

Sistema productivo de hongos *Pleurotus* spp. (Agaricales: Pleurotaceae): diagnóstico con productores de la región Las Montañas, Veracruz, México

Production system of *Pleurotus* spp. mushrooms (Agaricales: Pleurotaceae): Diagnosis with producers from the Las Montañas region, Veracruz, Mexico

Diego Armando Aguilar-Ventura¹ , Régulo Carlos Llarena-Hernández¹ ,
Ricardo Serna-Lagunes¹ , Noé Aguilar-Rivera¹ , Pedro Zetina-Córdoba² , Gerardo Mata^{3*} 

¹Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Camino Peñuela-Amatlán S/N, 94945, Peñuela, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México.

²Universidad Politécnica de Huatusco, Calle 22 sur S/N, 94116, Reserva Territorial, Huatusco, Veracruz, México.

³Instituto de Ecología, A. C., Carretera antigua a Coatepec 351, 91073, Col. El Haya, Xalapa, Veracruz, México.

*Autor para correspondencia: gerardo.mata@inecol.mx

RESUMEN

Los hongos del género *Pleurotus* son muy apreciados en México por la relativa facilidad con la que se pueden cultivar y por formar parte de la tradición culinaria del país. La producción rural de estos hongos ha cobrado importancia en los últimos años; por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue caracterizar el sistema de producción de hongos comestibles del género *Pleurotus* mediante un diagnóstico participativo con productores de la región Las Montañas, Veracruz, México. Se identificaron 23 productores ubicados en 15 municipios, una mayor proporción de hombres (65 %) se dedican al cultivo, 48.8 por ciento cuenta con un título universitario y 3.5 años de experiencia en el cultivo. Se cultivan la variedad gris (56.5 %) y blanca (43.5 %). Se emplea la inmersión en agua caliente (83 %) en la preparación del sustrato. La productividad estimada fue de 461 kg de setas/ciclo y se comercializa a \$82.00 MX el kilo de hongo fresco. Los productores de *Pleurotus* cultivan cepas comerciales en sustratos variados y condiciones de manejo contrastantes, lo que les permite obtener un proceso productivo diferencial.

PALABRAS CLAVE:

comercialización, entrevista, insumos de producción, proceso productivo.

ABSTRACT

Pleurotus mushrooms are highly valued in Mexico for the relative ease with which they can be cultivated and for being part of the country's culinary tradition. Rural production of these mushrooms has gained importance in recent years; for this reason, the objective of this study was to characterize the production system of edible mushrooms of the *Pleurotus* genus through a participatory diagnosis with producers in the Las Montañas region, Veracruz, Mexico. 23 producers located in 15 municipalities were identified, a higher proportion of men (65%) are dedicated to cultivation, 48.8 percent have a university degree and 3.5 years of experience in cultivation. The gray (56.5%) and white (43.5%) varieties are cultivated. Immersion in hot water (83%) is used in the preparation of the substrate. The estimated productivity was 461 kg of mushrooms/cycle and it is sold at \$82.00 MX per kilo of fresh mushroom. *Pleurotus* producers grow commercial strains in varied substrates and contrasting management conditions, which allows them to obtain a differential production process.

KEYWORDS:

marketing, interview, production inputs, production process.

Fecha de recepción:
6 de marzo de 2024

Fecha de aceptación:
28 de junio de 2024

Disponible en línea:
31 de diciembre de 2024

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-
NoComercial-
CompartirIgual 4.0
Internacional
(CC BY-NC-SA 4.0)

INTRODUCCIÓN

La productividad ha sido descrita como un índice que vincula el producto o productos obtenidos en un sistema y los recursos empleados (Carro y González 2012). En productos hortícolas, la productividad se ha caracterizado mediante su cadena de valor en los eslabones de: insumos, producción, cosecha, distribución y consumo; en estos eslabones intervienen diferentes actores sociales, como son los productores, acopiadores, transportistas, comerciantes y consumidores (Blanco-Capia 2021). En el sistema productivo de hongos del género *Pleurotus*, los actores sociales han sido ubicados en los eslabones de: insumos, producción, acopio y transformación, comercialización y consumo (Albores-Pérez y Álvarez-Gutiérrez 2015; Huacash y Ocampo 2021). Por ejemplo, en el medio rural, el eslabón de producción es el que mayor atención recibe debido a la carencia de servicios, infraestructura o equipamiento adecuado para procesar y aportar mayor valor a la cadena, y, sobre todo, por la difícil permanencia de los actores (Cifuentes et al. 2011).

De acuerdo con lo anterior, el cultivo de *Pleurotus* —también conocido como hongo seta— se realiza con fines experimentales a nivel investigación, comercialización y para autoconsumo (Mayett y Martínez-Carrera 2019). Por su valor comercial y productivo, destacan las especies *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., *P. pulmonarius* (Fr.) Quél., y *P. djamor* (Rumph. Ex Fr.) Boedijn (Salmones y Mata 2017). En diferentes regiones de la República mexicana, esta actividad agroalimentaria genera oportunidades de empleo, aprovecha subproductos agrícolas que se emplean como sustrato, y contribuye a la seguridad alimentaria de los pueblos, así como al desarrollo rural sostenible (Zhang et al. 2014).

En el estado de Veracruz, a nivel rural se cuenta con producciones exitosas de *P. ostreatus* y *P. pulmonarius* con eficiencias biológicas superiores a 100 por ciento (Gaitán-Hernández y Silva 2016); esta actividad agroalimentaria ha sido cada vez más difundida y aceptada (Pineda-Insuasti et al. 2014), y la permanencia de este sistema productivo en el medio rural presenta un fuerte vínculo con la capacitación continua de los productores (Aguilar-Ventura et al. 2024). Además, el cultivo se fundamenta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (fin de la pobreza, hambre cero, salud y bien-

estar, igualdad de género, agua limpia y saneamiento, y energía asequible y limpia), por lo que es importante la evaluación del sistema de producción de hongos a nivel regional (Martínez-Carrera et al. 2016; Morales y Sánchez 2017; Huacash y Ocampo 2021).

Sin embargo, en la región de Las Montañas, Veracruz, México, aún no se cuenta con información diagnóstica sobre la oferta y productividad del cultivo de *Pleurotus* spp., la cual sirva como base para el establecimiento de cadenas agroalimentarias (Huacash y Ocampo 2021). Por ello, con la finalidad de caracterizar el proceso productivo de este cultivo, determinar los elementos que limitan o favorecen su desarrollo y con la finalidad de plantear estrategias que fortalezcan este sistema agroalimentario en la región (Rodríguez et al. 2012), se llevó a cabo un diagnóstico participativo a productores de *Pleurotus* de la región Las Montañas, Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la región Las Montañas, Veracruz, México, la cual abarca 57 municipios en una superficie de 6,053 km², lo que equivale a 8.4 por ciento del territorio estatal. De la superficie de la región, 56 por ciento es de uso agrícola; los principales cultivos corresponden a la caña de azúcar, con una superficie aproximada de 87 mil ha, café cereza con 79 mil ha y maíz con 57 mil ha; estos cultivos representan 81.8 por ciento de la superficie sembrada en la región (Gobierno del Estado de Veracruz 2020). La mayor parte del territorio se encuentra a una altitud entre los 500 y los 2,500 msnm, y predominan los climas cálido y templado (Rivera-Hernández et al. 2019).

