

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA EDUCATIVO:
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

Manual de Prácticas



UNIDAD DE APRENDIZAJE:

Producción de Hongos Comestibles

Clave: L31237

AUTOR:

César Vences Contreras

**FECHA DE APROBACIÓN POR LOS HH. CONSEJOS
ACADÉMICO Y DE GOBIERNO:**

27 septiembre 2016



ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	2
REGLAMENTO DE USO DEL LABORATORIO	3
PRÁCTICA 1	
Preparación de Medios de Cultivo	7
PRÁCTICA 2	
Obtención de Cultivo Micelial por Cultivo de Tejido.....	10
PRÁCTICA 3	
Preparación de la Semilla.....	12
PRÁCTICA 4	
Preparación del Sustrato	14
PRÁCTICA 5	
Siembra y Producción del Hongo Seta (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	16
PRÁCTICA 6	
Identificación de Plagas y Enfermedades.....	18
PRÁCTICA 7	
Diseño y Distribución de una Planta Productora de <i>Pleurotus spp</i>	20
PRÁCTICA 8	
Factores que afectan la Vida en Anaquel de los Hongos Frescos.....	22
PRÁCTICA 9	
Aspectos Económicos de la Producción de Hongos	24
BIBLIOGRAFÍA	26

PRESENTACIÓN

El Plan de Estudios del Programa Educativo de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista 2003 plantea un modelo basado en competencias con el fin de consolidar programas educativos pertinentes y de calidad. El currículo se divide en tres áreas de formación profesional: básica, sustantiva e integradora que en conjunto se diseñaron con base en una formación acorde a los tiempos actuales de una sociedad cada vez más dinámica, participativa, demandante e interrelacionada.

En este curso se pretende que el alumno adquiera los conocimientos básicos, tanto teóricos como prácticos, y una visión de la importancia de la producción comercial de hongos comestibles como actividad empresarial en el entorno socio-económico actual.

Es nuestra intención también, que el alumno adquiera una serie de hábitos y habilidades necesarias, como el desarrollo de una visión crítica frente a un problema mediante el análisis de los resultados que se obtienen en las clases teóricas y prácticas.

De esta manera, en las primeras unidades de aprendizaje, del Programa de Estudios "Producción de Hongos Comestibles" se pretende analizar la situación actual y la importancia del cultivo de hongos, sus características distintivas y taxonomía, sus distintas fases de crecimiento y factores que lo afectan.

En unidades posteriores se pretende dar a conocer los distintos procedimientos y técnicas de elaboración de semilla, preparación de substratos, fructificación y vida en anaquel de los hongos.

Algunos otros temas tratados son: diseño y distribución de una planta productora de hongos y aspectos económicos de la producción, entre otros.

REGLAMENTO DE USO DEL LABORATORIO

ANTES DE INICIAR SU PRÁCTICA:

- I. La asistencia a la práctica es obligatoria.
- II. La tolerancia para entrar al laboratorio será la que rige el reglamento escolar.
- III. Acatar las instrucciones indicadas en el Reglamento General de Laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM.
- IV. No dejar abrigos, carpetas u otros objetos sobre las mesas de trabajo, para un mejor desarrollo de la práctica y evitar riesgos.
- V. Es obligatorio llevar bata para evitar manchas y quemaduras. También es aconsejable traer un trapo de algodón para poder agarrar los recipientes calientes o limpiarlos y secarlos.
- VI. Se deben seguir a todo momento las indicaciones del profesor. No se comenzara a trabajar hasta haber recibido las instrucciones necesarias. Consultar las dudas y dificultades.
- VII. Es imprescindible leer por lo menos una vez la práctica antes de comenzar.
- VIII. Comprobar que esta todo el material necesario y en las condiciones adecuadas de conservación y limpieza. Comunicar cualquier anomalía al profesor. Cada grupo será responsable de material asignado.
- IX. Por seguridad está terminantemente prohibido fumar dentro del laboratorio, así como ingerir alimentos y bebidas.

DURANTE EL TRABAJO:

- I. No debe probarse ninguna sustancia y debe evitarse el contacto con la piel. En caso de que algún producto corrosivo caiga en la piel, se eliminará con abundante agua fría.
- II. Extremar los cuidados al trabajar con sustancias inflamables, tóxicas o corrosivas.
- III. Comunicar cualquier accidente, quemadura o corte, al responsable del laboratorio en ese momento.
- IV. La manipulación de productos sólidos se hará con ayuda de una espátula o cucharilla y para transvasar líquidos se utilizara una varilla de vidrio en los casos que sean necesarios.
- V. Nunca viertas el ácido sulfúrico concentrado al agua, debes hacerlo de manera inversa pero con cuidado.
- VI. Tener cuidado al manejar ácidos y bases principalmente concentrados.
- VII. Para oler algún producto no debe acercarse la cara al recipiente, si no que se arrastrará el vaso hacia la nariz pasando la mano por encima de él.
- VIII. Con el fin de evitar contaminaciones, nunca se devolverá al frasco los restos de productos no utilizados.

