

# EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus*

## EVALUATION OF DIFFERENT SUBSTRATES IN THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION YIELD OF *Pleurotus ostreatus*

Saúl Sánchez-Mendoza\*, Jhovanny García-Sánchez, Jhokived Santiago-García, Miguel Crisanto-Martínez, Jesús Daniel Ramos López.

NovaUniversitas. Carretera a Puerto Ángel Km. 34.5, Ocotlán de Morelos, Oaxaca. México C.P. 71513.

\*Autor de correspondencia ([ssmoax@hotmail.com](mailto:ssmoax@hotmail.com))

### ABSTRACT

Oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) were cultivated using five substrate treatments: totomoxtle (corn husk) (*Zea mays*) and four wild species: sunflower (Tallgrass) (*Tithonia tubiformis*), rose natal grass (*Melinis repens*), pájaro bobo (*Ipomoea inraoilosa*) y cazahuate (*Ipomoea murucoides*), with five repetitions each, using in a completely randomized design. During the experiment we got two harvests. We studied several parameters including: yield performance (YP), pileus diameter (PD), number of mushrooms (NM), harvest days (HD), the biological efficiency (BE), productivity rate (PR), biodegradation rate (BR). The substrates used showed a significant effect on evaluated parameters, *Z. mays* showed the best results on YP, PD, NM, HD, BE, TP and BR, generated increases with *Z. mays* on YP were 116.86, 116.51, 48.50 and 39.54% in respect of *M. repens*, *I. inraoilosa*, *T. tubiformis* e *I. murucoides*, for NM, the increase was 122.65% compared with *Melinis repens*, BE raised 107.82 and 101.88% compared with *M. repens* and *I. inraoilosa* respectively. TP increased 120 and 88.57% in respect for *M. repens* and *I. inraoilosa*. Finally for BR, *Zea mays* compared with *M. repens*, *I. murucoides* and *I. inraoilosa* raised 145.37, 81.50 y 43.39% respectively. *Tithonia tubiformis* e *Ipomoea murucoides* were precocious substrates with 47 and 50 harvest days. No significant difference was observed for YP. *Z. mays*, *T. tubiformis* and *I. murucoides* may represent a viable alternative as substrates for the production of *Pleurotus ostreatus*.

**Key words:** *Pleurotus ostreatus*, substrates, wild species, yield performance, biological efficiency.

### RESUMEN

Se evaluó el potencial del totomoxtle (*Zea mays*) y cuatro especies silvestres: achahual (*Tithonia tubiformis*), pasto rosado (*Melinis repens*), pájaro bobo (*Ipomoea inraoilosa*) y cazahuate (*Ipomoea murucoides*) como sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*. Para cada sustrato evaluado se prepararon cinco repeticiones, se utilizó un diseño completamente al azar. Se realizaron dos cosechas en todo el experimento. Los parámetros evaluados fueron: rendimiento (RD), diámetro del pileo (DP), número de individuos (NI), días a cosecha (DC), eficiencia biológica (EB), tasa de producción (TP) y tasa de biodegradación (TB). El tipo de sustrato utilizado tuvo un efecto significativo en las variables evaluadas, *Z. mays* generó los mejores resultados para RD, NI, EB, TP y TB, los incrementos generados con *Z. mays* para RD fueron de 116.86, 116.51, 48.50 y 39.54% respecto a *M. repens*, *I. inraoilosa*, *T. tubiformis* e *I. murucoides*. Para NI, el incremento fue de 122.65% comparado con *Melinis repens*, la EB se incrementó en 107.82 y 101.88 % comparado con *M. repens* e *I. inraoilosa* respectivamente. La TP aumento en 120 y 88.57% respecto a *M. repens* e *I. inraoilosa*. Finalmente para TB, *Zea mays* comparado con *M. repens*, *I. murucoides* e *I. inraoilosa* promovió incrementos de 145.37, 81.50 y 43.39% respectivamente. Los sustratos más precoces fueron *Tithonia tubiformis* e *Ipomoea murucoides* con periodo de producción de 47 y 50 días. Para DP no hubo diferencias significativas. *Z. mays*, *T. tubiformis* e *I. murucoides* pueden representar una alternativa viable como sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*.

**Palabras clave:** *Pleurotus ostreatus*, sustratos, especies silvestres, rendimiento, eficiencia biológica.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de las especies llamadas setas (*Pleurotus* spp.) (Sánchez y Royse, 2001), es una práctica que se está haciendo popular en todo el mundo principalmente en países en desarrollo ante la necesidad creciente de alimentos nutritivos, económicos y con un alto contenido de proteína (Sivaprakasam y Kandasawmy, 1981; Levanon *et al.*, 1993; Yildiz *et al.*, 1997; Croan, 2000; Zervakis *et al.*, 2001). Debido a su capacidad para crecer en un amplio rango de temperaturas y utilizar diferentes materiales lignocelulósicos (Baysal *et al.*, 2003) como sustratos, *Pleurotus ostreatus* es una especie que ha tenido gran aceptación debido a su sabor (Buah *et al.*, 2010) y alto contenido de hidratos de carbono, proteínas, vitaminas y minerales (Ananbeh, 2003). Las setas crecen en materia orgánica en descomposición ricas en lignina, celulosa, y otros hidratos de carbono complejos. El cultivo de *P. ostreatus* es caracterizado por su rápido crecimiento en diferentes sustratos, se ha cultivado en diferentes tipos de aserrín, paja, residuos industriales (Hadder *et al.*, 1993) y agrícolas tales como olivo, jitomate, hojas de pino, paja de trigo, hojas de plátano (Ananbeh y Almomany, 2005; Al-Momany y Ananbeh, 2011), hoja de avellana (Yildiz *et al.*, 1997), desechos de algodón (Oh *et al.*, 2000), rastrojo de maíz (Fanadzo *et al.*, 2010), palma de aceite (Rizki y Tamai, 2011). En algunas regiones, la falta de disponibilidad de sustratos que han sido evaluados y que demuestran un potencial para la producción de *P. ostreatus*, hace que sea imperativo que otras fuentes de sustratos puedan ser evaluados, existen algunos sustratos silvestres que se encuentran en cantidades abundantes y pueden representar una opción viable para su utilización, *Tithonia tubiformis* es una especie vegetal que se encuentra ampliamente distribuida en el estado de Oaxaca, es considerada una de las malezas más importantes para el cultivo de maíz (CONABIO, 2016), de igual forma *Melinis repens* es una especie introducida de África que invade diversos ecosistemas (Melgoza *et al.*, 2014), en México, también es considerada entre las especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad (March *et al.*, 2007); actualmente se encuentra en todos los estados del país (Díaz *et al.*, 2012), aunado a esto, anteriores estudios informaron del éxito de la utilización de diferentes malas hierbas (Das y Mukherjee, 2007) y madera (Tisdale *et al.*, 2006) como sustratos para el cultivo de *Pleurotus*. Por otra parte, en algunas investigaciones donde se han colectado sepas del género *Pleurotus* sp., se ha encontrado una gran afinidad para crecer en troncos de algunas especies vegetales tal es el caso de *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea inraoilosa* (Huerta *et al.*, 2009). Finalmente cabe destacar que el totomoxtle de maíz (*Zea mays*) es en México un sustrato fácil de conseguir y abundante en muchas regiones, y proporciona los elementos necesarios para que el hongo se pueda producir comercialmente (Zavaleta-Roman, 2007). Con base en lo anteriormente mencionado el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de sustratos de *Zea mays*, *Tithonia tubiformis*, *Melinis repens*, *Ipomoea murucoides* e *Ipomoea inraoilosa* sobre el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Obtención de sustratos

