

ESTABLECIMIENTO DE UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE *PLEUROTUS* SPP. EN UNA COMUNIDAD RURAL DE OAXACA, MÉXICO

Yanet Vargas-Mendoza¹, Patricia A. Santiago-García¹, Delia Soto-Castro², Rigoberto Gaitán-Hernández^{3*}

¹Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Integral Unidad Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. 71230.

²CONAHCyT Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Integral Unidad Oaxaca.

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

*Autor de correspondencia: rigoberto.gaitan@inecol.mx

RESUMEN

Las Unidades de Producción Familiar (UPF), son una estrategia en la producción de alimentos a bajo costo para la población rural, como un sistema de asociatividad que permite el involucramiento de sus integrantes. El objetivo del trabajo, fue establecer una UPF de setas (*Pleurotus* spp.), en la comunidad de San Juan Yatzona, Oaxaca, como alternativa para contribuir a su seguridad alimentaria. Se siguió la metodología de investigación acción participativa para la integración, organización y construcción de la UPF. Se cultivaron *Pleurotus pulmonarius* y *P. ostreatus* en paja de trigo (P) y en paja con rastrojo de maíz (PR 1:1) bajo condiciones rústicas. Se evaluó la productividad, se realizó un análisis de costos del proyecto y una evaluación social, a través de la metodología de marco lógico. La UPF, se estableció en una superficie de 56 m², subdividida en zonas para llevar a cabo todo el proceso. La mayor productividad de *P. pulmonarius*, se registró en paja de trigo, mientras que de *P. ostreatus*, fue en paja con rastrojo de maíz 1:1, con una eficiencia biológica de 72.52% y 47.46%, respectivamente. En general, la especie más productiva fue *P. pulmonarius*, estadísticamente diferente a *P. ostreatus*, mientras que entre los sustratos, no hubo diferencias significativas. El costo total de inversión para esta UPF, fue de \$11,156 MXN, lo que se considera accesible para las integrantes involucradas. La capacitación y el desarrollo de habilidades en las mujeres de la comunidad para la producción de setas, permitieron el establecimiento de la UPF como una alternativa para contribuir con la seguridad alimentaria.

Palabras clave: autogestión, proyecto socio productivo, seguridad alimentaria, setas, solidaridad.

INTRODUCCIÓN

Los hongos, se han convertido en un alimento altamente demandado en el mercado, por sus características sensoriales y su valor nutricional, especialmente las setas, las cuales, presentan alto contenido de aminoácidos, vitamina C, son bajas en grasas, entre otros, y son importantes en la ingesta diaria para los seres humanos (Barros *et al.*, 2008). Los avances tecnológicos, han hecho posible la producción de hongos, que, a nivel mundial, representa alrededor de 85% de las siguientes especies: *Lentinula edodes* (22%), *Pleurotus* (19%), *Auricularia* (18%), *Agaricus bisporus* (15%), y *Flammulina* (11%) (Royse y Sánchez, 2017). El cultivo y consumo de *Pleurotus* spp. en México, inició en los años 70. Desde entonces, ha aumentado el interés por su propagación (Gaitán-Hernández, 2007). Se han adaptado y cambiado técnicas tradicionales para reducir el costo de producción de las setas, a través de la evaluación de diversos residuos agrícolas para su cultivo (Gaitán-Hernández *et al.*, 2006). En 2019, México tuvo una producción de 31'212,167.5 toneladas de maíz

Citation: Vargas-Mendoza Y, Santiago-García PA, Soto-Castro D, Gaitán-Hernández R. 2024. Establecimiento de una unidad de producción familiar de *Pleurotus* spp. En una comunidad rural de Oaxaca, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo <https://doi.org/10.22231/asyd.v21i4.1660>

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: October 25, 2023.
Approved: February 9, 2024.

Estimated publication date:
September 27, 2024.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license.



(blanco y amarillo) y 702,054.9 toneladas de trigo, que generaron residuos lignocelulósicos factibles de ser aprovechados (Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI, 2019), para su incorporación en la economía circular y para reducir el reto ambiental de su desecho (Pilafidis *et al.*, 2022).

Por lo tanto, el cultivo de hongos, representa una alternativa para el aprovechamiento de estos residuos. Por otro lado, las Unidades de Producción Familiar (UPF), son una estrategia en la producción de alimentos a bajo costo para la población rural (Ramírez-García *et al.*, 2015), como un sistema de asociatividad, que permite el involucramiento de sus integrantes.

De manera particular, San Juan Yatzona, Oaxaca, es una comunidad con tradición y cultura en el consumo de hongos silvestres y ocasionalmente, consumen los cultivados comercialmente por proveedores externos. Sin embargo, la cantidad de hongos recolectados, ha disminuido en los últimos años, según las personas locales; lo cual, hace necesario, dar alternativas de producción y consumo de especies cultivadas. La investigación tuvo como objetivo, establecer una unidad de producción familiar (UPF) de setas (*Pleurotus* spp.), como alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria de dicha comunidad.