- IX. El material de vidrio es muy frágil, por lo que se evitara los golpes y cambios bruscos de temperatura. Se deberá anotar en una hoja o cuaderno el material que se rompa y comunicarlo al responsable del laboratorio en ese momento.
- X. Cualquier experimento en el que se desprenda gas tóxico o inflamables en el que se utilicen reactivos potencialmente nocivos deberá llevarse a cabo en las campanas extractoras del laboratorio.
- XI. Los restos sólidos no metálicos deben tirarse en cestos de basura, nunca en las fregaderas. Los residuos metálicos se almacenarán en un recipiente especial. Los residuos acuosos se verterán en los fregaderos grandes, con abundante agua antes, durante y después del vertido. En cuanto a los líquidos y disolventes orgánicos, se echaran en un recipiente de plástico, para su posterior eliminación.

AL TERMINAR:

- I. El lugar y el material de trabajo debe quedar limpio y ordenado, también se deben apagar y desenchufar los aparatos.
- II. Lavarse las manos perfectamente para evitar intoxicaciones con algunos reactivos.
- III. Entregar para su revisión el reporte de la práctica elaborada.
- IV. Hasta que el profesor no de su autorización no se considerara finalizada la práctica y por lo tanto, no podrás salir de laboratorio.

PRÁCTICA 1

PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO

INTRODUCCIÓN

Un medio de cultivo es un conjunto de nutrientes, factores de crecimiento y otros componentes, preparados en el laboratorio, que suministran los compuestos necesarios para el desarrollo de los microorganismos. Los distintos tipos de medios de cultivo varían según las necesidades de los microorganismos objeto de estudio, pero todos han de cumplir los siguientes requisitos:

1. Contener las sustancias necesarias para el crecimiento del microorganismo que se siembra.
2. Mantenerse estériles hasta el momento de la siembra.

Los requerimientos para el crecimiento microbiano se pueden agrupar en dos categorías: físicos y químicos. Entre los primeros se incluyen la temperatura, el pH y la presión osmótica; entre los requerimientos químicos se encuentran el agua, las fuentes de carbono y nitrógeno, las sustancias minerales, el oxígeno y determinados factores orgánicos de crecimiento. Finalmente, una vez sembrados, deben ser incubados a la temperatura y condiciones adecuadas.

OBJETIVOS

El alumno aprenderá a preparar, esterilizar y almacenar distintos tipos de medios de cultivo empleados en la siembra de esporas o tejido de *Pleurotus spp.* e identificará la importancia de la conservación de cepas como soporte elemental para la producción de semilla de calidad.

Lugar de Realización: Laboratorio de Microbiología.

Tiempo de Duración: Una sesión de dos horas continuas.

Investigación Requerida: Tipos de medios de cultivo empleados en la propagación y conservación de cepas de *Pleurotus spp.*

MATERIALES

Material por grupo:

- 250 g de papas cortadas en piezas de 1.5 cm
- 20 g de agar
- 10 g de dextrosa anhidra
- 1.5 g de levadura

- 1,500 ml de agua destilada
- 2 vasos de precipitado de 1,000 ml
- 30 X 30 cm de gasa
- 50 cajas de petri estériles
- 1 Autoclave
- 1 Cámara de flujo laminar

METODOLOGÍA

1. Enjuague y escurra las tiras de papa dos veces con agua. La primera con agua de la llave, la segunda con agua destilada.
2. Cubra con 500 ml de agua destilada.
3. Coloque en un vaso de precipitado las papas y en el otro el agar concentrado en 500 ml de agua destilada.
4. Coloque ambos frascos en la autoclave y opere un pasado de vapor de 40 minutos.
5. Después de completar el ciclo, el caldo de papas debe ser filtrado con la tela de gasa doble.
6. Deseche las papas y si es necesario afore el volumen del caldo caliente a 500ml con agua destilada.
7. Agregue la dextrosa y el extracto de levadura.
8. Combine el agar caliente con el caldo de papa y agite suavemente para formar 1,000 ml de agar de papa-dextrosa y levadura (APDL).
9. Esterilice el medio en autoclave durante 15 minutos a 121°C y vacíelo en las cajas de petri, dentro de la cámara de flujo laminar, cuando el agar aún esté líquido (45°C).

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. Mencione algunos de los medios de cultivo empleados con más frecuencia en la propagación y conservación de cepas de *Pleurotus spp.*
2. Indique cuáles son las condiciones para la conservación de los medios de cultivo.
3. ¿Por qué es necesario preparar los medios de cultivo con agua destilada o desmineralizada?
4. ¿Por qué se recomienda enfriar a 46°C el agar antes de efectuar el vaciado en las cajas de petri?
5. Consultar la composición de los siguientes medios de cultivo: agar extracto de levadura-glucosa (AELG); agar extracto de malta (AEM); agar sabouraud dextrosa (SAP).
6. Realice un diagrama de flujo del procedimiento a seguir en esta práctica.

