaria a pobladores de las zonas rurales. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el potencial de los principales residuos agrícolas y forestales como sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* en zonas rurales del estado de Campeche.

### Área de estudio

Se seleccionaron comunidades rurales con menos de 2 500 habitantes (CONEVAL, 2014) de los municipios inscritos en el Programa Nacional de la Cruzada Contra el Hambre. Se consideró un total de siete municipios y 13 comunidades: Calakmul (Virgencita de la Candelaria, Zoh Laguna), Calkiní (Pucnachen), Campeche (Tixmucuy, Nilchi), Carmen (Chicbul, Pital Nuevo), Champotón (Revolución, General Ortiz Ávila), Escárcega (La Victoria, Silvituc) y Hopelchén (Katab, Xmaben). Se obtuvo una muestra de 184 cuestionarios mediante la fórmula de poblaciones finitas  $\frac{Z^2 p q N}{NE^2 + Z^2 p q}$ , (Sierra 1995). Donde: n= tamaño de la muestra; Z= nivel de confianza; p= variabilidad positiva; q= variabilidad negativa; N= tamaño de la población (número de casas habitadas); E= precisión del error.

### Colecta de la información

Se diseñó un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas integrado por cuatro secciones: 1) información general; 2) usos del componente vegetal del solar o traspatio; 3) manejo de cultivos; y 4) uso de los residuos vegetales (solar y cultivos). El cuestionario se aplicó durante los meses de agosto-octubre 2016, mediante la técnica de libre deseo de participar.

## Análisis de datos

Los cálculos de la biomasa disponible de los residuos se realizaron mediante la fórmula propuesta por Borja *et al.* (2013), considerando las extensiones de siembra reportadas por los productores y estadística descriptiva con Statistica V7.

## Fase de laboratorio

La segunda fase se realizó en el Centro de Recursos Genéticos de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del *Campus* Puebla. Los residuos seleccionados fueron los que se encontraron en mayor porcentaje en la primera etapa de la investigación: rastrojo de frijol x-pelón (*Vigna unguiculata* L. Walp), pulpa deshidratada de calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber), cascarilla de huaxin (*Leucaena leucocephala* Lam.), fruto de pixoi (*Guazuma ulmifolia* Lam.) y paja de trigo (*Triticum aestivum* L.) como testigo. Estos residuos agrícolas, se evaluaron como sustratos para las cepas CP-50 y CP-753 de *P. ostreatus* obteniendo un total de cuatro tratamientos (CH, PC, FP, RF) cada uno con cuatro repeticiones y un testigo a base de paja de trigo, para cada una.

## Preparación y pasteurización de los sustratos

Las unidades de producción (UP) pesaron 200 g de sustrato con base en peso seco. La preparación del inóculo y el tratamiento de los sustratos se realizó de acuerdo con Sobal *et al.* (1993). A los sustratos estériles se les midió el pH con un potenciómetro (Marca conductronic pH 130) y se calculó el peso seco.

## Siembra de sustratos

Se sembró cada UP a una proporción de 15% de inóculo previamente elaborado, con base al peso fresco del sustrato en condiciones de esterilización. Una vez sembradas se trasladaron al área de incubación a temperatura ambiente.

## Variables evaluadas

El porcentaje de colonización del sustrato (CS). Se estimó cada tercer día. La aparición de primordios (AP) se reportó a partir de los días transcurridos desde la inoculación hasta la aparición de los primeros brotes.  $AP = \frac{DI}{DAP}$ . Donde: AP= aparición de primordios (días); DI= tiempo de incubación (días); DAP= tiempo de aparición de primordios (días).

La eficiencia biológica (EB%). Se calculó mediante la división del peso total de los hongos frescos cosechados entre el peso seco del sustrato al momento de la inoculación (Salmones *et al.*, 1997).  $EB(\%) = \frac{PTHF}{PSS}$ . Donde: EB= eficiencia biológica (%); PTHF= peso total de los hongos frescos (kg); PSS= peso seco del sustrato (kg).

La tasa de colonización (TC). Se obtuvo a partir de la división de la colonización del sustrato (%) entre el tiempo que tardó en colonizar cada cepa (Reyes *et al.*, 2004).  $TC(\%) = \frac{CS}{TCC}$ . Donde: TC= tasa de colonización; CS= colonización del sustrato (%); TCC= tiempo en colonizar la cepa (días).

