

EVALUACION DE CUATRO SUSTRATOS DE COBERTURA
EN EL CULTIVO DE CHAMPIÑONES (*Agaricus bisporus* (Lange)
Sing. var. avellaneus.)

Jorge Luis Ovalle *

I. INTRODUCCION:

El consumo de hongos se remonta hasta nuestros antecesores, los Mayas, quienes los utilizaron como alimento, medicina y alucinógenos. En la actualidad se cultivan varias especies, en Guatemala solamente se cultiva el champiñón (*Agaricus bisporus*).

Las condiciones ecológicas de Guatemala son muy favorables para el cultivo de este hongo y los materiales que se utilizan para su cultivo son desechos Agro-Industriales que existen en grandes cantidades, lo cual incide en la baja de los costos de producción.

Uno de los problemas que tienen los cultivadores de hongos del país, es el del sustrato de cobertura. Los países productores de champiñones en gran escala, como Estados Unidos, España, Bélgica, Francia y otros, utilizan sustratos a base de turba, la cual ha dado muy buenos resultados. Lamentablemente en Guatemala no se encuentra en grandes cantidades los tipos de turba deseada. Esto plantea la necesidad de contar con un sustrato que sea de fácil manejo y que se encuentre en grandes cantidades en el país. De ahí la necesidad del presente estudio.

II. METODOLOGIA

1. Lugar donde se llevó a cabo la investigación::

El experimento se realizó en las instalaciones de "Alimentos de San Lucas S. A." (ALUSA), ubicadas en el cantón Reforma, del municipio de San Lucas, departamento de Sacatepéquez.

2. Etapas del cultivo:

Todas las etapas del cultivo fueron similares para cada uno de los tratamientos, la única variante fue el sustrato de cobertura usado.

Preparación del medio o compost:

Vedder (18) sugiere que para la preparación del compost o medio se puede utilizar cualquier material vegetal. Para las condiciones nacionales se recomienda la utilización de: paja de trigo (*Triticum sp*),

bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), salvado de arroz y paja de arroz (*Oryza sativa*), harina y cascarilla de semilla de algodón (*Gossypium sp*), Urea, Gallinaza o estiércol de caballo, y yeso, el cual según Schisler (2), neutraliza la acidez que segrega el micelio del champiñón.

Esta etapa tuvo una duración de 13 a 15 días, en la cual el compost debe de tener una humedad del 75%, estar homogenizado, y tener una aeración por lo menos cada dos días, para evitar la fermentación anaeróbica, la cual acidificaría con mucha rapidez el medio o compost (1).

Pasteurización o fermentación controlada:

En esta fase se eliminaron todos los microorganismos indeseables. Esta eliminación se realizó elevando la temperatura del ambiente a 60°C por dos horas a dos horas y media; para lograr esta temperatura se utiliza vapor de agua.

El segundo objetivo de la fermentación controlada, según Schisler (2) es disipar el amonio, convirtiéndolo en nitrógeno proteico. Los microorganismos que intervienen en la transformación son los termofílicos. Entre estos están: Actinomicetos: *Thermonospora*, *Streptomyces*, y *Thermoactinomicetos*.; Hongos: *Humicola*, *Torula*, *Ghaetomiun*, *Mucor sp*; Hongos Mesofílicos Termotolerantes: *Aspergillus fumigatus*, y varias bacterias del género *Bacillus*. De los cuerpos de estos microorganismos se alimentará después el micelio del champiñón.

La duración total de esta etapa es de 7 a 8 días durante los cuales la temperatura descenderá de 55 a 45°C. El porcentaje de nitrógeno debe oscilar entre el 1.9 a 2.0 unidades, la humedad entre el 60 y 70%, (4).

Inoculación:

Las esporas pregerminadas o "semilla" del champiñón, se presentan inoculadas en semillas de trigo, las cuales deben incorporarse al compost pasteurizado. Esta etapa tiene una duración por lo general de uno a dos días. Se recomienda mucha limpieza de todos los utensilios. (3).

Incubación:

Durante esta etapa las esporas pregerminadas se desarrollan y empiezan a crecer las hifas miceliales. El micelio del champiñón necesita de un alto contenido de CO_2 (8,000 a 10,000 ppm), una alta humedad, así como una temperatura entre 25 a 27°C, la duración es de 12 a 15 días (1).

