

PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, VARIEDAD B2 EN TRES SUSTRATOS

Juan Pereyda Hernández¹; José Manuel Castro Salas¹; Cesario Catalán Heverástico¹; Alejandro Sotelo Aguilar¹

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Periférico Poniente s/n, Frente a Colonia Villa de Guadalupe. Iguala, Gro. C.P. 40 015. Autor de correspondencia: pereyda.juan@gmail.com

Temática: Agronomía

RESUMEN

En espacio acondicionado con materiales de reciclaje (tablas de madera, polines, malla sombra) se evaluó la producción de carpóforos y eficiencia biológica de hongo seta *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, variedad B2, en tres sustratos diferentes (hojas de mazorcas de maíz, madera de ramas de “cazahuate” (*Ipomoea murucoides* Roen, Et Schult.) y avena, en tres fechas de siembra (octubre 03, noviembre 21 de 2022 y enero 08 de 2023), en diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones por sustrato. Se utilizó 1.2 kg en peso seco de cada sustrato, colocado en bolsa polietileno transparente de 50 x 70 cm. Se registró el peso fresco de carpóforos en tamaño comercial en cada bolsa (unidad experimental). En la primera siembra, la producción promedio de carpóforos fue 421.2 g en avena, 402.3 g en maíz y 350 g en cazahuate, siendo estadísticamente iguales. En la segunda fecha, avena promedió 739.3 g; cazahuate, 671.6 g y maíz, 579.3 g; avena superó estadísticamente en 9.1 y 21.6% a “cazahuate” y “maíz”, respectivamente. En la tercera fecha de siembra, “cazahuate” produjo 830 g; “avena”, 710.2 g y “maíz”, 619.2 g; “cazahuate”, aportó 14.4 y 25.4% más peso de carpóforos frescos que “avena” y “maíz”. En los tres sustratos se incrementó la producción de carpóforos en noviembre y enero, debido al ambiente fresco de la estación otoño – invierno en el Valle de Iguala, Guerrero, México. La eficiencia biológica fue 51.9, 44.4 y 51.4% en paja de “avena”, hojas de “maíz” y madera de “cazahuate”, respectivamente.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, eficiencia biológica, “avena”, *Ipomoea murucoides*.



INTRODUCCIÓN

En México existe enorme conocimiento tradicional de los hongos comestibles desde la época prehispánica. El vocablo Nanacatl, significa “carne”, perpetuándose en nombres de lugares como Nanacatepec (cerro de los hongos), Nanacamilpa (lugar donde crecen los hongos), entre otros, en alusión directa a la importancia de especies comestibles y/o medicinales (Martínez-Carrera, *et al.*, 1991; Gaitán-Hernández, *et al.*, 2006). El género *Pleurotus* es bastante apto para colonizar y fructificar en diferentes sustratos, sin embargo, el tipo de sustrato facilita o limita el desarrollo y formación de carpóforos (García-Rollan, 2007), sea por mayor o menor dureza de la madera, cantidades de celulosa, lignina y otros nutrientes disponibles, además, de la cantidad y tiempo de retención de humedad por los sustratos, entre otros factores. La humedad del sustrato y ambiental es sumamente importante (70 % mínima), temperatura entre 20 a 25 °C, luminosidad tenue y sitios bien ventilados; siendo condiciones determinantes en el crecimiento, desarrollo y fructificación de este hongo (Soto-Velazco y Arias, 2004). La temperatura ideal en el área de fructificación es 16 a 20 °C, cuando la temperatura es menor a 16°C, la colonización del sustrato es lento; por el contrario, con temperatura cercana a 40 °C, el crecimiento se detiene y no se forman carpóforos; los escasos cuerpos fructíferos que desarrollaron poco antes, se agrietan, tienen un aspecto seco y tamaño pequeño (Martínez-Carrera, *et al.*, 1991). El oxígeno es parte del intercambio de gases y deberá existir adecuada ventilación, de lo contrario, las piezas serán alargadas y muy raquílicas (Martínez-Carrera, 2015). El cultivo de hongos comestibles, es una actividad que no afecta al medio ambiente, por el contrario, en él se utilizan materiales de origen vegetal y animal, y se simula lo que ocurre en la naturaleza (Martínez-Carrera, 2015; Gobierno de México, 2019). Los materiales que se utilizaron en la preparación del sustrato para el cultivo de hongos, fueron residuos agrícolas, pecuarios y forestales, tales como paja de cereales, aserrín, papel, cartón, estiércol de caballo, pollo, conejo, entre otros, con adición de suplementos nitrogenados^{1/}. Este trabajo surge en la motivación de obtener alimentos de origen vegetal con elevado contenido proteico, que satisfaga necesidades de alimentos sanos, económicos y con identidad propia, apta para áreas rurales y urbanas, con miras a mejorar el nivel de vida, fomento del autoempleo y contribuir al bienestar social. La idea se sustenta en el aprovechamiento de materiales reciclables y subproductos agrícolas y forestales, por ser una tecnología fácil de implementar y alternativa como fuente secundaria de ingresos. El cultivo de hongo seta se realiza con diferentes técnicas, consistentes en sembrar el micelio en sustrato leñoso-celulósico húmedo y pasteurizado, envuelto o introducido en bolsas de plástico e incubado a 20-25 °C. El sustrato inoculado se coloca en sitios limpios, con poca luz y frescos, idealmente con temperatura entre 20 ± 3 °C, hasta que se formen las setas. A través de los años