Los sustratos evaluados se colectaron en la localidad de Ocotlán de Morelos, Oaxaca, México, ubicado a 96°40' de longitud oeste y 16°48' de latitud norte, a una altitud de 1,500 msnm. *Ipomoea murucoides*, *Ipomoea inraoilosa* y *Melinis repens* fueron colectados en zonas periféricas de la localidad, ya que son especies vegetales silvestres, el totomoxtle de *Zea mays* se obtuvo de las cosechas de agricultores locales, *Tithonia tubiformis* fue colectado en terrenos agrícolas de la misma zona.

### Preparación de sustratos

Los sustratos colectados fueron cortados manualmente en segmentos de 5 cm aproximadamente (Fanadzo *et al.*, 2010), los cuales fueron sumergidos en agua durante un periodo de 24 horas para obtener un nivel de humedad entre 70 y 75% (Buah *et al.*, 2010). Todos los sustratos húmedos se hirvieron durante tres horas para aumentar la temperatura del sustrato a 95°C y generar un efecto pasteurizante. Después de la pasteurización los sustratos se enfriaron a una temperatura de 24°C en condiciones limpias y estériles en el interior del cuarto de cultivo (Fanadzo *et al.*, 2010).

## Inoculación, incubación y condiciones del cultivo

Los sustratos se empacaron en bolsas de polietileno transparentes con dimensiones de 40 x 60 cm, las cuales fueron desinfectadas a baño maría por 30 minutos (Romero *et al.*, 2012). Para la inoculación, 25 g de inóculo se mezcló a fondo con el sustrato, algunos se colocaron debajo de la superficie del sustrato y una pequeña cantidad de semilla se roció uniformemente sobre la superficie (Fanadzo *et al.*, 2010), antes de la inoculación se realizó la desinfección de manos y mesas de trabajo con alcohol al 70% (Buah *et al.*, 2010). Cada bolsa de polietileno contenía 500 g de sustrato. Las bolsas inoculadas fueron depositadas en un cuarto esterilizado y completamente oscuro a temperatura de 20-25°C y humedad relativa entre 80 y 95% durante un periodo de tres semanas, periodo en el cual los sustratos utilizados estuvieron cubiertos completamente por el micelio, finalmente las bolsas se perforaron (+ forma) con un cuchillo limpio en todas sus caras para facilitar la iniciación primordial (Kholoud *et al.*, 2014). Transcurrido el periodo de incubación, las bolsas se colocaron en condiciones favorables de luz natural (12 h luz/12 h oscuridad), ventilación forzada (equivalente a 12 cambios/h), 85 a 90% de humedad relativa y una temperatura de 25 °C. La humedad y temperatura ambiental se determinaron con un termohigrómetro digital marca TFA modelo Kat. Nr. 30.5015 (Gaitan *et al.*, 2009). Las setas se cosecharon de cada sustrato cuando el pileo estuvo completamente extendido (Gaitan *et al.*, 2009).

## Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fueron: rendimiento (RD) (se utilizó una balanza analítica Sartorius LP 620P), diámetro del pileo (DT), el cual se midió desde el corte del tallo hasta el borde de la oreja utilizando un vernier digital mitutoyu modelo CD-12 CP CAP (Rivera *et al.*, 2013), número de individuos (NI), días a cosecha (DC), eficiencia biológica (EB) ( (peso fresco de hongos/peso seco del sustrato)\*100) (Kholoud *et al.*, 2014), tasa de producción (TP) [eficiencia biológica (%)/días transcurridos desde la inoculación hasta la última cosecha] (Gaitan *et al.*, 2009) y tasa de biodegradación (TB) [peso seco del sustrato inicial – peso seco del sustrato final/peso seco del sustrato inicial] \*100) (Romero *et al.*, 2013).

## Diseño experimental

Para cada sustrato evaluado se prepararon cinco repeticiones, y a los valores obtenidos se les aplicó un análisis de varianza usando un diseño completamente al azar. Las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron identificadas con la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Se utilizó el programa SAS versión 9.1 (SAS Institute, 2004).

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Rendimiento

En el estudio se observó que el tipo de sustrato utilizado para el cultivo de *P. ostreatus*, tiene un efecto significativo en el rendimiento, en la primera cosecha las hojas de *Z. mays* promovieron incrementos del 213.92, 140.92 y 131.43 % comparados con *I. intraoilosa*, *T. tubiformis* y *M. repens* respectivamente. *I. murucoides* no fue estadísticamente diferente con *Z. mays* (Cuadro 1). En la segunda cosecha, el mayor rendimiento se presentó con *T. tubiformis*, el cual mostró un incremento de 127.30 % respecto a *M. repens*, con los demás sustratos evaluados no se presentaron diferencias significativas (Cuadro 2). *Z. mays* fue el sustrato que generó el mayor rendimiento total, los incrementos fueron de 116.86, 116.51, 48.50 y 39.54 % respecto a *M. repens*, *I. intraoilosa*, *T. tubiformis* e *I. murucoides* (Cuadro 3). Actualmente existen investigaciones que han evaluado diferentes sustratos sobre el rendimiento de *P. ostreatus*, sin embargo, son muy pocas las investigaciones donde se han evaluado los sustratos aquí propuestos. Existe una gran heterogeneidad en cuanto a la cantidad de sustrato y semilla utilizada para la inoculación y producción de *P. ostreatus*, proyectando los rendimientos obtenidos en algunas investigaciones a los 500 g de sustrato utilizados en este experimento, encontramos rendimientos superiores a los aquí obtenidos, Buah *et al.*, (2010) utilizando 1 kg de los sustratos aserrín y residuos de maíz encontraron rendimientos de 856.9 y 912.1 g respectivamente, realizaron tres cosechas en total. López *et al.*, (2008) encontraron rendimientos de 567 y 686 g utilizando como sustratos olote de maíz y residuos de chícharo, estos rendimientos se obtuvieron en 1 kg de sustrato y adicionando 30 g de semilla, en total se realizaron tres