Para este estudio, debido a la ausencia de un padrón de productores de hongos a nivel regional, se realizó un marco de unidades de muestreo (productores); para ello, inicialmente se hizo una investigación de la ubicación de productores, tomando en cuenta los 57 municipios de la región (Scheaffer et al. 2007). Los productores fueron previamente ubicados por informantes clave, como los directores de fomento agropecuario de los 57 municipios; estudiantes, egresados y académicos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

(FACBA), región Orizaba-Córdoba de la Universidad Veracruzana; el Instituto Nacional para los Pueblos Indígenas (INPI), y la Universidad Politécnica de Huatusco (UPH). El contacto con los informantes clave se efectuó entre enero y mayo de 2021, a través de llamadas telefónicas, redes sociales (Facebook y WhatsApp) y oficios enviados por correo electrónico, ya que se consideran capaces de proporcionar información sobre el cultivo de *Pleurotus* (Alejo y Osorio 2016). El padrón final se constituyó de 23 productores

de *Pleurotus* spp., distribuidos en 15 municipios. Cada productor localizado se consideró como una unidad de muestreo independiente (Scheaffer et al. 2007). De cada municipio, se recabó información geográfica, climática y de vegetación (Cuadro 1) (Gobierno del Estado de Veracruz 2024).

Se realizaron recorridos de verificación en las instalaciones de los módulos de producción (Cruz-Arévalo et al. 2021) y se aplicó a los productores un cuestionario semiestructurado dividido en cinco apartados

Cuadro 1. Características de los municipios con presencia de productores de *Pleurotus* spp. en la región Las Montañas, Veracruz, México. Se presenta la superficie (km²), el territorio (%), su ubicación geográfica (latitud), altitud (m), tipo de clima, temperatura (°C), precipitación (mm) y tipo de vegetación.

Municipio	Superficie (km ²)	Territorio respecto al estado (%)	Ubicación geográfica	Altitud (msnm)	Clima	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Vegetación
Amatlán de Los Reyes	151.5	0.21	18° 51' N, 96° 55' O	720	TR	18	1,807	Bosque templado caducifolio, selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria
Córdoba	159.99	0.19	18° 53' N, 96° 56' O	860	THR	19.9	1,800	Bosque templado caducifolio
Fortín	61.60	0.1	18° 54' N, 97° 00' O	1000	THR	18.8	1,832	Bosque mesófilo de montaña, selva mediana subperennifolia y secundaria
Ixtaczoquitlán	137.35	0.19	18° 51' N, 97° 04' O	1186	THR	18	1,800	Selva mediana subperennifolia y secundaria
La Perla	137.49	0.19	18° 56' N, 97° 08' O	1620	Frío	14	2,429	Bosque frío de pináceas
Magdalena	13.77	0.02	18° 45' N, 97° 03' O	1564	TH	19	1,800	Bosque alto
Mixtla de Altamirano	66.28	0.09	18° 36' N, 97° 00' O	1650	TSE	15.8	1,420	Bosque conífero
Nogales	63.59	0.09	18° 49' N, 97° 10' O	1280	THR	12	2,080	Bosque de pináceas
Rafael Delgado	26.67	0.04	18° 49' N, 97° 04' O	1160	TH	23.5	2,530	Bosque frío de pináceas
Tepatlxaco	59.78	0.08	19° 04' N, 96° 51' O	780	THR	21	1,680	Vegetación caducifolia
Tequila	99.74	0.14	18° 43' 22" N, 97° 04' O	1660	THE	18	1,496	Bosques de pino y ocote
Tlaquilpa	57.19	0.08	18° 36' 29" N, y 97° 07' O	2340	TEF	12	5,500	Bosque frío caducifolio
Tlilapan	11.06	0.02	18° 48' N, 97° 06' O	1160	STHF	12	296	Bosque de pináceas
Tomatlán	18.85	0.02	19° 02' N, 97° 01' O	1360	THR	18	1,800	Bosque frío de pináceas caducifolia
Zongolica	280.09	0.39	18° 40' N, y 97° 00' O	1200	THE	17.4	2,270	Bosques alto perennifolia y tropical caducifolia

TR: templado regular. THR: templado húmedo regular. TH: templado húmedo. TSE: templado seco extremoso. THE: templado húmedo extremoso. TEF: templado extremoso frío. STHF: semi templado húmedo frío. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Gobierno del Estado de Veracruz 2024.

(Cuadro 2) y una entrevista a profundidad, en la cual el entrevistador dirigió la conversación, y llevó a cabo el planteamiento de preguntas y registro de respuestas (Rodríguez-Deméneghi et al. 2016; Mayett y Martínez-Carrera 2019).

La productividad de *Pleurotus* spp. en la región se estimó mediante la eficiencia biológica (EB), la cual se obtuvo de dividir el peso seco de los esporomas entre el peso seco del sustrato y multiplicar el cociente por 100 (Ríos-Ruiz et al. 2017).

Oferta externa de *Pleurotus* en la región de Las Montañas

Para conocer la oferta de *Pleurotus*, entre mayo y junio de 2021 se aplicó un muestreo por conveniencia (Otzen y Manterola 2017), mediante recorridos en mercados, verdulerías y tianguis de 9 municipios de la zona centro de Veracruz (Córdoba, Orizaba, Zongolica, Amatlán de los Reyes, Cuitláhuac, Fortín, Coscomatepec, Paso del Macho y Tepatlaxco), en el que se entrevistó a 47 comerciantes. Como instrumento para la entrevista se estructuró un cuestionario con preguntas relacionadas a: variedad de *Pleurotus* que ofrecen, ubicación de los proveedores, presentación del producto ofrecido, precio de venta de 1 kg de esporomas, cantidad de esporomas (kg) vendidos semanalmente (Mayett y Martínez-Carrera 2019).