EVALUACIÓN

La evaluación se realizará con base a la obtención de resultados correctos (medio de cultivo solidificado y sin contaminación). Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Madigan, MT; Martinko, JM; Parker, J. 2013. *Brock. Biología de los microorganismos*. 10ª edición. Prentice Hall Iberia. España.
- Pérez, RM; Mata, G. 2012. Selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kum. y *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. y la factibilidad de reutilizar la madera de *Pinus* spp. para su cultivo. *Foresta Veracruzana* 4(1):31-34, pp. 31-34.
- Ramírez, R. M; LUNA, M; Velásquez, M; Vierna, G; Mejía, C; Tsuzuki, R; Hernández, G; Müggenburg, AC; Urzúa, H. 2006. *Manual de Prácticas de Microbiología General*. 5ª edición. Facultad de Química, UNAM. México.
- Wilkinson, V ; Royse, DJ. 2001. Una revisión de técnicas de mantenimiento de cepas, con énfasis en las que se adaptan a *Pleurotus* spp., pp. 125-139. En: Sánchez J.E. D. Royse. *La biología y el cultivo de Pleurotus* spp. Noriega Editores.

PRÁCTICA 2

OBTENCIÓN DE CULTIVO MICELIAL POR CULTIVO DE TEJIDO

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos clave para tener éxito en la producción de hongos comestibles, es la semilla o inóculo, el cual debe de ser de la mejor calidad posible; esto se refiere entre otros muchos aspectos, a que debe de estar libre de contaminantes, ya sea bacterias, virus o mohos, los cuales si no se perciben a simple vista, el productor no los puede detectar.

El cultivo del tejido es una de las formas más simples de obtener un cultivo micelial. Un tejido cultivado es esencialmente un clon del hongo. Un clon se define como un duplicado idéntico de un organismo.

OBJETIVOS

El alumno aprenderá a obtener y conservar un cultivo micelial a partir del cultivo del tejido de hongos seta, e identificará la importancia de la obtención de cepas de calidad como soporte elemental para la producción de semilla.

Lugar de Realización: Laboratorio de Microbiología.

Tiempo de Duración: Dos sesiones de dos horas continuas.

Investigación Requerida: Técnicas empleadas en la obtención de cultivo miceliales.

MATERIALES

Material por equipo:

- 1 cuerpo fructífero de hongo seta
- 100 ml de solución de hipoclorito de sodio al 10%
- 1 pinza o agujas de disección estériles
- 5 cajas de petri con medio de cultivo (APDL)
- 1 Incubador

METODOLOGÍA

Seleccione un cuerpo fructífero limpio, fresco, libre de contaminantes visibles y de la más alta calidad en cuanto a tamaño, color, forma o cualquier otra característica deseada.

1. Esterilice la superficie del píleo o sombrero con la solución al 10% de hipoclorito de sodio.

2. Rompa cuidadosamente el píleo para exponer el tejido interno estéril del hongo, cuidando de no tocarlo con las manos.
3. Con la pinza o aguja de disección estéril y fría tome una pequeña parte de tejido blanco, lo más alejado posible de las láminas, y colocarlo en un medio de cultivo en caja de petri.
4. Repita esta operación 4 veces para preparar las cinco cajas.
5. Incube las cajas por una ó dos semanas, durante las cuales se revisará frecuentemente el crecimiento para eliminar las cajas que aparezcan contaminadas.
6. Una vez que los cultivos han crecido, seleccione aquel que esté puro y con mejor apariencia para transferirlo a un medio fresco y revisar su crecimiento micelial para confirmar que sea normal y puro.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. Mencione cuáles son las condiciones de incubación para el crecimiento micelial del hongo seta.
2. Realice un diagrama de flujo del procedimiento a seguir en esta práctica.

EVALUACIÓN

La evaluación se realizará con base a la obtención de resultados correctos (medio de cultivo puros y sin contaminación). Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Pérez, RM; MATA, G. 2012. Selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kum. y *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. y la factibilidad de reutilizar la madera de *Pinus* spp. para su cultivo. Foresta Veracruzana 4(1):31-34, pp. 31-34.
- Wilkinson, V; Royse, DJ. 2001. Una revisión de técnicas de mantenimiento de cepas, con énfasis en las que se adaptan a *Pleurotus* spp., pp. 125-139. En: Sánchez J.E. D. Royse. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Noriega Editores.

PRÁCTICA 3

PREPARACIÓN DE LA SEMILLA

INTRODUCCIÓN

El término semilla o blanco de hongo se refiere al micelio del hongo utilizado para inocular un sustrato dado. Hay dos tipos de semilla: la semilla madre, master o primaria y la secundaria o semilla para siembra. La semilla primaria, también conocida como inóculo primario, proviene directamente del micelio del hongo cultivado sobre un medio a base de agar, esto significa que para su preparación el sustrato empleado se inocula con un trozo de agar. El sustrato para producir la semilla secundaria, por el contrario, es inoculado con un primario de crecimiento activo. Muy frecuentemente, el sustrato utilizado para preparar los primarios son granos de cereales como trigo, centeno, mijo y sorgo; mientras que para los secundarios se utilizan desechos agrícolas o pajas. Algunas veces el mismo material es usado como primario y secundario. Para evitar confusión entre unos y otros, se pueden utilizar diferentes tipos de recipientes, por ejemplo los primarios en botellas y los secundarios en bolsas de plástico termoresistentes.

OBJETIVOS

Que el alumno conozca el procedimiento de elaboración de la semilla del hongo *Pleurotus*.