MARCO TEÓRICO

La seguridad alimentaria, pretende que, en todo momento, se tenga acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos y se compone de cuatro dimensiones: disponibilidad de alimentos, acceso, consumo y estabilidad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO, 2018). Sin embargo, distintos factores impactan negativamente en la seguridad alimentaria, sobre todo, en las comunidades rurales quienes se ven afectadas por el aumento de precios en los alimentos básicos, bajos ingresos, mayor presencia de alimentos procesados, pérdida de algunos alimentos silvestres, la disminución de las actividades del campo por falta de inversión, asesoramiento, entre otros (Lemos *et al.*, 2018).

Los cambios en la temperatura y las precipitaciones junto con una mayor incidencia de sequías, inundaciones y calor, afectan la productividad agrícola, al reducir la humedad del suelo, aumentar la evaporación y crear condiciones para que las plagas aceleren las infestaciones. Por lo que es importante, darle prioridad a la agricultura familiar, a través del desarrollo de proyectos que propicien la disponibilidad y el acceso a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos, a través del fortalecimiento de la producción rural y comercial.

La disponibilidad de los alimentos, depende de los sistemas de producción, por lo que se deben buscar técnicas para obtener alimentos de manera sostenible, a través del fomento de la agricultura familiar, la inclusión de pequeños productores en mercados locales, medidas de impuestos de alimentos altamente procesados y la regulación y control de la elaboración de alimentos, entre otros (FAO, 2018).

Además, la producción de alimentos debe ser sostenible, ya que se defiende el consumo responsable, también, el uso racional de sus recursos, una producción que prevenga la contaminación y el impacto ambiental, el fomento a la educación ambiental, así como la disposición de una proporción equitativa entre la población y sus prácticas (Carta de

Principios de la Economía Solidaria, 2011). Este sistema de producción, se puede llevar a cabo, a través de organizaciones sociales, conformadas por personas de comunidades asociadas de forma libre y voluntaria, conscientes de la producción de bienes y prestación de servicios y auto realización de sus miembros (Orrego y Arboleda, 2006).

Las unidades de producción familiar (UPF), se encuentran dentro de este tipo de organizaciones, ya que son parte de las asociaciones voluntarias para perseguir un beneficio en familia, que puede extenderse a un beneficio social. Una UPF, es una organización donde los integrantes, se unen con el fin de llevar a cabo proyectos socio productivos, para proporcionar sustento a una familia, logrando así, un nivel de vida satisfactorio, además de brindar trabajo a sus miembros y al desarrollo de alguna técnica que sea útil en su región (Ramírez-García *et al.*, 2015).

Se propone impulsar el cultivo de hongos comestibles, debido a sus diferentes ventajas de producción, valor nutritivo y comercialización (Martínez-Carrera *et al.*, 2000). El hongo *Pleurotus*, es conocido comercialmente como “seta”, cuenta principalmente con dos especies comerciales en México, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr) Kumm. y *P. pulmonarius* (Fr.) Quél. Estos, son capaces de degradar celulosa y lignina, que se encuentran presentes en pajas y rastrojos, también de desechos agroindustriales, como bagazos de caña de azúcar, maguey tequilero, pulpa de café y forestales. Todos ellos, sustratos disponibles en comunidades rurales, por lo que su cultivo es accesible (Gaitán-Hernández *et al.*, 2006) y con esto, se incorporan a la economía circular y disminuye el reto ambiental por su desecho (Pilafidis *et al.*, 2022). Es importante destacar que, para su producción, la inversión inicial es baja cuando se trata de una actividad alternativa a la economía familiar (Gaitán-Hernández, 2007).

En este estudio, se establecieron los mecanismos de integración y capacitación a mujeres de una comunidad indígena, con el objetivo de formar una unidad de producción familiar para la producción de hongos comestibles, para contribuir a la seguridad alimentaria de la comunidad de San Juan Yatzona, en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Se asume que esta UPF, funcionará como alternativa social de producción y alimentación económicamente viable.

METODOLOGÍA

El proyecto se llevó a cabo en la comunidad de San Juan Yatzona, Oaxaca, México, se localiza a 1,300 msnm (Figura 1). El clima es frío-húmedo, con temperaturas que varían de 11 a 31 °C. Las actividades agrícolas, se basan en la producción de maíz, frijol y café; y la comunidad, se encuentra en una situación de alta marginación (Plan municipal de San Juan Yatzona, 2014).

Integración de la UPF

La integración se realizó a través de la herramienta de desarrollo participativo de Geilfus (2002), con mujeres de la comunidad interesadas en la producción de hongos, que participaron en la formulación (matriz de plan de acción), capacitación (desarrollo de habilidades y talleres respecto a la producción de hongos), producción y evaluación del proyecto; lo que implicó la participación iterativa de los procesos de enseñanza-aprendizaje.



