

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PRODUCCIÓN DE HONGO SETA (*Pleurotus
ostreatus*)

Prestador de servicio social:
Rodrigo Huerta Torres
Matrícula: 2162027092

Asesor interno:
Antonio Flores Macías
Núm. Económico:13174

Asesor externo:
José Francisco Cervantes Mayagoitia
Cédula profesional: 963166

Lugar de Realización:

Centro de Investigaciones Biológicas Agrícolas de Cuemanco

Fecha de Inicio y Término:

Del 23 de abril al 23 de octubre de 2021

Índice

INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACIÓN	4
MARCO TEÓRICO	4
OBJETIVO	7
Objetivo general	7
METAS	7
METODOLOGÍA UTILIZADA	7
ACTIVIDADES REALIZADAS.	8
OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS.	12
RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.	12
RECOMENDACIONES.	13
BIBLIOGRAFÍA	13

INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus* (hongo seta), son uno de los alimentos de la dieta humana que se encuentra en muchos países del mundo; su aceptación creciente es debida a sus propiedades nutricionales y organolépticas. Las formas en cómo se puede consumir son en fresco, cocidas, secas o fritas (Huitrón-Contreras *et al.*, 2020).

En México el cultivo de hongos comestibles comenzó en 1933, el primer cultivo fue el cultivo de *Agaricus bisporus* (champiñón) y en 1974 se inició el establecimiento del cultivo llamado comúnmente seta (Gaitán, 2021).

El cultivo de hongos setas resultó de gran interés entre los productores; estos crecen sobre materiales baratos principalmente productos agro-industriales (70% de estos productos son residuos que son desechados al ambiente), que se utilizan como sustrato (Barba-Chávez y López-Cruz, 2017). Además, es un excelente alimento y componente de una dieta balanceada, además de poderse preparar en diferentes presentaciones y recetas (Tapia, 2019).

La producción de setas muestra un gran potencial biotecnológico que permite aprovechar diversos desechos orgánicos como sustratos para el cultivo de setas. México es el mayor productor de hongos en Latinoamérica, generando alrededor de 80.8% de la producción total con 62,374 toneladas en 2011, seguido por Brasil con 7.7% y Colombia con 5.2%, a nivel mundial ocupa el 13° puesto (Romero-Arenas *et al.*, 2018).

A nivel nacional el cultivo de setas es una actividad con potencial de desarrollo económico; los mayores productores son Guanajuato, Chihuahua, Hidalgo, Baja California, Coahuila, San Luis Potosí, Sonora y Puebla, que en su conjunto representan el 73% del total de la superficie sembrada a nivel nacional (Romero-Arenas *et al.*, 2018).

Los hongos son organismos heterotróficos, dicho de otro modo, para alimentarse requieren transformar compuestos orgánicos para obtener de ellos los nutrientes necesarios para su ciclo de vida (Roncero, 2015). El género *Pleurotus*, alberga una gran variedad de hongos comestibles que son conocidas por su gran calidad nutricional, alto valor proteico con alto contenido de aminoácidos esenciales, vitaminas (B1, B2, B12, C, D, E y caroteno) micro y macronutrientes (potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro, cobre, selenio y zinc), fibra dietaria, bajas concentraciones de sodio y grasas insaturadas (Huitrón-Contreras *et al.*, 2020).

Este género presenta la característica de colonizar algunos materiales de bajo costo y con altas concentraciones de lignina, celulosa y hemicelulosa (como rastrojos, pajas, pastos); son organismos que se consideran como degradadores primarios de descomposición porque son capaces de utilizar directamente los residuos de las plantas o materia orgánica. Pueden degradar sustratos lignocelulósicos como fuente nutricional, lo que representa una posibilidad biotecnológica para la obtención de alimento (Barba-Chávez y López-Cruz, 2017).

La técnica “monotub” implica el cultivo de hongos en una tina, bolsa o contenedor modificado; con esta técnica se facilita la regulación del microclima que necesitan los hongos para crecer. Un monotub o monotubo mantiene los niveles de humedad altos

y cuenta con orificios de ventilación que permiten un intercambio de gases adecuado (Zamnesia, 2021).