Lugar de Realización: Laboratorio de Microbiología.

Tiempo Duración: Una sesión de dos horas continuas.

Investigación requerida: Definición de semilla. Sustratos y recipientes empleados en la preparación de semilla. Proceso de preparación. Condiciones de almacenamiento.

MATERIALES

Material por equipo:

- 5 kg de semilla de trigo
- 10 frascos de vidrio de 1 L
- 150 g de carbonato de calcio
- 146 g de sulfato de calcio
- 1 parrilla de calentamiento
- agua
- 1 olla de peltre de 10 L de capacidad
- 5 hojas de papel de estraza
- 1 autoclave
- 10 borlas de algodón y gasa

METODOLOGÍA

1. Lave los granos de trigo abundantemente.
2. Remueva cuidadosamente las semillas muertas y aquellas que floten.
3. Ponga las semillas a hervir en agua por lo menos 20-25 minutos hasta que se expandan sin romperse.
4. Vacíe el sobrante de agua y coloque las semillas sobre una hoja de papel de estraza para eliminar el exceso de humedad.
5. Agregue el carbonato y sulfato de calcio mezclando perfectamente.
6. Vacíe la semilla en los recipientes de vidrio y tape con las borlas de algodón y gasa.
7. Meta los frascos a la autoclave y esterilice durante 20 min a una temperatura de 120°C.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. ¿A qué se refiere el término semilla?
2. ¿Cuál es el proceso de elaboración de semilla?
3. ¿Cuáles son los sustratos y los recipientes más comunes para la elaboración de la semilla?
4. Describe el proceso de preparación de la semilla madre.
5. Describe el proceso de preparación de la semilla secundaria en grano.
6. ¿Cuáles son las condiciones de almacenamiento de la semilla?

EVALUACIÓN

La evaluación se realizará con base a la obtención de resultados correctos (frascos sin contaminación y con desarrollo micelial). Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Quicio T. H. 2011. Preparación de la semilla., pp. 141-156. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2011. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Noriega Editores.

PRÁCTICA 4

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

INTRODUCCIÓN

Los hongos del género *Pleurotus* spp. se encuentran bien representados en la naturaleza y muy ampliamente distribuidos por grandes áreas del planeta a través de numerosas y variadas especies. Es típico de cada una de ellas presentar características propias de adaptabilidad a las fuentes nutritivas disponibles y a la climatología del lugar.

Las diferentes especies naturales de *Pleurotus* actúan principalmente como saprófitas al crecer y fructificar directamente sobre troncos de madera. La base de tal facilidad de desarrollo estriba en la capacidad oxidativa e hidrolítica que les confiere la secreción de un amplio espectro de enzimas, los cuales actúan con alta especificidad sobre las estructuras lignocelulósicas predominantes en esos medios.

Observada esta característica natural, y dada la abundancia de numerosas fuentes o recursos lignocelulósicos, en cierto momento resultó evidente plantearse la posibilidad de elaborar sustratos artificiales para obtener estos hongos fuera del entorno natural. El principal grupo de materias primas de base o de volumen utilizados en la elaboración de sustratos lo forman las pajas de cereales recogidas en los rastros tras el cosechado de los granos, siendo materiales con un alto contenido de lignocelulosa y con un contenido en nitrógeno por debajo del 1%.

OBJETIVOS

Que el alumno establezca un método de preparación de sustratos acorde a las condiciones de su localidad.

Lugar de Realización: Cámara de producción de hongos.

Tiempo de Duración: Una sesión de cuatro horas consecutivas.

Investigación requerida: Materias primas empleadas en la preparación de sustratos. Métodos de preparación.

MATERIALES

Material por grupo:

- 2 pacas de paja de trigo
- 1 tambo de 200 L con tapa
- 200 L de agua corriente
- 1 canastilla para tambo de 200 L

- 1 cilindro de 20 L de gas butano

METODOLOGÍA

1. Pique la paja de trigo a un tamaño de 2 a 5 cm.
2. Coloque los trozos dentro de la canastilla y esta a su vez dentro del tambo con agua hirviendo.
3. Mantenga la paja dentro del agua hirviendo por un periodo de 60 minutos.
4. Saque la paja y escúrrala en una superficie aséptica por un periodo de 24 horas.
5. Realizar una prueba para determinar si la paja esta en condiciones de ser inoculada.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. ¿Cuáles son las materias primas más utilizadas en la preparación de sustratos para el cultivo de *Pleurotus spp.*?
2. ¿Qué métodos conoce de preparación del sustrato?

EVALUACIÓN

La evaluación se realizará con base a la obtención de resultados correctos (sustrato estéril y listo para usarse en la siembra). Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bermúdez R. C.; N. García; P. Gross y M. Serrano. 2011. Cultivation of *Pleurotus* on agricultural substrates in Cuba. *Micología Aplicada Internacional*, 13(1), pp. 25-29.
- Delfín I. Alcalá y C. Durán de Bazúa. 2003. Biodegradación de residuos urbanos lignocelulósicos por *Pleurotus*. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19(1) 37-45.
- Garcés A. M. Molina; N. Velez Cardona; S. Ruíz Alzate; J. G. Serna D´León y E. Suárez Holguín. 2006. Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo e hongos comestibles. *Revista Lasallista de Investigación*, Vol. 2 No. 2, pp. 15-20.
- Muez M. Á. Ororbía y J. P. Núñez. 2001. La preparación del sustrato. pp. 157-186. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Noriega Editores.