Las respuestas de las preguntas del cuestionario fueron analizadas mediante proporciones a través de tablas de distribución de frecuencias de 2 columnas

(izquierda para las categorías mutuamente excluyente y derecha para la frecuencia de la clase respectiva), valores totales y un análisis exploratorio con estadística descriptiva (media, desviación estándar, valores máximo y mínimo) (Salazar y Del Castillo 2018). La oferta se estimó mediante proporciones, media, desviación estándar, valores máximo y mínimo. Para las preguntas de los tres primeros apartados del cuestionario, se empleó un análisis de componentes principales basado en correlaciones; para la validación del ajuste del modelo se calculó la correlación cofenética, la cual varía entre -1 y 1. Los productores se agruparon de acuerdo con la EB que alcanzan en un ciclo cultivo y se realizó un análisis clúster con el método de distancia euclideana. Los análisis se llevaron a cabo con el *software* estadístico InfoStat® (Di Rienzo et al. 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Municipios que cuentan con productores de *Pleurotus* spp.

De los productores, 62 por ciento fueron ubicados en municipios con clima templado-húmedo, con temperatura media anual entre 14.4 y 23.5 °C y vegetación de bosque mesófilo de montaña, así como bosques de pináceas (Cuadro 1). Es posible que las condiciones ambientales de los municipios donde se ubican los módulos de producción favorezcan el cultivo de *Pleurotus* y que se replique en menor medida en otros

Cuadro 2. Características del cuestionario aplicado a productores de *Pleurotus* spp. de la región Las Montañas, Veracruz.

Apartados	Características relacionadas con el apartado
Generalidades del productor	Edad, género, escolaridad, número de integrantes de su familia, número de personas que trabajan en el cultivo y número de empleos generados por la actividad durante un ciclo de producción (2 meses).
Experiencia y capacitación	Años de experiencia, forma de aprender a cultivar, cantidad de cursos recibidos, duración en horas de cursos recibidos, responsables de los cursos recibidos y asesoría continua.
Producción (donde se describen los insumos, la cosecha, labores culturales y la infraestructura)	Especie de <i>Pleurotus</i> cultivada, procedencia del inóculo, precio de 1 kg de inóculo, sustrato empleado en el cultivo (origen, presentación y precio), método de preparación del sustrato, kg de sustrato (peso seco) inoculado en un ciclo de producción (dos meses). Inconvenientes en el proceso productivo, plagas y enfermedades (presentes en el cultivo y su control). Cosecha de hongos (kg) en un ciclo de producción, hongos destinados para autoconsumo (kg). Infraestructura, riego.
Comercialización	Lugar de venta de la cosecha, precio de venta de 1 kg de hongos (peso fresco), asociación con otros productores para vender la cosecha.
Perspectivas generales del productor	Organizarse en alguna figura jurídica, objetivos como productor en un futuro de 5 años.

municipios (Shen 2017). Se identificó a 23 productores distribuidos en 15 municipios (Figura 1). En cada municipio se encontraron entre 1 y 3 productores; los municipios de Tomatlán y Zongolica presentaron el mayor número (Figura 2). El área de estudio muestreada representa 16 por ciento de la superficie del territorio geográfico de Las Montañas con producción

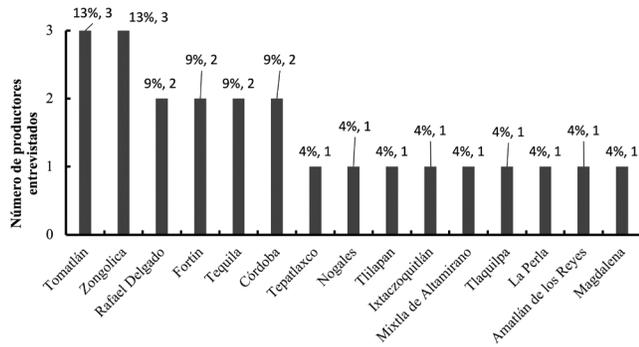


Figura 1. Número de productores de *Pleurotus* spp. identificados en 15 municipios de la región Las Montañas, Veracruz, México.

de hongos (Figura 2). En la región, esta actividad agroalimentaria ha permanecido desde la década de 1980 (Gaitán-Hernández 2007), y con este estudio se amplía el conocimiento, al aumentar a 13 el número de municipios donde esta actividad productiva actualmente se ha expandido. El tamaño de muestra analizada se debió a la limitante de ausencia de un padrón de productores y porque esta actividad productiva no se reconoce en los planes de desarrollo municipales.

Características generales de los productores

Se identificó una mayor proporción de personas del género masculino dedicados al cultivo (65 %). La edad promedio de los productores fue de 41±14 años. La escolaridad de los productores correspondió a primaria (8.7 %), secundaria (17.4 %), preparatoria (21.7 %), con título universitario (47.8 %) y posgrado (4.4 %). El núcleo familiar de los productores es de 4±2 integrantes.