se han experimentado distintos tipos de sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Bernabé-González *et al.*, 2004; García-Rollan, 2007). El objetivo planteado fue: Evaluar la producción y eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en tres sustratos y tres diferentes fechas de siembra en espacio con acondicionamiento rústico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en espacio con acondicionamiento rústico en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, campus Tuxpan, UAGro., en Iguala, Gro., México, Latitud 18° 20' 38.5" N., 99° 30' 05.7" W y altitud de 765 msnm. El clima de la región es Aw0 (w) (i) g, el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias de junio a octubre, precipitación media anual de 977.15 mm, mínima oscilación térmica y temperatura media anual de 27.7° C (García, 1991). La cepa utilizada de *Pleurotus ostreatus*, se obtuvo de Prodiset ^{2/} en semilla de “trigo” colonizada.

Los sustratos utilizados (= tratamientos) fueron: paja de “maíz”, ramas secas de “cazahuate” y paja de “avena”. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones, el ensayo se realizó en tres ocasiones. Se utilizó 1.2 kg de cada sustrato por bolsa. La primera siembra se realizó en octubre 03, la segunda en noviembre 21 de 2022 y la tercera en enero 08 de 2023. Las bolsas inoculadas se incubaron en oscuridad, hasta que el micelio blanco cubrió por completo el sustrato. Cuando se observaron primordios fructíferos, se incrementó la luminosidad, permitiendo más luz e hicieron pequeñas aberturas (4 cm de diámetro) alrededor de cada primordio fructífero, para facilitar la expansión y crecimiento de los carpóforos. Para garantizar alta humedad relativa en el sitio de incubación, durante el día, cada tres horas se aplicaron riegos directos al sustrato, piso y paredes. Adicionalmente, se colocaron dos cajones de madera llenos de tezontle, manteniéndolos húmedos en la fase crecimiento de los cuerpos fructíferos. La cosecha fue manual y se realizó cuando los carpóforos tuvieron el tamaño comercial. Se hizo registro del peso fresco de carpóforos (g) en cada cosecha, sumándose las cantidades para definir el rendimiento. La eficiencia biológica (porcentaje E.B) se determinó con la cantidad de hongo fresco (g) por bolsa de sustrato, dividido entre la cantidad utilizada de sustrato seco (g) y multiplicado por 100. La tasa de producción (T.P), es el porcentaje de eficiencia biológica, dividido entre el periodo de incubación más el tiempo de fructificación y multiplicado por 100. El rendimiento se estima dividiendo los g de hongo fresco entre g de sustrato húmedo por 100. Se realizó análisis de varianza a los datos promedio de producción de hongo de cada fecha de siembra y también a la suma de las cantidades de hongo fresco de las tres fechas de siembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de hongo seta es una alternativa alimentaria ecológica, porque permite aprovechar materiales y recursos disponibles en el entorno y de bajo costo, satisface a un sector de la población gustoso de este producto, por ser ingrediente esencial en la elaboración de platillos tradicionales, es alimento sano y de calidad. Además, el hongo coloniza bastante bien todo tipo de sustrato, siempre y cuando haya sido pasteurizado adecuadamente y los requerimientos de humedad y temperatura sean óptimos.