PRÁCTICA 5

SIEMBRA Y PRODUCCIÓN DEL HONGO SETA (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

INTRODUCCIÓN

Para cultivar hongos del género *Pleurotus* spp. con fines comerciales se requiere de un sustrato preparado de tal manera que permita el crecimiento selectivo, rápido y robusto, de la cepa en cuestión; es decir, que facilite el desarrollo de *Pleurotus* spp. y retarde el de sus competidores.

Independientemente del método que se elija para lograr una correcta preparación del sustrato, existen una serie de operaciones de pre tratamiento que por lo general, suelen ser comunes a la mayoría de los métodos más empleados, ellos son: triturar, moler o picar las materias primas base (pajas, hojas, heno, tallos, etc.); fermentación de algunos materiales procedentes de la agroindustria (pulpa de café, bagazo de maguey); en cambio, otros materiales (cascarillas de semillas, harinas) pueden ser directamente utilizados tras el suministro.

OBJETIVO

Que el alumno sea capaz de realizar la siembra de hongos seta e identificar las fases de crecimiento y los factores que lo afectan.

Lugar de Realización: Cámara de producción de hongos.

Tiempo de Duración: Una sesión de dos horas continuas.

Investigación requerida: Cómo y dónde crecen los hongos. Fases de crecimiento. Formas comunes de medición del crecimiento. Factores que afectan el crecimiento y la fructificación del hongo seta.

MATERIALES

Material por equipo:

- 8 kg de semilla
- 2 pacas de paja de trigo esterilizadas
- 1,000 ml de alcohol etílico al 90% (v/v)
- 20 bolsas de plástico transparente 60 X 90 cm
- Bata y cubre bocas para cada uno de los integrantes del equipo.
- Cámara de producción de hongos.

METODOLOGÍA

1. Realice la prueba de humedad a la paja esterilizada previamente.
2. Coloque en las bolsas de plástico una porción de aproximadamente 5 cm de paja y rocíe semilla sobre esta, repita la operación hasta alcanzar una altura de 50 cm aproximadamente.
3. Amarre la bolsa sacando todo el aire contenido en ella.
4. Repita la operación hasta terminar la paja preparada.
5. Coloque las bolsas inoculadas en un cuarto oscuro por un periodo de 15 días para su incubación.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. ¿Cómo y donde crecen los hongos?
2. ¿Cuáles son las principales fase del crecimiento de los hongos?
3. ¿Cuáles son las formas más comunes de medición del crecimiento de un hongo?
4. Describa los factores que afectan el crecimiento y la fructificación de *Pleurotus ostreatus*.

EVALUACIÓN

La evaluación se realizará con base a la obtención de resultados correctos (siembra correcta sin contaminación). Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga B. y C. Moreno Zárate. 2006. Los hongos comestibles silvestres de Santa Catarina del Monte, Estado de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 12(2): 125-131.
- Pacheco M. Arcona; L. Ancona Méndez; A. Flores Novelo; V. C. Pech Martínez. 2005. Estimación de la demanda de *Pleurotus ostreatus* en el Estado de Yucatán. Revista Mexicana de Agronegocios. Año IX, Vol. 17, pp. 1-12.
- Sánchez J. E. 2001. Crecimiento y fructificación. pp. 49-67. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Noriega Editores.
- Sánchez J. E. y D. J. Royse. 2001. El cultivo de *Pleurotus*, spp. pp. 187-203. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Noriega Editores.

PRÁCTICA 6

IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

INTRODUCCIÓN

Aunque se pueda proporcionar cierta protección durante el proceso de elaboración del substrato, el cultivo de *Pleurotus* spp. está expuesto, como cualquier otro cultivo, a alteraciones que pueden ocasionar descensos en el rendimiento o bien deprecia la calidad comercial del producto. Estas alteraciones pueden ser debidas tanto a factores bióticos como abióticos, o a una combinación de ambos. Entre las causas bióticas se encuentran los insectos, los ácaros, los hongos, las bacterias y los virus. Entre los factores abióticos se hallan la temperatura, la luz, la concentración de anhídrido carbónico en el aire, la humedad relativa, y la presencia de productos químicos tóxicos en el substrato o en la atmósfera del local de cultivo. Todas estas anomalías pueden presentarse en cualquier fase del ciclo de cultivo, afectando de manera adversa la cosecha final. Por esto es aconsejable reconocerlas en un estadio temprano con el fin de limitar la extensión de los daños.

También es necesario tener en cuenta que el uso de productos químicos durante el ciclo de cultivo está limitado por la elevada susceptibilidad de las especies de *Pleurotus* cultivadas a los plaguicidas y desinfectantes en general, y por el riesgo de acumulación de residuos de estos productos en los cuerpos fructíferos. Por tanto, las medidas que mejor pueden ayudar a reducir la contaminación son la limpieza y la desinfección de los locales de cultivo vacíos, la eliminación cuidadosa de los substratos agotados y de todas las posibles fuentes de contaminación (restos de cosecha, etcétera), una adecuada pasteurización, y el buen manejo del cultivo por parte del personal encargado.