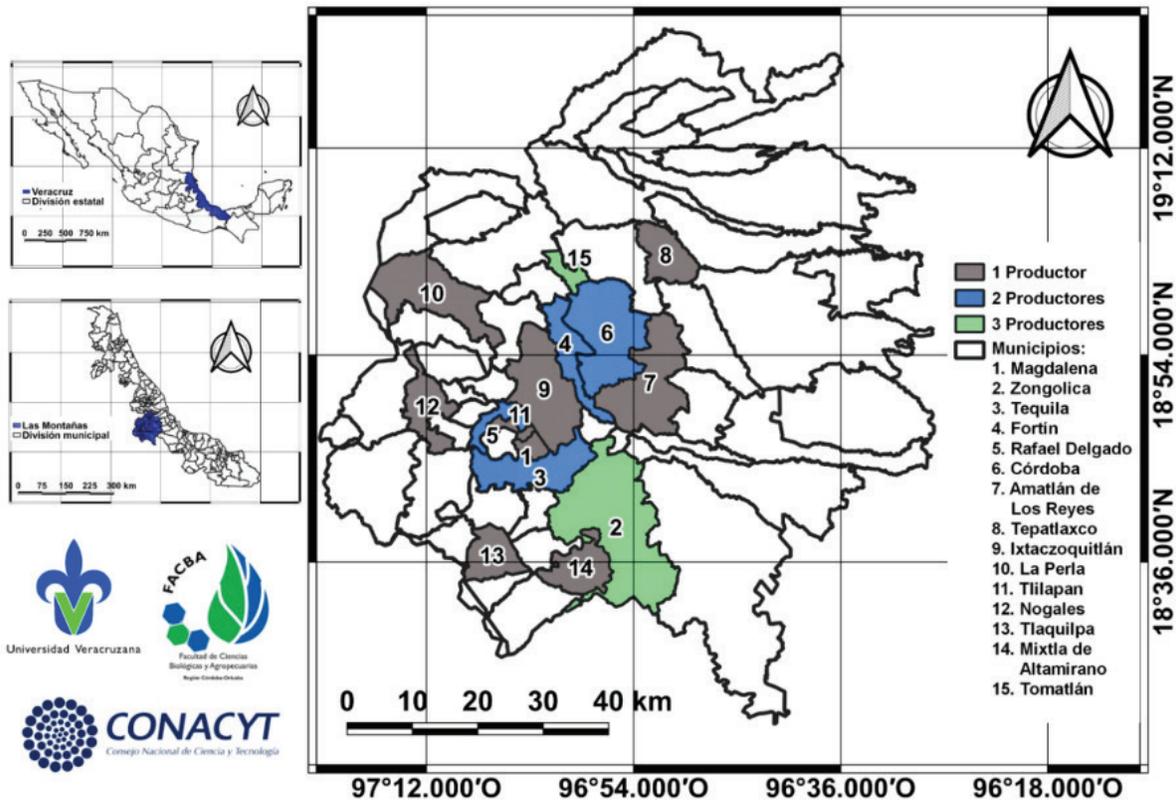


Figura 2. Ubicación geográfica de productores de hongos comestibles del género *Pleurotus* en 15 municipios de la región Las Montañas, Veracruz, México (Elaborado con Qgis versión 3.24.2, y con información del Geoportal de CONABIO).

En los módulos de producción, se requieren al menos 3 personas para desarrollar las diferentes actividades del cultivo, y la mano de obra es de tipo familiar; se generan en promedio 1.7 ± 2.7 empleos durante un ciclo de producción (2 meses). El hecho de que la mayoría de los productores cuenten con una licenciatura terminada sugiere que el cultivo de hongos requiere de conocimientos especializados para el adecuado manejo de sus procesos; además, la atención de esta actividad por parte de los miembros de la familia se asocia con el número de integrantes de la misma (Mayett y Martínez-Carrera 2019); esta característica hace que la práctica de producción de hongos provea las fuentes de empleo reportadas (Martínez-Carrera et al. 2007; Zhang et al. 2014).

Experiencia y capacitación de los productores

Los productores de setas indicaron tener 3.5 años de experiencia en el cultivo, con escaso apoyo en la capacitación por parte de programas gubernamentales, centros de investigación y universidades (Cuadro 3), aunque la mayoría (65 %) ha asistido al menos a dos cursos con una duración de 24 h. De los productores, 74 por ciento no recibe asesoría continua en los procesos productivos. Los productores que no se asesoran continuamente señalan que es porque consideran dominar los procesos involucrados en el cultivo (25 %), porque tienen otras ocupaciones (25 %) y porque desconocen quién puede brindar asesoría (50 %). Del 26 por ciento de los productores que reciben asesoría continua, ésta

es por parte de otros productores (14 %), proveedores de inóculo (29 %), el INPI (14 %), grupos de Facebook (14 %) y biólogos (29 %). El acompañamiento técnico por parte de personal altamente capacitado y el intercambio de experiencias entre productores fortalece el sistema de producción, así como la generación y adopción de innovaciones en el proceso productivo (Zhang et al. 2014). Atender esta carencia de asesoría representaría un incremento del potencial productivo regional.

Producción de *Pleurotus* spp. en la región Las Montañas

En la región, se cultivan dos variedades que los productores describen como la variedad blanca (56.5 %) y la variedad gris (43.5 %), posiblemente *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*. El inóculo (semilla) procede de empresas (74 %) y de instituciones (universidades y centros de investigación) (26 %); el precio promedio de 1 kg es de $\$57.00 \pm 26.00$ MXN. Los principales proveedores de semilla son ingenieros particulares (34.8 %) (Figura 3A). El rastrojo de maíz (32.4 %) fue el sustrato de mayor uso, seguido de la paja de avena (27 %) (Figura 3C). De los sustratos, 78.5 por ciento son comprados y 21.5 por ciento se recoge y se almacena después de la cosecha de algún cultivo. La presentación del sustrato comprado son pacas en promedio de 21 ± 2 kg, a un precio promedio de $\$98.00 \pm 19.00$ MXN. La técnica de preparación de sustrato por inmersión en agua caliente es la de mayor uso en el cultivo de *Pleurotus* (83 %), seguida de la aplicación de vapor (13 %) y por inmer-

Cuadro 3. Procedimiento que los productores de la región Las Montañas, Veracruz, siguieron para aprender a cultivar *Pleurotus* y ofertantes de cursos y capacitaciones.

Variable de estudio	Respuesta	%
Productores: método de aprendizaje para cultivar hongos del género <i>Pleurotus</i>	Asistencia a cursos	65
	A través de manuales	9
	A través de una organización	4.3
	Intervención de un programa de gobierno	8.7
	A través de un productor	13
	Personas que cuentan con un título universitario	48
Ofertantes de cursos y capacitaciones a productores en la región	Programas de gobierno	13.1
	Instituto de Ecología, A.C.	13.1
	Universidad Veracruzana	4.3
	Comité de Defensa Ciudadana	4.3
	Instituto Nacional para los Pueblos Indígenas	4.3
	Unidad de Capacitación para el Desarrollo Rural	4.3
	Programa Especial de Seguridad Alimentaria	4.3
Colegio de Postgraduados	4.3	

sión en agua alcalina (4 %). Las plagas y enfermedades que comúnmente se presentan en el cultivo son moscas o mosquitos (42 %) y mohos verdes (27 %) (Figura 3B). Para el control de plagas y enfermedades se emplean trampas de color amarillo (48 %) y trampas de color verde (4 %), se desecha el material contaminado (4 %), se usa alcohol (9 %), se emplean repelentes caseros como el vinagre e infusiones de flor de cempasúchil (9 %) o no se hace ningún tipo de control (26 %). En el proceso de producción, los principales inconvenientes están relacionados con el inóculo: no fructifica (56 %) o escasea (25 %) (Figura 3D).

Se ha indicado que el inóculo y el sustrato son los principales insumos de producción adquiridos por los cultivadores, por lo que se requiere de un abasto continuo de éstos; sin embargo, en algunas temporadas se ha reportado su escasez (Albores-Pérez y Álvarez-Gutiérrez 2015). Parece haber una preferencia de los productores para usar pajas de cereales de avena, trigo y cebada como sustrato, pero existen alternativas de uso de sustratos regionales que podrían ser de mayor disponibilidad en ciertas temporadas y a menor costo (Aguilar-Ventura et al. 2024). Por otra parte, las técnicas de preparación de sustrato son diferentes a las indicadas en otros estudios para la producción de *Pleurotus* spp. con fines experimentales, pero con

amplia viabilidad de que sean adoptadas en el medio rural (Morales y Sánchez 2017; Llarena-Hernández et al. 2019); además, los diferentes métodos de cultivo pueden estar condicionados al nivel tecnológico que poseen las unidades de producción y si éstas corresponden a pequeña o gran escala (Raman et al. 2021). Asimismo, la productividad podría verse afectada por enfermedades causadas por bacterias, hongos y virus, así como por plagas como insectos, ácaros, crustáceos y artrópodos micetófagos. Se ha reportado que la presencia de estos contaminantes en el cultivo puede deberse a diversos factores, por ejemplo, al tratamiento del sustrato antes de la inoculación del hongo, a la falta de asepsia o al desconocimiento del productor en el control, así como a las condiciones de humedad y temperatura en las que se realiza la producción (Belletini et al. 2018).