cosechas. Romero *et al.*, (2013) al evaluar rastrojo de maíz como sustrato para la producción de *P. ostreatus*, obtuvieron rendimientos de 1823.69 g en 6 Kg de sustrato húmedo aplicando 600 g de inóculo, esto en dos cosechas. Frimpong *et al.*, (2011) evaluaron aserrín de *Triplochiton scleroxylon* mezclado con diferentes porcentajes de cascarilla de arroz como sustrato para la producción de *Pleurotus*, los concentraciones de cascarilla de arroz fueron: 0, 2, 5, 10, 15, 20 y 100 % el rendimiento obtenido (g) por tratamiento fue de 204.6, 226.1, 192., 148.9, 133.1, 122.0 y 23.3 respectivamente, cada muestra fue inoculada con 5 g de semilla, el rendimiento total se determinó después de cuatro cosechas, no se menciona la cantidad de sustrato utilizado.

Algunos rendimientos obtenidos en otras investigaciones son comprobables con los aquí encontrados en *Z. mays* (183.58 g), *I. murucoides*. (131.56 g) y *T. tubiformis* (123.62 g), en algunos casos los rendimientos son superiores, Garzón *et al.*, (2008) estudiaron el rendimiento de *P. ostreatus* en residuos de café (1360 g), aserrín (776 g) bagazo de caña (280 g) y tallo de maíz (280 g), la cantidad de semilla utilizada en cada sustrato fue con base al 5 % del peso seco total del sustrato, los rendimientos obtenidos después de dos cosechas fueron de 377.1, 37.6, 58.2 y 1.5 g respectivamente. Garcés *et al.*, (2005) evaluaron dos mezclas de sustratos para la producción de *P. ostreatus*, la mezcla uno con 60 % de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), 30 % de maní forrajero (*Arachis pintoi*) y 10 % de vaina de frijol (*Phaseolus vulgaris*), el segundo tratamiento contenía 60 % de pasto kikuyo, 10 % de maní forrajero, 10 % de vaina de frijol y 20 % de cascarilla de algodón, para la mezcla uno se obtuvo un rendimiento total de 289.25g por kg de sustrato, para la mezcla dos, el rendimiento obtenido fue de 400.25 g. Rivera *et al.*, (2013) encontraron diferentes rendimientos de *P. ostreatus* al mezclar diferentes residuos orgánicos, bagazo de caña (75 %) + salvado de maíz (23 %) + cal agrícola (2 %) fue la mezcla que mostró el mayor rendimiento después de 3 cosechas, el rendimiento obtenido fue de 99 g, la mezcla de bagazo de caña (38 %) + cáscara de papa (37 %) + salvado de maíz (23 %) + cal agrícola (2 %) presento el rendimiento más bajo igual a 5.8 g, los sustratos en todas las mezclas fueron inoculados con 5% de semilla en relación al peso húmedo. La producción de *P. ostreatus* en maíz es aceptable, según lo indican los estudios realizados utilizando diferentes partes del rastrojo de maíz, bolsas de 4 kg con hojas secas de maíz generaron un rendimiento de 1449 g, con totomoxtle el rendimiento fue de 1737 g, con cañuela + totomoxtle de 911g y con olote de 1100 g (Bernabé-González y Cayetano-Catarino, 2004). Bernabé *et al.*, (2004), evaluaron rastrojo de maíz (5kg de sustrato húmedo), paja de arroz (4kg de sustrato húmedo), bagazo de maguey (4 kg de sustrato húmedo) y rastrojo de jícama (5 kg de sustrato húmedo), como sustratos para la producción de *Pleurotus pulmonaris*, después de tres cosechas los autores encontraron rendimientos de 2015, 1052, 689 y 455 g respectivamente, la cantidad de semilla adicionada fue a razón de 4 % con base en el peso húmedo de los sustratos.

**Cuadro 1. Valor medio ( $\pm$  error estándar) del crecimiento y días a cosecha de *Pleurotus ostreatus* como respuesta a la aplicación de diferentes sustratos naturales. Primer corte.**

Sustrato	Peso (g)	Número de individuos	Diámetro de pileo (cm)	Días a cosecha
<i>Zea mays</i>	120.39 $\pm$ 8.31a*	15.00 $\pm$ 1.73a	5.41 $\pm$ 0.22a	32.00a
<i>Tithonia tubiformis</i>	49.47 $\pm$ 8.86b	8.00 $\pm$ 1.73b	5.01 $\pm$ 0.43a	32.40b
<i>Melinis repens</i>	52.02 $\pm$ 1.09b	4.75 $\pm$ 1.10b	5.91 $\pm$ 0.33a	47.60a
<i>Ipomoea inraoilosa</i>	38.35 $\pm$ 10.22b	5.2 $\pm$ 1.43b	5.73 $\pm$ 0.38a	42.25ab
<i>Ipomoea murucoides</i>	74.51 $\pm$ 17.89ab	7.50 $\pm$ 0.64b	5.71 $\pm$ 0.83a	33.00b
<i>p</i>	0.0006	0.0011	0.7217	0.0010
<i>C.V.</i>	27.48	32.22	19.64	15.23

\*Medias con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). C.V: coeficiente de variación.

