

Evaluación de tres materiales como tierra de  
cobertura en diferentes porcentajes en la  
producción de champiñones (*Agaricus bisporus*  
(Lange) Sing.)

José Javier Jarrín García

Honduras  
Diciembre, 2002

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Evaluación de tres materiales como tierra de  
cobertura en diferentes porcentajes en la  
producción de champiñones (*Agaricus bisporus*  
(Lange) Sing.)

Trabajo de graduación como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Agrónomo  
en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

José Javier Jarrín García

Honduras  
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

---

José Javier Jarrín García

Honduras  
Diciembre, 2002

**Evaluación de tres materiales como tierra de cobertura en diferentes porcentajes en la producción de champiñones (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.)**

presentado por

José Javier Jarrín García

Aprobada:

---

Rony Muñoz, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Jorge Restrepo, M.B.A.  
Coordinador CCPA

---

José María Miselem, M.Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Rommel Reconco, M.B.A.  
Asesor

---

Mario Contreras, Ph. D.  
Director General

---

Alfredo Rueda, Ph D.  
Coordinador CPA Fitotecnia

## **DEDICATORIA**

A las dos personas más importantes de mi vida Gonzalo y Martha, mis padres. Por todo su apoyo, esfuerzo, amor y comprensión para la culminación de mi carrera.

A Dios y a la Virgen de Lourdes, por acompañarme durante mi vida en Zamorano.

A mis hermanos, Cristhian, Katherine y Johana, por su cariño y apoyo.

A mis familiares y amigos por el aprecio y consideración que me han brindado.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por la confianza depositada en mí, por su apoyo incondicional y ánimo que me han brindado para la culminación de mi carrera.

A Dios y a la Virgen de Lourdes, por bendecirme y guiarme en todo momento.

A mi primo Luis Alberto, por acompañarme y ser partícipe de los buenos y malos momentos en Zamorano.

A Angelita, por incentivar la realización de esta investigación.

A mi primo del alma Tonio, por sus consejos y su consideración a pesar de todo.

A Rony Muñoz, por sus valiosos comentarios y sugerencias para el desarrollo de esta investigación.

A José María Miselem, por sus consejos y comprensión.

A Rommel Reconco, por su amistad y confianza.

A mis buenos amigos Stalyn G., César J., Victor A., Byron R. y Franco S., por su apoyo en los inicios de mi carrera.

A mis amigos y compañeros Reina C., Diana M., Jaime A., Daniel M., Edwin V., Camilo R., Victor T., César C., Luis A., Edwin T., Santiago M., Hector L., Javier M., Francisco E., José M., Daniel A., Edwin E., Enrique M., René A., Thomas H., Roger M., Pedro V., Juan E., Valeria F., Danilo M., José R., Nilo C. y a mis otros amigos, por todos los momentos agradables que compartimos en Zamorano.

## RESUMEN

Jarrín García, José Javier. 2002. Evaluación de tres materiales como tierra de cobertura en diferentes porcentajes en la producción de champiñones (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.). Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 36 p.

El cultivo del champiñón ha surgido en los últimos años como una alternativa rentable en América Latina. El material utilizado como tierra de cobertura es el musgo (importado de Canadá) que estimula la formación de corpóforos mediante la retención de humedad y el intercambio gaseoso. El objetivo del ensayo fue evaluar materiales locales como tierra de cobertura para desarrollar un sistema de producción sostenible. El ensayo se realizó bajo condiciones controladas en la cámara de producción de champiñones ubicada en Zamorano, Honduras. Se utilizaron seis tratamientos: musgo, musgo + arena (5%), musgo + humus (2:1), musgo + humus (2:1) + arena (5%), musgo + humus (1:1) y musgo + humus (1:1) + arena (5%). Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) en un arreglo factorial  $3 \times 2$  (tres tierras de cobertura  $\times$  dos con/sin arena); se realizaron cuatro repeticiones. La separación de medias se realizó con la prueba SNK ( $P < 0.10$ ). Las tierras de cobertura con humus y arena de río obtuvieron mayor porcentaje de micelio al momento del descenso de temperatura (shock) y número de pines en la primera oleada tres días después del rastrillado, lo cual se debió a la menor relación C/N, mayor estructura grumosa y mayor actividad de los microorganismos. Las tierras de cobertura que contenían como componente mayoritario al musgo obtuvieron los mayores rendimientos debido a la menor densidad aparente, mayor capacidad de retención de agua y mayor intercambio gaseoso. El rendimiento superior presentado por la tierra de cobertura con musgo ( $17.95 \text{ kg/m}^2$ ) produjo una mayor rentabilidad por ciclo de cultivo. Aunque el rendimiento presentado por la tierra de cobertura con musgo fue superior a la tierra de cobertura con musgo + arena ( $16.70 \text{ kg/m}^2$ ), los principales índices financieros (TIR = 67 %, VAN =  $5,728 \text{ lps/m}^2$ ) que se calcularon fueron favorables para la última debido a la reducción en costos por la adición de arena. Se recomienda utilizar la tierra de cobertura con musgo ya que presenta mayor rendimiento y rentabilidad por ciclo productivo. En las explotaciones grandes se debe usar la tierra de cobertura con musgo + arena, ya que se logran mayores índices financieros. Si existiese inconvenientes en conseguir musgo en suficientes cantidades, el humus sería una buena alternativa.

**Palabras clave:** Arena, corpóforos, hongos, humus, micelio, musgo, rentabilidad.

## NOTA DE PRENSA

### **Evaluación de tres materiales como tierra de cobertura en diferentes porcentajes en la producción de champiñones**

En la cámara de producción de champiñones de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos en Zamorano, Francisco Morazán, Honduras; se estableció un experimento con el objetivo de evaluar materiales locales como tierra de cobertura para desarrollo de un sistema de producción sostenible. Se utilizaron seis tratamientos: musgo, musgo más arena (5%), musgo más humus (2:1), musgo más humus (2:1) más arena (5%), musgo más humus (1:1) y musgo más humus (1:1) más arena (5%).

Las tierras de cobertura con humus y arena de río, obtuvieron mayor porcentaje de micelio al momento del shock y número de pines tres días después del rastrillado en la primera oleada, lo cual se debió a la menor relación carbono/nitrógeno, mayor estructura grumosa y mayor actividad de los microorganismos.

Las tierras de cobertura que contenían como componente mayoritario al musgo, obtuvieron los mayores rendimientos debido a la menor densidad aparente, mayor capacidad de retención de agua y mayor intercambio gaseoso. El rendimiento superior presentado por la tierra de cobertura con musgo ( $17.95 \text{ Kg/m}^2$ ) produjo una mayor rentabilidad por ciclo de cultivo. Aunque el rendimiento presentado por la tierra de cobertura con musgo fue superior a la tierra de cobertura con musgo + arena ( $16.70 \text{ kg/m}^2$ ), los principales índices financieros ( $\text{TIR} = 67 \%$ ,  $\text{VAN} = 5,728 \text{ lps/m}^2$ ) que se calcularon fueron favorables para la última debido a la reducción en costos por la adición de arena.

Se recomienda utilizar la tierra de cobertura con musgo ya que presenta mayor rendimiento y rentabilidad por ciclo productivo. En el caso de explotaciones grandes se debe usar la tierra de cobertura con musgo más arena. Ya que se logran mayores índices financieros.

El humus en pequeñas cantidades en la tierra de cobertura puede beneficiarse de bacterias y nitrógeno. Si existiese inconvenientes en conseguir musgo en suficientes cantidades, el humus sería una buena alternativa.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de Cuadros.....	x
	Índice de Figuras.....	xi
	Índice de Anexos.....	xii
1.	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>2</b>
1.1.1	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>2</b>
2.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	<b>HONGOS EN GENERAL.....</b>	<b>3</b>
2.2	<b>CLASIFICACIÓN EN EL REINO VEGETAL.....</b>	<b>3</b>
2.3	<b>NOMBRE CIENTÍFICO.....</b>	<b>4</b>
2.4	<b>NECESIDADES NUTRITIVAS DEL CHAMPIÑÓN.....</b>	<b>4</b>
2.4.1	Carbono.....	4
2.4.2	Nitrógeno.....	5
2.4.3	Calcio.....	5
2.4.4	Oxígeno.....	5
2.4.5	pH.....	5
2.5	<b>FACTORES AMBIENTALES.....</b>	<b>5</b>
2.5.1	Humedad.....	6
2.5.2	Temperatura.....	6
2.5.3	Ventilación.....	6
2.6	<b>TIERRA DE COBERTURA.....</b>	<b>6</b>
2.6.1	Características de la tierra de cobertura.....	7
2.6.2	Componentes de la tierra de cobertura.....	8
2.6.3	Preparación y colocación de la tierra de cobertura.....	8
2.7	<b>HUMUS.....</b>	<b>8</b>
2.8.1	Composición del humus.....	9
3.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
3.1	<b>UBICACIÓN.....</b>	<b>10</b>

3.2	<b>PROCESO DE PRODUCCIÓN</b> .....	10
3.3	<b>TRATAMIENTOS</b> .....	12
3.4	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	14
3.5	<b>VARIABLES DEL EXPERIMENTO</b> .....	14
3.6	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	15
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	16
4.1	<b>ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE LA TIERRA DE COBERTURA</b> .....	16
4.2	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</b> .....	17
4.2.1	Efecto de la arena sobre el crecimiento y rendimiento del champiñón .....	17
4.2.2	Efecto de la tierra de cobertura sobre el crecimiento y rendimiento del champiñón .....	18
4.2.3	Efecto de la tierra de cobertura + arena sobre el crecimiento y rendimiento del champiñón .....	19
4.3	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	20
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	23
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	24
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	25
8.	<b>ANEXOS</b> .....	27