En la región de Las Montañas, el total producido de cuerpos fructíferos de hongos *Pleurotus* durante un ciclo de cultivo (dos meses) fue de 461 kg. El cultivo se desarrolla en módulos con superficies que van de 4 a 900 m² y en promedio de 131±225 m²; en estos módulos por ciclo de cultivo, se inoculan de 10 a 100 kg de sustrato (peso seco), con rendimientos que van desde los 4 hasta los 100 kg, con una media de 20 kg de esporomas. De la producción obtenida, se destinan, en

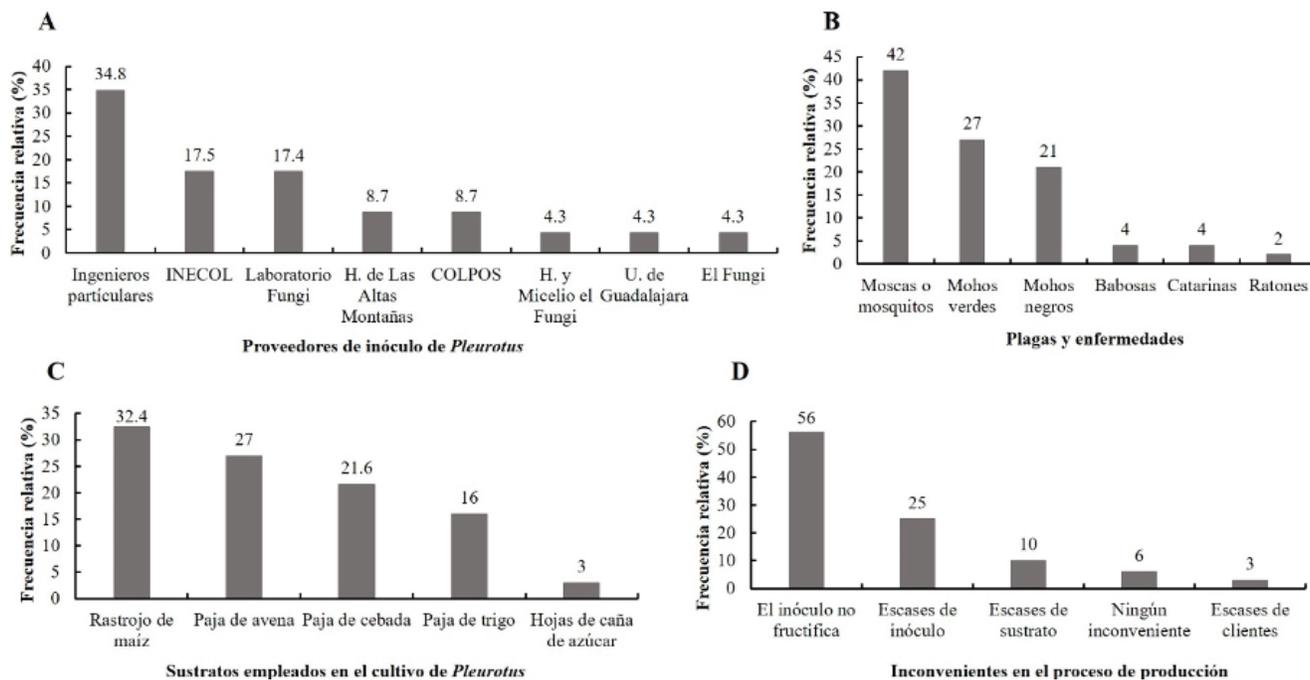


Figura 3. Insumos e inconvenientes en la producción. A: proveedores de inóculo; B: plagas y enfermedades presentes en el cultivo; C: sustratos usados en el cultivo de *Pleurotus* spp.; D: inconvenientes que se presentan en el proceso de producción.

promedio, 2 kg para autoconsumo. De acuerdo con los rendimientos de *Pleurotus* expresados en EB, los productores se agruparon en tres conglomerados (Figura 4). La productividad de *Pleurotus* en los municipios de Amatlán de los Reyes, Tlaquilpa y Tlilapan se caracteriza por EB de 100 a 120 por ciento (conglomerado 1), mientras que, en Mixtla de Altamirano y La Perla las EB, fueron de 60 a 70 por ciento (conglomerado 3) y el resto de los municipios mostraron EB entre 20 y 50 por ciento (conglomerado 2).

De los módulos de producción, 39 por ciento cuenta con recámaras de siembra exclusivas para inocular el hongo (conglomerado 1) (Figura 5A-B-C-D), mientras que en los módulos del conglomerado 2 inoculan el hongo en espacios abiertos (Figura 5E-F) y el cultivo presenta mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades (Figura 5H-I). Las áreas de incubación y fructificación están presentes en todas las unidades productivas y el área para el almacenamiento de sustrato sólo en 8.7 por ciento. El riego aplicado en el cultivo es principalmente de forma manual: regaderas de jardinería (9 %), mochila de aspersión manual (61 %) y microaspersores (30 %) (Figura 5G).

Bajo las condiciones de cultivo implementadas en la región, la productividad se caracteriza como de pequeña escala, como ya se ha demostrado en otras regiones del centro del país (Mayett y Martínez-Carrera 2019). A pesar de que en la producción se implementa tecnología como el riego, se carece de un control apro-

piado para mantener una continua y alta humedad (>90 %) en el área de fructificación, la cual es necesaria para lograr una mayor productividad (Romero-Arenas et al. 2018; Díaz et al. 2019). Un aspecto importante es la ausencia de recámaras exclusivas para la siembra en la mayoría de los módulos de producción que integran el conglomerado 2, pues esto puede afectar al cultivo por la incidencia de plagas y enfermedades que disminuyen los rendimientos (Colavolpe et al. 2014).

Comercialización de *Pleurotus* en la región de Las Montañas

En la oferta interna se encontró que los productores de la región venden 1 kg de hongos directo al consumidor a un precio promedio de \$ 82.60 pesos MXN (± 25.00 MXN). Para la venta de los hongos, los productores no se encuentran asociados. La cosecha es comercializada en fresco, principalmente a domicilio (54 %) y en el mercado del municipio (27 %) (Figura 6A).