La tasa de producción (TP). Se calculó con la fórmula EB/TIPC (Reyes *et al.*, 2004).  $TP(\%) = \frac{EB}{TIPC}$ . Donde: TP= tasa de producción (%); EB= eficiencia biológica (%); TIPC= tiempo transcurrido de la inoculación hasta la primera cosecha (días).

### Análisis estadístico

Se usó un diseño experimental de bloques al azar de dos factores: factor 1 la cepa con dos niveles (CP-50 y CP-753) y factor 2 los sustratos con cinco niveles (rastrajo de frijol x-pelón, pulpa de calabaza chihua, cascarilla de huaxin, fruto de pixoi y paja de trigo). El análisis de datos se realizó mediante un Anova con prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) con el software Statistica V7.

### Diagnóstico de los sistemas de producción agrícola

El cultivo más sembrado fue el maíz con 65.9%, seguido de calabaza chihua y frijol x-pelón con 14.4 y 7.1%, respectivamente (Cuadro 1). La superficie total de los sistemas de producción en el estado oscila entre  $428 \pm 5.3$ ,  $93 \pm 1.3$  y  $46.2 \pm 1$  ha para el cultivo de maíz, calabaza chihua y frijol x-pelón, con un promedio de 2.3, 0.5 y 0.2 ha por ciclo de producción.

**Cuadro 1. Estimación de la producción de residuos vegetales en comunidades rurales de Campeche, México.**

| Cultivos agrícolas | Superficie sembrada (ha) | Residuo generado | Generación de residuos (estimación) | n   | Localidades  |
|--------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|-----|--|
| Maíz               | 428                      | Rastrojo         | 4 583.69                            | 130 | Katab, Xmaben, Silvituc, Chicbul y Tixmucuy                              |
| Calabaza chihua    | 93.5                     | Pulpa            | 1 309                               | 49  | Zoh-laguna y Xmaben  |
| Calabaza           | 50.6                     | Rastrojo         | NR                                  | 25  | Zoh-laguna, Pucnachen, Nilchi, Chicbul, Nuevo pital, Revolución y Xmaben |
| Frijol x-pelón     | 46.2                     | Rastrojo         | 802.14                              | 24  | Virgencita de la Candelaria, Zoh-laguna, Xmaben y Silvituc               |
| Cacahuate          | 0.5                      | Rastrojo         | 3 391                               | 1   | Nilchi   |
| Chile              | 7.8                      | Rastrojo         | 715.05                              | 7   | Virgencita de la Candelaria, Chicbul, Victoria y Silvituc                |
| Camote             | 28                       | Rastrojo         | 345.88                              | 3   | Pucnachen, Zoh-laguna, Revolución y Silvituc                             |
| Sandia             | 9.92                     | Rastrojo         | NR                                  | 8   | Chicbul, Silvituc y Virgencita de la Candelaria                          |
| Yuca               | 1                        | Rastrojo         | NR                                  | 2   | Silvituc y Revolución  |
| Jamaica            | 0.5                      | Rastrojo         | 171.42                              | 1   | Nilchi   |

| Cultivos agrícolas | Superficie sembrada (ha) | Residuo generado     | Generación de residuos (estimación)                | n  | Localidades  |
|--------------------|--------------------------|----------------------|--|----|--|
| Naranja            | 0.5                      | Follaje y fruta      | NR   | 1  | Revolución y Pucnachen   |
| Limón              | 2                        | Follaje y fruta      | NR   | 2  | Nilchi   |
| Plátano            | Indefinida               | Tallo y follaje      | 4.9 t MS año <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>        | 44 | General Ortiz Ávila, Chicbul, Virgencita de la Candelaria, Silvituc y Revolución |
| Plantas forestales |                          |                      |  |    |  |
| Huaxin             | Indefinida               | Cascarilla y follaje | 13 kg MS árbol <sup>-1**</sup>                     | 66 | Tixmucuy, Revolución y Xmaben  |
| Pixoi              | Indefinida               | Fruta y follaje      | 74 kg MS árbol <sup>-1***</sup>                    | 58 | Tixmucuy   |
| Ramón              | Indefinida               | Fruta y follaje      | 36 kg MS árbol <sup>-1</sup> año <sup>-1****</sup> | 11 | Xmaben   |
| Huaya              | Indefinida               | Fruta y follaje      | NR   | 54 | Virgencita de la Candelaria, Xmaben, Revolución, Victoria y Zoh-laguna           |

\* = García *et al.* (1993); \*\* = Anguiano *et al.* (2012); \*\*\* = Giraldo (1998); \*\*\*\* = Mendoza *et al.* (2000); NR= no registrado; n= número de productores encuestados.

