

Glóquidas de tuna para la producción comercial de hongo seta

Luisa De Jesús-Rivera¹
María Edna Álvarez-Sánchez^{1§}
Filemón Ramírez-Pérez¹
Ranferi Maldonado-Torres¹

¹Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230.

§Autora para correspondencia: edna-alvarez30@yahoo.com.mx.

Resumen

Se valoró a las glóquidas de tuna como componente mejorador de sustrato para la producción comercial de carpóforos de *Pleurotus sp* a través de los parámetros de productividad precocidad (P), eficiencia biológica (%), (EB), rendimiento (%), (R), tasa de producción (%), (TP) e indicadores económicos. Glóquidas en forma entera (EE) o molida (EM) fueron mezcladas con paja de avena (RA) en proporciones 20%, 30% y 40%, además del testigo tradicional (100% paja de avena) en un diseño completamente al azar con seis repeticiones por tratamiento. La cosecha inició 30 días después de la siembra del micelio, en el momento en que la lámina de los carpóforos presentaba bordes adelgazados. Las variables respuesta fueron sometidas a un análisis de varianza y comparación de medias con un nivel de confianza de 95%. La adición de glóquidas molidas disminuyó significativamente el número de días (P) necesarios para la colonización con respecto al testigo. Los mejores tratamientos para la producción comercial fueron: 60RA-40EM con porcentaje de rendimiento (R) de 38.3 ± 10.9 , EB de $132.3 \pm 37.5\%$ y TP de $3 \pm 0.9\%$ y el tratamiento 70RA-30EM con R de $38.2 \pm 9.4\%$, EB de $124.7 \pm 30.7\%$ y TP de $3 \pm 0.6\%$. Los sustratos con glóquidas enteras también cumplieron el criterio de calidad productiva, con R mayores al 10% y EB superiores al 100%. El uso de 40% de EM representó un ahorro en el consumo de paja con un incremento en la ganancia neta anual de \$3 353.53, con respecto al manejo tradicional de producción. El subproducto de desecho procedente del beneficiado de la tuna es una opción económicamente factible para la producción comercial de *Pleurotus sp*.

Palabras clave: *Pleurotus sp.*, carpóforos, parámetros productivos, sustratos.

Recibido: julio de 2022

Aceptado: octubre de 2022

Introducción

La tuna de *Opuntia albicarpa* Scheinvar es utilizada en la obtención de una amplia variedad de productos. Dentro del proceso de beneficiado de la tuna se produce una gran cantidad de glóquidas, que de acuerdo con Ulloa-Leitón *et al.* (2021), por cada tonelada de tuna limpia se generan 65 kg de este material carente de utilidad para los productores; dado su difícil manejo, su resistencia a la degradación natural, incluso la quema, se desecha en bolsas plásticas en los tiraderos, generando un problema de contaminación ambiental. Los estudios de este subproducto indican que su resistencia a la descomposición microbiana se debe a su alto contenido de celulosa (41.14%), hemicelulosa (41.21%) y lignina (5.27%) en estado cristalizado (Ulloa-Leitón *et al.*, 2021).

Algunos autores mencionan que estas estructuras pueden debilitarse por acción de hongos como *Pleurotus ostreatus*, conocido por su capacidad de convertir desechos agrícolas lignocelulósicos en alimentos (Nieto y Chegwin, 2010). La producción de *P. ostreatus* (hongos setas) se sustenta en aprovechar residuos agrícolas lignocelulósicos como sustrato para producir alimento con alto contenido proteico dependiendo de la especie de hongo seta y del sustrato (Bermúdez *et al.*, 2007; Jeznabadi *et al.*, 2016; Valencia *et al.*, 2018; España-Rodríguez *et al.*, 2021).