Mientras que en la oferta externa se encontró que la variedad blanca, posiblemente *Pleurotus pulmonarius*, es la que se comercializa en la región, ésta se ofrece a los consumidores en mercados municipales (57 %), en verdulerías (23 %) y en tianguis (20 %). Los proveedores están ubicados en el Estado de México (77 %), en Puebla (19 %) y en Veracruz (4 %). Las presentaciones del producto al consumidor son a granel y en charolas de unicel con 250 g de esporomas con

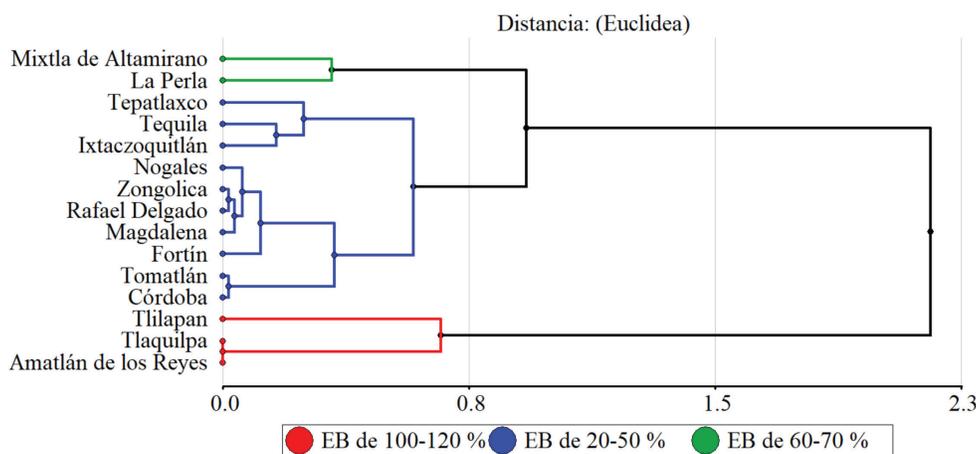


Figura 4. Agrupación de productores de acuerdo con la eficiencia biológica (EB) generada en los módulos de producción en diferentes municipios de la región Las Montañas, Veracruz, México.



Figura 5. Condiciones de la producción de *Pleurotus* spp. en Las Montañas, Veracruz. A, B, C y D: módulos de producción; E: contenedores metálicos donde se trata el sustrato antes de la inoculación del hongo; F: inoculación del hongo en el sustrato en un espacio abierto; G: sistema de riego aéreo por microaspersión; H: esporomas de *Pleurotus* infestados por moscas; I: paquete enfermo por moho verde.

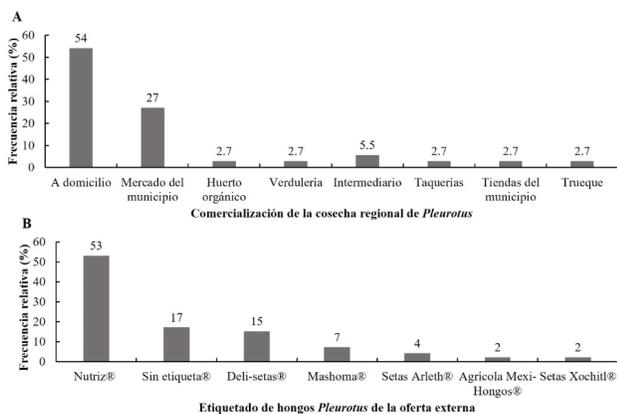


Figura 6. Distribución de la cosecha local y oferta externa de hongos producidos en Las Montañas, Veracruz, México. A: puntos regionales de venta de la oferta interna; B: productos etiquetados de la oferta externa de *Pleurotus*.

un tamaño de píleo de 5-15 cm; el producto es etiquetado principalmente por: Nutriz® (53 %) (Figura 6B). El costo promedio en el que se puede adquirir 1 kg de esporomas es de \$86 MXN, con un valor máximo de \$100 y mínimo de \$60 MXN. En estos puntos de venta se comercializan 140 kg de esporomas semanalmente. Lo anterior significa que existe una demanda regional insatisfecha, la cual pueden cubrir los productores regionales si mejoran sus canales de venta.

La comercialización de hongos en fresco o en otras presentaciones está relacionada con las preferencias del consumidor (Mayett y Martínez-Carrera 2019; Raman et al. 2021). Los hongos comestibles en México son un producto de importancia socioeconómica intermedia, en la que el productor participa al fijar el precio final del producto; por ello, en la medida en que se eviten los intermediarios, el productor puede tener mejores bene-

ficios económicos (Martínez-Carrera y López-Martínez 2010), por lo que el precio en el que el consumidor final adquiere productos derivados de hongos *Pleurotus* puede variar entre una región y otra, así como la forma de comercialización (Mayett y Martínez-Carrera 2019). La alta presencia de hongos provenientes del centro del país de empresas consolidadas en los distintos puntos de venta de la región sugiere que los productores regionales no alcanzan a abastecer el mercado local, debido a la heterogénea capacidad productiva de las unidades de producción y los bajos rendimientos.

Perspectivas generales de los productores

En general, en un futuro de cinco años, los productores pretenden estar organizados en alguna figura jurídica que les permita acceder a créditos y crecer como una empresa con algún registro de marca de sus productos. Asimismo, buscan adquirir inóculo de mejor calidad y con mejores adaptaciones a la región tropical, además de emplear sustratos y cepas de la región para disminuir costos de producción; contar con asesoría continua en sus procesos productivos; ampliar y mejorar su infraestructura; identificar canales de comercialización más convenientes para sus productos. Esto está relacionado con lo que plantean Albores-Pérez y Álvarez-Gutiérrez (2015), quienes reportan que la consolidación de los productores de hongos en una empresa puede mejorar los procesos productivos y permitirles mejor acceso a un mercado justo, tanto para la adquisición de insumos, como para la venta de sus productos.

Correlación de las variables de estudio con el sistema de producción de *Pleurotus* de la región Las Montañas

El análisis de componentes principales mostró que 53.3 por ciento de la variación producida es explicada por el componente principal 1 y 2. Los vectores (kg de hongos cosechados y kg de hongos vendidos) tienen un mayor aporte a la construcción del componente 1, y los vectores precio de 1 kg de inóculo y los cursos recibidos por los productores al componente 2. Los productores de los municipios de Tlilapan y Amatlán de los Reyes están fuertemente caracterizados por la integración de sus familiares en la producción, los kilogramos de hongos cosechados y vendidos, y por los kilogramos de sustrato inoculados. En cambio, los productores de Tomatlán y Córdoba se caracterizan por los años de experiencia que tienen en el cultivo (Figura 7). El cultivo de hongos en la región de Las Montañas sugiere variadas características de producción, entre las cuales se cuenta la pequeña escala, donde la capacitación de los productores y la capacidad productiva de los módulos en términos de superficie influye en una mayor producción, así como el acceso de un mejor mercado para la obtención de insumos y venta de los productos; por otra parte, el consumo podría relacionarse directamente con precio de venta (Martínez-Carrera et al. 2007; Zhang et al. 2014). Estas pequeñas empresas (PYME) en la región son una estrategia de desarrollo económico que genera importantes oportunidades de empleo y fortalece la soberanía ali-