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Clasificación en el reino vegetal.....	4
2.	Cantidad máxima de agua que puede retener el material, expresada en % del peso húmedo.....	8
3.	Composición del humus de Lombriz .....	9
4.	Materiales utilizados y sus cantidades para la elaboración del compost..	11
5.	Materiales evaluados como tierra de cobertura en el experimento.....	13
6.	Análisis físico y químico de las tierra de cobertura al momento de cubrir el compost.....	17
7.	Efecto de la arena sobre las variables medidas en el cultivo de champiñón en Zamorano .....	17
8.	Efecto de las tierras de cobertura sobre las variables medidas en el cultivo de champiñón en Zamorano.....	18
9.	Efecto de los seis tipos de tierra de cobertura sobre las variables medidas en el cultivo de champiñón en Zamorano .....	19
10.	Presupuesto parcial de las tierras de cobertura utilizadas en el cultivo de champiñón en Zamorano.....	21
11.	Análisis de dominancia de las tierras de cobertura utilizadas en el cultivo de champiñón en Zamorano .....	21
12.	Tasa de retorno marginal de las tierras de cobertura dominantes en el cultivo de champiñón en Zamorano.....	22
13.	Indices financieros de las tierras de cobertura dominantes en el cultivo de champiñón en Zamorano.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Comparación de los rendimientos obtenidos en cuatro oleadas de producción/tratamiento, en el cultivo del champiñón en Zamorano..... 20

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Cronograma de actividades del proceso productivo en el cultivo del champiñón .....	28
2.	Kilogramos de tierra de cobertura de cada tratamiento para 43 m <sup>2</sup> de superficie de cultivo.....	29
3.	ANDEVA para las variables medidas en el experimento en Zamorano....	30
4.	Inversión requerida para la construcción de una cámara de champiñones..	31
5.	Costos de producción con tierra de cobertura con musgo .....	32
6.	Flujo de caja para la tierra de cobertura con musgo .....	34
7.	Flujo de caja para la tierra de cobertura con musgo + arena .....	35
8.	Resumen de costos e índices por ciclo de cultivo para tierra de cobertura con musgo .....	36
9.	Resumen de costos e índices por ciclo de cultivo para tierra de cobertura con musgo + arena .....	36

## 1. INTRODUCCIÓN

El consumo y producción del champiñón (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) han logrado un lugar importante en los países desarrollados. Los champiñones se caracterizan por contener pocas calorías se saturan rápido y es alimento adecuado para la forma de vida actual. Es muy importante su alto contenido de proteínas, siendo este un poco más alto únicamente en las leguminosas. El cuerpo humano asimila el 70 – 80% de esas proteínas, a lo cual se debe su alto poder alimenticio (Moyano, 1989).

Una de las especies más cultivada de champiñón es *A. bisporus*. El cultivo de champiñón presenta hongos con sombrero de 3 a 6 cm de diámetro, color blanco a amarillento, café claro en el centro y un anillo adherido al pie. Ya que el champiñón carece de estructuras fisiológicas para producir su propio alimento éste tiene que aprovecharse de material vegetal muerto o en descomposición (organismo heterótrofo-saprófito). Por esta razón se considera la necesidad de prepararle condiciones y medios para su mantenimiento (Guzmán, 1979).

El cultivo presenta la posibilidad de obtener altas cantidades de producto en pequeñas cantidades de área mediante técnicas de control sencillas a un costo relativamente bajo, en períodos cortos de tiempo y utilizando como medios de crecimiento residuos agrícolas e industriales (Informador, 1997).

La tierra de cobertura, material utilizado para estimular la formación de corpóforos del champiñón, ayuda a retener humedad y permite el intercambio de gases en la fase de fructificación. Debido a que el material empleado como tierra de cobertura es importado de Canadá, es necesario la búsqueda de materiales alternativos viables para el productor, y ser competitivos en un mercado cada día más orgánico.

La Zamoempresa de Cultivos Intensivos (ZECI) requiere del desarrollo de materiales locales como tierras de cobertura. El material que actualmente se utiliza, es importado y su disponibilidad frecuentemente se dificulta. También el volumen y transporte, son problemas que incrementan los costos.

En el presente documento se describe el ensayo realizado bajo condiciones controladas en la cámara de producción de champiñones en Zamorano. Las fuentes alternativas de tierra de cobertura que se utilizaron fueron el humus y la arena de río. Estos materiales se encuentran disponibles localmente.

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar materiales locales como tierra de cobertura para desarrollar un sistema de producción sostenible en el cultivo del champiñón.

### **1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar una tierra de cobertura que responde mejor, según sus cualidades, a las exigencias del champiñón.
- Determinar si el humus y la arena son materiales alternativos que influyen en el rendimiento, para la utilización de éstos como tierra de cobertura en el cultivo del champiñón.
- Determinar y analizar si la proporción de humus y arena en la tierra de cobertura, influyen en el rendimiento y costos del cultivo del champiñón.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 HONGOS EN GENERAL**

El cuerpo del hongo, llamado talo, se encuentra formado por una masa de filamentos o hifas finas y ramificadas. Gran cantidad de hifas pueden entrelazarse y formar el micelio del hongo. Las hifas se entrelazan de una forma compacta formando los corpóforos, que luego se desarrollan y crecen formando el champiñón (Vedder, 1996).

La reproducción sexual y el medio de propagación del hongo, son las esporas; que es una palabra colectiva que designa cuerpos unicelulares e incluso multicelulares. Estas usan como medio de transporte para su propagación corrientes de viento, gotas de agua, insectos u otros animales (Vedder, 1996).

La diferencia entre los hongos cultivados y los silvestres es de carácter genético, los basidios de los cultivados contienen dos esporas, los silvestres llevan cuatro esporas (Ferran, 1969).

### **2.2 CLASIFICACIÓN EN EL REINO VEGETAL**

Crespo (1997) explica que el champiñón pertenece a las Talófitas de la familia *Agaricaceae*. Son de estructura sencilla, celular, carecen de clorofila, raíz, tallo, hojas y flores, su aparato vegetativo está total o parcialmente sustituido por el talo. La ausencia de clorofila, aunque su gama cromática es amplia pero nunca verde, no le permite al hongo sintetizar sus propios nutrientes. Los hongos son organismos heterótrofos por su incapacidad de sintetizar sus nutrientes, como tampoco puede descomponer el anhídrido carbónico y utilizarlo en su estructura. El champiñón es un organismo saprófito que tiene que obtener los compuestos orgánicos en descomposición.

Crespo (1997) también hace referencia que los Bacidiomicetos agrupa a todos los hongos de sombrero, así los champiñones se diferencian de otros grupos por el hecho de formar sus esporas en el extremo de células que se conocen como basidios (Cuadro 1).

### Cuadro 1. Clasificación en el reino vegetal

Clase	Subclase	Ejemplo
Ficomicetas	Ficomicetos	Moho blanco
Eumicetas	Ascomicetos Basidiomicetos	Trufas Hongos de sombrero

Fuente: Crespo 1997

## 2.3 NOMBRE CIENTÍFICO

La mayoría de producciones comerciales en el mundo utilizan la especie de hongo *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. Vedder (1996) menciona que las principales características del crecimiento y desarrollo de *A. bisporus* son: Desarrollo del micelio a temperatura de 25 °C, crecimiento del grano y desarrollo posterior a temperaturas entre 16-18 °C, durante crecimiento vegetativo y cosecha no puede soportar concentraciones altas de CO<sub>2</sub>.

## 2.4 NECESIDADES NUTRITIVAS DEL CHAMPIÑÓN

Anteriormente se habló sobre la utilización de materia vegetal muerto por parte del champiñón y en la práctica se utiliza compost de estiércol con diversos aditivos. Dichos aditivos se utilizan para regular algunos nutrientes o el pH (López, 1990).

Los principales nutrientes identificados como los más influyentes en el metabolismo del champiñón son: Carbono, nitrógeno, calcio y oxígeno. Así mismo, factores ambientales como humedad, temperatura y ventilación, que aunque no son nutrientes, son factores determinantes en la productividad del hongo.

### 2.4.1 Carbono

El champiñón por la falta de clorofila no puede realizar el proceso de fotosíntesis, por lo que no puede transformar el CO<sub>2</sub> en azúcares, absorbiendo éstos a través del compost. El hongo vegeta mal con concentraciones mayores al 2 – 3% y los granos se forman a concentraciones menores del 0.2% (López, 1990). En la formación y crecimiento de los granos se consumen principalmente carbohidratos, como pentosas y alfacelulosa; por esto se debe la mayor producción en las primeras oleadas, en aportes de hidratos de carbono al compost en la cobertura (Vedder, 1996).

La relación entre el carbono y el nitrógeno, durante el compostaje va disminuyendo, empezando desde 40 a 45 hasta terminar con el cultivo entre 11 y 15 (Vedder, 1996).

### **2.4.2 Nitrógeno**

El champiñón no soporta cantidades altas de sales moniacales y no asimila los nitratos. Estos compuestos se deben transformar con la fermentación del compost en combinaciones proteicas y de aminoácidos, o integrarse en el complejo lignino-húmico que es asimilable por las hifas, rico en nitrógeno (Vedder, 1996). La formación del complejo lignino-húmico es el resultado de la fermentación al final del compostaje y éstos son los nutrientes que disminuyen al termino de la primera oleada (López, 1990).