Es importante mencionar que para este experimento, la gran variación en los rendimientos obtenidos quizá se deba a la composición química de cada uno de los sustratos evaluados, se ha encontrado que la cantidad de celulosa, hemicelulosa, lignina y nitrógeno son compuestos fundamentales para el crecimiento y desarrollo de *P. ostreatus* (Buah *et al.*, 2010), la celulosa es el biopolímero más abundante en la naturaleza y el constituyente principal de la pared celular de los tejidos vegetales; se degrada por algunos microorganismos tales como bacterias, protozoos y ciertos hongos filamentosos (Marquina, 2005), se ha reportado que después de cosechar los cuerpos fructíferos de *P. ostreatus*, en los materiales usados como sustratos las cantidades finales de hemicelulosa, celulosa y lignina se han reducido en un 80 %, sugiriendo que todos los materiales que contienen estos compuestos pueden ser usados como sustratos para *Pleurotus spp.* (Zadrazil *et al.*, 1974), posiblemente el mayor rendimiento obtenido con *Z. mays* se deba a un mayor contenido de estos compuestos en comparación con

el resto de los sustratos evaluados, Prado *et al.*, (2012), reportaron contenidos de lignina y celulosa de 23 y 43.1% en hojas de mazorca de *Z. mays*, para *M. repens* Teran (2010) reporta contenidos de celulosa que van de 29.3 hasta 37.25 %, el contenido de lignina para la misma especie osciló entre 14.3 y 29.1%. García (2007), para *Ipomoea wolcottiana* encontró valores de lignina y celulosa de 37.5 y 62.5% respectivamente, valores que quizá pudieran ser comparables con *I. mucronoides* e *I. intraciliosa*. Viziteu *et al.*, (2000) mencionan altos contenidos de celulosa, hemicelulosa, y nitrógeno en rastrojos de maíz, La diferencia en contenidos lignocelulósicos encontrada en las investigaciones antes mencionadas posiblemente pudo generar los mejores rendimientos en *Z. mays* e *I. mucronoides* (Cuadro 3).

Fanadzo *et al.*, (2010), mencionan que existe una correlación positiva entre el rendimiento de *P.ostreatus* y el contenido de N, Fujihara *et al.*, (2000) reportaron que el crecimiento de *P. ostreatus* es dependiente del contenido de N del sustrato, Ruilova *et al.*, (2014) mencionan contenidos de N en cañas de maíz cercanos al 70 %, María *et al.*, (2008) mencionan contenidos de N del 0.5 % en rastrojos de maíz, por otra parte Yumi y Duchi, (2007) reportan 0.25 % de nitrógeno, 0.09 % de fósforo, 51.04 % de carbono y 13.58 % de cenizas por cada 100 g de sustrato seco de maíz. Posiblemente las especies silvestres utilizadas presentan valores inferiores a los encontrados para rastrojos de maíz, sin embargo, la variación proviene principalmente del tipo de planta, aunque también son importantes otros factores como la variedad, el grado de madurez, el manejo, la fertilidad del suelo, la época de siembra, la ocurrencia de heladas, etc., que influyen en el desarrollo en general de las plantas y en consecuencia en la constitución nutricional de ellas en un momento dado. No hay muchos estudios que indiquen los contenidos nutricionales de las especies silvestres evaluadas, para *T. tubiformis* se ha encontrado que presenta 68.3 g de proteína cruda por kg de materia seca así como 609.60 g kg<sup>-1</sup> de fibra (Martínez *et al.*, 2011), Danciang C., en 1986 menciona que el contenido de proteína cruda está relacionado con el rendimiento, para maíz se reportaron contenidos de 4.92-5.55 %. Arenas 1992, menciona que para un mejor aprovechamiento de los subproductos agrícolas, *P. ostreatus* requiere de 17 elementos, entre los cuales, los más relevantes son: nitrógeno, 1 % del peso del sustrato húmedo; fósforo, potasio, azufre y magnesio; además, requiere en proporciones menores calcio, hierro, zinc, cobre, molibdeno, y manganeso. Otra posible explicación de los resultados obtenidos es la R C/N de los sustratos empleados, Gaitan *et al.*, (2009) menciona que este parámetro es determinante para el desarrollo inicial de *Pleurotus pulmonaris*, El carbono es el elemento que más se utiliza durante el crecimiento del hongo y es asimilado a partir de diferentes fuentes como polímeros, carbohidratos y lípidos (Sánchez *et al.*, 2002). La relación C/N óptima del sustrato depende de la fase en la que se encuentra el hongo, altas relaciones C/N favorecen el crecimiento micelial y bajas relaciones favorecen el desarrollo de cuerpos fructíferos (Rajaratnam *et al.*, 1986), por otra parte los hongos del género *Pleurotus spp.* pueden crecer con relaciones C/N entre 30 y 300 (Sánchez *et al.*, 2001). Existe poca información sobre la relación C/N de los sustratos evaluados en este experimento, Solis *et al.*, (2010) reporta relaciones C/N de 54.9 para rastrojos de *Z. mays*, para *M. repens* la relación C/N encontrada por Souza *et al.*, (1999) fue de 34.07, la mayor relación de C/N que presenta *Z. mays* quizá influyo para un mejor rendimiento comparado con *M. repens*.

### Número de individuos

Con *Z. mays* en la primer cosecha se obtuvo el mayor número de individuos cosechados, el cual fue estadísticamente diferente con los demás sustratos evaluados, los incrementos fueron de 215.78, 188.46, 100 y 87.5 % comparados con *M. repens*, *I.intraoilosa*, *I.murucoides* y *T. tubiformis* respectivamente (Cuadro 1). Al finalizar el experimento *Z. mays* fue estadísticamente diferente con *M. repens*, el incremento fue de 122.65 %, el resto de los sustratos evaluados no presentaron diferencias significativas entre sí (Cuadro 3). En la segunda cosecha no hubo diferencias significativas (Cuadro 2). Resultados similares fueron encontrados por Frimpong *et al.*, (2011) quienes evaluaron aserrín de *Triplochiton scleroxylon* mezclado con diferentes porcentajes de cascarilla de arroz como sustrato para la producción de *P. ostreatus*, los concentraciones de cascarilla de arroz fueron: 0, 2, 5, 10, 15, 20 y 100 % el número de individuos por tratamiento fue de 23, 30, 26, 22, 21, 19 y 3 respectivamente, cada muestra fue inoculada con 5 g de semilla, el NI total se determinó después de cuatro cosechas. Buah *et al.*, (2010) obtuvo 22.5 y 28.1 individuos de *Pleurotus* utilizando como sustratos aserrín y rastrojos de maíz y la mezcla de estos dos en proporciones 50+50 %, 40+60 % y 60+40 %, estos resultados se obtuvieron utilizando 1 kg de sustrato en 3 cortes diferentes, en nuestro experimento con *Z. mays* se obtuvieron 23 individuos, 18 con *T. tubiformis*, 16 para *I. intraoilosa* y 15 para *I. murucoides*, los cuales son superiores si consideramos que en nuestro experimento únicamente se utilizaron 500 g de sustrato y solamente se realizaron dos cosechas. Kholoud *et al.*, (2014) mencionan que el número de individuos se incrementa al incrementar la cantidad de semilla utilizada para la inoculación además está relacionado con el contenido nutricional de los

sustratos utilizados. Nair *et al.*, (1989) mencionan que los lípidos estimulan el crecimiento la producción de cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus*, posiblemente el contenido es variable en cada uno de los sustratos evaluados.