Entre los sustratos más usados en la producción de setas comestibles destacan: rastrojo de maíz, paja de trigo y bagazo de caña de azúcar, que acorde con lo reportado por Ruilova-Cueva y Hernández-Monzón (2014) presentan contenidos de celulosa entre 42%-52%, hemicelulosa de 16%-27% y lignina de 7% a 14%. En este contexto, Gaitán-Hernández y Silva-Huerta (2016) probaron paja de avena, cuyos contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina se encuentran dentro del rango mencionado, resultó adecuada para la producción de *Pleurotus* sp.; con este sustrato, los parámetros productivos fueron de 120.3% (± 15.4) en eficiencia biológica (EB), 1.6% (± 0.2) tasa de producción (TP) y 27.7% (± 3.5) en rendimiento (R), con diámetros de píleos entre 5 y 9.9 cm.

Con base en los referentes anteriores y a los resultados exitoso del uso de glóquidas dentro de la composición del sustrato para la producción de micelio de *Pleurotus* sp. (De Jesús-Rivera, 2020; De Jesús-Rivera *et al.*, 2022), las glóquidas de tuna reúnen características deseables para su aprovechamiento como sustrato en la producción de setas, en consecuencia, dar valor agregado a este desecho de la producción tunera. Los productores de tuna del poblado de San Felipe Teotitlán, municipio de Nopaltepec, muestran gran interés en reducir la presión ambiental que se genera por los residuos de esta actividad agrícola.

En la búsqueda de opciones que produzcan valor agregado a las glóquidas de los frutos, la presente investigación tuvo como objetivo valorar las glóquidas de tuna como componente mejorador de sustrato para la producción de *Pleurotus* sp.; a través, de parámetros de productividad y factibilidad económica como alternativa de aprovechamiento.

Materiales y métodos

Características del experimento y tratamientos

Se utilizaron glóquidas de tuna obtenidas del ciclo de producción 2018 y 2019, del poblado de San Felipe Teotitlán, municipio de Nopaltepec, Estado de México. De acuerdo con Ulloa-Leitón *et al.* (2021), las glóquidas contienen 41% (± 0.2) de celulosa, 41% (± 0.2) de hemicelulosa y 5.27% (± 0.2) de lignina, con densidad de 0.1574 g ml^{-1} .

El micelio (F2) utilizado se obtuvo por siembra directa (micelio-micelio) en granos de sorgo y mezcla de glóquidas molidas y enteras a partir de la cepa de la colección de Instituto de Ecología, AC (INECOL) (Jesús-Rivera, 2020; De Jesús-Rivera *et al.*, 2022). Los tratamientos consistieron en la mezcla de paja de avena, con proporciones de glóquidas molidas (EM) o enteras (EE) como se indica en el Cuadro 1. El testigo consistió en utilizar sólo paja de avena, sustrato tradicional para estos fines de producción. En total se emplearon siete tratamientos en un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones.

Cuadro 1. Proporciones en porcentaje de los materiales utilizados en la preparación del sustrato por tratamiento.

| Tratamiento | Paja de avena | Glóquidas enteras | Glóquidas molidas |
|-------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Testigo | 100 | 0 | 0 |
| 80RA-20EE | 80 | 20 | 0 |
| 70RA-30EE | 70 | 30 | 0 |
| 60RA-40EE | 60 | 40 | 0 |
| 80RA-20EM | 80 | 0 | 20 |
| 70RA-30EM | 70 | 0 | 30 |
| 60RA-40EM | 60 | 0 | 40 |

RA= rastrojo de avena; EE= glóquidas enteras; EM= glóquidas molidas.

Preparación del sustrato

Previo a la preparación de los tratamientos, se limpiaron las glóquidas retirando las basuras más grandes. En la paja de avena se desechó el rastrojo que contenía tierra y todo aquel material que fuera distinto al sustrato requerido y se fraccionó en porciones de 8 a 10 cm. Las mezclas de cada unidad experimental se colocaron en bolsas de tela (organza) con capacidad de 6 kg debidamente etiquetadas. Se registraron los pesos secos y se cerraron, posteriormente se pasteurizaron durante 20 min a 85 °C (Figura 1).



Figura 1. Preparación del sustrato: a) picado de paja; b) mezclado y cierre de costales; y c) pasteurización.

Una vez concluida la pasteurización, se suspendió la bolsa para eliminar el exceso de agua. El área de siembra y drenado se desinfectó con solución de jabón y cloro, los anaqueles se limpiaron con gel antibacterial. La mezcla drenada se dispersó en un cernidor con el fin de llevarlo a temperatura ambiente, posteriormente se alcalinizó espolvoreando $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Figura 2).