### **2.4.3 Calcio**

El calcio realiza una función importante durante el desarrollo y crecimiento del micelio. El micelio libera ácido oxálico, entre otros ácidos, que tiene que ser neutralizado para que no baje el pH y pueda el micelio continuar con su proceso fisiológico normal. El medio nutritivo necesita gran cantidad de calcio para que neutralice poco a poco el ácido (López, 1990).

### **2.4.4 Oxígeno**

El champiñón respira, por lo tanto necesita ventilación suficiente para remover el CO<sub>2</sub> que produce y así renovar oxígeno para su desarrollo normal (López, 1990). El desarrollo vegetativo se realiza bastante bien a una concentración de hasta un 2 % de CO<sub>2</sub>, a una concentración superior a 1 % el micelio se desarrolla más compacto y fino. La formación de granos se reduce a concentraciones superiores de 0.3 – 0.5%; para obtener formación normal de granos se necesitan concentraciones de CO<sub>2</sub> que no superen 0.08-0.1% (Vedder, 1996).

### **2.4.5 pH**

Aunque el pH no es un elemento nutritivo, se ve afectado por la interacción de algunos de éstos. El micelio del champiñón necesita un pH de 7.0 a 7.5, al final del cultivo el pH desciende a aproximadamente 6.3, el cual se ve afectado por exudados del micelio que acidifican y la presencia de calcio en el medio ayuda a neutralizar el medio (Vedder, 1996).

## **2.5 FACTORES AMBIENTALES**

En la producción controlada del champiñón, es necesario tener un manejo eficiente de la humedad, la temperatura y la ventilación. El manejo adecuado de éstos factores permitirá al productor obtener los máximos rendimientos del cultivo según las condiciones que éste requiera.

### **2.5.1 Humedad**

El contenido de humedad del compost debe estar entre 62 y 67 %; así también, la humedad juega papel importante en la aireación. Si es insuficiente la humedad se puede parar el desarrollo, si es excesiva se puede producir asfixia del micelio (López, 1990).

### **2.5.2 Temperatura**

Durante todo el proceso productivo el cultivo expresa su mejor potencial en condiciones precisas de temperatura, cada fase tiene su propio rango de temperatura a la cual se debe manejar. Empieza desde temperaturas entre 60 y 63 °C en el compostaje hasta llegar a temperaturas entre 16 y 18 °C durante la cosecha.

Toovey (1987) y López (1990), coinciden en temperaturas entre 22 y 27 °C, las cuales son adecuadas para el crecimiento del cultivo, con un óptimo de 25 °C. La mejor temperatura para la formación de granos se considera entre 16 y 17 °C aproximadamente, la cual se mantiene durante todo el período de cosecha.

### **2.5.3 Ventilación**

La constante ventilación, es indudablemente uno de los factores indispensables en algunas fases del cultivo. La fase de crecimiento y formación de granos requiere de renovación constante de aire. Cuando el cultivo se encuentra en cosecha, es crucial el manejo eficiente de la ventilación, pues los champiñones se encuentran tupidos y concentran mayor cantidad de CO<sub>2</sub> (Toovey, 1987).

## **2.6 TIERRA DE COBERTURA**

La principal función de la tierra de cobertura es ayudar en la fructificación del cultivo. Mediante investigaciones realizadas por Vedder (1996), se han diferenciado las causas de la fructificación logrando entender el porqué de cubrir el compost con tierra de cobertura.

La diferencia de concentración en gas carbónico generado por el crecimiento del micelio se acumula en el ambiente, aquí es donde la tierra de cobertura realiza una de sus funciones al disipar el contenido de gas carbónico reduciéndolo a cantidades donde no inhibe la fructificación.

La tierra de cobertura debe contener ciertas bacterias responsables de la fructificación (*Pseudomonas putida*). Estas bacterias parecen activarse por ciertos productos secretados por el micelio en crecimiento, es probable que las bacterias oxiden algunos metabolitos del champiñón, lo que permite el transporte de nutrientes desde el micelio más viejo hasta el más joven que se encuentra en la tierra de cobertura, estimulando la fructificación.

Existe relación entre la nutrición y la fructificación, así el crecimiento vegetativo se realiza mejor en una relación C/N elevada, mientras que durante la fructificación se necesita una relación C/N baja.

Otros factores que influyen en la fructificación son el clima, el contenido de humedad de la tierra de cobertura y la evaporación. Los factores mencionados determinan el microclima que necesita el micelio para formar champiñones, por lo que la cobertura del compost se hace necesaria para obtener una fructificación satisfactoria.

### 2.6.1 Características de la tierra de cobertura

Según lo expuesto anteriormente por Vedder (1996), podemos deducir las condiciones que debe reunir el material utilizado como tierra de cobertura. La capacidad de retener y liberar paulatinamente el agua, es una característica importante ya que el cultivo requiere de cantidades grandes de agua para la formación de champiñones.

La tierra de cobertura tiene que tener un contenido bajo de carbohidratos simples, para que no puedan germinar y desarrollarse otros tipos de hongos indeseables (Muñoz, 2001).

Vedder (1996) indica la cantidad de agua que puede retener cada material utilizado como tierra de cobertura. La presencia de turba en la tierra de cobertura, es necesaria para obtener una buena retención de humedad y cubrir los requerimientos de agua durante la fase de fructificación (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Cantidad máxima de agua que puede retener el material, expresada en porcentaje del peso húmedo.**

<b>Material</b>	<b>Porcentaje</b>
Arena marga	8 - 10
Limo de río	30 - 38
Arena de río + turba rubia + caliza molida	45 - 60
Turba rubia + turba negra	80 - 90

La tierra de cobertura debe tener un pH entre 7.0 y 7.5. Debe añadirse carbonato de calcio para nivelar el pH y que sirva como tapón, ya que el micelio libera ácido oxálico que tiende a bajar el pH. Tiene que mantener su estructura, la cual debe ser un poco grumosa para dar un microclima adecuado en el crecimiento de los primordios del champiñón. También, la tierra de cobertura debe estar libre de organismos nocivos, por lo que se hace necesario la desinfección con formalina o vapor.

### 2.6.2 Componentes de la tierra de cobertura

La tierra de cobertura puede ser una mezcla de varios materiales como los descritos por Vedder (1996) en el Cuadro 2. Para retener agua, dar volumen y esponjosidad se utiliza turba (musgo); para dar consistencia y plasticidad se utiliza arenas, arcillas, etc. (López, 1990).

Toovey (1987), en la composición de la tierra de cobertura, se refiere a la utilización de limo en 5 %, pero que se sustituyó por arena de río debido a la aparición de gérmenes de enfermedades y nemátodos. Normalmente se utiliza una proporción de 1:1 de carbonato de calcio y turba.

La cantidad de cada material va a depender de la disponibilidad en cada zona de producción, para lo cual se debe tomar en cuenta que los materiales deben reunir las características deseadas para estimular y mantener la fructificación.

### 2.6.3 Preparación y colocación de la tierra de cobertura

El proceso de preparación de la tierra de cobertura no es más que la mezcla en la proporción 2:1 del musgo con el carbonato de calcio, respectivamente. Luego se agrega suficiente agua para que empiece a reaccionar el carbonato de calcio (Muñoz, 2001).

Para desinfectar la mezcla se utiliza formalina a una dosis de 2 l/m<sup>3</sup> con suficiente agua para obtener una estructura grumosa. La mezcla se cubre con plástico por dos días, un día antes de la colocación de la tierra de cobertura se destapa y se da vuelta para que salgan los vapores de la formalina. Para la colocación de la tierra de cobertura se utiliza anillos que tienen una altura de 3.5 – 4.0 cm. Con la colocación, el micelio empieza a crecer en la tierra marcando así el momento de empezar el riego con una dosis de 0.5 l/m<sup>2</sup>/día, incrementando cada día 0.5 l/m<sup>2</sup>/día hasta llegar a 2 l/m<sup>2</sup>/día (Muñoz, 2001).

## 2.7 HUMUS

El humus es un material orgánico que es obtenido como consecuencia de una serie de transformaciones químicas, bioquímicas y microbiológicas con el trabajo de las lombrices de tierra (Grappelli *et al.*, 1987).

Las lombrices consumen residuos animales y vegetales predigeridos por microorganismos como bacterias y hongos. Estos transforman las proteínas y celulosa en sustancias más simples y de fácil asimilación. La lombriz también se alimenta de hongos, con lo cual los antibióticos que se encuentran en ellos, son digeridos y luego excretados, quedando como resultado del proceso de digestión una masa bacteriana antibiotizada con compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma. Se calcula la presencia de aproximadamente 2 billones de bacterias por gramo de humus. El humus de

lombriz es rico en reguladores de crecimiento, pues estas sustancias son producidas por el metabolismo secundario de las bacterias como son: auxinas, giberilinas, citoquininas (Lombricesrojas, 2002).

### 2.8.1 Composición del humus

El humus de lombriz está compuesto de elementos que favorecen al champiñón (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Composición del humus de Lombriz**

No.	Componente	Porcentaje
1	Humedad	30.0 - 60.0
2	pH	6.8 - 7.2
3	Nitrógeno	1.0 - 2.6
4	Fósforo	2.0 - 8.0
5	Potasio	1.0 - 2.5
3	Clacio	2.0 - 8.0
7	Magnesio	1.0 - 2.5
8	Materia orgánica	30.0 - 70.0
9	Carbono orgánico	14.0 - 30.0
10	Acido fúlvicos	2.8 - 5.8
11	Acido húmico-fúlvico	1.5 - 3.0
12	Hierro	0.02
13	Manganeso	0.006
14	Relación C/N	10.0 - 11.0

Fuente: Lombricesrojas, 2002.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN**

El ensayo se estableció en la instalación para la producción de champiñones en Zona III. Sección de la ZECI de Zamorano en el valle del río Yeguaré, a 32 Kilómetros al este de Tegucigalpa D.C, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Geográficamente este lugar está ubicado a 14 grados latitud Norte y 87 grados latitud Oeste, a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar y a una temperatura promedio de 24 °C.