Cobertura:

Esta etapa tiene la finalidad de causar la fructificación (4). Consiste en la aplicación de un sustrato de 2 a 3 cms. de grosor capaz de retener mucha humedad, así como la de no favorecer el desarrollo vegetativo, únicamente el reproductivo.

Terminada la aplicación del sustrato, se aplican los primeros riegos para mantener la humedad en el mismo. A los 15 ó 20 días se empiezan a cortar los primeros carpóforos.

Cosecha:

Consiste en la recolección de los carpóforos, los cuales deben de tener un diámetro de 1.5 a 4 cms. y con el velo o himenio intacto es decir, sin que se rompa. Durante la cosecha se debe mantener una adecuada sanidad de las salas de cultivo, así como constancia en los riegos, los cuales suponen varios litros por metro cuadrado (3).

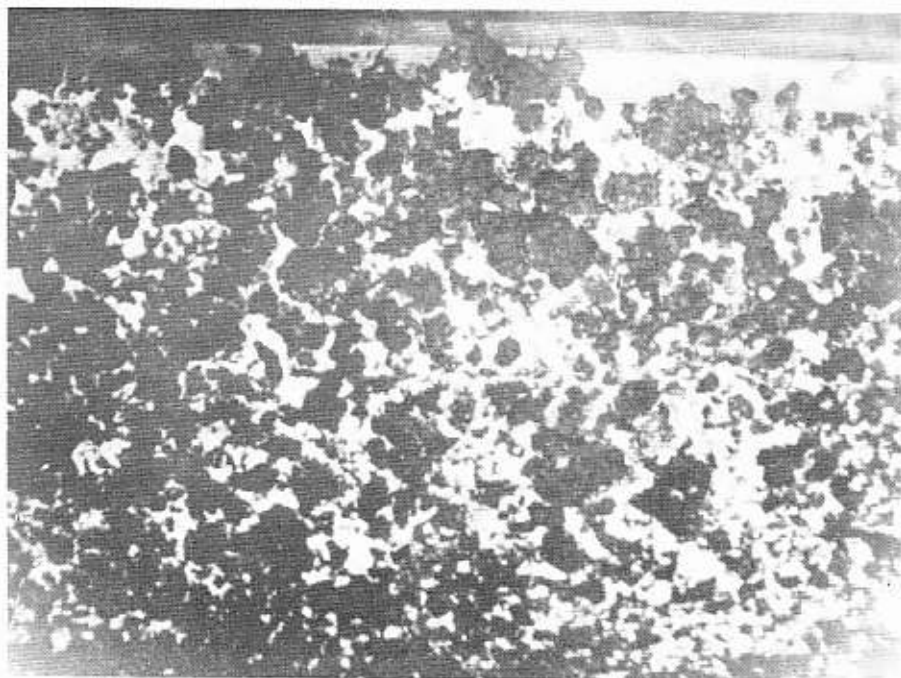
Esterilizaciones:

Esta se debe realizar en las salas de cultivo al finalizar la cosecha. También se recomienda la esterilización antes de iniciar un nuevo cultivo. La esterilización se realiza con vapor de agua a una temperatura de 60°C durante por lo menos seis horas.

3. Aspectos Experimentales

Diseño Experimental:

El diseño utilizado en la presente investigación fue completamente al azar, con cuatro tratamientos y seis repeticiones. El testigo es el sustrato tradicionalmente utilizado.



Uniones miceliales que seguidamente formarán carpóforos.

Tamaño del experimento:

Cada unidad experimental tiene las siguientes medidas: 1.5 mts. de ancho por 19 mts. de largo lo que significa una área de 28.5 mts. cuadrados. En total se usaron 24 unidades experimentales, que dan un área total de 684 m².

Factores estudiados y variables de respuesta:

Factores estudiados:

a) Substrato No. 1:

Suelo con textura franca arenosa, estructura granular, con un contenido de materia orgánica del 2% de humus descompuesto (forma

Mull), y un 10% de humus semidescompuesto (forma Moder). Este tipo de suelo es muy común en Guatemala.

b) Substrato No. 2:

Suelo con textura franca arenosa, estructura granular, con un contenido de materia orgánica del 20% de humus descompuesto (forma Mull), y un 10% de humus semidescompuesto (forma Moder). Este tipo de suelo es muy común en los bosques de encinos (*Quercus sp.*).

c) Substrato No. 3:

Suelo con textura franco arenosa, estructura granular, con un contenido de materia orgánica del 50% de humus descompuesto (forma Mull), y un 10% de humus semidescompuesto (forma Moder). Este suelo es muy común en los bosques mixtos.

d) Substrato No. 4:

Suelo tradicionalmente usado en el cultivo de champiñones. Textura franco arcillosa, estructura granular con un porcentaje de materia orgánica de 25% de humus descompuesto (forma Mull), y un 10% de humus semidescompuesto (forma Moder). Suelo bastante común en los bosques de Guatemala.