Fuente: <https://www.cerebriti.com/juegos-de-geografia/estados-de-la-republica-mexicana>, <https://www.pinterest.com.mx/pin/861313497461581613/> y <http://oaxaca.orgfree.com/regionsierranorte.html>) [9-10].

Figura 1. Localización de San Juan Yatzona.

Establecimiento de la UPF

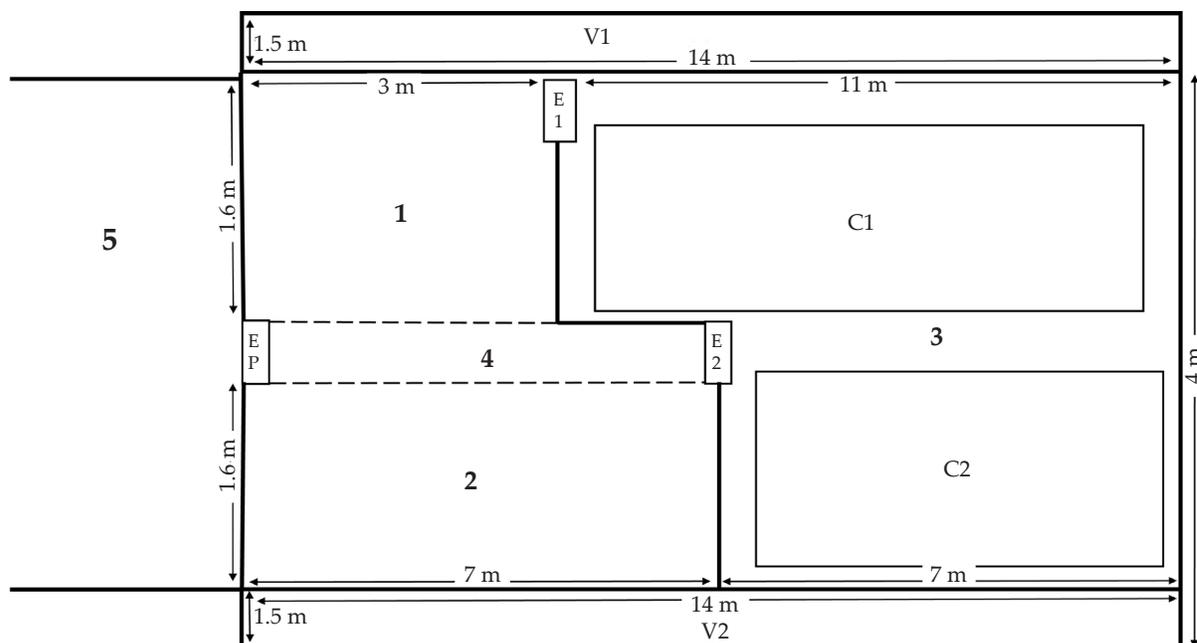
Se realizó en un espacio de 56 m², con piso de cemento, techo de lámina de metal galvanizado y ventanas cubiertas con costales y telas, para impedir la entrada de luz y malla anti áfido, para evitar la entrada de plagas. El lugar se dividió en cinco espacios: almacén de insumos (1), siembra (2), incubación y fructificación (3), pasillo (4) y área exterior para el tratamiento del sustrato (5) (Figura 2).

Preparación del sustrato y siembra

Para el cultivo de *Pleurotus*, se siguió la metodología descrita por Gaitán-Hernández *et al.* (2006). Los sustratos utilizados para el cultivo, fueron rastrojo de maíz (obtenido en la comunidad) y paja de trigo (adquirida de un proveedor comercial), fragmentados a un tamaño de partícula de aproximadamente 5 cm, los cuales se depositaron en arpillas, se trataron térmicamente por inmersión en agua a 65°C por 60 min. El inóculo de *P. pulmonarius* (IE-115), fue donado por el Instituto de Ecología (INECOL, Xalapa, México) y el de *P. ostreatus*, se obtuvo de un proveedor comercial. Se realizaron dos tratamientos: paja de trigo (P) y paja con rastrojo de maíz en proporción 1:1 (PR 1:1). De cada tratamiento, se colocaron 4 kg (b.h.) de sustrato en bolsas de polietileno nuevas y se sembraron con 5% de inóculo de cada una de las cepas. Las bolsas se cerraron, se etiquetaron y se les realizaron 12 perforaciones hechas con navaja punzocortante desinfectada, posteriormente, las bolsas se trasladaron al área de incubación.

Incubación y producción

La incubación se llevó a cabo, con un ciclo de 12 horas de luz y oscuridad, a una temperatura ambiente promedio de 21 °C y la producción, a una temperatura promedio de 23 °C con las mismas condiciones de luz y oscuridad antes mencionadas. Los hongos, se cosecharon manualmente en su etapa adulta, cuando el píleo estaba compacto, turgente y no flácido.