#### **3.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN**

El proceso de producción de champiñones constó de dos etapas. La primera etapa fue la preparación del compost, pasteurización y acondicionamiento. El proceso de compostaje se realizó en una galera durante veinte días, al final del compostaje se obtuvo un compost selectivo rico en carbohidratos complejos necesarios para el crecimiento y desarrollo del micelio. La pasteurización se realizó durante 9 horas alcanzando temperaturas entre 60 y 65 °C en la cámara. El acondicionamiento se realizó durante una semana en la cámara de producción a temperaturas que empezaron desde 65 °C hasta llegar a 38 y 40 °C. Elevando la temperatura, los carbohidratos simples que no fueron consumidos en el compostaje, se terminaron de degradar, evitando con esto el desarrollo de hongos y la presencia de plagas que afectan el desarrollo normal del micelio del champiñón.

La segunda etapa constó de la siembra, crecimiento vegetativo, fructificación y cosecha; las cuales se realizaron en dos meses y medio. La siembra se realizó con semilla de trigo que poseían en su superficie esporas y micelio del hongo. La siembra se realizó con un compost que estaba a 25 °C, temperatura a la cual el micelio del champiñón se desarrolla normalmente. Luego de la siembra el compost se cubrió con papel periódico para evitar la evaporación y la caída de esporas no deseadas. En la fase vegetativa se mantuvo la recirculación del aire conservando el CO<sub>2</sub>. La tierra de cobertura fue colocada dos semanas después de la siembra tiempo en que el micelio ya había invadido el compost. La fructificación se inició bajando la temperatura del compost a 16 – 18 °C, con esto el micelio se estresó y empezó la fructificación como mecanismo de defensa. La cosecha se inició al momento que el velo (especie de tela entre el tallo y el sombrero el cual protege a las semillas y las libera) estuvo suave, los champiñones son demandados con el velo no roto o abierto. Cada componente del proceso de producción y el tiempo de duración del ensayo se detalló en el Anexo 1.

En el compostaje se utilizó paja de arroz como fuente de carbohidratos complejos, pollinaza como fuente de microorganismos y nitrógeno para la fermentación aeróbica, yeso para disminuir el contenido grasoso de la paja. La fuente principal de nitrógeno fue la pollinaza y se complementó con urea. Al final del proceso el compost debía tener 1.6 a 1.8 % de N total (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Materiales utilizados y sus cantidades para la elaboración del compost**

Componente	Peso húmedo (kg)	% Peso seco	Peso seco (kg)	% N	Total N (kg)
Paja de arroz	1799	91	1637	0.72	12
Pollinaza	900	88	788	2.82	22
Yeso	100		100		
Urea	22.2		22	46	10
<b>Total</b>			<b>2546</b>		<b>44</b>

Porcentaje de N total = 1.74

El proceso de compostaje fue controlado. Se mantuvo aireación constante mediante el volteo regular del compost para facilitar la fermentación aeróbica con lo cual no se permitió la formación de ácido láctico. Desde el inicio se mantuvo humedad en el compost para activar los microorganismos y acelerar el consumo de carbohidratos simples. Para obtener una buena distribución de los componentes, aireación y mojado del compost, se utilizó el esquema de la ZECI (Muñoz, 2002).

El compost una vez que estuvo listo, se trasladó a la cámara. Las cajas en la cámara se desinfectaron con caldo bordelés, oxiclururo de cobre y cal deshidratada (proporción 1:1). Se llenaron las cajas hasta diez centímetros por arriba del borde del cajón. Al final, la cantidad de compost utilizado fue de 110 a 115 Kg/m<sup>2</sup>. Se cerró la ventana y la entrada de aire del ventilador, sólo se permitió la recirculación de aire con el propósito de incrementar y uniformizar las temperaturas.

Al siguiente día del llenado de la cámara se inició la pasteurización. Se elevó la temperatura del compost cerca de 60 °C. Básicamente la finalidad de la pasteurización fue eliminar cualquier organismo perjudicial para el desarrollo champiñón. La pasteurización se realizó utilizando vapor de agua de una caldera por nueve horas. Para lograr la temperatura deseada, el compost estuvo expuesto a temperaturas que alcanzaron entre 60-63 °C durante 6 horas. Finalizando con la pasteurización se comenzó el acondicionamiento. Este período fue de una semana, durante este período se introdujo aire fresco. La temperatura se trató de mantener dentro del rango de actividad de los organismos termófilos (48 – 63 °C), lo cual no se consiguió y se tuvo que elevar nuevamente la temperatura con vapor de agua para poder terminar el consumo de carbohidratos simples.

Luego del acondicionamiento se realizó la siembra. La temperatura del compost se redujo a 25 °C, temperatura requerida para el crecimiento del micelio. La semilla utilizada llamada “spawn”, no es más que micelio y esporas del hongo establecido en granos de tri-

go. La variedad de semilla que se utilizó fue Sylvan 100, la cantidad utilizada fue 4 kg por tonelada de compost fresco. Se tuvo cuidado en mantener higiene en todo momento, pues esta fase es crítica en cuanto a contaminación.

Luego se procedió al compactado del compost para mejor crecimiento del micelio, quedando el compost 2.5 cm por debajo del nivel de la caja. Después del compactado se cubrió con papel periódico para mantener la humedad y proteger la semilla, la humedad relativa se mantuvo entre 70 y 85 %, lo cual no llegó a lo requerido por el cultivo (90 – 95 %). La temperatura del compost se mantuvo entre 24 – 26 °C. El cultivo permaneció en esta etapa durante trece días. Cuando el micelio había invadido por completo el compost, se procedió a cubrir con tierra de cobertura (se explica más adelante en tratamientos). El rastrillado es una práctica que se realizó cuando el micelio cubrió tres cuartas partes de la tierra de cobertura, y que permitió romper el micelio y distribuirlo uniformemente, así como mejoró la estructura grumosa y el intercambio de CO<sub>2</sub>, promoviendo la formación de pines.

El descenso de temperatura es una práctica fundamental para la generación de pines que consistió en bajar la temperatura de 24 - 26 °C a 16 - 18 °C. Se realizó a los 12 días después de colocar la tierra de cobertura, si no se realiza esta práctica el cultivo hubiese seguido creciendo vegetativamente y no produciría champiñones.

La cosecha se realizó por oleadas, el cultivo generó cuatro oleadas en todo el ciclo, se recalca que las oleadas están determinadas por el tiempo en que se dejó el cultivo en cosecha, tomando en cuenta que las últimas oleadas casi no aportaron producción. Las primeras oleadas fueron las determinantes en la cantidad de kilogramos producidos. Durante la cosecha, se utilizó una navaja para cortar y toallas para limpiar el champiñón. Se cosechó a mano, primero con la mano izquierda se da un giro al champiñón y se jala, luego se corta con la navaja el tallo, la longitud del tallo fue más o menos la mitad del diámetro del sombrero. En esta parte del cultivo la temperatura se mantuvo entre 16 y 18 °C.

Los champiñones a veces se manejaron a granel o en baldes y otras en bandejas de plástico transparentes que contenían entre 205 y 215 g. Los champiñones cosechados se guardaron en un cuarto frío a 5 °C hasta su comercialización.

El mayor consumidor de la producción fue el comedor estudiantil de la Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, lo que se empacó se comercializó a través del puesto de ventas de la misma institución. La identificación del producto fue una etiqueta en la cual estuvo impreso el logo de Zamorano y el nombre de la ZECI.

### 3.3 TRATAMIENTOS

Los materiales usados en los diferentes tratamientos fueron: Musgo (Promoss<sup>MR</sup> importado de Canadá). Humus obtenido de la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos y la arena de río. La arena se pasó por un tamiz No. 9 obteniendo partículas de 4 mm<sup>2</sup>. Se

hicieron varios tratamientos en los porcentajes que se indican en el Cuadro 5. A cada tratamiento con musgo y humus se le agregó carbonato de calcio a una proporción de dos unidades de tierra de cobertura y una de carbonato de calcio. El champiñón necesita un pH neutro (6.2 - 7.5) para su desarrollo, por lo que se niveló con carbonato de calcio (Anexo 2).

Los cálculos para agregar la tierra de cobertura se realizaron de acuerdo con el volumen que ocupa cada material. No se realizó de acuerdo con el peso ya que, no ocupa el mismo espacio 1kg de musgo que 1 kg de humus y al final lo que interesó fue que la tierra de cobertura tuviera una altura de 4 cm (Anexo 2).

Luego de la mezcla se procedió a regar suficiente agua para que reaccionara el carbonato de calcio y permitiera elevar el pH. La tierra de cobertura se desinfectó con formalina a una dosis de 2 l/m<sup>3</sup> y se cubrió con plástico por dos días.

Antes de cubrir los cajones, se realizó un volteo a la tierra de cobertura para disipar los vapores de la formalina. Para cubrir el compost se utilizó un anillo de metal a una altura de 3.5 cm, la tierra de cobertura quedó a 1.5 cm del borde del cajón con el objetivo de permitir la entrada de aire y bajar la concentración del CO<sub>2</sub>. Cuando el micelio invadió la tierra de cobertura se aplicó 0.5 l/m<sup>2</sup> de agua el primer día, al segundo día se aplicó 1 l/m<sup>2</sup> y así se siguió aumentando la cantidad de 0.5 l/m<sup>2</sup>/día hasta alcanzar 2 l/m<sup>2</sup>/día, con el cual se mantuvo durante el resto de los días.