Asimismo, se registró que 3.2% de los productores encuestados realizan otros cultivos en superficies menores a una hectárea dentro de los que destacan diversas variedades de calabaza (*Cucurbita* spp.), sandía (*Citrullus lanatus*), chile (*Capsicum* spp.), camote (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), cacahuete (*Arachis hipogaea*), jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y plátano (*Musa paradisiaca*) (Cuadro 1).

Los productores mencionan que el huaxin, pixoi, ramón (*Brosimum alicastrum*) y la huaya (*Melicoccus bijugatus*) constituyen recursos forestales que se encuentran disponibles a lo largo del año. En este sentido Anguiano *et al.* (2012) mencionan que la producción de materia seca de follaje por árbol de huaxin puede ser de 13 kg MS árbol<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; para pixoi Giraldo (1998) reporta producciones de 74 kg MS árbol<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y para ramón Mendoza *et al.* (2000) reportan producciones de 36 kg MS árbol<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Se observó que, en la mayoría de los sistemas de producción rural, los residuos vegetales carecen de un proceso de aprovechamiento definido con anterioridad y solo 13% de los productores lo utiliza para la alimentación de ganado, mientras que 18% los quema, 15% lo incorpora al suelo y 46% no tienen uso alguno.

Estos resultados son menores a los reportados en otras altitudes del país, como el caso de la región Frailesca del Estado de Chiapas donde 53% de los productores utilizan residuos agrícolas para la alimentación animal y 20% lo quema (Guevara *et al.*, 2013). Por su parte Camacho *et al.* (2013) reportaron 95% de los productores del valle del centro del país utilizan los residuos de los cultivos para la alimentación animal y solo 5% realiza quemadas esporádicas.

Los responsables de los sistemas de producción mostraron interés de aprender a usar los residuos vegetales en la producción de alimentos para consumo humano (hongos comestibles; 23%), alimentación animal, producción de abonos orgánicos (20%), elaboración de artesanías (19%), elaboración de silos (19%) y pacas (19%). Esto indica su disposición para la diversificación del uso de estos a partir de la transferencia de biotecnología sencilla de bajo costo a fin de proponer alternativas sobre el uso de este recurso en las comunidades (Gaitán y Silva, 2016).

### Fase de laboratorio

El cultivo de la cepa CP-753 en rastrojo de frijol x-pelón fue más eficiente ( $F_{9, 20} = 6.96, p < 0.001$ ) con una colonización del sustrato de 12 días, por su parte, la cepa CP-50 en el tratamiento con fruto de pixoi alcanzó 85% de colonización a los 33 días de incubación. Con respecto a la aparición de primordios, el tratamiento con el valor más rápido fue CP-753 en rastrojo de frijol, al mostrar presencia de primordios a los 15 días posteriores a la siembra, mientras que CP-50 en pulpa de calabaza y fruto de pixoi no obtuvieron fructificaciones ( $F_{9, 20} = 695.25; p < 0.001$ ), y no se mostró el efecto del sustrato ( $F_{4, 25} = 0.83, p < 0.05$ ) (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Producción de las cepas CP-753 y CP-50 de *Pleurotus ostreatus* usando residuos vegetales como sustratos en condiciones de laboratorio.**