Figura 2. Preparación del sustrato a) drenado, b) enfriado, c) alcalinización con $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

El micelio (Figura 3a y 3b), se colocó en un recipiente para homogeneizarlo, posteriormente se sembró intercalando una capa de aproximadamente 5 cm de sustrato y una capa de micelio, hasta alcanzar un peso entre 2 a 3 kg, en bolsas de plástico transparente de 50x70 cm. En éstas se realizaron ocho orificios de 1cm de diámetro para favorecer la aireación, posteriormente, las unidades experimentales se cerraron, etiquetaron y se colocaron en anaqueles de incubación (Figura 3c y 3b). Se registraron los datos de temperatura y humedad ambiental (Cuadro 2).



Figura 3. Siembra a) micelio homogeneizado; b) siembra; c) etiquetado; y d) área de incubación.

Cuadro 2. Registro de temperatura y humedad durante etapa de producción.

| Semana | Temperatura externa (°C) | Temperatura interna (°C) | Humedad relativa (%) |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Periodo de incubación | | | |
| 1 (8-14) | 32.8 | 29.4 | 38.1 |
| 2 (15-21) | 32.3 | 29 | 38.7 |
| 3 (22-28) | 29.1 | 26 | 35 |
| Aparición de primordios | | | |
| 4 (29-04) | 29.1 | | 34.3 |

| Semana | Temperatura externa (°C) | Temperatura interna (°C) | Humedad relativa (%) |
|------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| | | Cosecha | |
| 5 (5-11) | 29 | | 62.9 |
| 6 (12-18) | 24.8 | | 85.3 |
| | | Reposo sin riego | |
| 7 (19-25) | 30 | | 62 |
| | | Cosecha | |
| 8 (26-2) | 25.9 | | 84.1 |
| 9 (3-9) | 21.4 | | 87.4 |
| 10 (10-16) | 21.5 | | 83.1 |

A los 21 días de establecido el experimento inició la aparición de primordios (Figura 4a) y partiendo de este indicador los riegos se aplicaron cada 12 h para favorecer el aumento de la humedad relativa. La recolección de carpóforos ocurrió nueve días después de la aparición de primordios, cuando la lámina de éstos presentaba bordes adelgazados (Figura 4b). Las setas colectadas se pesaron y se colocaron en bolsas de 500 g para su venta (Figura 4c).



Figura 3. a) aparición de primordios, b) carpóforos con bordes adelgazados; y c) carpóforos para venta.

Variables evaluadas

Los parámetros productivos de *Pleurotus* sp., se evaluaron con base a precocidad, eficiencia biológica, rendimiento y tasa de producción, tomando como referencia lo propuesto por Gaitán-Hernández *et al.* (2009) donde precocidad es el tiempo que transcurre entre el día de la inoculación y el día en que aparecen los primeros primordios o carpóforos. Se expresa en número de días.

Eficiencia biológica (% , EB): expresa el grado de bioconversión de energía a partir de la biodegradación del sustrato, definida por la relación entre el peso fresco de los cuerpos fructíferos y el peso seco del sustrato usado para su producción para la suma de las cosechas (Barba-Chávez y López-Cruz, 2017). $EB \% = \frac{\text{Peso del hongo fresco (g)}}{\text{Peso del sustrato seco (g)}} \times 100$. Rendimiento (% , R): es la relación en

porcentaje entre el peso fresco del hongo y el peso del sustrato húmedo. $R\% = \frac{\text{Peso del hongo fresco (g)}}{\text{Peso del sustrato húmedo (g)}} \times 100$.