1: almacén; 2: siembra; 3: incubación y producción; 4: pasillo; 5: área exterior de tratamiento de sustrato, C1 y C2: camas para colocación de bolsas.

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Plano de la unidad de producción familiar (UPF) de hongos.

Productividad

Para evaluar la productividad, se consideró la eficiencia biológica (EB), la tasa de producción (TP), el rendimiento (R) y el número de cosecha (Gaitán-Hernández *et al.* (2006).

Diseño experimental

El diseño experimental, fue un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos (2 sustratos y 2 cepas), con siete repeticiones. A los valores obtenidos, se les aplicó un ANOVA. Las diferencias entre las medias de las muestras, se analizaron mediante la prueba de Tukey HDS ($p < 0.05$).

Análisis de los costos para el establecimiento de la UPF

Se consideraron los materiales para el acondicionamiento del área de producción (mallas, telas y plásticos) y la adquisición de insumos para la puesta en marcha de la UPF (mesa de trabajo, una balanza digital, un termómetro, un higrómetro digital, contenedores, materiales de higiene y sanitización, inóculo y sustratos).

Evaluación socio económica de la intervención

Desde el punto de vista económico, la evaluación se realizó determinando los costos de producción y el margen de utilidad por kilogramo de hongo fresco cosechado, tomando como base, la

producción de 25 bolsas, con 4 kg de sustrato húmedo. Para el cálculo del costo de producción, no se contemplaron insumos como leña y rastrojo de maíz, debido a la disponibilidad en la comunidad; así como la mano de obra, la cual fue subsanada por las integrantes de la UPF. Para calcular la utilidad neta real, se consideraron todos los insumos y mano de obra directos e indirectos. La evaluación social, se realizó a través de una matriz de indicadores de Geilfus (2002), en donde se aplicó un cuestionario, adaptada a los principios de la economía solidaria, como la participación en los talleres de capacitación, cooperación, confianza, trabajo en equipo y sentido de pertenencia al grupo, mediante un cuestionario aplicado a las integrantes.

RESULTADOS

Participación e instalación de la UPF

El grupo, se integró por cuatro mujeres de la comunidad, quienes asistieron y participaron en el plan de acción para lograr el establecimiento de la UPF, lo que involucró: capacitación, limpieza del lugar, colocación de telas en ventanas, división de los espacios, construcción, colocación de camas para las bolsas y adquisición de materiales e insumos para la producción de hongos (Figura 3).

Producción de setas en la UPF

La temperatura promedio registrada en la UPF, en los meses de noviembre-enero, desde la incubación hasta la fructificación, fue de entre 18 y 24 °C y una humedad relativa de 73 a 94%, a partir de la aparición de los primordios, se aplicó un riego a las bolsas por día para mantener alta humedad.

Para ambas especies, el periodo de incubación fue de 19 días y el de producción de 21 días. *P. pulmonarius* en PR 1:1, tuvo una producción menor que la registrada en paja de trigo



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Unidad de producción familiar (UPF) instalada en la comunidad. A: área de siembra y B: área de incubación y fructificación.

(Figura 4). Por su parte, *P. ostreatus*, logró una producción mayor en PR 1:1 que en P. En PR ambas cepas, lograron tres cosechas y en P sólo dos.

Productividad

La eficiencia biológica (EB), fue significativamente afectada por la cepa ($F=50.52$, $p=0.0000$), pero no por el sustrato ($F=0.0101$, $p=0.9212$), pero sí por sus interacciones ($F=13.222$, $p=0.0022$). El Cuadro 1, muestra que la EB de *P. pulmonarius* en PR 1:1, fue menor que en P y significativamente diferente entre estos sustratos ($p<0.05$), mientras que *P. ostreatus*, también mostró diferencias significativas entre los sustratos probados, pero con una mayor producción en PR 1:1.

En general, se observó una mayor EB en *P. pulmonarius* que en *P. ostreatus*; aunque sin diferencias significativas entre los sustratos, independientemente de las especies cultivadas (Cuadro 1). Por lo tanto, ambos sustratos, pueden ser una opción para la producción de *Pleurotus* bajo las condiciones evaluadas.

Los resultados, son expresados como medias \pm desviación estándar de las medidas tomadas por especie y por sustrato. Las diferentes letras en el superíndice, en la misma columna o fila, indican diferencia significativa ($p\leq 0.05$, Tukey HDS). P: paja de trigo, R: rastrojo de maíz, EB: eficiencia biológica.

Las especies evaluadas en la UPF, registraron una EB promedio de 66.03% para *P. pulmonarius* y de 41.32% para *P. ostreatus*, por lo que se considera, un cultivo rentable para la primera de ellas. En cuanto a la tasa de producción (TP), fue significativamente afectada por la cepa ($F=50.52$, $p=0.0000$), pero no por el sustrato ($F=0.0101$, $p=0.9212$) y sí por sus interacciones ($F=13.22$,



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Cosecha de basidiomas de *Pleurotus pulmonarius* en sustrato de paja con rastrojo de maíz (PR 1:1) en la unidad de producción familiar instalada.