| Cepa   | Sustrato | Colonización del sustrato (días) | Aparición de primordios (días) | Tiempo a la primera cosecha (días) | Biomasa (g)                | Eficiencia biológica (%)  | Tasa de colonización (TC) | Tasa de producción (TP) |
|--------|----------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| CP-50  | RF       | 18                               | 27                             | 32                                 | 169.2 ±10.27 <sup>b</sup>  | 84.62 ±5.13 <sup>b</sup>  | 5.55                      | 2.64                    |
|        | CH       | 24                               | 27                             | 32                                 | 69.25 ±14.79 <sup>d</sup>  | 34.62 ±7.39 <sup>d</sup>  | 4.16                      | 1.04                    |
|        | PT       | 18                               | 21                             | 25                                 | 170 ±18.7 <sup>b</sup>     | 85 ±11.46 <sup>b</sup>    | 5.55                      | 2.44                    |
|        | PC       | 21                               | NR                             | NR                                 | NR                         | NR                        | 4.76                      | NR                      |
|        | FP       | 33                               | NR                             | NR                                 | NR                         | NR                        | 2.57                      | NR                      |
| CP-753 | RF       | 12                               | 15                             | 19                                 | 205.5 ±14.97 <sup>a</sup>  | 102.75 ±7.48 <sup>a</sup> | 8.33                      | 5.13                    |
|        | CH       | 15                               | 19                             | 24                                 | 118.25 ±14.97 <sup>c</sup> | 59.12 ±7.48 <sup>c</sup>  | 6.66                      | 2.46                    |
|        | PT       | 15                               | 21                             | 25                                 | 186 ±18.81 <sup>ab</sup>   | 93 ±9.4 <sup>ab</sup>     | 6.66                      | 3.72                    |
|        | PC       | 21                               | 27                             | 32                                 | 70 ±11.51 <sup>d</sup>     | 35 ±5.75 <sup>d</sup>     | 4.76                      | 1.09                    |
|        | FP       | 27                               | 31                             | 36                                 | 20 ±3.39 <sup>e</sup>      | 10 ±2.19 <sup>e</sup>     | 3.7                       | 0.27                    |

RF= rastrojo de frijol; CH= cascarilla de huaxin; PT= paja de trigo; PC= pulpa de calabaza; FP= fruto de pixoi; NR= no registrada. Literales diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa, Tukey ( $p < 0.05$ ).

Sosa (2012) reporta valores semejantes a la presente investigación con promedios de 25 días para la aparición de primordios. Por otra parte, Bernabé *et al.* (2004) indican que a los 16 días se presentó la aparición de primordios en el sustrato rastrojo de maíz al ser inoculado por *P. pulmonarius*. La eficiencia biológica (EB) fue mayor ( $F_{9, 20} = 122.39, p < 0.0001$ ) con la cepa CP-753 en rastrojo de frijol x-pelón y paja de trigo con valores de 102.75% y 93.0%, respectivamente (Cuadro 2). La cepa CP-753 presentó mayor EB ( $F_{1, 28} = 3.71, p = 0.06$ ) en comparación con CP-50. Los valores más altos del presente estudio se encuentran dentro del rango reportado por Sobal *et al.* (1993) de 98.8% a 137.6%, pero inferiores al 111.41% con lo reportado por Alejo *et al.* (2015), en cultivos de *P. ostreatus* inoculado en rastrojo de frijol.

La tasa de producción (TP) de hongos fue mayor en la cepa CP-753 en rastrojo de frijol x-pelón con  $5.13 \text{ g día}^{-1}$  ( $F9, 20= 181.79, p < 0.001$ ) (Cuadro 2). Los valores obtenidos son superiores a los reportados por Romero *et al.* (2010), con la cepa CP-50 inoculada en pajilla de frijol a excepción de los valores obtenidos con fruto de pixoi en las dos cepas. El sustrato que *P. ostreatus* colonizó eficientemente el rastrojo de frijol x-pelón con un valor promedio de 15 días, mientras que fruto de pixoi con 30 días ( $F4, 25= 21.25, p= 0.0001$ ) (Cuadro 3). La TC varió dependiendo del sustrato, Romero *et al.* (2010) obtuvieron una TC de 5.5 en residuos de rastrojos de frijol y paja de trigo.