Tasa de producción (% , TP): este indicador provee información importante del recambio que existe entre cada lote que se cultiva y se relaciona con la efectividad del proceso; a través, del tiempo de siembra, incubación, fructificación y cosecha. La tasa de producción es la relación en porcentaje, entre la eficiencia biológica y el tiempo requerido para la cosecha; es decir, representa la eficiencia biológica diaria (Barba-López y López-Cruz, 2017). $TP (\%) = \frac{EB}{\text{Precocidad (días)} + \text{periodo de fructificación(días)}}$

Análisis estadístico

Debido a que las variables respuesta no presentaban medias continuas, los valores de los parámetros evaluados se transformaron a rangos para el análisis de varianza. Se estimaron las medias de los tratamientos y la desviación estándar correspondiente, también se aplicó la prueba LSD para la comparación correspondiente con un nivel de confianza de 95%. Los datos se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis Software (SAS) con número de licencia 70074773.

Valoración económica

La valoración económica se realizó con el fin de estimar el beneficio que se obtiene cuando se recurre al uso de materiales alternativos como mejoradores del sustrato tradicional de producción, que normalmente se compra. De acuerdo con los datos reportados por Gaitán-Hernández (2007) y la experiencia del productor(a), se consideraron los siguientes parámetros: capacidad instalada, producción por ciclo productivo, producción neta, costos de insumos para la producción, costo del sustrato por ciclo de producción, precio actual del producto al consumidor y el ingreso neto por kilogramo de hongo fresco producido.

Resultados y discusión

Parámetros productivos

El análisis de significancia de los tratamientos sobre las variables evaluadas, así como la prueba de medias LSD, indicaron que al menos dos tratamientos fueron significativamente distintos en tres de los parámetros productivos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias y desviación estándar de los parámetros productivos evaluados en la producción de *Pleurotus* sp.

| Tratamiento | Precocidad (días) | Rendimiento (%) | Eficiencia biológica (%) | Tasa de producción (%) |
|-------------|-------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|
| Testigo RA | 30.3(±2.3) a | 32.9(±8.1) ab | 99.8(±24.5) ab | 2.2(±0.5) c |
| 80RA-20EE | 25.2(±1.7) c | 29.8(±9) ab | 101(±30.5) ab | 2.5(±0.7) abc |
| 70RA-30EE | 27.8(±3) bc | 24.0(±6.9) b | 88.6(±25.4) b | 2.1(±0.5) c |
| 60RA-40EE | 27.5(±2.6) abc | 25.4(±3.7) b | 98 (±14.4) ab | 2.2(±0.4) bc |
| 80RA-20EM | 27.7(±1.4) ab | 37.7(±11) a | 114.9(±33.7) ab | 2.6(±0.8) abc |
| 70RA-30EM | 25.7(±3.4) bc | 38.2(±9.4) a | 124.7(±30.7) a | 3(±0.6) a |
| 60RA-40EM | 25.8(±3.1) bc | 38.3(±10.9) a | 132.3(±37.5) a | 3(±0.9) ab |
| Pr> F | 0.015 | 0.019 | 0.1 | 0.082 |

| Tratamiento | Precocidad (días) | Rendimiento (%) | Eficiencia biológica (%) | Tasa de producción (%) |
|-------------|-------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|
| CV (%) | 49.45 | 50.29 | 53.46 | 52.96 |
| DMS | 12.46 | 12.67 | 13.47 | 13.35 |

RA= rastrojo de avena; EE= glóquida entera; EM= glóquida molida; DMS= diferencia mínima significativa. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa con un nivel de confianza de 95%.

En general, los tratamientos con glóquida entera o molida presentaron menor tiempo de brotación (25.2 a 27.8 días) con respecto al testigo (30.3 días), con un promedio de 26.6 días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de primordios, efecto que fue significativo en cuatro de los tratamientos. Para este parámetro no hubo diferencias entre las mezclas. (Gaitán-Hernández y Silva-Huerta, 2016) en paja de avena reportan 23 días de incubación, aunque en su mezcla 80% paja de avena-20% paja de maíz, la precocidad fue de 27 días. Los resultados obtenidos revelan que la adición de glóquida entera o molida en las proporciones ensayadas contribuyen a acelerar la precocidad de *Pleurotus* sp.