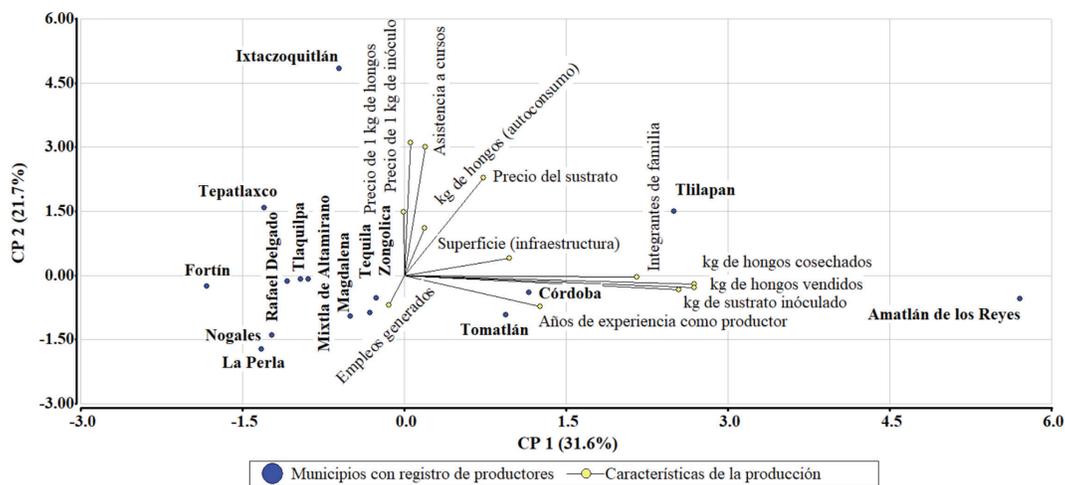


Figura 7. Análisis de componentes principales de la correlación de variables que caracterizan el sistema de producción de hongos comestibles del género *Pleurotus* entre productores de cada municipio de la región Las Montañas, Veracruz, México. Relación cofenética = 0.854.

mentaria de las familias que producen estos hongos (Rocha-Bello et al. 2018; Huacash y Ocampo 2021).

CONCLUSIONES

El sistema agroalimentario del cultivo de *Pleurotus* spp. en la región Las Montañas, Veracruz, México, prospera en municipios con clima templado, pues estas condiciones agroclimáticas favorecen el desarrollo de esta actividad productiva. Las actividades desarrolladas en la producción incorporan, en su mayoría, al género masculino (65 %), con alta proporción de productores con un título universitario (47.8 %). El escaso acompañamiento técnico que reciben los productores, las condiciones de cultivo de tipo rústica, las plagas y enfermedades y la variada superficie influyen en los rendimientos alcanzados y en un proceso productivo diferencial. La producción de hongos en la región contribuye a la soberanía alimentaria familiar y a la obtención de ingresos económicos por la venta de esporomas de *Pleurotus*. La variada presentación de la oferta de esporomas de *Pleurotus* es una oportunidad para los productores locales para cubrir ese mercado (140 kg semanales) y beneficiaría a los consumidores en la adquisición de un producto más fresco.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los informantes clave para la construcción del marco muestra (directores de fomento agropecuario de los municipios de la región Las Montañas, Veracruz), a estudiantes y académicos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, región Orizaba-Córdoba, por su apoyo en proporcionar información de los productores; al Instituto Nacional para los Pueblos Indígenas, a la Universidad Politécnica de Huatusco y a los 23 productores que participaron en dar respuesta a la encuesta; al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca (783900).

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Ventura DA, Serna-Lagunes R, Chen J, Llarena-Hernández RC. 2024. Implicaciones biotecnológicas del cultivo de *Pleurotus* en la formación académica y la capacitación a productores de Las Montañas, Veracruz. *Bioagrobiencias* 17: 128-135. <http://doi.org/10.56369/BAC.5590>
- Albores-Pérez B, Álvarez-Gutiérrez PE. 2015. Análisis de la cadena de valor de producción de setas (*Pleurotus* spp.) en cuatro municipios de Chiapas. *Acta Universitaria* 25: 51-58. <https://doi.org/10.15174/au.2015.776>
- Alejo M, Osorio AB. 2016. El informante como persona clave en la investigación cualitativa. *Gaceta de Pedagogía* 35: 74-85. <https://doi.org/10.56219/rgp.vi35.552>
- Belletini MB, Belletini S, Fiorda FA, Pedro AC, Bach F, Fabela-Morón MF, Hoffmann-Ribani R. 2018. Diseases and pests noxious to *Pleurotus* spp. mushroom crops. *Revista Argentina de Microbiología* 50: 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.08.007>
- Blanco-Capia LE. 2021. The vegetable value chain: Considerations for local development from the producer. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 9: 41-52.
- Carro PR, González GD. 2012. Productividad y competitividad. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina.
- Cifuentes AW, Pérez MJ, Gil-Casares MRR. 2011. Metodología de análisis de cadenas productivas bajo el enfoque de cadenas de valor. Fundación CODESPA. Madrid, España.
- Colavolpe MB, Jaramillo MS, Albertó E. 2014. Efficiency of treatments for controlling *Trichoderma* spp. during spawning in cultivation of lignicolous mushrooms. *Brazilian Journal of Microbiology* 45: 1263-1270. <https://doi.org/10.1590/s1517-83822014000400017>
- Cruz-Arévalo B, Gavi-Reyes F, Martínez-Menez M, Juárez-Méndez J. 2021. Uso de suelo y su efecto en el escurrimiento modelado con SWAT. *Tecnología y Ciencias del Agua* 12: 157-206. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-02-04>
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez LA, Tablada EM, Robledo CW. [internet]. 2020. InfoStat software estadístico. [citado 2024 enero 31]. Disponible en: <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=15>
- Díaz K, Casanova M, León CA, Gil LA, Bardales CB, Cabos J. 2019. Producción de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lig-