**Cuadro 3. Selección del mejor sustrato para cultivar cepas de *Pleurotus ostreatus* en residuos vegetales de las zonas rurales de Campeche, México.**

| Sustrato | Colonización del sustrato (días) | Aparición de primordios (días) | Tiempo a la primera cosecha (días) | Biomasa (g)          | Eficiencia biológica (%) | Tasa de colonización (TC) | Tasa de producción (TP) |
|----------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| RF       | 15                               | 21.33                          | 25.83                              | $187.37 \pm 22.73^a$ | $93.68 \pm 11.36^a$      | 6.94                      | 3.88                    |
| CH       | 19.5                             | 23.16                          | 28.16                              | $93.75 \pm 29.59^c$  | $46.87 \pm 14.79^c$      | 5.41                      | 1.83                    |
| PT       | 16.5                             | 21.33                          | 25.66                              | $178 \pm 19.36^b$    | $89 \pm 9.68^b$          | 6.11                      | 2.38                    |
| PC       | 21                               | 13.83                          | 16.33                              | $35 \pm 38.16^d$     | $17.5 \pm 19.08^d$       | 4.76                      | 0.68                    |
| FP       | 30                               | 15.66                          | 18.16                              | $10 \pm 11.07^e$     | $5 \pm 5.53^e$           | 3.13                      | 0.19                    |

RF= rastrojo de frijol; CH= cascarilla de huaxin; PT= paja de trigo; PC= pulpa de calabaza; FP= fruto de pixoi; NR= no registrada. Literales diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa, Tukey ( $p < 0.05$ ).

El rastrojo de frijol x-pelón sobresalió ( $F4, 25= 31.23, p= 0.0001$ ) con un valor promedio de 93.68% de EB y el valor más bajo se obtuvo en el fruto de pixoi con 5% (Cuadro 3). De igual forma, el rastrojo de frijol x-pelón mostró mayor tasa de producción ( $F4, 25= 17.69, p= 0.001$ ) con  $3.88 \text{ g día}^{-1}$ , mientras que el fruto de pixoi siguió siendo el más bajo ( $0.19 \text{ g día}^{-1}$ )

## Conclusiones

En las comunidades rurales del estado de Campeche existe una amplia disponibilidad de residuos vegetales, los cuales carecen de uso sistemático por parte de los productores. Se evidenció el interés de los productores entrevistados para aprender a utilizar los residuos vegetales en diferentes actividades agrícolas, para lo cual se requiere establecer mecanismos de capacitación. Se comprobó que el rastrojo de frijol x-pelón y la cascarilla de huaxin, como sustratos agrícolas, son un potencial para la producción de las cepas CP-753 y CP-50 de *P. ostreatus* en condiciones de laboratorio. Es necesario realizar evaluaciones con los diferentes residuos e implementar módulos de producción de hongos rústicos en las comunidades, donde se valide el uso de estos residuos y difundir su producción como una estrategia agroecológica que permita mejorar la seguridad alimentaria de las familias rurales en el estado de Campeche.

## Agradecimientos

Esta investigación forma parte del proyecto Cátedras-CONACYT 2181 ‘Estrategias agroecológicas para la seguridad alimentaria en zonas rurales del estado de Campeche’. Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de posgrado del primer autor, al Colegio de Postgraduados, *Campus* Campeche, al Laboratorio de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla y a los productores participantes de las zonas rurales de Campeche, México, por la información brindada.