Cuadro 1. Eficiencia biológica (EB %) obtenida para *Pleurotus* en cada uno de los sustratos evaluados.

Especie	Sustrato		Promedio
	P	PR 1:1	
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	72.52±12.76 ^d	59.53±5.52 ^c	66.03±11.52 ^b
<i>P.ostreatus</i>	35.17±4.19 ^a	47.46±5.52 ^b	41.32±7.96 ^a
Promedio	53.85±21.62 ^a	53.50±8.22 ^a	----

Fuente: elaboración propia.

p=0.0022). Observamos que *P. pulmonarius*, alcanzó valores de 1.65 ± 0.28 y fue significativamente mayor al logrado por *P. ostreatus* (Cuadro 2). En relación con el sustrato, no se encontró una diferencia significativa entre ellos, lo que indica que ambos sustratos, favorecen de forma similar el crecimiento y fructificación de *Pleurotus*.

Los resultados, son expresados como medias \pm desviación estándar de las medidas tomadas por especie y por sustrato. Las diferentes letras en el superíndice, en la misma columna o fila, indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$, Tukey HDS). P: paja de trigo, R: rastrojo de maíz, TP: Tasa de Producción.

El Cuadro 3, muestra el rendimiento (R) obtenido para ambas especies en los sustratos evaluados. El R, difirió significativamente por efecto de la cepa ($F=50.41$, $p=0.0000$), pero no por el sustrato ($F=0.0086$, $p=0.9271$) y sí por sus interacciones ($F=13.25$, $p=0.0022$). En general, el rendimiento fue de $16.50\% \pm 2.88$ en *P. pulmonarius*, significativamente diferente a *P. ostreatus*, donde se registró un R de $10.33\% \pm 1.99$, similar a otras variables, no se presentó una diferencia significativa en el R de los sustratos.

Los resultados, son expresados como medias \pm desviación estándar de las medidas tomadas por especie y por sustrato. Las diferentes letras en el superíndice, en la misma columna o fila indican diferencia significativa (Tukey HDS). P: paja de trigo, R: rastrojo de maíz, R, Rendimiento.

Como se muestra en los Cuadros 1, 2 y 3, los valores de EB, TP y R, en los sustratos evaluados, no presentaron diferencias significativas, lo que indica que ambos sustratos, favorecieron el crecimiento y fructificación de *Pleurotus*.

Cuadro 2. Tasa de producción (%) de *Pleurotus* en los sustratos evaluados.

Especie	Sustrato		Promedio
	P	PR 1:1	
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	1.81 \pm 0.31 ^d	1.48 \pm 0.13 ^c	1.65 \pm 0.28 ^b
<i>P.ostreatus</i>	0.87 \pm 0.10 ^a	1.86 \pm 0.13 ^b	1.03 \pm 0.19 ^a
Promedio	1.34 \pm 0.54 ^a	1.33 \pm 0.20 ^a	----

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Rendimiento (%) obtenido por *Pleurotus* en paja de trigo y mezcla de paja con rastrojo.

Especie	Sustrato		Promedio
	P	PR 1:1	
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	18.13 ± 3.19 ^d	14.88 ± 1.38 ^c	16.5 ± 2.88 ^b
<i>P.ostreatus</i>	8.79 ± 1.04 ^a	11.87 ± 1.38 ^b	10.33 ± 1.99 ^a
Promedio	13.46 ± 5.4 ^a	13.38 ± 2.05 ^a	-----

Fuente: elaboración propia.

Costos

En este estudio, se determinó que, el costo de acondicionamiento del área de la UPF, fue de \$5,952.00 y para su operación, se requirieron \$5,204.01, es decir, una inversión total de \$11,156.01. Cabe resaltar, que parte de los materiales utilizados, fueron subsanados por las beneficiarias del proyecto, esto permitió reducir los costos iniciales de inversión. Esta UPF, representa una fuente alimentos para autoconsumo e ingresos extras por venta de un producto nutritivo y saludable, lo que trae beneficios a los involucrados en el proyecto, a sus familias y a la comunidad.

Estimación del costo de producción

El costo de producción de 24 bolsas, con 4 kg de sustrato húmedo cada uno y que rindieron 22 kg de setas frescas, fue de \$1,670.00 pesos (Cuadro 4). Con este costo y el precio a la venta del kg de setas actual en el mercado regional de la Sierra Norte de Oaxaca, se determinó un precio de venta para la seta producida en la UPF de \$140.00 pesos por kg, lo que representó un margen de utilidad del 46.03% por kg. Esta utilidad es alta, al no considerarse el pago de mano de obra en el proceso, ya que fue una actividad realizada por los involucrados sin remuneración alguna. Con base en lo anterior, la ganancia por cada kilogramo de hongo vendido, fue de \$64.00 pesos. Considerando una proyección de producción de 80 kg de setas frescas, en un periodo de dos meses y medio y en las condiciones

Cuadro 4. Costo de producción y determinación del precio de venta por kg de hongos producidos.