Los tratamientos evaluados se listan en el Cuadro 5. También se explican las diferentes proporciones de los materiales evaluados.

**Cuadro 5. Materiales y proporciones evaluados como tierra de cobertura en el experimento.**

Tratamiento	Materiales	Arena de río	Porcentaje (%)		
			M*	H*	A*
1	Musgo	sin	100		
2	Musgo	con	95		5
3	Musgo + Humus (2:1)	sin	66	34	
4	Musgo + Humus (2:1)	con	63	32	5
5	Musgo + Humus (1:1)	sin	50	50	
6	Musgo + Humus (1:1)	con	47	48	5

\* M = Musgo, H = Humus, A = Arena.

El cultivo se continuó regando a la dosis antes mencionada, algunos tratamientos fueron afectados por *Penicillium spp*, el mismo que se controló con benomyl (Benlate) a una dosis de 6 g en 3 L de agua para un área de 1.74 m<sup>2</sup>. Lo cosechado de los tratamientos donde se aplicó, sólo se procedió a tomar datos y se descartaron para consumo humano.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental usado fue bloques completos al azar (BCA), en un arreglo factorial 3x2 (3 tierras de cobertura x 2 con/sin arena). Se realizaron cuatro repeticiones (Cuadro 5).

El ANDEVA presentó las diferentes fuentes de variación que resultaron significativas estadísticamente al programa SAS<sup>®</sup> (Institute SAS Inc., 1999) y que posteriormente fueron analizadas con la prueba “Student Newman Keuls” (SNK). Se tomó como probabilidad que los resultados obtenidos se vuelvan a presentar bajo las mismas condiciones en las que se estableció el ensayo, con una probabilidad de  $p < 0.10$  (Anexo 3).

También se tomó como referencia un valor de coeficiente de variación menor a 20<sup>1</sup>. En el caso de las variables número de pines y porcentaje de micelio, se analizaron con un valor un poco mas alto del establecido, queda a consideración del lector su aplicabilidad.

### 3.5 VARIABLES DEL EXPERIMENTO

Durante la cosecha se procedió a colocar los champiñones de cada tratamiento en bolsas de plástico, luego se contó el número de champiñones, se pesó y por último se midió el diámetro del sombrero. Los champiñones que no clasificaron como comerciales se descartaron, algunos tenían problemas con hongos patógenos.

La principal variable medida fue rendimiento, expresado en kilogramos por metro cuadrado. Otras variables medidas fueron:

- Número de champiñones totales por metro cuadrado.
- Porcentaje de micelio al momento del shock, se consideró 100 % cuando la tierra de cobertura estaba totalmente cubierta por el micelio y 0% cuando no se observó ningún micelio en la tierra de cobertura. La observación visual permitió obtener esta variable.
- Número de pines (corpóforos) a la primera oleada. Para hacer el conteo se utilizó un cuadrado de madera (15 cm x 15 cm) el cual permitía contar en un área definida el número de pines, por lo general el cuadro se ubicaba en el centro de cada tratamiento.
- Retención de humedad, pH, densidad aparente, relación carbono/nitrógeno. Datos obtenidos a través de análisis de laboratorio. La relación carbono/nitrógeno (C/N) se calculó dividiendo el porcentaje de carbono presente en la materia orgánica (58 % de la materia orgánica es carbono) para el porcentaje de nitrógeno (Cuadro 6).

---

<sup>1</sup> ARANDA, L. 2002. Parámetro de referencia del coeficiente de variación (Comunicación Personal). Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

### **3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO**

El análisis económico se realizó con base a la metodología de presupuestos parciales, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal del CIMMYT (1988). Para la organización y procesamiento de los datos se utilizó el programa Microsoft Excel. Se calculó la rentabilidad, beneficio/costo, punto de equilibrio, VAN, TIR y el período de recuperación.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE LA TIERRA DE COBERTURA

El pH disminuyó a medida que se incrementó la cantidad de humus de lombriz en la tierra de cobertura. Esto se pudo deber por los ácidos orgánicos que contiene el humus. Por esta razón las tierras de cobertura con mayor cantidad de humus no llegaron a tener un pH de 7, requerido por el micelio (Cuadro 6).

El porcentaje de materia orgánica fue superior con el musgo, pero el porcentaje de nitrógeno fue inferior. La relación C/N fue superior en los tratamientos que contenían como componente principal al musgo. La relación C/N de los materiales orgánicos es un indicador de las posibilidades que ocurra escasez de nitrógeno y que exista competencia entre los microorganismos y plantas superiores por el nitrógeno disponible, proporciones pequeñas (10) son ricas en nitrógeno, mientras proporciones mayores (hasta 400) son pobres en nitrógeno (Foth, 1987). Entonces, a menor relación C/N en las tierras de cobertura, mayor es la cantidad de nitrógeno, estimulando el desarrollo más rápido del micelio por la mayor actividad de los microorganismos (Cuadro 6).

También en la formación de humus existe una reducción de carbohidratos como celulosa y hemicelulosa, pero se incrementan los porcentajes de complejos de lignina y proteínas (Foth, 1987). Por esta razón las tierras de cobertura que poseían humus, permitieron el desarrollo de mohos como el *Penicillium spp.*

La densidad aparente de la tierra de cobertura se incrementó con la adición de humus y arena de río. Esto se debió al mayor espacio que ocupa un gramo de humus o de arena en comparación con el musgo. La tierra de cobertura estuvo 3.5 cm por arriba del compost. Entonces las tierras de cobertura que poseían mayor cantidad de humus y arena tuvieron mayor densidad aparente y por ende tenían menor espacio poroso, lo cual no permitió un buen intercambio gaseoso (Cuadro 6).

El porcentaje de humedad demostró que el musgo al mezclarse con otro material (humus) bajó la capacidad de retención de agua. Esto se debió a la menor cantidad de espacios porosos en las tierras de cobertura que contenían humus, disminuyendo la liberación paulatina del agua en la fructificación del micelio del champiñón (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Análisis físico y químico de los seis tipos de tierra de cobertura al momento de cubrir el compost**

Tierra de cobertura	pH	%		Relación C/N	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	% humedad
		MO	N			
Musgo	7.50	25.33	0.47	31.26	0.1132	72.4
Musgo + Arena	7.03	20.26	0.49	23.98	0.1780	63.3
Musgo + Humus (2:1)	6.48	9.65	0.56	9.99	0.4124	46.9
Musgo + Humus (2:1) + Arena	6.40	8.56	0.57	8.71	0.4876	44.5
Musgo + Humus (1:1)	6.25	9.71	0.66	8.53	0.4484	45.6
Musgo + Humus (1:1) + Arena	6.32	8.37	0.66	7.36	0.4792	43.9

## 4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

### 4.2.1 Efecto de la arena sobre el crecimiento y rendimiento del champiñón

No se observaron diferencias significativas en el ANDEVA en el porcentaje de micelio, número de hongos y rendimiento entre los tratamientos con y sin arena de río (Cuadro 7).

Las tierras de cobertura con y sin arena fueron significativamente iguales (prueba SNK) en número de pines durante la primera oleada; sin embargo se observó una tendencia a tener mayor número de pines la tierra de cobertura con arena. Esto se pudo deber a la estructura grumosa que se observó por la adición de arena (Vedder, 1996). Según Vedder esto permite que el micelio se desarrolle y crezca con mayor facilidad y por consiguiente se obtiene mayor número de pines en la primera oleada (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Efecto de la arena sobre las variables medidas en el cultivo de champiñón en Zamorano.**

Arena	% micelio shock	No. Pines	No. Hongos	Rendimiento Kg/m <sup>2</sup>
Sin	25.0 ns	27.6 a	1482.3 ns	15.3 ns
Con	31.7 ns	37.2 a	1410.5 ns	15.5 ns
<b>C.V.</b>	<b>39.2</b>	<b>32.4</b>	<b>19.9</b>	<b>14.6</b>
<b>Media</b>	<b>28.3 ± 11.1</b>	<b>32.3 ± 10.5</b>	<b>1446.4 ± 287.48</b>	<b>15.4 ± 2.1</b>

Probabilidad de ocurrencia de los resultados analizados ( $p < 0.10$ ), valores con letras iguales no son significativamente diferentes.

#### 4.2.2 Efecto de la tierra de cobertura sobre el crecimiento y rendimiento del champiñón

El porcentaje de micelio al shock y el número de pines fue significativamente mayor con musgo + humus (1:1). Esto se pudo deber a la relación C/N, la cual fue menor a las demás tierras de cobertura. Esta relación indica una mayor actividad de microorganismos en el humus debido a la mayor cantidad de nitrógeno, permitiendo obtener mayor porcentaje de micelio al shock y número de pines. Así también, el micelio seguramente se vio favorecido por la presencia de lignina en el humus, carbohidrato esencial en los requerimientos del hongo (Cuadro 8).

Las tierras de cobertura con musgo y musgo + humus (2:1) fueron significativamente iguales en rendimiento. Lo que indica que al elevar la cantidad de humus en la tierra de cobertura tiende a bajar el rendimiento. Esto se pudo deber a la mayor densidad del humus (Cuadro 8).