Entre los sustratos para el cultivo de setas en México, están la madera de árboles (pinos) y fibra de coco; por el porcentaje de celulosa, hemicelulosa, lignina y su bajo costo.

Componente	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
Fibra de coco	43	0.25	45
Paja de alfalfa	50	25	7
Cascarilla de arroz	75.59	67.29	69.55
Bagazo de caña	61.04	74.47	69.62
Residuos de pasto	8	4	2

Tabla 1. Composición química de algunos sustratos. Elaboración propia.

JUSTIFICACIÓN

Según Romero-Arenas *et al.* 2018, en su artículo "Capacidad productiva de *P. ostreatus* utilizando alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas" más del 70% de los residuos agrícolas son desechados al ambiente, generando daños a largo plazo y son desaprovechados en las zonas agrícolas. Aprovechar estos residuos como insumos para el cultivo de setas representa una manera de no desecharlos y al mismo tiempo, convertirlo en un insumo para una actividad productiva, rentable económicamente y que permite producir un alimento rico en nutrientes a bajos costos de producción.

Desarrollar un manual para producción casera o semicomercial facilitará el conocimiento a los interesados en comenzar su producción y obtener buenos rendimientos, aprovechando sus recursos y espacios de sus hogares.

MARCO TEÓRICO

P. ostreatus de la familia Pleurotaceae, es una especie de hongos comestibles, sus características morfológicas se observan en el carpo o sombrero, que tiene diferentes tonalidades; los hay desde blanco, amarillo, rosa, gris y azul pálido; este mide aproximadamente de 6 a 15 cm de diámetro, el tamaño varía de acuerdo con la edad y las condiciones climáticas. La forma del carpo también depende de la edad, en las primeras etapas de crecimiento es redondeado y después se va abriendo, cada vez se hace más convexo, en las últimas etapas de crecimiento se aplanan y los bordes del carpo se tornan de color café (Piska *et al.*, 2017). Los sistemas de producción en el cultivo de setas pueden variar según el tipo de contenedores utilizados para el sustrato, las modalidades de distribución y el espacio físico del área de fructificación del hongo, la forma de monitorear las condiciones ambientales para regular las

distintas fases del proceso de producción. Existen cuatro sistemas de producción conocidos en el mundo: Americano o sistema de camas, holandés, francés y monotub.

- Sistema Americano: las bandejas son bases de madera en forma de camas invertidas donde es colocado el sustrato.
- Sistema Holandés: Consiste en estantes contruidos de madera o acero galvanizado con apartados de aluminio compuesto por cajas estandarizadas en donde se coloca el sustrato.
- Sistema Francés: Este sistema utiliza bolsas plásticas o sacos como contenedores de sustrato.
- Monotub: es un sistema que utiliza una caja de plástico en la cual se crea un microambiente que se adapte a las necesidades del hongo, utilizando un calentador para peceras y agua.

La propagación del micelio en semillas es a partir del inóculo primario, es decir, es la multiplicación del micelio para disponer de una mayor cantidad para su siembra en el sustrato elegido para la producción de hongos (Ríos-Ruiz *et al.*, 2017). Algunas etapas en la producción de *P. ostreatus* se presentan a continuación,

Material para propagación de micelio (Vences, 2016).

- Lavar los granos de trigo abundantemente.
- Remueva cuidadosamente las semillas muertas y aquellas que floten.
- Ponga las semillas a hervir en agua por lo menos 20 minutos hasta que se expandan sin romperse.
- Vaciar el agua y colocar una hoja de papel de estraza para eliminar el exceso de humedad.
- Agregar la mezcla de carbonato y sulfato de calcio.
- Vaciar la semilla en los recipientes de plástico y tapar con aluminio y microporo.
- Meter los frascos a la olla exprés y esterilizar durante 20 minutos a temperatura de 120 °C.

Tratamiento del sustrato (Colavolpe *et al.*, 2015).