**Cuadro 2. Valor medio ( $\pm$  error estándar) del crecimiento y días a cosecha de *Pleurotus ostreatus* como respuesta a la aplicación de diferentes sustratos naturales. Segundo corte.**

Sustrato	Peso (g)	Número de individuos	Diámetro de pileo (cm)	Días a cosecha
<i>Zea mays</i>	63.11 $\pm$ 7.80ab*	8.0 $\pm$ 0.70a	5.76 $\pm$ 0.15a	55.40ab
<i>Tithonia tubiformis</i>	74.17 $\pm$ 3.78a	9.5 $\pm$ 2.25a	5.27 $\pm$ 0.23a	47.40b
<i>Melinis repens</i>	32.63 $\pm$ 8.10b	5.33 $\pm$ 0.33a	5.17 $\pm$ 0.26a	59.00a
<i>Ipomoea inraoilosa</i>	46.20 $\pm$ 7.49ab	10.0 $\pm$ 4.50a	5.68 $\pm$ 0.44a	52.25ab
<i>Ipomoea murucoides</i>	57.06 $\pm$ 7.74ab	7.33 $\pm$ 1.76a	5.86 $\pm$ 0.18a	50.50ab
<i>p</i>	0.0250	0.6534	0.3111	0.0284
<i>C.V.</i>	24.9	51.32	9.85	10.01

\*Medias con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). C.V: coeficiente de variación.

### Diámetro de pileo

En ninguno de los momentos donde se evaluó el diámetro de pileo se presentaron diferencias estadísticas entre sustratos evaluados (Cuadros 1-3). Rivera *et al.*, (2013) encontraron diferencias en el diámetro de pileo para *P. ostreatus* al mezclar diferentes residuos orgánicos, bagazo de caña (75 %) + salvado de maíz (23 %) + cal agrícola (2 %) fue la mezcla que mostró el mayor diámetro promedio que fue igual a 4.5 cm, después de 3 cosechas, la mezcla de bagazo de caña (38 %) + cáscara de papa (37 %) + salvado de maíz (23 %) + cal agrícola (2 %) presento el diámetro más bajo igual a 1.5 cm, los sustratos en todas las mezclas fueron inoculados con 5 % de semilla en relación al peso húmedo, valores superiores fueron obtenidos en nuestro experimento (5.14-5.78 cm) (Cuadro 3). Buah *et al.*, (2010) encontraron diámetros de pileo en el rango de 5.3 a 8.0 cm utilizando como sustratos aserrín y rastrojos de maíz y la mezcla de estos dos en proporciones 50+50%, 40+60% y 60+40%.

### Eficiencia biológica

El sustrato que presentó una mayor eficiencia biológica fue *Z. mays* con un 35.33 %, este sustrato fue estadísticamente diferente comparado con *M. repens* e *I. inraoilosae*, los incrementos porcentuales fueron de 107.82 y 101.88, respecto a *T. tubiformis* e *I. murocroides* no hubo diferencias significativas (Cuadro 3). Fanadzo *et al.*, (2010) evaluaron rastrojo de maíz sobre la eficiencia biológica de *P.ostreatus* encontrando valores de 97 % al mezclar el rastrojo de maíz con salvado de maíz, la EB disminuyo a 11.4 % con cascarilla de algodón, con rastrojo de maíz la eficiencia fue de 76.4 %. Actualmente no existen estudios que reporten la utilización de *M. repens* como sustrato para la producción de *P. ostreatus*, sin embargo Fanadzo *et al.*, (2010) evaluaron *Hyparrhenia filipéndula* (gramínea silvestre), encontrando valores de eficiencia biológica del 48 %, agregando salvado de maíz, la EB disminuyo a 15.0% sin salvado de maíz, este valor es cercano al encontrado en este estudio para *M. repens*. Ruilova *et al.*, (2014) mencionan con un alto contenido de N se refleja en una elevada EB. Se considera que para el cultivo del hongo *Pleurotus* el contenido de nitrógeno puede estar entre 0.7-0.9 % en peso seco, (Getahun *et al.*, 2011), aunque también se menciona entre 0.5-1.5 %, (Sánchez *et al.*, 2001). Romero *et al.*, 2013, encontró una eficiencia biológica del 77.47% al evaluar rastrojo de maíz para la producción de *P. ostreatus*, es importante mencionar que en este experimento se evaluaron más de dos cosechas y que la cantidad de semilla utilizada para la siembra fue de 100 g por kg de sustrato húmedo. Garzón *et al.*, (2008) evaluó EB de *Pleurotus* en residuos de café (1360 g), aserrín (776 g), bagazo de caña (280 g) y tallo de maíz (280 g), la cantidad de semilla utilizada en cada sustrato fue con base al 5% del peso seco total del sustrato, los valores obtenidos para EB fueron de 27.7, 4.8, 20.8 y 0.5% respectivamente. López *et al.*, (2008) encontró valores de 56.7 y 68.6 % para EB en olote de maíz y cáscara de chícharo, estos valores se obtuvieron en 1 kg de sustrato y adicionando 30 g de semilla, en total se realizaron 3 cosechas. Frimpong *et al.*, (2011) evaluó aserrín de *Triplochiton scleroxylon* mezclado con diferentes porcentajes de cascarilla de arroz: 0, 2, 5, 10, 15, 20 y 100 %, la EB obtenida para cada muestra fue de 68.2, 75.3, 64.0, 49.6, 43.3, 40.7 y 7.8 % respectivamente. Bernabe *et al.*,(2004) evaluaron EB utilizando rastrojo de maíz (5kg de sustrato húmedo), paja de arroz (4kg de sustrato

húmedo), bagazo de maguey (4kg de sustrato húmedo) y rastrojo de jícama (5kg de sustrato húmedo), como sustratos para la producción de *Pleurotus pulmonaris*, después de tres cortes los autores encontraron valores para EB de 154.05, 131.50, 78.29 y 49.89 % respectivamente, la cantidad de semilla adicionada fue a razón de 4% con base en el peso húmedo de los sustratos. Vásquez *et al.*, (2014) evaluaron EB de *P. ostreatus* en troncos de caahuate bajo condiciones de invernadero, los autores encontraron valores promedio de 27.71, el cual es cercano al valor encontrado en este estudio (21%) (Cuadro 3). Rodríguez *et al.*, (2012) evaluaron la EB en las siguientes mezclas de sustratos para la producción de la cepa PLO2 de *Pleurotus ostreatus*: aserrín, aserrín + 20 % de salvado de arroz, cascarilla de café, cascarilla de café +20 % de salvado de arroz, corteza de eucalipto y corteza de eucalipto + 20 % de salvado de arroz, los valores obtenidos fueron 43, 65, 47, 71, 53 y 77 % respectivamente.