Este parámetro productivo es importante porque es un indicador del funcionamiento del sustrato en cuanto a acelerar o retrasar el proceso productivo y de acuerdo con García-Oduardo *et al.* (2011), esta fase de colonización es el punto crítico de la producción de setas. En cuanto al parámetro rendimiento (R%), no hubo diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, los mayores porcentajes se lograron con las mezclas con EM que, en promedio, alcanzaron 38.3% (± 10.9) de producción con respecto al testigo con 32.9% (± 8.1). Si bien estadísticamente no hubo diferencias, es claro que el uso de glóquidas molidas reduce la cantidad de sustrato tradicional que con frecuencia se compra y representa un ahorro para el productor.

Los resultados obtenidos también superaron a los reportados por Gaitán-Hernández y Silva-Huerta (2016), que en su mejor tratamiento (mezcla 20% rastrojo de maíz- 80% paja de avena) lograron un rendimiento de 31.56%. García-Oduardo *et al.* (2011) consideran que las formulaciones de sustratos en los que se logren rendimientos mayores a 10% son viables de ser aprovechadas económicamente. Con este criterio, incluso los tratamientos con glóquida entera, representan una opción económicamente factible.

La eficiencia biológica (EB), fue otro de los parámetros que no mostraron diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, la mayor EB promedio, se obtuvo con las mezclas de glóquidas molidas. Éstas promovieron una EB de 124% (± 30.7), en tanto que, la del testigo fue de 99.8% (± 24.5). Gaitán-Hernández y Silva-Huerta (2016) obtuvieron EB similares a las obtenidas en este experimento al emplear sustrato de paja de avena, con lo que lograron una EB de 120.3% (± 15.4) y con su mejor tratamiento de mezcla 20% rastrojo de maíz- 80% paja de avena de 139.7% (± 3.9).

Confirman Michel-Aceves *et al.* (2015) confirman que EB con valores cercanos o mayores al 100% se consideran altamente redituables y menores al 65% no redituables. En este contexto, Garzón-Gómez y Cuervo-Andrade (2008) refieren que la calidad productiva de un sustrato se percibe como aceptable a partir de eficiencias biológicas del 50%, que coincide con lo ratificado por García-Oduardo *et al.* (2011) al concluir que las formulaciones con EB mayor a 50% y R superiores a 10% son económicamente factibles. La EB es un indicador que refleja si el sustrato es adecuado para la producción del hongo y la habilidad de éste para el aprovechamiento de los nutrientes.

Considerando estas referencias es importante mencionar que las mezclas con glóquidas enteras o molidas cumplen con estos parámetros productivos por lo que pueden considerarse opciones viables para la producción de setas. En cuanto al indicador tasa de producción (TP), los tratamientos con significativamente mayor TP se alcanzaron con las mezclas de EM en la proporción de 30 y 40%, con un promedio de TP de 3%, en tanto que el testigo fue de 2.2% (± 0.5). Gaitán *et al.* (2016) reportan TP de 1.6% (± 0.2) para sustrato paja de avena y la mejor TP en sustrato mezcla 20% rastrojo de maíz 80% paja de avena con 1.8% de eficiencia biológica diaria; por su parte, Romero-Arenas *et al.* (2018) lograron TP de 1.8 en sustrato paja de trigo. Si bien en este estudio destacan las TP obtenidas con EM, es importante mencionar que los siete tratamientos presentan TP mayores a 2 que supera las TP reportadas por los autores antes mencionados.

Análisis económico

Con base en los dos mejores tratamientos que resultaron en el experimento comparados con el testigo, el Cuadro 4 muestra el impacto que tiene la ganancia neta obtenida al reducir los costos de producción por concepto de sustrato. De acuerdo con los datos proporcionados por el productor, utiliza bolsas con capacidad de 5 kg de sustrato seco (RA) para un volumen de instalación de 30 bolsas, lo que demanda 450 kg de paja para un rendimiento anual de 180 kg de setas frescas (en tres ciclos de producción) a un precio de venta por kilo de \$70.00. Al utilizar la mezcla 60RA-40EM se impacta en un ahorro de compra de paja de 270 kg con ganancias anuales que se incrementan de \$6 137.00 a \$9 490.75.