También se observó que las tierras de cobertura que contenían humus fueron más pesadas, causando una mayor compactación del material, perjudicando el intercambio gaseoso y retención de agua a partir de la segunda oleada (Figura 1). Esto disminuyó el rendimiento en las siguientes oleadas, pues se notó que a medida se iba regando, la tierra de cobertura se compactaba. Contrario a la primera oleada que no estuvo compactada y además contenía mayor concentración de nutrientes, carbohidratos y bacterias en el humus. Factores importantes para obtener mayor crecimiento de micelio, número de pines y rendimiento en la primera oleada (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Efecto de las tierras de cobertura sobre las variables medidas en el cultivo de champiñón en Zamorano.**

Tierra de cobertura	% micelio shock	No. Pines	No. Hongos	Rendimiento Kg/m <sup>2</sup>
Musgo	16.2 a	20.4 a	1544.6 a	17.3 a
Musgo + Humus (2:1)	32.5 b	35.5 a	1439.9 a	15.8 a
Musgo + Humus (1:1)	36.2 b	41.2 b	1354.7 a	13.1 b
<b>C.V.</b>	<b>39.2</b>	<b>32.4</b>	<b>19.9</b>	<b>14.6</b>
<b>Media</b>	<b>28.3<sup>±</sup> - 11.1</b>	<b>32.3<sup>±</sup> - 10.5</b>	<b>1446.4<sup>±</sup> - 287.48</b>	<b>15.4<sup>±</sup> - 2.1</b>

Probabilidad de ocurrencia de los resultados analizados ( $p < 0.10$ ), valores con letras iguales no son significativamente diferentes.

### 4.2.3 Efecto de la tierra de cobertura + arena sobre el crecimiento y rendimiento del champiñón

Las tierras de cobertura de cobertura que tuvieron como componente mayoritario al musgo fueron significativamente iguales en rendimiento, pero la tierra de cobertura con musgo fue superior. El musgo posee alta capacidad de retención de agua y es más suelto que el humus. Con los riegos el humus se compactaba, impidiendo un buen intercambio de CO<sub>2</sub> y dificultando la formación de pines, principalmente a partir de la segunda oleada (Cuadro 9).

Las tierras de cobertura que poseían humus, fueron superiores en porcentaje de micelio y número de pines. Estas variables fueron mayores con la tierra de cobertura musgo + humus (1:1) + arena. Esto se pudo deber a que el humus es rico en microorganismos como bacterias y estimulantes como auxinas que inducen el crecimiento del micelio y la formación de pines (Grappelli *et al.*, 1987) (Cuadro 9).

En general, las tierras de cobertura que contenían mayor cantidad de musgo, obtuvieron los mayores rendimientos. Esto se debió a la menor densidad aparente, mayor capacidad de retención de agua y mayor intercambio gaseoso del musgo.

En cambio, las tierras de cobertura que poseían humus y arena de río, obtuvieron mayor porcentaje de micelio y número de pines en la primera oleada. Esto se debió a la menor relación C/N, mayor estructura grumosa y mayor actividad de los microorganismos.

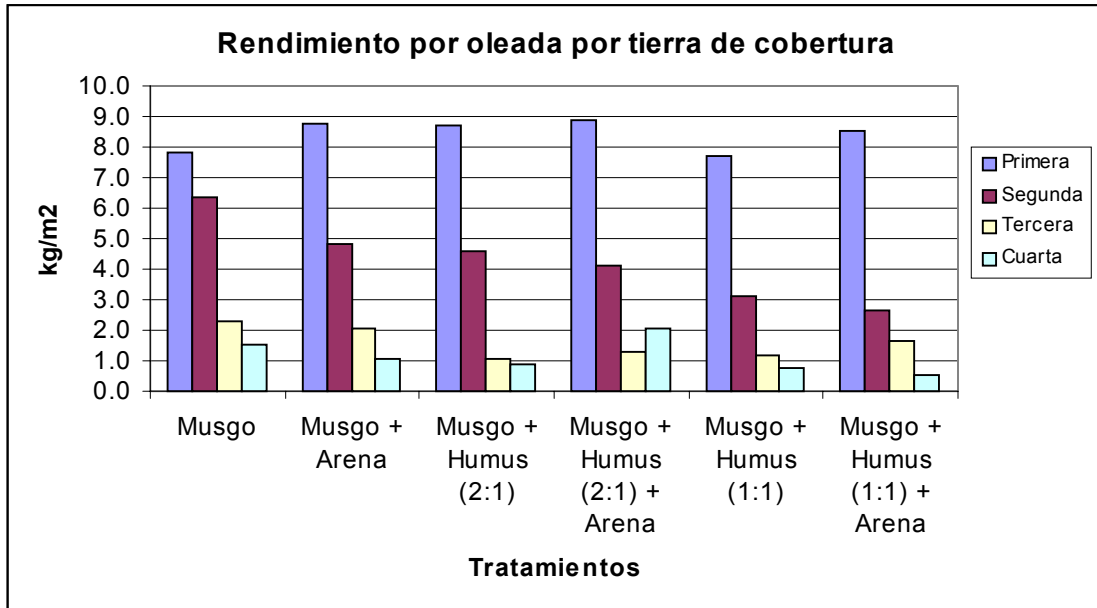
**Cuadro 9. Efecto de los seis tipos de tierra de cobertura sobre las variables medidas en el cultivo de champiñón en Zamorano.**

Tratamiento	Tierra de cobertura	% micelio shock	No. Pines	No. Hongos	Rendimiento Kg/m <sup>2</sup>
1	Musgo	10.0 a	14.5 a	1523.63 a	17.95 a
2	Musgo + Arena	22.5 b	26.2 b	1565.50 a	16.70 a
3	Musgo + Humus (2:1)	30.0 bc	32.5 b	1417.45 ab	15.25 ab
4	Musgo + Humus (2:1) + Arena	35.0 c	38.5 bc	1462.33 ab	16.38 ac
5	Musgo + Humus (1:1)	35.0 c	35.7 bc	1505.70 a	12.80 b
6	Musgo + Humus (1:1) + Arena	37.5 c	46.7 c	1203.63 b	13.35 bc
<b>C.V.</b>		<b>39.2</b>	<b>32.4</b>	<b>19.9</b>	<b>14.6</b>
<b>Media</b>		<b>28.3 ± 11.1</b>	<b>32.3 ± 10.5</b>	<b>1446.4 ± 287.48</b>	<b>15.4 ± 2.1</b>

Probabilidad de ocurrencia de los resultados analizados ( $p < 0.10$ ), valores con letras iguales no son significativamente diferentes.

Durante la primera oleada la tierra de cobertura musgo + humus + arena (T4) fue mayor en rendimiento a las demás tierras de cobertura (Figura 1). En general en primera oleada, las tierras de cobertura con humus presentaron mayor rendimiento, pero en las siguientes oleadas todos los tratamientos experimentaron una disminución. Las tierras de cobertura

que poseían humus decaían más en las siguientes oleadas en comparación con la tierra de cobertura con musgo.



**Figura 1. Comparación de los rendimientos obtenidos en cuatro oleadas de producción/tratamiento, en el cultivo del champiñón en Zamorano.**

No se realizó el análisis del diámetro de sombrero, pues durante la cosecha se notó que el diámetro no depende de la tierra de cobertura o del compost, si no del criterio de cosecha y las necesidades del mercado, variando los diámetros entre 1.8 y 6.5 cm.

### 4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados y el análisis, en la parte económica, se realizaron con los rendimientos y los costos de todos los tratamientos en una superficie de cultivo de 43 m<sup>2</sup>. El precio de venta fue de 80 Lps/kg de champiñones (Cuadro 10).

Las tierras de cobertura con musgo, musgo + arena, musgo + humus (2:1) y musgo + humus (2:1) + arena, no presentaron diferencias estadísticas en rendimiento, pero los índices financieros si indicaron diferencias.

La tierra de cobertura con musgo presentó costos más altos, pero el mayor rendimiento le permitió obtener mayor beneficio neto diferencial. La tierra de cobertura con musgo + arena presentó los costos más bajos pero su descenso en rendimiento no le permitió obtener el mayor beneficio neto (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Presupuesto parcial de las tierras de cobertura utilizadas en el cultivo de champiñón en Zamorano.**

	Musgo	Musgo Arena	Musgo + humus (2:1)	Musgo + humus (2:1) + Arena	Musgo + humus (1:1)	Musgo + humus (1:1) + Arena
Rendimiento	772	718	656	704	550	574
Ingresos Brutos	61,748	57,448	52,460	56,347	44,032	45,924
Costos comunes	32,103	32,103	32,103	32,103	32,103	32,103
Costo del musgo	2,647	2,515	1,765	1,699	1,324	1,258
Costo del humus	0	0	966	894	1,445	1,372
Costo de la arena	0	8	0	8	0	8
Costo del CaCO <sub>3</sub>	121	142	202	217	242	257
Total de costos que varían	2,769	2,666	2,933	2,818	3,010	2,895
<b>Beneficios netos diferenciales</b>	<b>26,876</b>	<b>22,679</b>	<b>17,423</b>	<b>21,426</b>	<b>8,918</b>	<b>10,925</b>

Las tierras de cobertura con musgo y musgo + arena presentaron los menores costos que varían y los mayores beneficios netos, por lo que se les consideraron dominantes. La tierra de cobertura con musgo presentó mayores costos que varían, pero de igual manera el beneficio neto diferencial también incrementó, este último fue el tratamiento con mayor dominancia ya que presentó mayor beneficio neto diferencial (Cuadro 11).