Factores a Medir:

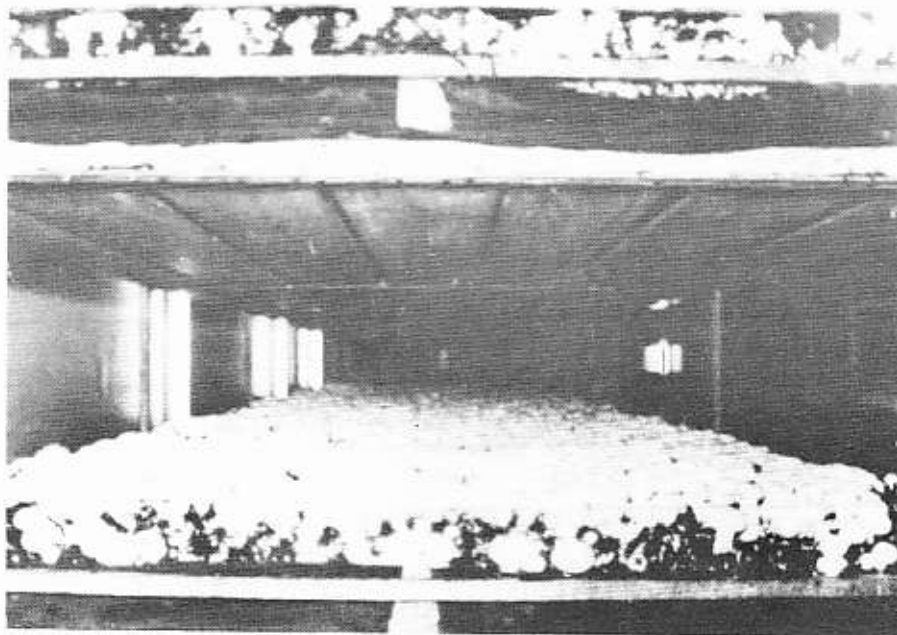
a. Rendimientos:

Durante aproximadamente 30 días se procedió a cortar carpóforos maduros de cada unidad experimental, registrándose el peso en lbs.

b. Calidad de los carpóforos:

Los carpóforos se seleccionaron tomando en cuenta, diámetro, color, sanidad y la condición del himenio, abierto o cerrado. En esta investigación no se consideró el diámetro de los carpóforos ni su coloración.

c. Capacidad de retención de humedad:



Carpóforos listos para su recolección.

Se tomaron muestrs del substrato cada dos días, analizándose posteriormente en el laboratorio su porcentaje de humedad.

d. pH:

Las muestras tomadas cada cuatro días se analizaron en el laboratorio por medio de un potenciómetro digital.

e. Temperatura:

Cada seis horas se tomó la temperatura del medio o compost, y del ambiente en las salas de cultivo durante todo el ciclo del cultivo.

f. Incidencia de plagas y enfermedades:

Se determinó haciendo observaciones para comparar los tratamientos.

III. RESULTADOS Y DISCUSION:

1. Rendimientos:

Cuadro No. 1

Medias de producción, obtenidas al ensayar cuatro substratos de cobertura en el cultivo de champiñones.

	TRATAMIENTOS			
	T 1	T 2	T 3	T 4
MEDIAS	337.33	362.50	766.83	417.33

Al observar el cuadro No. 1, se nota que en el tratamiento número tres se obtuvo el rendimiento más elevado el que incluso supera el obtenido por el substrato tradicional (tratamiento número cuatro). Los substratos que corresponden a los tratamientos uno y dos rindieron menos que el resto.

Al someter los resultados al análisis de varianza, se demostró que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Los datos mismos dan cierta referencia de ello, ya que mientras el testigo tuvo una media de producción de 417.33 lbs., el substrato número tres (50% de humus descompuesto) lo superó con 349.5 lbs., de diferencia. Las medias de producción más bajas registradas corresponden a los substratos número uno y dos con 337.33 y 362.50 Lbs. respectivamente.