Cuadro 4. Comparación económica de los costos de producción de *Pleurotus* sp., en sustrato común y sustrato con 30% y 40% de glóquidas de tuna para tres ciclos productivos de 42 bolsas por ciclo.

| Insumos | 100% paja de avena | | 70% paja-30% glóquidas | | 60% paja-40% glóquidas | |
|--|--------------------|---------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| | Cantidad Requerida | Costos (\$) | Cantidad Requerida | Costos (\$) | Cantidad Requerida | Costos (\$) |
| Paja (kg) | 126 | 262.1 | 88.2 | 183.5 | 75.6 | 157.3 |
| Bolsa (Pieza) | 126 | 210 | 126 | 210 | 126 | 210 |
| Inóculo (200 g bolsa ⁻¹) | 25.2 | 1764 | 25.2 | 1764 | 25.2 | 1764 |
| Calidra (kg) | 150 | 180 | 150 | 180 | 150 | 180 |
| Leña (rollo) | 36 | 252 | 36 | 252 | 36 | 252 |
| Costo total de insumos (\$) | | 2 668.1 | | 2 589.5 | | 2 563.2 |
| Costo de producción por kg de setas frescas (\$ kg ⁻¹) | | 21.2 | | 16.4 | | 14.9 |
| | | Ingresos (\$) | | | | |
| Setas producidas (kg) | | 125.8 | | 157.9 | | 172.2 |
| Precio local del kg de setas (\$) | | 70 | | 70 | | 70 |
| Ingreso total (\$) | | 8 805.3 | | 11 054.4 | | 12 054 |

| Insumos | 100% paja de avena | | 70% paja-30% glóquidas | | 60% paja-40% glóquidas | |
|--|--------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| | Cantidad Requerida | Costos (\$) | Cantidad Requerida | Costos (\$) | Cantidad Requerida | Costos (\$) |
| Ganancia neta por kg de setas frescas (\$ kg ⁻¹) | | 48.8 | | 53.6 | | 55.1 |
| Ganancia neta total anual (\$) | | 6 137.2 | | 8 464.9 | | 9 490.8 |

Es importante considerar que el precio del kilogramo de setas frescas varía de acuerdo con la época del año (Gaitán-Hernández, 2007) y oscila entre \$30.00 y \$45.00; sin embargo, aun con ese rango de precios, el uso del subproducto del beneficiado de la tuna como complemento del sustrato tradicional, mejoraría la ganancia neta. El potencial de producción de hongos comestibles a nivel rural es significativo, debido que es un proceso sencillo con bajos costos de implementación.

La realidad muestra que una proporción importante de productores rurales tienen una producción inestable, debido a falta de apoyos económicos y asesoría técnica, sumado a una mala planificación y comercialización del producto (Martínez-Carrera *et al.*, 2000 y 2007), por tanto, la disminución de costos por concepto de compra de sustrato representa un área de oportunidad para el productor. Por otra parte, los resultados de esta investigación son concluyentes en cuanto a que el residuo generado por la producción de setas puede ser reincorporado como abono orgánico (Figura 5) al sistema de producción tunero eliminando el impacto ambiental que provoca su desecho de origen.



Figura 4. Sustrato remanente de la producción de *Pleurotus sp.*

Conclusiones

Los resultados de la presente investigación mostraron evidencias contundentes de que el subproducto agrícola derivado del beneficiado de la tuna, que actualmente se desecha, puede ser aprovechado como componente mejorador de sustrato para la producción de *Pleurotus sp.* Los beneficios económicos se resumen en un ahorro en los costos de producción y mayor ganancia neta con respecto a los sustratos tradicionales, aunado a los beneficios ecológicos que podría implicar su aprovechamiento.