Las demás tierras de cobertura obtuvieron un costo superior y beneficio neto diferencial menor que las tierras de cobertura con musgo y musgo + arena, por esta razón se les considera como tierras de cobertura dominadas (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Análisis de dominancia de las tierras de cobertura utilizadas en el cultivo de champiñón en Zamorano.**

Tierra de cobertura	Costos que varían (Lps/43 m <sup>2</sup> )	Beneficios netos diferen- ciales (Lps/43 m <sup>2</sup> )	
Musgo + arena	2,666	22,679	<b>Dominante</b>
Musgo	2,769	26,876	<b>Dominante</b>
Musgo + Humus (2:1) + arena	2,818	21,426	Dominado
Musgo + Humus (1:1) + arena	2,895	10,925	Dominado
Musgo + Humus (2:1)	2,933	17,423	Dominado
Musgo + Humus (1:1)	3,010	8,918	Dominado

Para el cálculo de la tasa de retorno marginal se utilizaron los tratamientos dominantes. Esta tasa indicó que por cada lempira que se invirtió en la tierra de cobertura con musgo el retorno fue de 40 Lps en comparación con musgo + arena (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Tasa de retorno marginal de las tierras de cobertura dominantes en el cultivo de champiñón en Zamorano.**

Tierra de cobertura	Costos que varían	Costos marginales	Beneficios netos diferenciales		Tasa de retorno marginal
Muso + arena	2,666		22,679		
Musgo	2,769	103	26,876	4,197	4076%

La tierra de cobertura con musgo + arena presentó superioridad en los índices financieros. Aunque la tierra de cobertura con musgo + arena obtuvo menor rendimiento que la tierra de cobertura con musgo, el menor costo de la primera recompensó, en el tiempo, la disminución en rendimiento (Cuadro 13).

La rentabilidad por ciclo de cultivo fue superior para la tierra de cobertura con musgo. Esto se debió al mayor ingreso por ciclo de cultivo que se obtuvo por el mayor rendimiento de la tierra de cobertura con musgo (Cuadro 13).

También el punto de equilibrio fue menor por el mayor rendimiento obtenido por la tierra de cobertura con musgo (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Índices financieros de las tierras de cobertura dominantes en el cultivo de champiñón en Zamorano.**

Índices	Musgo	Musgo + arena
TIR (%)	66	67
VAN	245,308	246,326
Beneficio/Costo	1.35	1.35
Periodo de recuperación (meses)	18.52	18.50
Rentabilidad por ciclo productivo (%)	77	65
Punto de Equilibrio (kg/m <sup>2</sup> )	3.50	3.72
Punto de Equilibrio (Lps/m <sup>2</sup> )	280	298

Tasa del banco = 24 %

Tipo de cambio = 16.4 lps/dólar

## 5. CONCLUSIONES

- Las tierras de cobertura que tienen como componente principal al musgo, resultaron superiores en rendimiento.
- A medida que se incrementó la cantidad de humus en la tierra de cobertura, el rendimiento disminuyó, pero el porcentaje de micelio y el número de pines incrementó. Indicando una clara influencia del humus en estimular el crecimiento del micelio y por ende la formación de pines en la primera oleada.
- La arena de río estadísticamente no influyó sobre las variables, pero sí se observó un incremento en todas las variables.
- Con el rendimiento superior presentado por la tierra de cobertura con musgo, la rentabilidad por ciclo de cultivo fue mayor para ésta.
- Aunque el rendimiento presentado por la tierra de cobertura con musgo fue superior a la tierra de cobertura con musgo + arena, los principales índices financieros que se calcularon fueron favorables para esta última.

## 6. RECOMENDACIONES

- Seguir utilizando la tierra de cobertura con musgo ya que presenta mayor rendimiento y rentabilidad.
- Utilizar la tierra de cobertura con musgo + arena para explotaciones grandes, ya que son mayores los índices financieros.
- La utilización del humus como componente de la tierra de cobertura se ve favorecida por los problemas de impacto ambiental y la disponibilidad por la importación del musgo. Entonces, si existiese inconvenientes en conseguir musgo en suficientes cantidades, el humus sería una buena alternativa.
- Utilizar humus en pequeñas cantidades en la tierra de cobertura, para beneficiarse de bacterias y nitrógeno, que ayudan a un mayor crecimiento de micelio y formación de pines en la primera oleada de producción.
- Realizar investigación del posible incremento en precio del kilogramo de champiñón al producir con humus, ya que se le consideraría como producto orgánico.
- Evaluar la desinfección de la tierra de cobertura, con vapor a temperaturas hasta 60 °C para controlar esporas de mohos presentes en el humus y así no tener problemas durante la cosecha y que no afecte rendimiento.
- Realizar un estudio de la aceptabilidad del consumidor de los champiñones producidos en la tierra de cobertura con musgo + humus.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Ed. rev. México D.F., México. 79 p.

CRESPO, M. 1997. Cultivo comercial del champiñón. Buenos Aires, Argentina. Editorial Albatros Saci. 222 p.

FERRAN, J. 1969. Como cultivar el champiñón, la trufa y otros hongos. España. Editorial Aedos. 152 p.

FOTH, H.D. 1987. Fundamentos de la ciencia del suelo. Trad. AM Ambrosio. 3 ed. México. Editorial Continental. 433 p.

GRAPPELLI, A.; GALLI, E.; TOMATI, U. 1987. Earthworm casting effect on *Agaricus bisporus* fructification. *Agrochimica*. 31(4-5): 457-462.

GUZMAN, G. 1979. Identificación de los hongos comestibles venenosos, alucinantes y destructores de la madera. 2 ed. México. Editorial Limusa. 432 p.

INFORMADOR. 1997. El cultivo de champiñón (en línea). Consultado 28 de feb. 2002. Disponible en:  
<http://www.informador.com.mx/Lastest/sep97/04sep97/Univ1.htm>

LOMBRICESROJAS. 2002. Humus (en línea). Consultado 18 jun. 2002. Disponible en:  
<http://www.lombricesrojas.com.ar/libro/humus.htm>

LOPEZ, E. 1990. Cultivo de champiñón, la trufa y otros hongos. España. Editorial Aedos. 132 p.

MOYANO, G. 1989. Champiñones. Bogotá. Colombia. 29 p.

MUÑOZ, R. 2001. Introducción a la producción de champiñones. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 15 p.

JÁCOME, R.; DÍAZ, M.; MARTINEZ, J. 2001. Informe final grupo INCAE para Zamorano. Zamorano, Honduras. 130 p.

TOOVEY, F.W. 1987. Cultivo de Champiñón. Trad. JS Juárez. Zaragoza, España. Acribia. 152 p.

VEDDER, P. 1996. Cultivo moderno del champiñón. Trad. JM Galindo. 4 ed. Madrid, España. Editorial Española. 369 p.

SAS (SAS Institute Inc, US). 1999. SAS<sup>®</sup> User's Guide Statistics. Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.

## 8. ANEXOS



Anexo 2. Kilogramos de tierra de cobertura de cada tratamiento para 43 m<sup>2</sup> de superficie de cultivo

Materiales	Kg/círculo		Cajón	
Musgo	0.4		Altura (m)	0.041
Humus	1.2		Ancho (m)	0.9
Arena	1.8		Largo (m)	1.45
			Cajón m <sup>3</sup>	0.05
			Círculos/cajón	19.76
Anillos	m - m <sup>3</sup> /círculo		<b>Círculos/tratamiento</b>	<b>3.29</b>
Altura	0.041			
Radio	0.145		Repeticiones	4
<b>Volumen</b>	<b>0.003</b>		Tratamientos	6

Kilogramos / volumen / 43 m <sup>2</sup>			Carbonato de Calcio			Total
Musgo	Humus	Arena	Musgo	Humus	Arena	Carbonato
260.40			130.20			130.20
247.38		58.59	123.69		29.30	152.99
173.58	261.23		86.79	130.62	0.00	217.41
167.07	241.70	58.59	83.54	120.85	29.30	233.68
130.20	390.60		65.10	195.30	0.00	260.40
123.69	371.07	58.59	61.85	185.54	29.30	276.68

La cantidad usada de cada material, está calculada por el volumen que ocupa cada material en el volumen requerido para cubrir el compost con tierra de cobertura (0.05 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

Anexo 3. ANDEVA para las variables medidas en el experimento en Zamorano.

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>% micelio shock</b>	<b>No. Pines</b>	<b>No. Hongos</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Modelo</b>	<b>0.1335</b>	<b>0.0014</b>	<b>0.0158</b>	<b>0.0008</b>
Bloque	0.7833	0.0009	0.0008	0.0028
Arena	0.1676	0.0452	0.5522	0.8821
Bloque*Arena	0.4701	0.1502	0.4733	0.0781
Tierra de cobertura	0.0084	0.0052	0.4416	0.0055
Arena*Tierra de cobertura	0.6551	0.8396	0.4095	0.5200

Probabilidad de ocurrencia de los resultados analizados ( $p < 0.10$ ).

Anexo 4. Inversión requerida para la construcción de una cámara de producción de champiñones

<b>Infraestructura y equipo</b>		Lps				
Cámara de Producción	10,000					
Cajones de madera	8,000					
Galera de piso de cemento	36,000					
Caldera	94,020					
Termómetro digital	7,835					
Aire Acondicionado(2)	12,000					
Ventilador	7,835					
<b>Depreciación</b>						
<b>Máquina o instalación</b>	<b>Valor inicial</b>	<b>Valor residual</b>	<b>Años</b>	<b>Depreciación anual</b>	<b>Depreciación/ciclo</b>	
Cámara	10,000	0	10	1,000	333	
Cajones de madera	8,000	0	10	800	267	
Galera	36,000	1,199	30	1,160	387	
Caldera	94,020	9,402	10	8,462	2,821	
Aire acondicionado(2)	24,000	4,800	5	3,840	1,280	
Termómetro digital	7,835	784	10	705	235	
Ventilador	7,835	784	10	705	235	
<b>Total</b>		16,968		16,672	5,557	

Fuente: Informe final grupo INCAE para Zamorano, 2001.