- Con una trituradora se corta la paja en fragmentos de 5 a 8 cm, no muy pequeños (esto para facilitar el manejo del material). Se coloca en sacos de malla.
- El método de esterilización del sustrato será por inmersión alcalina: se coloca suficiente agua en un tambo de plástico, se recomiendan 25 litros de agua por cada kilo de paja seca. Aplicar cal viva 5 gramos por cada litro de agua o cal hidratada 8 gramos por cada litro de agua.
- Añadir la paja y dejar remojando durante 24 horas a temperatura ambiente.
- Una vez terminado el proceso de inmersión alcalina, el sustrato se deposita sobre una mesa (lugar aseado y sin corrientes de aire), se extiende y se deja escurrir.

Inoculación e incubación (Zamnesia, 2021).

Elaboración de monotub.

- Se utilizará una caja de 72 litros de capacidad a la cual se le realizarán 18 orificios distribuidos en diferentes partes:

1. Pared lateral más amplia: dos orificios a una altura de 9 cm (partiendo de la base hacia la tapa) y con una distancia entre ellos de 18 cm, dos orificios a una altura de 26 cm y distancia entre ellos de 15 cm, usando un sacabocados de 54 mm (2 1/8").
2. Pared más angosta: se realizan dos orificios a una distancia de 28 cm a partir de la base hacia arriba con una distancia entre ellos de 10 cm.
3. Tapa: se realizarán seis orificios para ventilación con una distancia entre ellos de 15 a 18 cm, con el sacabocados de 54 mm.
4. Por último, se realizará un corte en forma rectangular del tamaño exacto del higrómetro con el fin de colocarlo a presión y así evitar que algún insecto o contaminante entre al cultivo.
5. A continuación, se cierra la caja con la tapa y los orificios de intercambio de gases con tela tipo fieltro o fieltro acústico, para mantener en su sitio los filtros se utiliza cinta adhesiva tipo masking tape que se pegan por fuera de la caja para que la humedad no afecte el pegamento del material.

Inoculación o siembra.

- El sustrato que se utilizará en este proceso es el esterilizado por inmersión alcalina.
- Este proceso se realiza a través de una mezcla ordenada en capas de paja y micelio, dispersando el micelio sobre cada capa de sustrato con la ayuda de una cuchara de metal, la cual deberá limpiarse cada que se aplica micelio sobre la paja para evitar contaminación. Las capas deben cubrir por lo menos el 80% de las bolsas.
- Seguido de esto se deben cerrar las bolsas con un nudo hecho con la misma, para evitar el ingreso de insectos o algún contaminante que pueda afectar el rendimiento de los hongos.
- Mantener una temperatura constante de 28 °C a 32 °C y una humedad del 70% a 80%.
- Colocar las bolsas de micelio y sustrato dentro de la caja, colocando el calentador eléctrico en la parte inferior, sobre este se colocan dos piezas de metal para que la bolsa no esté en contacto directo con el calentador.
- Transcurridos cinco días se abren los orificios de intercambio de gases y se colocan filtros con manta de cielo para evitar el ingreso de insectos o contaminantes a la caja, las bolsas se dejan abiertas deshaciendo el nudo.
- Para mantener la humedad y la temperatura constante (70% a 80% y 28°C a 32°C), se recomienda añadir agua de garrafón con un atomizador.

Producción.

Fructificación (Barba-Chávez y López-Cruz, 2017).

- Entre la semana tres y cuatro después de incubar, sobre la superficie del sustrato se observa pequeños primordios del hongo sobre la paja, deben recibir luz indirecta de sol o se puede utilizar luz blanca. La humedad ambiental debe oscilar de 40% a 50% y la humedad del sustrato debe mantenerse entre el 70% y 80%, a una temperatura de 28 °C. Sin embargo, en algunas ocasiones la humedad dentro del monotub llega al 99%, esto puede causar problemas en la producción, la solución es abrir la caja y reducir el riego para reducir el porcentaje a 80.

- Una vez que el sustrato es invadido totalmente por el micelio, entre 30 a 40 días, empezaran aparecer pequeñas protuberancias entre los tres y cinco días, a los cuales se les conoce como “primordios” estos pequeños hongos crecen durante seis días hasta crecer 20 veces su tamaño.
- En este estado se puede abrir (dejar la tapa sobrepuesta) la caja para que reciban mayor ventilación y colocar en su lugar tela manta de cielo para evitar que se contamine. Se reducirá la concentración de dióxido de carbono. Durante los cinco días de crecimiento de los primordios, se mantiene una temperatura de entre 26 °C y 30 °C, la frecuencia de riegos debe aumentar al aparecer las fructificaciones; se sugiere riego por aspersión de gota fina, en un lapso de 10 a 15 días y humedad dentro de la caja del 85% máximo. Una vez fructificando se recomienda que durante los últimos tres días el riego sea menor (humedad de 80%).