Literatura citada

- Aceves, M.; Casimiro, A.; Ariza F., R.; Otero S., M. A. y Barrios A., A. 2015. Productos químicos y biológicos como suplementos que incrementan la producción del hongo ostra *Pleurotus ostreatus*. *Interciencia*. 40(8):542-548.
- Barba, C. J. M. y López, C. J. I. 2017. Guía práctica para el cultivo de setas. Ixtapalapa, México: Universidad Autónoma Metropolitana. 29-33 pp.
- Bermúdez, S. R. C.; García, O. N. y Mourlo, L. A. 2007. Fermentación sólida para la producción de *Pleurotus* sobre mezclas de pulpa de café y viruta de cedro. *Tecnología Química*. 27(2):55-62.
- De Jesús, R. L. 2020. Uso potencial de las glóquidas de tuna como sustrato para la producción de *Pleurotus* sp. Tesis de maestría en ciencias. Posgrado en agroforestría para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 24-42 pp.
- De Jesús, R. L.; Álvarez, S. M. E.; Ramírez, P. F.; Maldonado, T. R. y Bandala, M. V. M. 2022. Uso potencial de las glóquidas de tuna como sustrato para la producción de micelio de *Pleurotus* sp. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 13(6):991-1002. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i6.3310>.
- España, R. M.; Hernández, D. E. M.; Velázquez, L. B. S.; Villa, G. M. y Álvarez, C. J. 2021. Productividad y análisis químico proximal de *Pleurotus* spp. crecidos sobre bagazo de agave salmiana como sustrato alternativo. *Agrociencia*. 55(7):569-581.
- Gaitán, H. R. 2005. Evaluación *in vitro* del hongo comestible *Pleurotus eryngii*: efecto de diferentes suplementos. *Scientia Fungorum*. 21:77-84.
- Gaitán, H. R. 2007. Transferencia de tecnología de cultivo de *Pleurotus* spp. como alternativa de beneficio social y económico en el estado de Veracruz. *In: el cultivo de setas Pleurotus spp. en México.* (Ed). Tapachula, Chiapas, México. Colegio de la Frontera Sur. 101-112. pp.
- Gaitán, H. R. y Silva, H. A. 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.
- Gaitán, H. R.; Salmenes, D.; Perez, M. R. y Mata, G. 2009. Evaluación de la eficiencia biológica de cepas de *Pleurotus pulmonarius*. *Rev. Méx. Micolog.* 30:63-71.
- García, O. N.; Bermúdez, S. R. C. y Serrano, A. M. 2011. Formulaciones de sustratos en la producción de setas comestibles pleurotus. *Tecnología química*. 31(3):272-282.
- Garzón, G. J. P. y Cuervo, A. J. L. 2008. Producción de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos sólidos linocelulósicos de diferente procedencia. *Nova*. 6(10):126-140.
- Jeznabadi, E. K.; Jafarpour, M. and Eghbalsaied, S. 2016. King oyster mushroom production using various sources of agricultural wastes in Iran. *Int. J. Recycl Org. Waste Agricult.* 5(1):17-24. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0113-3>.
- Martínez, C. D.; Larqué, S. A.; Aliphath, M.; Aguilar, A.; Bonilla, M. y Martínez, W. 2000. La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II foro nacional sobre seguridad y soberanía alimentaria. México, D. F. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT. 193-207 pp.
- Martínez, C. 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: el cultivo de setas Pleurotus spp. en México.* Sánchez, J. E.; Martínez, C. D.; Mata, G. y Leal, H. (Ed). ECOSUR-CONACYT, México, DF. 1-20 pp.

- Nieto, I. J. y Chegwin, A. C. 2010. Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceuticas. Rev. Colombiana de Biotecnología. 12(1):169-178.
- Romero, A. O.; Valencia, I. M. Á.; Rivera, T. J. A.; Tello, S.; Villarreal, E. B. O. A. y Damián, H. M. Á. 2018. Capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. Agricultura, sociedad y desarrollo. 15(2):145-160.
- Ruilova, C. M. B. y Hernández, M. A. 2014. Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar. 48(1):54-59.
- Ulloa, L. A.; Álvarez, S. M. E.; García, O. C.; Gavi, R. F. y Maldonado, T. R. 2021. Glóquidas del fruto de *Opuntia albicarpa* Scheinvar y su hidrólisis para uso potencial agronómico. Rev. Fitot. Mex. 44(2):201-201.
- Valencia, I. M. A.; Castañeda, A. M. D.; Huerta, L. M. y Romero, A. O. 2018. Carrizo silvestre (*Arundo donax*) como sustrato alternativo en la producción de *Pleurotus ostreatus*. Scientia Fungorum. 48:15-22. Doi: 10.33885/ sf.2018.48.1231.