- nocelulósicos. *Arnaldoa* 26: 1177-1184. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26322>
- Gaitán-Hernández R. 2007. Transferencia de tecnología de cultivo de *Pleurotus* spp. como alternativa de beneficio social y económico en el estado de Veracruz. En: Sánchez VJE, Martínez-Carrera D, Mata G, Leal LH, editores. El cultivo de setas *Pleurotus* spp. en México. Tapachula, El Colegio de la Frontera Sur. P. 122-142.
- Gaitán-Hernández R, Silva A. 2016. Aprovechamiento de residuos agrícolas locales para la producción de *Pleurotus* spp., en una comunidad rural de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Micología* 43: 43-47.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2020. Región Las Montañas. En: Rojas-Morteo SP, Cobos-Moll JR, Luna-Ortega H, Carrasco-Garduño F, García-Trujillo D, Loreto-Bermúdez FD, Nolasco-Tlache N, editores. Estudios regionales para la planeación. Veracruz, Secretaría de Finanzas y Planeación. , Veracruz, México. P. 1-47.
- Gobierno del Estado de Veracruz. [internet]. 2024. Región turística Altas Montañas. [citado 2024 enero 31]. Disponible en: <https://veracruz.mx/region.php?id=5>
- Huacash S, Ocampo A. 2021. El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*, sp) en Aldama, Chiapas. *Horizontes Territoriales* 1: 1-25. <https://doi.org/10.31644/HT.01.02.2021.A4>
- Llarena-Hernández RC, Alonso-López A, Hernández-Rosas F, López CJ, Murguía J, Savoie J-M, Mata G. 2019. Aerobic fermentation prior to pasteurization produces a selective substrate for cultivation of the mushroom *Pleurotus pulmonarius*. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 23: 165-173. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.18106>
- Martínez-Carrera D, López-Martínez de Alva L. 2010. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México II: éxitos y fracasos durante el período 1991-2009. En: Martínez-Carrera D, Curvetto N, Sobal M, Morales P, Mora VM, editores. Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: avances y perspectivas en el siglo XXI. Puebla, Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales: Producción, Desarrollo y Consumo. P. 513-551.
- Martínez-Carrera D, Morales P, Sobal M, Bonilla M, Martínez W. 2007. México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. En: Sánchez VJE, Martínez-Carrera D, Mata G, Leal LH, editores. El cultivo de setas *Pleurotus* spp. en México. Tapachula, El Colegio de la Frontera Sur. P. 328-359.
- Martínez-Carrera D, Larqué-Saavedra A, Tovar PA, Torres N, Meneses ME, Sobal CM, Morales AP, Bonilla QM, Escudero UH, Tello-Salgado I, Bernabé-González T, Martínez SW, Mayett Y. 2016. Contribución de los hongos comestibles, funcionales y medicinales a la construcción de un paradigma sobre la producción, la dieta, la salud y la cultura en el sistema agroalimentario de México. En: Martínez-Carrera D, Ramírez-Juárez J, editores. Ciencia, tecnología e innovación en el sistema agroalimentario de México. Hacia un enfoque integral de la producción, la dieta, la salud y la cultura en beneficio de la sociedad. Puebla, Colegio de Postgraduados. P. 581-640.
- Mayett Y, Martínez-Carrera D. 2019. El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México. En: Martínez-Carrera D, Ramírez-Juárez J, editores. Ciencia, tecnología e innovación en el sistema agroalimentario de México. Hacia un enfoque integral de la producción, la dieta, la salud y la cultura en beneficio de la sociedad. Puebla, Colegio de Postgraduados. P. 293-329.
- Morales V, Sánchez JE. 2017. Self-heating pasteurization of substrates for culinary-medicinal mushrooms cultivation in Mexico. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 19: 477-484. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.v19.i5.90>
- Otzen T, Manterola C. 2017. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology* 35: 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pineda-Insuasti JA, Ramos-Sánchez LB, Soto-Arroyave CP. 2014. Producción de *Pleurotus ostreatus* por fermentación en estado sólido: una revisión. *ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* 48: 13-23.
- Raman J, Jang K-Y, Oh Y-L, Oh M, Im J-H, Lakshmanan H, Sabaratnam V. 2021. Cultivation and nutritional value of prominent *Pleurotus* spp.: An overview. *Mycobiology* 49: 1-14. <https://doi.org/10.1080/12298093.2020.1835142>
- Ríos-Ruiz WF, Valdez-Nuñez RA, Jiménez-Flores JP. 2017. Aislamiento, propagación y crecimiento de hongos comestibles nativos en residuos agroindustriales. *Scientia Agropecuaria* 8: 327-335. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.04>

- Rivera-Hernández JE, Muñoz-Márquez TR, Vargas-Rueda AF, Alcántara-Salinas G, Real-Luna N, Sánchez-Páez R. 2019. Flora, vegetación y paisaje de la región de las altas montañas de Veracruz, México, elementos importantes para el turismo de naturaleza. *Agroproductividad* 12: 19-29. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1460>
- Rocha-Bello KJ, Arévalo-Chaparro NV, Cocunubó-Huérffano LC. 2018. Las PYME en economías emergentes: el emprendimiento empresarial en Chile como factor determinante en el desarrollo económico de la última década. *Punto de Vista* 9: 1-21. <https://doi.org/10.15765/pdv.v9i14.1176>
- Rodríguez N, Cruz M, Ramírez J, Hernández AH, Graillet EM. 2012. Diagnóstico de las organizaciones de producción agropecuaria en el municipio de Sotepan, Veracruz. *Ciencia Administrativa* 1: 1-11.
- Rodríguez-Deméneghi MV, Gallardo-López F, Lee-Espinosa HE, Galindo-Tovar ME, Aguilar-Rivera N, Leyva-Ovalle OR, Burchi G, Landero-Torres I, Murguía-González J. 2016. El cultivo de *Gardenia jasminoides* Ellis en la región centro de Veracruz, México. *Agroproductividad* 9: 39-43.
- Romero-Arenas O, Valencia-De Ita MA, Rivera-Tapia JA, Tello-Salgado I, Villareal EBO A, Damián-Huato MA. 2018. Productive capacity of *Pleurotus ostreatus* using dehydrated alfalfa as supplement in different agricultural substrates. *Agricultura Sociedad y Desarrollo* 15: 145-160.
- Salazar PC, Del Castillo GS. 2018. Fundamentos básicos de estadística. Salazar y Del Castillo. Quito, Ecuador.
- Salmones D, Mata G. 2017. Recursos genéticos del género *Pleurotus*. En: Sánchez JE, Royse DJ, editores. La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp. San Cristóbal de Las Casas, El Colegio de la Frontera Sur. P. 29-52.
- Scheaffer RL, Mendenhall W, Ott RL. 2007. Elementos de muestreo. International Thomson. Madrid, España.
- Shen Q. 2017. Producción comercial de la seta *Pleurotus* spp. En: Sánchez JE, Royse DJ, editores. La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp. San Cristóbal de Las Casas, El Colegio de la Frontera Sur. P. 127-148.
- Zhang Y, Geng W, Shen Y, Wang Y, Dai Y-C. 2014. Edible mushroom cultivation for food security and rural development in China: Bio-innovation, technological dissemination and marketing. *Sustainability* 6: 2961-2973. <https://doi.org/10.3390/su6052961>