## Literatura citada

- Alejo, C.; Martínez, G. y León, A. 2015. Eficiencia biológica de *Pleurotus* sp. nativo de Oaxaca (ITAO-27) sobre rastrojos de frijol, maíz y olote. *Rev. Agroecosist.* 2(2):99-106.
- Anguiano, J.; Aguirre, J. y Palma, J. 2012. Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*C. nucifera*). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 46(1):103-107.
- Bernabé, T.; Cayetano, M.; Adán, A. y Torres, M. 2004. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* sobre diversos subproductos agrícolas de Guerrero, México. *Rev. Mex. Micol.* 18:77-80.
- Borja, B.; Reyes, M.; Espinosa, G. y Vélez, I. 2013. Producción y consumo de rastrojos en México. *In: Reyes, L.; Camacho, T. y Guevara, F. (Eds.). Rastrojos manejo, uso y mercado en el centro y sur de México.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Aguascalientes, México. 12-35 pp.
- Camacho, V.; Beuchelt, T.; Hernández, L. y Hellin, J. 2013. Situación social y económica en el manejo y uso del rastrojo en la región Valles Altos. *In: Reyes, L.; Camacho, T. y Guevara, F. (Eds.). Rastrojos manejo, uso y mercado en el centro y sur de México.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Aguascalientes, México. 93-136 p.
- Cruz, D.; López, E.; Pascual, L. y Battaglia, M. 2010. Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *P. ostreatus*. *J. Agric. Environ. Inter. Develop.* 104(3-4):139-154.
- CONEVAL. 2014. Consejo Nacional de Evaluación de la política de Desarrollo Social. Medición de la pobreza en México y en las entidades federativas 2014. 1<sup>ra</sup> (Ed.). México, DF. 144 p.
- Fernandes, A.; Barros, L.; Martins, A.; Herbert, P. and Ferreira, I. 2015. Nutritional characterisation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. produced using paper scraps as substrate. *Food Chemistry.* 169(2):396-400.
- Gaitán, R. y Silva, H. 2016. Aprovechamiento de residuos agrícolas locales para la producción de *Pleurotus* spp., en una comunidad rural de Veracruz, México. *Rev. Mex. Micol.* 43:43-47.
- García, A.; Mora, M.; L. J.; Domínguez, L.; Puig, A.; Quintanó, J.; Cobas, M.; Martínez, M.; Castellanos, M.; Segarra, W.; Frómata, M.; Novo, O. y Pérez, D. 1993. Uso de residuos foliares del plátano y boniato en la alimentación del cerdo. La Habana, Cuba. Informe final etapa: residuos foliares. Instituto de Investigaciones Porcinas. 42 p.
- Giraldo, V. L. A. 1998. Potencial de la arbóreo guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.* Medellín. 201-215 p.
- Guevara, F.; Rodríguez, L.; Ovando, J.; Gómez, H.; Ocaña, M. y Camacho, T. 2013. Implicaciones socioeconómicas y energéticas del uso y manejo de rastrojo en la región Frailesca, Chiapas. *In: Reyes, L.; Camacho, T.; Guevara, F. (Eds.). Rastrojos manejo, uso y mercado en el centro y sur de México.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Aguascalientes, México 37-92 p.



- López, C.; Ancona, L. y Medina, S. 2005. Cultivo de *Pleurotus djamor* en condiciones de laboratorio y en una casa rural tropical. *Rev. Mex. Micol.* 21:93-97.
- Martínez-Carrera, D.; Morales, P.; Sobal, M.; Bonilla, M. y Martínez, W. 2007. México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. *In: Sánchez, E.; Martínez-Carrera, D.; Mata, G.; Leal, H. (Eds.). El cultivo de setas Pleurotus spp. en México. Chiapas, México. ECOSUR. 209-224 p.*
- Mendoza, H.; Tzec, G. y Solorio, F. 2000. Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del árbol 'Ramón' (*Brosimum alicastrum* Swartz). *Livestock Research for Rural Development.* 12(4):1-6.
- Reyes, G.; Abella, A.; Eguchi, F.; Iijima, T.; Higaki, M. and Quimio, T. 2004. Growing paddy straw mushroom. *In: mushroom grower's handbook 1; oyster mushroom cultivation. Corea. Mushroom World. 262-269 p.*
- Romero, O.; Huerta, M.; Damian, M.; Macías, A.; Tapia, A.; Parraguirre, J. y Juárez, J. 2010. Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L. cv. Roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos orgánicos. *Agron. Costarric.* 34(1):53-63.
- Salmones, D.; Gaitán, 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.
- Sierra, B. R. 1995. Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios. Editorial: Ediciones Paraninfo. Madrid, España. 720 p. ISBN: 9788428324298.
- Skariyachan, S.; Prasanna, A.; Manjunath, S.; Karanth, S. and Nazre, A. 2016. Environmental assessment of the degradation potential of mushroom fruit bodies of *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fr.) P. Kumm. Towards synthetic azo dyes and contaminating effluents collected from textile industries in Karnataka, India. *Environ. Monit. Evaluar.* 188(2):121-129.
- Sobal, M.; Morales, P. y Martínez-Carrera, D. 1993. Utilización de los rastrojos de haba y frijol como sustratos para el cultivo de *Pleurotus*. *Micol. Neotropical Aplicada.* 6:137-141.
- Sosa, O. 2012. Evaluación de cuatro sustratos para la producción artesanal del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), bajo condiciones controladas, en el municipio de la Unión, Zacapa. Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Guatemala. 67 p.