Además de la composición química del sustrato los bajos valores de EB quizá se deban a la cantidad de semilla utilizada en la inoculación, comparada con otros autores la cantidad de semilla utilizada en este experimento fue baja (25 g), al respecto Kholoud *et al.*, (2014) mencionan que la eficiencia biológica, el rendimiento y el número de individuos se incrementa al incrementar la cantidad de semilla utilizada para la inoculación. Por otra parte, Muez y Pardo (2002) mencionaron que para las especies del género *Pleurotus* es necesaria una selectividad biológica en el sustrato de crecimiento, ya que la flora microbiana presente debe ser protectora y no competidora de *Pleurotus spp.*, esta condición no fue evaluada en este estudio. Finalmente es importante mencionar que en este experimento solamente se realizaron dos cosechas para los sustratos evaluados.

Sustrato	Peso total (g)	No. De individuos	Diámetro (cm)	EB (%)	TP	TB (%)
<i>Zea mays</i>	183.58±5.33a*	23.0±0.70a	5.46±0.23a	35.33±2.60a	0.66±0.04a	53.00±0.44a
<i>Tithonia tubiformis</i>	123.62±7.94b	18.33±2.25ab	5.14±0.30a	24.72±3.17ab	0.52±0.07ab	46.96±1.47a
<i>Melinis repens</i>	84.65±7.66b	10.33±0.33b	5.31±0.07a	17.0±1.52b	0.30±0.03b	21.60±1.20d
<i>Ipomoea intraoilosa</i>	84.79±12.90b	16.00±4.50ab	5.55±0.35a	17.5±5.50b	0.35±0.11b	36.96±2.27b
<i>Ipomoea murucoides</i>	131.56±17.49b	15.33±1.76ab	5.78±0.47a	26.31±0.00ab	0.52±0.01ab	29.20±2.05c
<i>p</i>	0.0002	0.0398	0.6757	0.0046	0.0082	<.0001
<i>C.V.</i>	17.26	28.38	13.09	18.98	20.58	9.69

**Cuadro 3. Valor medio (± error estándar) del crecimiento final, eficiencia biológica (EB), tasa de producción (TP) y tasa de biodegradación (TB) de *Pleurotus ostreatus* como respuesta a la aplicación de diferentes sustratos naturales.**

\*Medias con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). C.V: coeficiente de variación.

### Tasa de producción

Se presentaron diferencias estadísticas para esta variable, *Z. mays* con 0.66 presentó el mejor valor, el cual fue estadísticamente diferente con *M. repens* e *I. intraoilosa*, con incrementos del 120 y 88.57 % respectivamente, respecto a *I. murucoides* y *T. tubiformis* no hubo diferencias significativas (Cuadro 3). Bernabe *et al.*, (2004) utilizando rastrojo de maíz (5kg de sustrato húmedo), paja de arroz (4kg de sustrato húmedo), bagazo de maguey (4kg de sustrato húmedo) y rastrojo de jícama (5kg de sustrato húmedo), como sustratos para la producción de *Pleurotus pulmonaris*, después de tres cosechas encontraron valores para TP de 2.80, 2.79, 1.60 y 0.80 respectivamente, la cantidad de semilla adicionada fue a razón de 4% con base en el peso húmedo de los sustratos. Romero *et al.*, (2013) al evaluar paja de trigo, cebada, bagazo de café deshidratado, rastrojo de maíz y de frijol como sustratos para la producción de *P. ostreatus*, encontraron TP de 1.92, 1.65, 1.54, 0.93 y 1.28%. Gaitan *et al.*, (2013) al evaluar cinco cepas diferentes de *Pleurotus pulmonaris* sobre cebada fermentada encontraron TP entre 0.52 y 1.32. Los valores obtenidos para EB, propiciaron los valores bajos para TP obtenidos en este experimento.

### Días a cosecha

Para el primer corte, los sustratos que generaron producción en un menor tiempo fueron *Z. mays* y *T. tubiformis*, con 32 días, 1, 10 y 15 días más precoz comparado con *I. murucoides*, *I. intraoilosa* y *M. repens* respectivamente (Cuadro 1). En el segundo corte el menor número de días a cosecha lo presentó *T. tubiformis* con 47 días, 3, 5, 8 y 12 días más precoz que *I. murucoides*, *I. intraoilosa*, *Z. mays* y *M. repens* respectivamente (Cuadro 2). Los días

a cosecha difieren a lo encontrado por Romero *et al.*, (2013) quienes encontraron periodos de cosecha en un mayor tiempo, cosecha a los 62 días en el sustrato de paja de trigo, en cebada fue de 68 días, en el sustrato de bagazo de café deshidratado fue de 71 días, en la pajilla de frijol 72 días y el mayor periodo de producción lo obtuvo el rastrojo de maíz con 83 días, con un total de 3 cosechas por sustrato. Resultados similares fueron encontrados con Bernabe *et al.*, 2004, estos autores encontraron que rastrojo de maíz, paja de arroz, bagazo de maguey -y rastrojo de jícama, como sustratos para la producción de *Pleurotus pulmonaris*, requieren de 54, 47, 49 y 62 días para producción total.