Cosecha.

Después de 10 a 15 días se pueden retirar los racimos, cortándolos de la base y haciendo movimientos moderados, girando el racimo sobre su propio eje para que se desprenda fácilmente y con ello se evite dañar el sustrato. Seguido de esto se vuelve a cerrar la caja y pasados 10 días se vuelve abrir, pero la tapa debe quedar sobrepuesta. Después de esta primera cosecha, la siguiente se dará transcurridos entre 10 y 15 días.

OBJETIVO

Objetivo general

Elaborar un manual sobre la producción de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*)

METAS

- Realizar una revisión sobre la producción de hongo seta en fuentes de información primaria y secundarias (impresa y digital).
- Realizar un análisis y clasificación de la información recopilada.
- Elaborar un manual sobre la producción de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*).

METODOLOGÍA UTILIZADA

Se realizará una revisión sobre el proceso de producción del cultivo de hongos en el sistema monotub, a través de fuentes secundarias como reportes técnicos, artículos científicos, revistas especializadas, libros de especialidad y videos documentales.

En una segunda etapa, como parte del método, la información se clasifica de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo. Entre ellas, están:

Material para propagación de micelio

Tratamiento del sustrato

Control de temperatura

Manejo de riego

Siembra en el sistema monotub

Incubación

Fructificación

Cosecha

Por último, con la información recopilada, analizada y clasificada se procederá a la redacción del manual.

ACTIVIDADES REALIZADAS.

Dato 1

- Recolección de datos del material de propagación.

Sustrato: paja de trigo.

Precio: \$80 pesos

Facilidad para conseguir: Accesible

- Recolección de datos de preparación del sustrato.

Esterilización alcalina: 5 gramos de cal por cada litro de agua.

Tiempo de reposo: 24 horas.

- Recolección de datos de inoculación.

Se utilizó una cuchara de metal, limpiándola con alcohol y se secó con un trapo limpio.

El espacio en el cual se realizó la inoculación del sustrato no se limpió.

La inoculación del sustrato se realizó durante las primeras horas de la mañana.

- Recolección de datos de desarrollo de micelio.

Se mantuvo cerrado el monotub usando un masking en los orificios de la tapa, durante los siguientes seis días.

El séptimo día se abrieron los orificios de la tapa, quitando el masking de los orificios.

- Recolección de datos de plagas y enfermedades.

Hubo presencia de moscas y bacterias (*Pseudomonas* spp.).

- Recolección de datos del inicio de primordios.

Los primordios se hicieron presentes en la semana 5 después de la inoculación.

- Recolección de datos de labores de cosecha y de postcosecha.

Se realizaron tres cosechas.

Dato 2

- Recolección de datos del material de propagación.

Sustrato: paja de trigo.

Precio: \$90

Facilidad para conseguir: Accesible.

- Recolección de datos de preparación del sustrato.

Esterilización alcalina: 8 gramos de cal por cada litro de agua.

Tiempo de reposo: 24 horas.

- Recolección de datos de inoculación.

El material de propagación o micelio se dejó a temperatura ambiente durante 24 horas, se aplicó con el uso de una cuchara de plástico (desechable), que se ha limpiado con alcohol y se ha dejado secar.

El lugar donde se inocula el sustrato se limpia con una solución de hipoclorito de sodio al 10% y agua, se deja secar usando un trapo de tela limpio.

Se utilizan cubrebocas y guantes limpios.

- Recolección de datos de desarrollo de micelio.

Se cerraron los monotubs inoculados durante 5 días, seguido de eso se limpió el exterior de las cajas con alcohol y se realizaron algunas aberturas en forma de "V".

Se metió al sistema de monotube para acelerar el crecimiento del micelio.

El desarrollo repentino del micelio se dio a los 5 días.

Se usó monotube a una temperatura de 29°C y 80% de humedad.