Producción de hongo seta por fecha de siembra. En el presente ensayo, los resultados pueden considerarse aceptables, presentándose la producción de carpóforos cosechados en las tres fechas de siembra en la Figura 1.

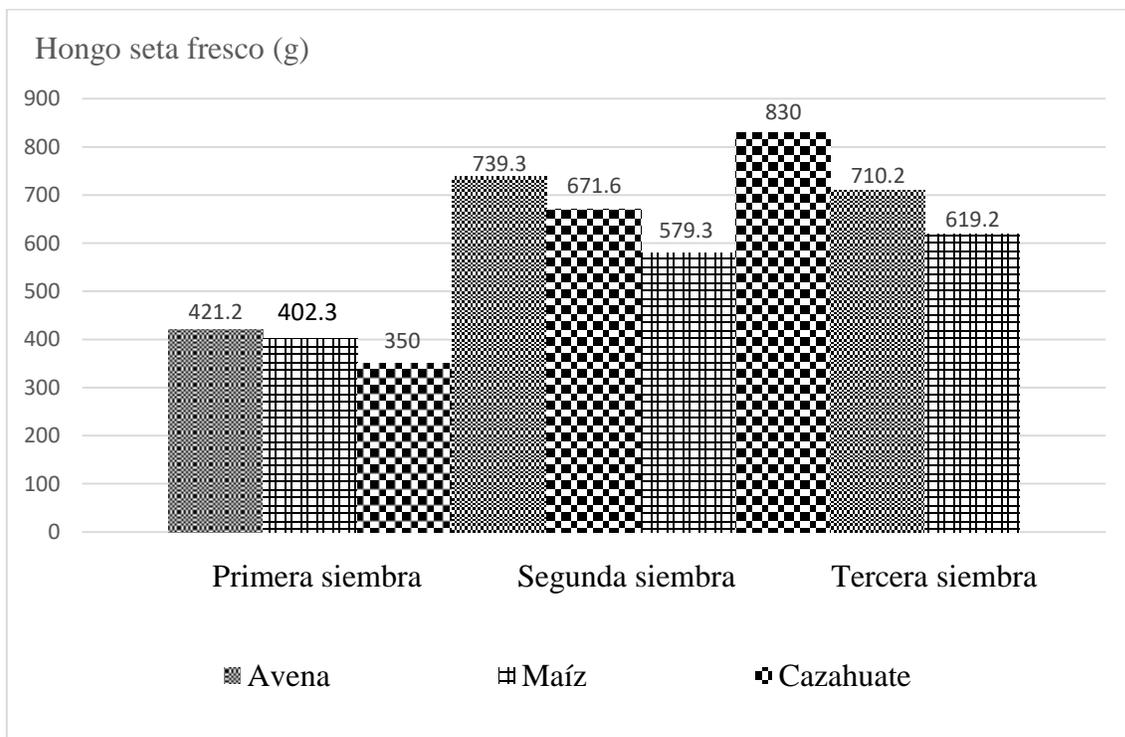


Figura 1. Cantidades de carpóforos de hongo seta fresco obtenidos en cada sustrato por fecha de siembra.

En la Figura 1, se observan ligeros incrementos en las cantidades de carpóforos cosechados en segunda y tercera fechas de siembra (21 de noviembre, 2022 y 08 de enero 2023), con tendencia semejante en cada sustrato, posiblemente por efecto de la temperatura del entorno, debido a que es natural que en ciertas horas en días soleados del mes de octubre, la temperatura supere los 30 °C.

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza de la producción de carpóforos de *P. ostreatus*.

Fecha de siembra	Sustrato	Produc (g) (promedio)	Coficiente determinación (R ²)	Coficiente variación (C.V)	F cal.	Significancia experimental <	Dif. Mínima significativa
Oct 03, 2022	Avena	421.2 a	0.07	31.73 %	0.44	0.65 N. S	209.46
	Maíz	402.3 a					
	Cazahuate	350.0 a					
Nov 21, 2022	Avena	739.3 a	0.498	11.505 %	5.54	0.0198 *	128.78
	Maíz	579.3 b					
	Cazahuate	671.6 ab					
Ene 08, 2023	Avena	710.2 ab	0.607	10.774 %	9.29	0.0036**	130.85
	Maíz	619.2 b					
	Cazahuate	830.0 a					

N. S, diferencia estadística no significativa.

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

*, Diferencia estadística significativa a 95% de probabilidad.