### Tasa de biodegradación

El valor más alto para esta variable se obtuvo con *Z. mays* el cual fue estadísticamente diferente con *M. repens*, *I. murucoides* e *I. inraoilosa* el incremento porcentual fue de 145.37, 81.50 y 43.39 % respectivamente, comparado con *T. tubiformis* no hubo diferencias significativas (Cuadro 3). Romero *et al.*, (2013) al evaluar paja de trigo, cebada, bagazo de café deshidratado, rastrojo de maíz y de frijol como sustratos para la producción de *Pleurotus*, encontraron TB de 56.73, 53.27, 55.41, 41.15 y 51.54 %, las cuales son similares a las obtenidas con *Z.mays* y *T. tubiformis*. Romero *et al.*, (2010) al evaluar paja de trigo, cebada, hoja de plátano, rastrojo de maíz y de frijol como sustratos para la producción de *Pleurotus*, encontraron TB de 61.0, 55.99, 64.46, 60.56 y 42.70 % respectivamente. Los valores encontrados para *Z. mays* y *T. tubiformis* son positivos e indican que para cada sustrato *P. ostreatus* es capaz de convertir hasta un 53.00 y 46.96 % del sustrato en alimento para consumo humano.

## CONCLUSIONES

El uso de los diferentes sustratos evaluados promovió el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*, con *Zea mays* se obtuvieron los mejores resultados para las variables peso total, número de individuos, eficiencia biológica, tasa de producción y tasa de biodegradación.

Los residuos de *Zea mays*, *Ipomoea murucoides* y *Tithonia tubiformis* utilizados en el cultivo del hongo, presentaron los mejores valores de eficiencia biológica y tasas de producción, lo cual indica que pueden representar una alternativa viable para ser utilizados como sustratos en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

Las variables diámetro de pileo y número de individuos no mostraron diferencias significativas con los sustratos evaluados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Al-Momany, A., Ananbeh, K. 2011. Conversion of agricultural wastes into value added product with high protein content by growing *Pleurotus ostreatus*. *Environ. Earth Sci.* 9:1483–1490.
- Ananbeh, K. M. 2003. Production of oyster mushroom on different agricultural wastes available in Jordan. M. Sc. Thesis, Jordan University, Jordan.
- Ananbeh, K. M., Almomany, A. R. 2005. Production of oystermushroom *Pleurotus ostreatus* on olive cake agro waste. *Dirasat Agric. Sci.* 32:64–70.
- Arenas, M.D. 1992. Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 64 p.
- Baysal, E., Peker, H., Kemal, M., Temiz, A. 2003. Cultivation of oyster mushroom on waster paper with some added supplementary materials. *Bioresour. Technol.* 89:95-97.
- Bernabé, G. T., Cayetano, C. M. 2004. ¿Cómo cultivar hongos del cañahuate sobre residuos agrícolas?. Folleto Técnico. Universidad Autónoma de Guerrero y Fundación Produce del Estado de Guerrero. *Tecnologías Produce 1*: 12-15.



- Bernabé, G. T., Cayetano, C. M., Adán, D. A., Torres, P. M. A. 2004. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* sobre diversos subproductos agrícolas de Guerrero, México. *Rev. Mex. Micol.* 18:77-80.
- Buah, J. N., Van Der Puije, G. C., Bediako, E. A., Abole, E. A. y Showemimo, F. 2010. The Growth and Yield performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates. *Biotechnology* 9(3): 338-342.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Consultado en línea el 20 de marzo de 2016. <http://www.conabio.gob.mx/>.
- Croan, S. C. 2000. Conversion of wood waste into value added products by edible and medical *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. Species (Agaricales s.I. Basidiomycetes). *Int. J. Med. Mush.* 2:73–80.
- Danciang, C. 1986. Culture of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Florida) on five farms wastes at different levels of ammonium sulfate [Philippines]. CLSU [Central Luzon State University]. *Scientific Journal*. (Philippines). Vol.6, N°1, p 64.
- Das, N. y Mukherjee, M. 2007. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants. *BioResource Technology* 98: 2723 – 2726.
- Díaz, R. A., Flores, E., De Luna, A., Luna, J. J., Frías, J. T., Olalde, V. 2012. Biomasa aérea, cantidad y calidad de semilla de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. *Rev Mex. Cienc. Pec.* 3(1):33-47.
- Fanadzo, M., Zireva, D. T., Dube, E., Mashingaidze, A. B. 2010. Evaluation of various substrates and supplements for biological efficiency of *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus ostreatus*. *Afr. J. Biotechnol.* 9:2756–2761.
- Frimpong, M. J., Obodai, M., Dzomeku, M. y Apertorgbor, M. M. 2011. Influence of rice husk on biological efficiency and nutrient content of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kummer. *International Food Research Journal* 18: 249-254.
- Fujihara, S., Kasuga, A., Sugahara, T., Hashimoto, K., Shimizu, T., Nakazawa, Y. 2000. Nitrogen content of shiitake mushroom [*Lentinus edodes* (berk.) Sing] cultivated on Sawdust medium and dependence on that in the medium. *J. Japan. Soc. Food Sci. Technol.* 47:191-196.
- Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez, M. R., Mata, G. 2009. Evaluación de la eficiencia biológica de cepas de *Pleurotus pulmonarius* en paja de cebada fermentada. *Revista Mexicana de Micología* 30:63-71.
- Garcés, M. A. M., Vélez, C. N., Ruíz, A. S., Serna, D. J. G., Suárez, H. E. 2005. Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo de hongos comestibles. *Revista Lasallista de Investigación* 2: 15-20.
- García, S. L. 2007. Decoloración fúngica de efluentes industriales con colorantes azo en sistemas de biofiltración con diferentes empaques orgánicos. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 149 p.
- Garzón, G. J. P., Cuervo, A. J. L. 2008. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. *NOVA - Publicación Científica en ciencias biomédicas* 10:101-236.
- Getahun, A. 2011. Successful Oyster (*Pleurotus ostreatus*) Mushroom Cultivation substrates Performance, Yield, Quality and efficiency of Mushroom Production, USA. pp 25.
- Hadder, Y., Kerem, Z. y Gorodecki, B. 1993. Biodegradation of lignocellulosic agricultural wastes by *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Biotechnology* 30:133-139.
- Huerta, G., Martínez, C. D., Sánchez, J. E., Hermilo, Leal L. H. 2009. Grupos de interesterilidad y productividad de cepas de *Pleurotus* de regiones tropicales y subtropicales de México. *Revista Mexicana de Micología* 30:31-42.
- Kholoud, M. A., Nahla, A. B., Nadia, S. A. K. 2014. Evaluation of various substrates and supplements for biological efficiency of *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Biotechnology* 19:2756-2761.
- Levanon, D., Danai, O., Masaphy, S. 1993. Aspects of selecting organic wastes as substrates for edible fungi. In: Zjalic, M. (Ed.), *Mushroom Production and Research*, 23. FAO REUR Techn. Ser. pp. 109–119.
- López, C., Hernández, R., Suárez, C. y Borrero, M. 2008. Evaluación del crecimiento y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca. Disponible en línea en: [www.javeriana.edu.co/universitas\\_scientiarum](http://www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum) Vol. 13 N° 2, 128-137.
- March, I. J., Martínez, M. J. 2007. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México. IMTA-CONABIOGECI-Arid América-The Nature Conservancy. Jiutepec, Mor.