- Recolección de datos de plagas y enfermedades.

Aparición de bacterias y hongos en el 1% de los monotube inoculados.

- Recolección de datos del inicio de primordios.

Los primordios aparecieron a partir de la semana cuatro.

- Recolección de datos de labores de cosecha y de postcosecha.

Se realizaron cuatro cosechas

Dato 3

- Recolección de datos del material de propagación.

Sustrato: cáscara de caña.

Precio: \$20

Facilidad para conseguir: Accesible.

- Recolección de datos de preparación del sustrato.

El material de propagación se esterilizó usando una solución de agua con cal, por cada 10 litros de agua se agregan 10 gramos de cal y se deja reposar por 26 horas. Se coloca el sustrato en un costal de rafia para manipular con mayor facilidad el sustrato y quede sumergido por mayor tiempo.

Al retirar el sustrato de la solución, poner a escurrir durante 10 minutos para reducir el exceso de humedad del sustrato.

- Recolección de datos de inoculación.

El material de propagación o micelio se dejó a temperatura ambiente durante 24 horas, se aplicó con el uso de una cuchara de metal, que se ha limpiado con alcohol y se ha dejado secar.

El lugar donde se inocula el sustrato se limpia con una solución de hipoclorito de sodio al 10% y agua, se deja secar usando un trapo de tela limpio.

Se utilizan cubrebocas y guantes limpios.

Se metió al sistema de monotube para acelerar el crecimiento del micelio.

- Recolección de datos de desarrollo de micelio.

Se pone el sustrato en un bolsas de plástico desechable en la cual se aplicó una capa de este de un grosor de 10 cm y cuatro cucharadas de micelio hasta llenar la bolsa. Se introduce al monotube, después de este proceso se cierra durante 48 horas y después de este lapso se abren los orificios de intercambio de gases para mejorar el desarrollo de micelio.

Se coloca el calentador de pecera y se le añade agua hasta que quede totalmente cubierto.

Se vuelve a cerrar el monotube y se hacen orificios pequeños con el uso de tijeras previamente esterilizadas, para mejorar el intercambio de gases.

El desarrollo de micelio comenzó a partir del segundo día.

Después de 25 días el desarrollo del micelio es óptimo y se observa el desarrollo de primordios en las áreas donde hay orificios de intercambio de gases.

Con el uso de una navaja esterilizada se abren más los orificios para mejorar el desarrollo de los primordios y tener mejores carpos de mayor tamaño.

En el monotube la temperatura se mantuvo en 28 °C y la humedad en 75 %.

Los orificios de intercambio de gases del monotub se dejaron abiertos usando sólo manta de cielo.

- Recolección de datos de plagas y enfermedades.

Se observó la presencia de bacterias *Pseudomonas* spp. están presentes principalmente en el agua de riego, por lo cual se consideró hervir el agua de riego antes de usarla para reducir la cantidad de pseudomonas y aumentar la producción.

- Recolección de datos del inicio de primordios.

Se observó el desarrollo óptimo de los primordios en la semana cuatro después de la inoculación, teniendo un peso de 4.5 kg por cada 5 kilos de sustrato.

- Recolección de datos de labores de cosecha y de postcosecha.

Se realizaron cuatro cosechas, después de cada cosecha se cerraron los orificios de intercambio de gases con el uso de masking tape.

Dato 4

- Recolección de datos del material de propagación.

Sustrato: paja de avena.

Precio: \$80

Facilidad para conseguir: Accesible

- Recolección de datos de preparación del sustrato.

Esterilización alcalina: 10 gramos de cal por cada litro de agua.

Tiempo de reposo: 16 horas.

- Recolección de datos de inoculación.

El micelio que se utilizó se dejó reposar durante 24 horas a temperatura ambiente antes de inocular las bolsas con sustrato.

Se utilizó una cuchara de metal, limpiándola con alcohol y se secó con un trapo limpio.

El espacio en el cual se realizó la inoculación del sustrato no se limpió.

La inoculación del sustrato se realizó a medio día.

- Recolección de datos de desarrollo de micelio.

Se mantuvo cerrado el monotub usando cinta adhesiva en los orificios de la tapa, durante los siguientes seis días.