**, Diferencia estadística altamente significativa a 99% de probabilidad.

En cambio, noviembre y enero registran temperaturas más frescas. Los resultados del análisis estadístico de los datos de producción de hongo seta, se presentan en el cuadro 1.

Producción promedio de hongo fresco en tres siembras

El peso promedio fresco de hongo seta de las tres fechas de siembra mostró diferencias altamente significativas entre siembras ($P \leq 0.01$), diferencias significativas entre sustratos ($P \leq 0.05$) e interacción siembra por sustrato ($P \leq 0.05$). El coeficiente de determinación ($r^2 = 0.77$), indicó que las fechas de siembra y sustratos definieron aproximadamente en 80 % el peso fresco del hongo obtenido y el coeficiente de variación resultó moderado en 16.1 %. Cánovas y Díaz (2007) señalan que cualquier desecho vegetal o en combinaciones, son de utilidad para el cultivo de hongos, haciendo énfasis en que *Pleurotus ostreatus* necesita más carbono que nitrógeno; pero si existe excesiva cantidad de carbono, al agotarse el nitrógeno, se disminuirá el crecimiento y reproducción del hongo. El mayor peso de hongo fresco se obtuvo en la siembra de enero 08, 2023 pero estadísticamente fue igual a la producción de la siembra de noviembre 21, 2022; ambas siembras superaron estadísticamente a la siembra de octubre 03, 2022.

Cuadro 2. Comparación de promedios (Tukey, $P \leq 0.01$) de peso fresco del hongo (g), con respecto a la siembra.

Siembra	Media (g)	Grupo de Tukey
Ene 08, 2023	719.8	A
Nov 21, 2022	663.4	A
Oct 03, 2022	391.1	B

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales.

Diferencia mínima significativa = 85.069 g.

El análisis de varianza también indicó diferencias estadísticas entre sustratos (Cuadro 3), con mayor peso de hongo fresco en “avena”, siendo estadísticamente igual al de “cazahuate”, pero superior al de “maíz”.

Cuadro 3. Peso promedio de hongo fresco (g) de las tres siembras en los sustratos evaluados (Tukey, $p \leq 0.05$).

Sustrato	Media (g)	Grupo de Tukey
Avena	623.57	A
Cazahuate	617.20	A B
Maíz	533.60	B

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales.

La diferencia mínima significativa = 85.069 g.

En general, *Pleurotus ostreatus* se cultiva en materiales lignocelulosicos de fácil adquisición y alta disponibilidad, los cuales constituyen los compuestos orgánicos más abundantes del planeta; siendo común su cultivo en residuos agrícolas. Es extenso el listado de materiales empleados como sustrato básico para producción de *Pleurotus ostreatus* (Cánovas y Díaz, 2007), posiblemente más de 500, cuyas relaciones carbono/nitrógeno varían de 32/1 a 600/1. En periodo de lluvias, este hongo desarrolla de manera natural en madera de ramas y troncos secos de “cazahuate”, de donde deriva el nombre “orejas de “cazahuate”. Es importante resaltar que los carpoforos adquieren aroma del sustrato en que crecen, en consecuencia, el producto obtenido en ramas y troncos del citado árbol, presentan un aroma intenso y característico a vegetación, a diferencia del ligero olor a nixtamal en producto cosechado en hojas de “maíz”. La producción de hongos seta en ramas y troncos de “cazahuate” ocurre de manera natural en lugares con poblaciones y comunidades densas de este árbol, particularmente en la temporada de lluvias, los cuales son buscados por recolectores locales para disponer de alimento y/o ingresos económicos por venta del producto. La metodología descrita en el presente documento, hace posible ampliar la disponibilidad de este producto a otras estaciones del año y también promueve el cuidado y aprovechamiento de la vegetación del entorno, porque esta alternativa, plantea continuidad al proceso natural, debido a que la producción de hongo seta en México, se inició sobre troncos de madera (Martínez-Carrera *et al.*, 1991).