OBJETIVOS

Que el alumno conozca las diferentes plagas y enfermedades que afectan el cultivo de hongos comestibles y su control.

Lugar de Realización: Cámara de producción de hongos.

Tiempo de Duración: Una sesión de una hora continua.

Investigación requerida: Principales plagas, enfermedades y anomalías no parasitarias en el cultivo de *Pleurotus*. Medidas de control empleadas.

MATERIALES

Material por grupo:

- Nave en producción de hongos.
- 1 cuaderno de notas por cada integrante del grupo.

METODOLOGÍA

1. En una nave en etapa de producción de hongos identifique las plagas y enfermedades presentes en el cultivo, así como los posibles métodos de control.
2. Elabore un informe detallado.
3. Comente en grupo los resultados.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. ¿Cuáles son las principales plagas, enfermedades y anomalías no parasitarias en el cultivo de *Pleurotus spp?*
2. ¿Cuáles son las medidas de control empleadas?

EVALUACIÓN

Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Gea F.J. 2011. Plagas y enfermedades del género *Pleurotus spp.*, pp. 205-236. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.

PRÁCTICA 7

DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE *PLEUROTUS SPP.*

INTRODUCCIÓN

El interés en detenerse a analizar el diseño de una planta productora de *Pleurotus spp.* o el rediseño de una unidad que ya está funcionando, es la optimización de la productividad y el rendimiento a través del uso inteligente de los recursos disponibles. Esta situación exige una reflexión metódica que permita definir la mejor fluidez de materiales en el proceso para que las demoras sean mínimas y se aproveche toda la capacidad, el espacio, la mano de obra y el equipo con que se cuenta o se piensa contar. Una buena distribución contribuye no sólo a mejorar el rendimiento y la calidad, sino también a mantener la higiene adecuada, que como se ha visto a lo largo de este libro, es una necesidad vital en el cultivo de los hongos.

El proceso de cultivo de los hongos comestibles abarca tres etapas bien definidas que son la producción de la semilla, la preparación del substrato y el cultivo propiamente del hongo. Según los alcances de la empresa que se desee establecer, una sola empresa puede desarrollar una, dos o las tres actividades mencionadas. Esta decisión compete a la(s) persona(s) que desea(n) iniciar el negocio; aunque debido a la especialización del trabajo, la última alternativa se observa cada vez menos. Por ejemplo, en Europa no se encuentra en todo el continente una sola empresa que desarrolle las tres actividades en un mismo lugar. Es decir, hay centros que se ocupan y compiten por producir semilla de calidad, otros que preparan el substrato y lo distribuyen ya inoculado, inclusive colonizado, al cultivador y por último, están los cultivadores, quienes adquieren el substrato ya inoculado y lo mantienen en las condiciones adecuadas para realizar la fructificación, la cosecha y la venta de los hongos. Las tres actividades son rentables y pueden desarrollarse de manera independiente desde el punto de vista administrativo, profesional y económico, aunque son interactuantes e interdependientes en función de la demanda.

El diseño de la planta productora de hongos es de vital importancia para el futuro de la empresa. Aunque no asegura el éxito de la misma, los errores que se cometan en esta etapa pueden significar graves y constantes pérdidas más adelante durante el funcionamiento continuo. Por lo mismo es importante analizar detenidamente los diferentes aspectos que la definirán como actividad productiva. Este análisis debe no solamente determinar las mejores condiciones técnicas para su desarrollo, sino también definir su viabilidad.

OBJETIVO

Que el alumno conozca las diferentes áreas y su distribución de una planta productora de *Pleurotus*.

Lugar de Realización: Planta de producción de hongos.

Tiempo de Duración: Una sesión de dos horas continuas.

Investigación requerida: Criterios a considerar en el diseño de una planta productora de *Pleurotus*.

MATERIALES

- Libreta y pluma.
- Bibliografía.

METODOLOGÍA

1. Visite una planta productora de hongo seta.
2. Tome nota sobre el objetivo, misión y visión de dicha planta.
3. Identifique las áreas que la componen, así como las condiciones de cada una de ellas.
4. Elabore un análisis sobre las áreas que componen la planta productora de hongos seta y diseñe una de acuerdo a las condiciones de su región de origen.
5. Realice una revisión bibliográfica sobre el tema.
6. Comente los resultados de su práctica con el grupo.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. ¿Cuáles son los criterios a considerar en el diseño de una planta productora de *Pleurotus spp?*
2. ¿Qué objeto tiene el analizar el diseño de una planta productora de *Pleurotus spp?*

EVALUACIÓN

Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Sánchez J. E. Vázquez. 2011. Los criterios para el diseño y a distribución de una planta productora de *Pleurotus spp.*, pp. 225-236. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.