El monotub se mantuvo a una temperatura de 29°C y 80 % de humedad.

El séptimo día se abrieron los orificios de la tapa, quitando la cinta adhesiva de los orificios.

- Recolección de datos de plagas y enfermedades.

Hubo presencia de moscas, hongos y bacterias (*Pseudomonas* spp.).

- Recolección de datos del inicio de primordios.

Los primordios se hicieron presentes en la semana ocho después de la inoculación.

- Recolección de datos de labores de cosecha y de postcosecha.

Se realizaron dos cosechas.

Dato 5

- Recolección de datos del material de propagación.

Sustrato: paja de trigo.

Precio: \$90

Facilidad para conseguir: Accesible.

- Recolección de datos de preparación del sustrato.

Esterilización alcalina: 10 gramos de cal por cada litro de agua.

Tiempo de reposo: 26 horas.

- Recolección de datos de inoculación.

Se utilizó una cuchara de metal, limpiándola con alcohol y se secó con un trapo limpio.

El espacio en el cual se realizó la inoculación del sustrato no se limpió.

- Recolección de datos de desarrollo de micelio.

Se mantuvo cerrado el monotub usando cinta adhesiva tipo masking tape en los orificios de la tapa, durante los siguientes cuatro días.

El séptimo día se abrieron los orificios de la tapa, quitando la cinta adhesiva de los orificios.

La temperatura del monotub fue de 29 °C con una humedad de 80 %.

- Recolección de datos de plagas y enfermedades.

No hubo presencia de bacterias ni de moscas.

- Recolección de datos del inicio de primordios.

Los primordios se hicieron presentes en la semana cuatro después de la inoculación.

- Recolección de datos de labores de cosecha y de postcosecha.

Se realizaron 4 cosechas.

OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS.

- Se realizó una revisión sobre la producción de hongo seta en fuentes de información primaria y secundarias (impresa y digital).
- Se realizó un análisis y clasificación de la información recopilada. La clasificación de la información recopilada se realizó según las etapas y la relevancia en la producción de los hongos.
- Se elaboró un manual sobre la producción de hongo seta (*Pleurotus ostreatus*).

RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.

Como se observa en el siguiente cuadro, el uso de cáscara de caña es un buen sustrato para la producción de hongos; sin embargo, sólo en ciertas épocas del año es posible adquirir este material. Por otro lado, hay otro material que está disponible todo el año como lo es la paja de trigo que es fácil de conseguir y su precio es bajo.

	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4	Total
Dato 1 Paja de trigo	800 gr	500 gr	200 gr	x	1.5 kg
Dato 2 Paja de trigo	900 gr	450 gr	300 gr	200 gr	1.850 kg
Dato 3 Cáscara de caña	1.6 kg	1.3 kg	1 kg	800 gr	4.7 kg
Dato 4 Paja de avena	900 gr	400 gr	x	x	1.3 kg
Dato 5 Paja de trigo	1.5 kg	1.3 kg	1.1 kg	700 gr	4.6 kg

Con respecto al peso de los hongos cosechados depende mucho del sustrato, la cantidad de horas que se esterilizó y la concentración de cal utilizada.

La mejor combinación de para la esterilización alcalina es 10 gramos de cal por cada litro de agua durante 36 horas, se obtuvieron altos rendimientos.

El método de producción de monotub aceleró el proceso de producción de hongos y género carpos más grandes y de mayor número.

Al mantener la humedad constante el carpo tiene mayor peso y volumen, lo cual genera mayores ganancias.

Los datos 1 y 4 no se obtuvieron buenos rendimientos debido a que el sustrato en el dato 4 estaba verde lo cual mermó la producción porque se género pudrición en las zonas verdes.

La cantidad de horas que se cierra la bolsa después de inocular también es un factor importante para el desarrollo acelerado del micelio y desarrollo de primordios, sin embargo, no hay que exceder 4 días por que pueden generar una disminución del crecimiento por concentraciones altas de dióxido de carbono.

Para poder obtener altos rendimientos el sustrato debe de tener altas concentraciones de lignina y azúcares, sin embargo, el exceso de estos últimos puede generar fermentación y afectar la producción, para evitar esto se debe aumentar el flujo de aire en el monotub y reducir la humedad a 70%.