Los datos promedio de producción de peso fresco de hongo (g) (Figura 2), se utilizaron en la estimación de eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento (Cuadro 4), observándose valores más altos de eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento en “avena”, con mínima diferencia respecto al sustrato “cazahuate”.

Cuadro 4. Parámetros promedio de eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento de *P. ostreatus* en tres tipos de sustrato.

Sustrato	Eficiencia biológica	Tasa de producción	Rendimiento (g)
Avena	155.9	389.75	89.1
Cazahuate	154.3	385.75	b
maíz	141.1	352.71	76.22





TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Figura 2. Carpóforos de hongo seta en paja de avena (a), madera de ramas de caahuate (b, c) y hojas de mazorca de maíz (d).

CONCLUSIONES

1. En la siembra de octubre 03, 2022, producción de hongo fresco en cada sustrato fue estadísticamente igual, aunque “avena” aportó 4.5 y 16.9 % más producto que “maíz” y “caahuate”, respectivamente.
2. En la siembra de noviembre 21, 2022, la producción más alta de carpóforos se obtuvo en “avena”, que superó en 9.15 y 21.65 % la cantidad registrada en “caahuate” y “maíz”, respectivamente.
3. La siembra de enero 08, 2023, aportó mayor peso fresco de hongo y “caahuate” superó en 14.4 y 25.4% al registrado en “avena” y “maíz”, respectivamente.
4. En promedio final, el sustrato “avena” superó en 1.0 y 14.4 % a “caahuate” y “maíz”, respectivamente.
5. La eficiencia biológica, tasa de producción y rendimiento fueron más altos en “avena”, con diferencia mínima y no significativa, respecto a “caahuate”.
6. Los sustratos “avena” y “caahuate” resultaron los más apropiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernabé-González, T.; Cayetano- Catarino. M.; Adán-Díaz, A. y Torres-Pastrana, M. A. (2004). Cultivo de *Pleurotus pulmonarius*, sobre diversos subproductos agrícolas de Guerrero, México. Revista Mexicana de Micología, vol. 18 (julio):77-80.
- Cánovas, F y Díaz, J. (2007). Cultivos sin suelo. Curso Superior de Especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería, 165 p.



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Gaitán-Hernández, R.D., D. Salmones, R. Pérez Merlo y G. Mata. (2006). Manual práctico del cultivo de Setas. Aislamiento, siembra y producción. Instituto de Ecología, A.C. Veracruz, México, 56 p.

García, E. (1991). Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen 3ª Ed. Corregida y aumentada. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

García-Rollan, M. (2007). Cultivo de setas y trufas. Ed. Mundi prensa. P. 107-146. Madrid, España. Disponible: <https://books.google.com.mx/books?id=k8ai248ofKsC&pg=PA255&lpg=PA255&dq=#v=onepage&q&f=false>

Gobierno de México. Secretaría de Bienestar. (2019). Cultivo de setas, una actividad agrícola con potencial. <https://www.gob.mx/bienestar/articulos/cultivo-de-setas-una-actividad-agricola-con-potencial>. Consulta: nov. 28, 2024.

Martínez-Carrera, D., R. Leven, P. Morales, M. Sobal y A. Larqué-Saavedra. (1991). Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo (CONACYT) 96:33-43.

Martínez-Carrera, D. (2015). La luz: factor detonador y regulador en la reproducción de hongos. En línea: <https://boletinboeces.wordpress.com/2015/03/03/la-luz-factor-detonador-y-regulador-en-la-reproduccion-de-hongos/> Consulta: nov. 28, 2024.

Soto-Velazco C. y Arias, A. (2004). El cultivo de las setas (*Pleurotus* spp.): una tecnología de producción de alimentos. Ed. Cuellar. 89 p

Citas electrónicas

¹Inecol, <http://acervo.inecol.edu.mx/CatalogoWebInecol/Home/BusquedaSimpleEjemplares?searchString=Cultivo%20Pleurotus&nombrebib=Biblioteca%20Central&idbib=1®istros=15>, Consulta: nov. 28, 2024

^{2/} Prodiset, https://www.facebook.com/p/Prodiset-productora-y-distribuidora-de-setas-100063968655859/?locale=es_LA