- Marquina, D. 2005. Producción de biomasa de hongos celulolíticos para la degradación de residuos celulósicos. Universidad Complutense de Madrid. 47 p.
- Martínez, L. R., Castelán, O. O. A., González, R. M., Estrada, F. J. G. 2011. Determinación de la calidad nutritiva, fermentación *in vitro* y metabolitos secundarios en arvenses y rastrojo de maíz utilizados para la alimentación del ganado lechero. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14:525-536.
- Melgoza, C. A., Balandrán, V. M. I., González, R. M., Pinedo, Á. C. 2014. Biología del pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4:429-442.
- Muez, M. A., Pardo, J. 2001. La preparación del sustrato. In: Sánchez, J. E., D. J. Royse (eds.), La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. El Colegio de la Frontera Sur. Limusa-Grupo Noriega Editores. México, D.F. pp. 159-186.
- Nair, N., Song, C., Jiang, J., Cho, K. 1989. Lipid profile of *Pleurotus* spp. *Annual Applied Biology* 114: 165-176.
- Oh, S. J., Kong, W. S., Kim, H. K., Fermor, T. R. 2000. Studies on the effect of vinyl covering on *Pleurotus ostreatus* spp. Cultivation improved picking efficiency of *P. ostreatus* and *P. sajor-caju*. *Sci.Cult. Edible Fungi* 2:949-953.
- Prado, M. M., Anzaldo, H. J., Becerra, A. B., Palacios, J. H., Vargas, R. J. J. y Renteria, U. M. 2012. Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *Madera y Bosques* 18:37-51.
- Rajarathnam, S., Bano, Z., Patwardhan, M. 1986. Nutrition of the mushroom *Pleurotus flabellatus* during its growth on paddy straw substrate. *J-Hortic-Sci.*61:223-232.
- Rivera, O. R. L., Martínez, M., Carlos, A., Morales, V. S. 2013. Evaluación de residuos agrícolas como sustrato para la producción de *Pleurotus ostreatus* *Revista Luna Azul* 37:89-100.
- Rizki, M., Tamai, Y. 2011. Effects of different nitrogen rich substrates and their combination to the yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *World J. Microbiol. Biotechnol* 27:1695-1702.
- Rodrigues da Luz, J. M., Dias, N. M., Albino, P. S., Pereira, T. D., Cássia, S. M., Megumi, K. M. C. 2012. Lignocellulolytic enzyme production of *Pleurotus ostreatus* growth in agroindustrial wastes. *Brazilian Journal of Microbiology* (2012): 1508-1515.
- Romero, J., Rodríguez, G. y Pérez, A. 2012. *Pleurotus ostreatus*. Importancia y tecnología de cultivo. Biblioteca Virtual de las Ciencias en Cuba [en línea]. Obtenido el 3 de junio de 2012, desde <http://www.bibliociencias.cu/gsd/>.
- Romero, A. O., Hernández, T. I., Conrado, P. L., Márquez, S. M. N. Amaro, L. J. L. 2013. Evaluación de bagazo de café (*Coffea arabica*) como sustrato en la producción de *Pleurotus ostreatus* *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. XVII, núm. 33:472-481.
- Ruilova, C. M. B., Hernández, M. A. 2014. Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 48, núm. 1, pp. 54-59. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar.
- Sánchez, J. E., Royse, D. J. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Limusa-Grupo Noriega Editores. México, D.F.
- Sánchez, A., Ysunza, F., Beltrán, G. M., Esqueda M. 2002. Biodegradation of viticulture wastes by *Pleurotus*: A source of microbial and human food and its potential use in animal feeding. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50:2537-2542.
- Sánchez, J., Royse, D. 2001. La Biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. LIMUSA, México. Cap. VIII. pp. 168-170.
- Sivaprakasam, K., Kandasawmy, T. K. 1981. Waste material for the cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. *Mush. J.* 101:178-179.
- Souza, L., Velini, E. D., Maimoni-Rodella, R. C. S., Martins, D. 1999. Teores de macro e micronutrientes e a relação C/N de varias espécies de plantas daninhas. *Planta Daninha* 17:163-167.
- Teran, R. A. 2010. Índice de consume de especies *Bouteloua gracilis* y *Melinis repens* y su efecto en la composición fisicoquímica del suelo. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. 86 p.
- Tisdale, T., Susan, E., Miyasaka, C., Hemmes, D. E. 2006. Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii, *World. J. Microbiol. Biotechnol* 22:201-206.

- Vásquez, L. P., Palma, C. F. J., López, S. C. 2014. Evaluación del crecimiento y eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en troncos de cazahuate (*Ipomoea murucoides*). *Revista Mexicana de Agroecosistemas Vol. 1 (Suplemento)*, 2014.
- Viziteu, G. 2000. Substrate-cereal Straw and Corn Cobs. In: *Mushroom Growers` Handbook 1*, Gush, R. (Ed.). P and F Publishers, USA., ISBN-10: 0932551068, pp: 86-90.
- Yildiz, S., Demirci, Z., Yalinkilic, M. K., Yildiz, U. 1997. Utilization of some lignocellulosic wastes as raw material for *Pleurotus ostreatus* cultivation in Northern Karadeniz region. *Proceeding of the XI world Forestry Congress. Vol 3. Antalya* 261.
- Yumi, S. y Duchi, N. 2007. Digestibilidad in vivo de rastrojo de maíz (*Zea mays*) tratado con urea y melaza en ovinos. *Ecociencia (Ecuador)* 1:49-54.
- Zadrazil, F. The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *P. florida*, *P. cornucopiae* and *P. eryngii*. *Mush Sc* 9:621-652
- Zavaleta-Roman, C. A. 2007. Producción de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fries) Kummer en sustratos regionales. Tesis. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. México. pp. 57-65.
- Zervakis, G., Philipposis, A., Ionnidou, S., Diamantopoulou, P. 2001. Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. *Folia Microbiol.* 46:231–234.