Para las comparaciones entre los tratamientos y el testigo se usó la prueba de Tukey (W) en donde $W = 173.64$. Las diferencias entre las medias, mayores que el comparador Tukey (173.64), denotan que existen diferencias significativas. Las diferencias menores o iguales que el comparador Tukey denotan que no hay diferencias significativas.

T1	2 % de humus descompuesto y un 10% semidescompuesto	337.33	A
T2	20 % de humus descompuesto y un 10% de humus semidescompuesto.	362.50	A
T4	25 % de humus descompuesto y un 10% de humus semidescompuesto (Sustrato Testigo)	417.33	A
T3	50 % de humus descompuesto y un 10% de humus semidescompuesto	766.83	B

Existen diferencias significativas únicamente entre tratamientos con diferente letra.

Se puede notar que entre los sustratos con 2% y 20% de humus descompuesto, no existen diferencias significativas, además tampoco hay diferencias significativas entre estos y el testigo, con lo cual se asume que su comportamiento es similar estadísticamente. Sin embargo, en la práctica ninguno de estos dos sustratos (T1, T2), podrían sustituir al testigo (T4), además, resultaría más adecuado utilizar el T2 y no el T1.

Existen diferencias altamente significativas entre el sustrato T3 con 50% de humus descompuesto, y el resto de ensayos utilizados en el presente ensayo, con lo cual se demuestra que es el que se comporta mejor.

2. Condiciones ambientales del experimento:

Las principales condiciones ambientales que influyeron en la cobertura de los diferentes sustratos fueron las siguientes:

2.1 Humedad:

La capacidad de retención de humedad fue mayor al existir más humus descompuesto en el sustrato. Con un 50% de humus descompuesto, se logró retener un 58.5% promedio de humedad. El resto de sustratos estuvieron entre el 29 y 42% promedio de humedad.

2.2 pH.

En todos los sustratos probados el pH varió en proporción directa al contenido de humus descompuesto. Las variaciones entre uno y otro sustratos fueron de décimas de grado de pH, y todos los tratamientos estuvieron entre un rango de 7.6 a 7.2.

2.3 Temperatura:

En cuanto a la temperatura no existieron variaciones significativas entre los sustratos evaluados.

2.4 Incidencia de plagas y enfermedades:

El sustrato de cobertura con altos contenidos de humus descompuesto estuvo más atacado por microorganismos competidores, entre estos se determinaron: *Myceliophthora*, *Spedonium*, *Botrytis crystalia* y *Bactylum dendroides*.

Así también los carpóforos más robustos y cerrados son los más atacados por las moscas. El daño que ocasionan las moscas a los carpóforos es debido a que ovipositan en ellos, desarrollándose las larvas internamente. Además se nota una pudrición húmeda causada por la introducción de otros microorganismos.

IV. CONCLUSIONES:

El sustrato de cobertura con un 50% de humus descompuesto y un 10% de humus semidescompuesto, estructura granular, textura franca arenosa, dio los más altos resultados en calidad y cantidad. Aunque la calidad no fue óptima ésta puede mejorarse controlando adecuadamente los factores ambientales.

No existen diferencias estadísticamente significativas en rendimiento y calidad entre el sustrato con 25% de humus descompuesto y un 20% de humus descompuesto. Sin embargo, los rendimientos en cantidad fueron mejores a mayor cantidad de humus descompuesto en el sustrato. La calidad fue similar.

V. RECOMENDACIONES:

Utilizar sustratos de cobertura con altos porcentajes de humus descompuesto, para la obtención de altos rendimientos en calidad y cantidad.

En futuros estudios es importante hacer una evaluación de la microflora y sus poblaciones en cada sustrato evaluado. Además es conveniente investigar la ubicación geográfica de las áreas con altos contenidos de humus descompuesto.

VI. BIBLIOGRAFIA:

1. LAMBERT, E. B. El cultivo del champiñón. México, AID, 1972, 14 p.
2. SCRISLER, L. C. Composting. Mushroom News, 29 (5):14. 1981.
3. VEDDER, P.J.C. Cultivo moderno de champiñón. España, Mundi-prensa, 1979, 180. p.
4. WAKSMAN, S. AND NISSEN, W. On the nutrition of the cultivated mushroom *Agaricus campestris*, and chemical change brought about by this organism, in the manure compost. Journal of Botany American, 19 (4): 18. 1979.