Materiales	Cantidad	Costo (\$)
Paja de trigo	24 kg	1,275.00
Semilla de <i>P.ostreatus</i>	4 kg	320.00
Bolsas de siembra (40×60cm)	25 piezas	75.00
Total		\$1,670.00
	Costo unitario (kg)	\$75.91
	Precio de venta	\$140.00
	Ventas totales	\$3,080.00
	Utilidad bruta	\$1,417.84
	Margen de utilidad bruta	46.03%

Fuente: elaboración propia.

de la UPF, contemplando insumos totales y gastos directos e indirectos de mano de obra, se obtiene un margen de utilidad de 16.97%.

Evaluación social

Los resultados del cuestionario aplicado, mostraron que las integrantes de la UPF, desarrollaron habilidades y destrezas, a partir de las capacitaciones recibidas y participación en la producción de setas en la unidad.

Por otra parte, las actividades desarrolladas para el establecimiento de la UPF, fomentaron el trabajo en equipo, la cooperación, la confianza y el sentido de pertenencia, además, las responsabilidades que implican pertenecer a una organización social.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo, muestran que, para la producción de setas en condiciones rústicas, como las condiciones climatológicas, el rendimiento, productividad e integración social, se alcanzaron en el periodo de intervención en la comunidad. Esto, debido a que, en la comunidad, se registraron valores de temperatura y humedad relativa, similares a los reportados por Gaitán-Hernández y Silva (2016) para la producción de *Pleurotus* spp., quienes registraron temperaturas de incubación de 15 a 20 °C y una humedad relativa de 72 a 81%. Para el mismo hongo, Jaramillo y Albertó (2019) y Salmones *et al.* (2020) citaron temperaturas de incubación de 25±1 °C y 26±3 °C y una humedad relativa de 80 a 90%, pero bajo condiciones controladas.

Los periodos de incubación, se encontraron dentro del intervalo, comparados con los reportados por Gaitán-Hernández y Silva (2016), con una incubación de 22 días para *P. pulmonarius* y 25 días para *P. ostreatus*, cultivadas bajo condiciones rústicas en una mezcla de paja de maíz y avena, en la región del Cofre de Perote, Veracruz; los autores obtuvieron tres cosechas, en un periodo de 45 a 65 días.

Los valores de EB obtenidos en la UPF, fueron inferiores a los reportadas por Gaitán-Hernández y Silva (2016), quienes lograron una EB de 110.8% para *P. pulmonarius* cultivado en rastrojo de maíz. Estos autores, cultivaron *P. ostreatus* en el mismo sustrato, donde obtuvieron una EB de 103.9%, las condiciones de cultivo también fueron rústicas.

Cruz-Montes *et al.* (2018), Valencia *et al.* (2018), Portilla *et al.* (2019) y Morán *et al.* (2020), han citado EB mayores a las de este estudio, pero en condiciones controladas de humedad, temperatura, luz y circulación de aire. Las EB reportadas por los autores antes citados, han oscilado de 64.68% a 136.20%, con *P. ostreatus* cultivado en rastrojo de maíz y de 85% a 141.29%, cultivado en paja de trigo.

De acuerdo con lo propuesto por Ríos *et al.* (2010), quienes mencionaron que una EB mayor al 50%, se puede considerar aceptable, aunque cabe mencionar que, hay otros factores que intervienen para lograr la rentabilidad de un producto. La diferencia en la productividad de ambas especies, se puede deber a una mejor adaptación de *P. pulmonarius* a las condiciones ambientales, de sustrato y de cultivo rústico.

Gaitán-Hernández y Silva (2016), reportaron para estas mismas especies cultivadas en rastrojo de maíz, valores similares de TP, 1.4 y 1.3 para *P. pulmonarius* y *P. ostreatus*,

respectivamente. Mientras, Cruz-Montes *et al.* (2018) y Morán *et al.* (2020), reportaron valores de TP mayores a 2.0 en *P. ostreatus* cultivado en rastrojo de maíz y paja de trigo, bajo condiciones controladas.

Los valores de rendimiento obtenidos en este estudio, fueron menores a los reportados por Gaitán-Hernández y Silva (2016), ya que para *P. pulmonarius*, obtuvieron un R de 23.3% y para *P. ostreatus*, un R de 21.8%, especies cultivadas en rastrojo de maíz en condiciones rústicas en la región del Cofre de Perote, Veracruz. Los valores citados, a diferencia de los obtenidos en este estudio, se deben a los sustratos utilizados, a las condiciones ambientales y en general, a los diferentes procesos de producción en cada uno de los ensayos.