RECOMENDACIONES.

Asegurarse de que el sustrato esté seco en su totalidad, de lo contrario puede afectar los rendimientos de la producción o pudrir el micelio que se ha desarrollado.

Es importante que la esterilización se lleve a cabo mínimo 24 horas y el sustrato esté sumergido en su totalidad durante este lapso.

Como menciona Zamnesia (2021), el uso del monotub ayuda acelerar el crecimiento del hongo y acortar el tiempo de producción, lo que se vio reflejado en los días de producción y también en el tamaño de los carpos obtenidos. Por otro lado, se recomienda que durante el desarrollo del micelio se mantenga una buena ventilación todo el tiempo, sin embargo, la temperatura y la humedad deben mantenerse estables (28 C y 70%).

Se recomienda cerrar las bolsas o monotub durante dos a cuatro días para aumentar el desarrollo de micelio, el número de días dependerá del sustrato y de la humedad que almacena.

A la hora de realizar la cosecha se debe de mantener la herramienta esterilizada y limpia para evitar contaminación en el micelio y así obtener más producción.

En caso de contaminación del micelio, las bolsas que se usaron para la contención del sustrato se tiran sin abrirlas y el monotub se limpia con agua mas hipoclorito de sodio al 10% y alcohol, con la finalidad de esterilizar para evitar contaminaciones a futuro.

Para aumentar el tamaño del carpo es necesario aumentar el porcentaje de la humedad relativa en un 80% y mantenerlo durante el desarrollo hasta antes de realizar el corte o cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

Barba-Chávez, J. M. y López-Cruz, J. I. (2017). *Guía práctica para el cultivo de setas*. Primera edición. UAM-I. México.

Colavolpe, M. B., Jaramillo-Mejía, S. y Albertó, E. (2015). Efficiency of treatments for controlling *Trichoderma* spp during spawning in cultivation of lignicolous mushrooms. *Braz J Microbiol.* 45(4), 1263-1270.

Huitrón-Contreras, Y., Nava-Galicia, S. B. y Bibbins-Martínez, M. (2020). Las bondades de un hongo basidiomiceto llamado *Pleurotus ostreatus*. *Frontera Biotecnológica*, mayo-agosto, 18-25. Recuperado de: <http://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol16/pdf/Revista-agosto-2020.pdf>

Gaitán-Hernández, R. (2021). *Cultiva hongos comestibles*. Instituto De Ecología Recuperado de: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/484-cultiva-hongos-comestibles>

- Piska, K., Sulkowska-Ziaja, K. y Muszynska, B. (2017). Edible mushroom *Pleurotus ostreatus* (Oyster mushroom) - its dietary significance and biological activity. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 16(1), 151-161.
- Ríos-Ruiz, W. F., Valdez-Núñez, R. A. y Jiménez-Flores, J. P. (2017). Aislamiento, propagación y crecimiento de hongos comestibles nativos en residuos agroindustriales. *Scientia Agropecuaria*, 8(4): 327-335.
- Romero-Arenas, O., Valencia-De Ita, M. A., Rivera-Tapia, J. A., Tello-Salgado, I., Villarreal Espino-Barros, O. A., Damián-Huato, M. A. (2018). Productive capacity of *Pleurotus ostreatus* using dehydrated alfalfa as supplement in different agricultural substrates. *Agricultura, sociedad y desarrollo*. Colegio de Postgraduados. 15(2), 145-160.
- Roncero-Ramos, I. (2015). *Propiedades nutricionales y saludables de los hongos*. 1a edición. Centro Tecnológico de Investigación del Champiñón de La Rioja (CTICH). La Rioja, España.
- Tapia-López, A. (2019). *Tecnologías aplicadas a la industrialización de hongo seta (Pleurotus ostreatus)*. Tesis de licenciatura, Ingeniero Agrónomo Industrial. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Edo. de México.
- Vences-Contreras, C. (2016). *Producción de hongos comestibles*. Manual de prácticas. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Zamnesia. (2021). Cultivo de setas mágicas a granel con Monotub Tek. Recuperado de: <https://www.zamnesia.com/blog-grow-magic-mushrooms-monotub-tek-n2183#what-is-monotub-tek>