PRÁCTICA 8

FACTORES QUE AFECTAN LA VIDA EN ANAQUEL

DE LOS HONGOS FRESCOS

INTRODUCCIÓN

La preferencia de los consumidores por los hongos frescos cultivados va en aumento cada día y por lo mismo se ha desarrollado mucha investigación sobre la conservación y manejo poscosecha de ellos, particularmente de *Agaricus bisporus*. Esta situación ha redundado en una abundante literatura sobre dicho género, que lamentablemente no se ha extendido para el caso de *Pleurotus spp.*, el cual es el segundo género en importancia mundial.

Los hongos comestibles frescos son productos altamente perecederos, que por sus características poscosecha se consideran dentro del mismo grupo que las frutas frescas y las legumbres. Estos productos cobran cada día más interés en cuanto a su preparación y manejo debido a su consumo creciente, aunque tienen problemas para conservarse en fresco. A 11°C y 90% de humedad relativa los hongos de la especie *Agaricus spp.* son vendibles sólo durante tres a cinco días, mientras que a 13 °C, este periodo se reduce a menos de tres días. El deterioro se observa por un marcado oscurecimiento en el color, la abertura del píleo y la exposición de las láminas oscurecidas, así como por un alargamiento del tallo y un endurecimiento de los tejidos. *Pleurotus spp.* difiere en morfología y en textura de *Agaricus spp.* y es muy sensible al manejo poscosecha. Tiene una vida de anaquel muy breve, ya que se limita a 12 horas a 21-25 °C por su alta actividad metabólica.

Los consumidores juzgan la calidad de los hongos frescos de acuerdo con el grado de frescura, limpieza y blancura. Otros factores como pérdida de agua y carga bacteriana también contribuyen indirectamente a los atributos mencionados.

OBJETIVO

Que el alumno conozca los diferentes factores que afectan la vida de anaquel de los hongos comestibles frescos.

Lugar de Realización: Planta productora y procesadora de hongos.

Tiempo de Duración: Una sesión de dos horas continuas.

Investigación requerida: Métodos empleados para prolongar la vida en anaquel de los hongos frescos.

MATERIALES

- Libreta y pluma.

- Bibliografía.

METODOLOGÍA

1. Visite una planta productora y empacadora de hongos y realice encuestas.
2. Realice una revisión bibliográfica sobre el tema.
3. Elabore un análisis sobre los diferentes métodos empleados en el empaque y conservación del hongo fresco.
4. Identifique las posibles causas del deterioro post cosecha del hongo.
5. Elabore un informe con propuestas de posible solución a dichos problemas.
6. Comente los resultados en grupo.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. ¿Cuáles son los principales atributos y su importancia en la vida de anaquel de los hongos comestibles?
2. ¿Cuáles son los métodos más empleados para prolongar la vida de anaquel de los hongos frescos?

EVALUACIÓN

Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Anantheswaran R.C. & S. Roy. 2011. Factores que afectan la vida de anaquel de los hongos comestibles frescos. pp. 237-258. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.

PRÁCTICA 9

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE HONGOS

INTRODUCCIÓN

La estimación del costo de producción y la rentabilidad del cultivo del hongo seta puede hacerse por medio del cálculo de los gastos en las tres etapas de su producción: Producción de semilla, Preparación del sustrato y cultivo, así como en el manejo poscosecha y mercadeo. Según la situación prevaleciente, un cultivador puede comprar semilla o sustrato de otra empresa y solamente ocuparse del cultivo y del mercadeo o puede establecer una empresa integrada que tenga todas las facilidades necesarias para producir semilla y sustrato, cultivar, procesar y vender los hongos. Según el caso, la inversión y los gastos de establecimiento de la empresa (infraestructura, equipo, maquinaria), así como los costos fijos y variables diferirán en los dos casos. Los costos fijos incluyen: sueldos; gasto administrativo; 1/4 del capital de trabajo; depreciación de la infraestructura, equipo y maquinaria por el tiempo; interés sobre el capital prestado. Por otra parte, los costos variables incluyen los costos del sustrato, semilla, material de empaque, mano de obra, agua, electricidad y otros gastos incurridos de naturaleza similar, así como el interés de mantener el capital trabajando. Es obvio que el costo variable es determinado por la cantidad de inversión hecha, o en otras palabras, por la magnitud de la capacidad instalada y las capacidades técnicas de la empresa.

OBJETIVO

Que el alumno realice una estimación del costo de producción y la rentabilidad del cultivo de hongos.

Lugar de Realización: Planta productora y procesadora de hongos.

Tiempo de Duración: Una sesión de dos horas continuas.

Investigación requerida: Costo de producción y rentabilidad del cultivo de hongos.

MATERIALES

- Libreta y pluma.
- Bibliografía.

METODOLOGÍA

1. Visite una planta productora y procesadora de hongos y realizar encuestas.
2. Realice una revisión bibliográfica sobre el tema.

3. Elabore una estimación del costo de producción y la rentabilidad del cultivo de hongos (especie a elegir).
4. Elabore un informe y comentar los resultados en grupo.

ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

1. ¿Cuánto cuesta producir un hongo?
2. ¿A cuánto lo adquieres en un supermercado?

EVALUACIÓN

Reporte de prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Martínez D. Carrera; D. Nava; M. Sobal; M. Bonilla y Y. Mayett. 2011. Marketing channels for wild and cultivated edible mushrooms in developing countries: the case of México. *Micología Aplicada Internacional*, 17(2), pp. 9-20.
- Verna R.N. 2011. Aspectos económicos de la producción de *Pleurotus spp.* pp. 273-290. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2011. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.