Respecto a los sustratos, se reporta que la mezcla de éstos, ayuda al desarrollo de primordios y que la formación de hongos adultos, se favorece hasta en 95% en sustratos ricos en proteína (Amunke *et al.*, 2011; Romero-Arenas *et al.*, 2018). Para los sustratos utilizados en esta investigación, paja de trigo y rastrojo de maíz, se han reportado valores de contenido de proteína de 3.34% y 4.9%, respectivamente (Romero-Arenas *et al.*, 2018). Sin embargo, estos valores de proteína, pueden variar de acuerdo con origen del sustrato, debido a factores como la variedad, el grado de madurez, el manejo, la fertilidad del suelo, la época de siembra, entre otros, que influyen en el desarrollo general de las plantas y por tanto en el contenido de nutrientes (Romero *et al.*, 2010).

En relación a los resultados de la evaluación social, la producción familiar de setas, como lo reportaron Borunda *et al.* (2021), es una actividad que representa una alternativa para aportar al sustento familiar, debido a los roles ya establecidos por parte de la sociedad y el hogar, lo que les permite explorar sus potencialidades y poner en práctica sus conocimientos. En esta unidad de producción, los valores solidarios, fueron características de una organización social, ya que como lo mencionan Orrego *et al.* (2006), la esencia de estas organizaciones, está dirigida a la base social y tiene por objeto, acciones que implican el mejoramiento de la vida de la comunidad, la integración social y el desarrollo local. Con base en los resultados, se puede decir que las integrantes, asumieron una responsabilidad en común. Además, están conscientes de que los hongos, cubren una necesidad de alimentos para autoconsumo, así como para la comunidad, por lo que la UPF, significa contar con una alternativa de desarrollo en la región por su viabilidad productiva.

Valdespino (2020) indicó, que esta producción, no solo involucra al productor y consumidor, también fortalece una cadena de producción, es un alimento con fuentes nutricionales y de recursos económicos para zonas vulnerables. Al tener conocimiento de la producción de setas, se generó confianza en la comunidad para adquirirlas y consumirlas, lo cual, contribuye para la seguridad alimentaria de la región. Las integrantes de la UPF, cuentan con el conocimiento de que los hongos, aportan beneficios a la salud; que las setas, son productos naturales, de buen sabor, nutritivos y con aceptación en la comunidad para su consumo.

CONCLUSIONES

A pesar de las condiciones rústicas de producción y de los parámetros ambientales que prevalecieron en la UPF de San Juan Yatzona, se logró la generación de un alimento que

contribuye a la seguridad alimentaria en la comunidad. Los sustratos evaluados, favorecieron la fructificación de *Pleurotus*. Destacó el uso del rastrojo de maíz, ya que se obtuvo de la actividad primaria principal de la comunidad. Esto representa, una alternativa para el reciclado de un residuo agrícola, en un proceso productivo alternativo.

Esta investigación, contribuye al fortalecimiento de las capacidades de las mujeres de la comunidad, a través de la capacitación, tanto en español, como en su lengua materna, lo cual, desarrolla habilidades para producir hongos comestibles cultivados y disminuye la dependencia hacia especies silvestres de temporada. Durante el proceso de producción de setas, se fomentaron valores de economía solidaria, que permitieron el éxito de la unidad de producción familiar; ello propone, una actividad socioeconómica alternativa para incrementar la disponibilidad de setas para autoconsumo y venta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Ecología, A.C. por la donación de *Pleurotus pulmonarius* (IE-115); a las integrantes de la UPF Justina Gutiérrez, Brenda Arvea y Nayeli Vargas, por su apoyo y participación durante el trabajo desarrollado en la comunidad. Esta investigación, contó con el financiamiento de la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), del Instituto Politécnico Nacional –IPN (Clave SIP-20221103). Yanet Vargas Mendoza, contó con el apoyo de una Beca de Maestría CONACYT (N° 1085402).

REFERENCIAS

- Amunke EH, Dike KS, Ogbulie JN. 2011. Cultivation of *Pleurotus ostreatus*: An edible mushroom from agro base waste products. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, 1(3). 1-14.
- Barros L, Cruz T, Baptista P, Estevinho LM, Ferreira CR. 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology* 46. 2742-2747.
- Borunda LE, Anchondo A, Porras DA. 2021. Mujeres artesanas como detonante del empoderamiento en Unidades de producción familiar Bocoyna, Chihuahua. *In: Innovación, turismo y perspectiva de género en el desarrollo regional*. Rózga Luter RE, Serrano Oswald, SE, Mota Flores, VE. (coords). Editorial: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional. Ciudad de México. 2021; Volumen 4, pp: 1-20.
- Carta de Principios de la Economía Solidaria. 2011. Economía solidaria. Disponible en <https://www.economiasolidaria.org/carta-de-principios-de-la-economia-solidaria/>.
- Cruz-Montes A, Romero-Arenas O, Rivera-Tapia, JA, Tapia-Hernández A, Landeta-Cortés G, Villarreal-Espino OA. 2018. Evaluación de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y esquilmos agrícolas para la producción de setas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(1). 317-328.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe (133). FAO con OPS, WFP y UNICEF. Disponible en <https://www.unicef.org/lac/media/4261/file/PDF%20Panorama%20de%20la%20seguridad%20alimentaria%20y%20nutricional%202018.pdf>.
- Gaitán-Hernández 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*, 1ª ed.; Sánchez JE, Martínez-Carrera D, Mata G, Leal H. El Colegio de la Frontera Sur: Tapachula, Chiapas, México, 2007; Volumen 1, pp: 101-112.
- Gaitán-Hernández R, Salmones D, Pérez R, Mata G. 2006. Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción, 1ª ed. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México; 56.
- 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(1). 43-47.
- Geilfus F. 2002. 80 herramientas del desarrollo participativo. Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, 8ª reimpresión. Frans Geilfus. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José