BIBLIOGRAFÍA

- Anantheswaran R.C. & S. Roy. 2011. Factores que afectan la vida de anaquel de los hongos comestibles frescos. pp. 237-258. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.
- Arteaga B. y C. Moreno Zárate. 2006. Los hongos comestibles silvestres de Santa Catarina del Monte, Estado de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 12(2): 125-131.
- Bermúdez R. C.; N. García; P. Gross y M. Serrano. 2011. Cultivation of *Pleurotus* on agricultural substrates in Cuba. Micología Aplicada Internacional, 13(1), pp. 25-29.
- Delfín I. Alcalá y C. Durán de Bazúa. 2003. Biodegradación de residuos urbanos lignocelulósicos por *Pleurotus*. Rev. Int. Contam. Ambient. 19(1) 37-45.
- Garcés A. M. Molina; N. Velez Cardona; S. Ruíz Alzate; J. G. Serna D´León y E. Suárez Holguín. 2006. Evaluación de algunos residuos orgánicos como sustrato para el cultivo e hongos comestibles. Revista Lasallista de Investigación, Vol. 2 No. 2, pp. 15-20.
- Gea F.J. 2011. Plagas y enfermedades del género *Pleurotus spp.*, pp. 205-236. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.
- Madigan, MT; Martinko, JM; Parker, J. 2013. *Brock. Biología de los microorganismos*. 10ª edición. Prentice Hall Iberia. España.
- Martínez D. Carrera; D. Nava; M. Sobal; M. Bonilla y Y. Mayett. 2011. Marketing channels for wild and cultivated edible mushrooms in developing countries: the case of México. Micología Aplicada Internacional, 17(2), pp. 9-20.
- Muez M. Á. Ororbía y J. P. Núñez. 2001. La preparación del sustrato. pp. 157-186. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.
- Pacheco M. Arcona; L. Ancona Méndez; A. Flores Novelo; V. C. Pech Martínez. 2005. Estimación de la demanda de *Pleurotus ostreatus* en el Estado de Yucatán. Revista Mexicana de Agronegocios. Año IX, Vol. 17, pp. 1-12.
- Pérez, RM; Mata, G. 2012. Selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kum. y *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. y la factibilidad de reutilizar la madera de *Pinus spp.* para su cultivo. Foresta Veracruzana 4(1):31-34, pp. 31-34.
- Quicio T. H. 2011. Preparación de la semilla., pp. 141-156. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2011. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.
- Ramírez, R. M; LUNA, M; Velásquez, M; Vierna, G; Mejía, C; Tsuzuki, R; Hernández, G; Müggenburg, AC; Urzúa, H. 2006. Manual de Prácticas de Microbiología General. 5ª edición. Facultad de Química, UNAM. México.
- Sánchez J. E. 2001. Crecimiento y fructificación. pp. 49-67. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.
- Sánchez J. E. Vázquez. 2011. Los criterios para el diseño y a distribución de una planta productora de *Pleurotus spp.*, pp. 225-236. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus spp.* Noriega Editores.

- Sánchez J. E. y D. J. Royse. 2001. El cultivo de *Pleurotus*, spp. pp. 187-203. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Noriega Editores.
- Verna R.N. 2011. Aspectos económicos de la producción de *Pleurotus* spp. pp. 273-290. En: Sánchez J.E. D. Royse. 2011. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Noriega Editores.
- Wilkinson, V; Royse, DJ. 2001. Una revisión de técnicas de mantenimiento de cepas, con énfasis en las que se adaptan a *Pleurotus* spp., pp. 125-139. En: Sánchez J.E. D. Royse. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. Noriega Editores.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- De León R. 2003. Cultivation of edible and medicinal mushrooms in Guatemala, Central America. *Micología Aplicada Internacional*, 15(1), pp. 31-35.
- Díaz R. Moreno; J. G. Marmolejo M. y R. Valenzuela. 2005. Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL*, Vol. VIII, No.3, pp. 362-369.
- Mendoza M. M. Díaz; F. Zavala Chávez y E. Estrada Martínez. 2006. Hongos asociados con encinos en la porción noroeste de la Sierra de Pachuca, Hidalgo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1): 13-18.
- Pardavé L. M.; Díaz; L. Flores Pardavé; V. Franco Ruíz Esparza y M. Robledo Cortés. 2007. Contribución al conocimiento de los hongos (macromicetos) de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, Num. 37, pp. 4-12.
- Santamaría S. Romero y R. Ferrera Cerrato. 2002. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. *Terra* Vol. 20 Num. 3, pp. 303-310.
- Sobal M.; D. Martínez Carrera; P. Morales and S. Roussos. 2007. Classical characterization mushroom genetic resources from temperate and tropical regions of México. *Micología Aplicada Internacional*, 19(1), pp. 15-23.
- Yongabi K.; M. Agho y D. Martínez Carrera. 2004. Ethnomycological studies on wild mushrooms in Cameroon, Central Africa. *Micología Aplicada Internacional*, 16(2), pp. 34-36.