- C.R.: IICA 2002.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2019. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/>.
- Jaramillo S, Albertó E. 2019. Incremento de la productividad de *Pleurotus ostreatus* mediante el uso de inóculo como suplemento. *Scientia Fungorum*, 49. 1-8. DOI: 10.33885/sf.2019.49.1243.
- Lemos M, Baca del Moral J, Cuevas V. 2018. Pobreza e inseguridad alimentaria en el campo mexicano: Un tema de política pública no resuelto. Textual: análisis del medio rural Latinoamericano, (71). 71-105.
- Martínez-Carrera D, Larqué A, Aliphat M, Aguilar A, Bonilla M, Martínez W. 2000. La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT, México, D. F., 193-207.
- Morán T, Bautista J, Sobal M, Rosales V, Candelaria B, Huicab ZG. 2020. Potencial biológico de residuos vegetales para producir *Pleurotus ostreatus* en zonas rurales de Campeche. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(3). 685-693. DOI: 10.29312/remexca.v11i3.1925.
- Orrego CI, Arboleda OL. 2006. Las organizaciones de economía solidaria: Un modelo de gestión innovador. Cuadernos de Administración, (34). 97-110.
- Pilafidis S, Diamantopoulou P, Gkatzionis K, Sarris D. 2022. Valorization of agro-industrial wastes and residues through the production of bioactive compounds by macrofungi in liquid state cultures: growing circular economy. Applied Sciences, 12(22). 11426. DOI: 10.3390/app122211426.
- Plan municipal de San Juan Yatzona. 2014. Estrategia de planeación y gestión territorial para el desarrollo con identidad. Disponible en oaxaca.gob.mx.
- Portilla A, Romero-Arenas O, Valencia MA, Hernández MA, Lanteta G, Rivera-Tapia JA. 2019. Determinación de los parámetros de productividad de cepas de *Pleurotus ostreatus* y *P. opuntiae* cultivadas en paja de trigo y pencas de maguey combinadas con sustratos agrícolas. Scientia Fungorum, 49. 1-9. DOI: 10.33885/sf.2019.49.1216.
- Ramírez-García AG, Sánchez-García P, Montes-Rentería R. 2015. Unidad de producción familiar como alternativa para mejorar la seguridad alimentaria en la etnia yaqui en Vicam, Sonora, México. Ra Ximhai, 11(5). 113-136.
- Ríos M del P, Hoyos JL, Mosquera SA. 2010. Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 8(2), 86-94.
- Romero O, Huerta M, Damián MA, Macías A, Tapia AM, Parraguirre FC, Juárez J. 2010. Evaluación de la capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* con el uso de hoja de plátano (*Musa paradisiaca L.*, cv. Roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. Agronomía Costarricense, 34(1). 53-63.
- Romero-Arenas O, Valencia MA, Rivera JA, Tello I, Villarreal OA, Damián MA. 2018. Capacidad productiva de *Pleurotus ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas. Agricultura Sociedad y Desarrollo, 15(2). 145-160.
- Royse DJ, Sánchez JE. 2017. Producción mundial de setas *Pleurotus* spp. con énfasis en países Iberoamericanos. In: Biología, cultivo, las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp., 1ª ed.; Royse DJ, Sánchez JE. El Colegio de la Frontera Sur: San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, pp: 17-25.
- Salmones D, Mata G, Gaitán-Hernández R, Ortega C. 2020. Cepas de *Pleurotus pulmonarius* con alta capacidad productiva seleccionadas de micelios dicarióticos. Scientia Fungorum. 50. 1-11. DOI: 10.33885/sf.2020.50.1270.
- Valdespino FB. 2020. Aprovechamiento sostenible de hongos comestibles; hacia una seguridad alimentaria. Medio Ambiente (Brasil), 2(5). 45-55.
- Valencia MA, Castañeda MA, Huerta M, Romero-Arenas O. 2018. Carrizo silvestre (*Arundo donax*) como sustrato alternativo en la producción de *Pleurotus ostreatus*. Scientia Fungorum, 48. 15-22. DOI: 10.33885/sf.2018.48.1231s.