Tasa de cambio = 16.4 lps/dólar

Anexo 5. Costos de producción para tierra de cobertura con musgo

Descripción	Unidad	Cantidad	Cost/Unid	Costo/43 m2	Costo/m2	%
<b>INSTALACION</b>				<b>5,558</b>	<b>129</b>	<b>16</b>
Cámara de Producción	Ciclo	1	333	333		
Cajones de madera	Ciclo	1	267	267		
Galera	Ciclo	1	387	387		
Aire acondicionado(2)	Ciclo	1	1,280	1,280		
Termómetro digital	Ciclo	1	235	235		
Caldera	Ciclo	1	2,821	2,821		8
Ventilador	Ciclo	1	235	235		
<b>MAQUINARIA</b>				<b>945</b>	<b>22</b>	<b>3</b>
Trailer (Tractor)	Horas	8	35	280		
Chapeadora (Tractor)	Horas	1	35	35		
Transporte de pacas	Horas	16	35	560		
Transporte de caldera	Horas	2	35	70		
<b>INSUMOS</b>				<b>19,580</b>	<b>455</b>	<b>56</b>
Paja de arroz	kg	1,799	2	3,850		
Pollinaza	kg	900	0	108		
Urea	kg	22	3	66		
Yeso	kg	100	8	803		
Kerosene	Gl	30	24	720		
Formalina	Lt	5	48	235		
Ventilador	Kw/h	768	1	975		
Semilla	kg	27	131	3,580		
Aire frío(2)	Kw/h	4,811	1	6,110		18
Silicón	Tubos	5	27	122		
Promoss	Kg	260	10	2,647		8
Carbonato de Ca	Kg	130	1	121		
Baygon aerosol	Bote	1	40	40		
H2O riego	Lt	2,279	0.01	16		
H2O compost	Lt	26,649	0.01	187		

Tipo de cambio = 16.4 lps/dólar

Continuación Anexo 5.

Descripción	Unidad	Cantidad	Cost/Unid	Costo/43 m <sup>2</sup>	Costo/m <sup>2</sup>	%
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>8,789</b>	<b>204</b>	<b>25</b>
Limpieza de alrededores	horas	40	14	564		
Traslado de pacas	horas	16	14	226		
Deshacer pacas	horas	15	14	211		
Traslado de pollinaza	horas	6	14	85		
Hacer pila (50% + 50%)	horas	40	14	564		
Primer volteo (pila)	horas	15	14	211		
Hacer cordón	horas	15	14	211		
Primer volteo (cordón)	horas	7	14	92		
Segundo volteo (cordón)	horas	8	14	113		
Tercer volteo (cordón)	horas	7	14	99		
Mantenimiento de cámara	horas	12	14	169		
Mantenimiento y acarreo de musgo	horas	8	14	113		
Limpieza de cámara	horas	8	14	113		
Llenado de cuarto	horas	26	14	367		
Pasteurización	horas	5	14	70		
Limpieza de cámara	horas	3	14	42		
Pasteurización 2	horas	7	14	99		
Mantenimiento y control de tempe.	horas	16	14	226		
Siembra	horas	32	14	451		
Cal a tierra de cobertura	horas	16	14	226		
Formalina a tierra de cobertura	horas	6	14	85		
Mantenimiento	Horas	4	14	56		
Puesta de la tierra de cobertura	horas	12	14	169		
Rastrillado, riego, lavado empa.	horas	11	14	148		
Cosecha	horas	256	14	3,602		<b>10</b>
Cocinada	horas	10	14	141		

Tipo de cambio = 16.4 lps/dólar

Costo de los materiales.

Material	lps/kg
Musgo	10.17
Humus	3.70
Arena	0.14
CaCO <sub>3</sub>	0.93

Anexo 6. Flujo de caja para la tierra de cobertura con musgo.

Rubros	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Ingresos Totales</b>		<b>185,244</b>	<b>207,473</b>	<b>232,370</b>	<b>260,254</b>	<b>296,285</b>	<b>326,463</b>	<b>365,639</b>	<b>490,516</b>
Ingresos líquidos de ventas		185,244	207,473	232,370	260,254	291,485	326,463	365,639	409,515
Ingresos por valor de rescate						4,800			81,001
<b>Costos</b>		<b>135,848</b>	<b>151,909</b>	<b>169,898</b>	<b>190,046</b>	<b>213,187</b>	<b>310,353</b>	<b>266,467</b>	<b>307,890</b>
Costo de producción		58,740	65,789	73,684	82,526	92,429	103,520	115,943	129,856
Alquiler de maquinaria	2,835	3,175	3,556	3,983	4,461	4,996	5,596	6,267	7,019
<b>Instalaciones</b>	<b>187,690</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38,400</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Cámara	10,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Cajones de madera	8,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Galera	36,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldera	94,020	0	0	0	0	0	0	0	0
Aire acondicionado(2)	24,000	0	0	0	0	0	38,400	0	0
Termómetro digital	7,835	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilador	7,835	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Salarios</b>	<b>0</b>	<b>30,389</b>	<b>34,036</b>	<b>38,120</b>	<b>42,695</b>	<b>47,818</b>	<b>53,557</b>	<b>59,983</b>	<b>67,181</b>
Mano de obra		8,789	9,844	11,025	12,348	13,830	15,490	17,349	19,431
Salario Técnico		21,600	24,192	27,095	30,346	33,988	38,067	42,635	47,751
<b>Depreciaciones</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>18,976</b>	<b>18,976</b>	<b>18,976</b>
Cámara		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Cajones de madera		800	800	800	800	800	800	800	800
Galera		1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160
Caldera		8,462	8,462	8,462	8,462	8,462	8,462	8,462	8,462
Aire acondicionado(2)		3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	6,144	6,144	6,144
Termómetro digital		705	705	705	705	705	705	705	705
Ventilador		705	705	705	705	705	705	705	705
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>-190,525</b>	<b>109,611</b>	<b>120,764</b>	<b>133,255</b>	<b>147,245</b>	<b>167,714</b>	<b>144,367</b>	<b>202,422</b>	<b>305,436</b>
Impuestos a la renta 12 %		13,153	14,492	15,991	17,669	20,126	17,324	24,291	36,652
<b>Utilidad líquida</b>	<b>-190,525</b>	<b>96,458</b>	<b>106,272</b>	<b>117,264</b>	<b>129,576</b>	<b>147,588</b>	<b>127,043</b>	<b>178,131</b>	<b>268,784</b>
Depreciación	0	16,672	16,672	16,672	16,672	16,672	18,976	18,976	18,976
<b>Entradas de caja</b>	<b>-190,525</b>	<b>113,130</b>	<b>122,944</b>	<b>133,937</b>	<b>146,248</b>	<b>164,260</b>	<b>146,019</b>	<b>197,107</b>	<b>287,760</b>
<b>Flujo de Caja acumulado</b>	<b>-190,525</b>	<b>-77,395</b>	<b>45,550</b>	<b>179,486</b>	<b>325,734</b>	<b>489,994</b>	<b>636,013</b>	<b>833,120</b>	<b>1,120,880</b>
<b>Tasa del Banco</b>		<b>24%</b>							
<b>TIR</b>		<b>66%</b>							
<b>VAN</b>		<b>245,308</b>							
<b>Inversión total</b>		<b>190,525</b>							
<b>Beneficio/Costo</b>		<b>1.35</b>							
<b>Periodo de recuperación (meses)</b>		<b>18.52</b>							

Anexo 7. Flujo de caja para tierra de cobertura con musgo + arena.

Rubros	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Ingresos Totales</b>		<b>185,244</b>	<b>207,473</b>	<b>232,370</b>	<b>260,254</b>	<b>296,285</b>	<b>326,463</b>	<b>365,639</b>	<b>490,516</b>
Ingresos líquidos de ventas		185,244	207,473	232,370	260,254	291,485	326,463	365,639	409,515
Ingresos por valor de rescate						4,800			81,001
<b>Costos</b>		<b>135,576</b>	<b>151,605</b>	<b>169,557</b>	<b>189,664</b>	<b>212,760</b>	<b>309,874</b>	<b>265,931</b>	<b>307,289</b>
Costo de producción		58,431	65,443	73,296	82,092	91,943	102,976	115,333	129,173
Alquiler de maquinaria	2,835	3,175	3,556	3,983	4,461	4,996	5,596	6,267	7,019
<b>Instalaciones</b>	<b>187,690</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38,400</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Cámara	10,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Cajones de madera	8,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Galera	36,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldera	94,020	0	0	0	0	0	0	0	0
Aire acondicionado(2)	24,000	0	0	0	0	0	38,400	0	0
Termómetro digital	7,835	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilador	7,835	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Salarios</b>	<b>0</b>	<b>30,389</b>	<b>34,036</b>	<b>38,120</b>	<b>42,695</b>	<b>47,818</b>	<b>53,557</b>	<b>59,983</b>	<b>67,181</b>
Mano de obra		8,789	9,844	11,025	12,348	13,830	15,490	17,349	19,431
Salario Técnico		21,600	24,192	27,095	30,346	33,988	38,067	42,635	47,751
<b>Depreciaciones</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>16,672</b>	<b>18,976</b>	<b>18,976</b>	<b>18,976</b>
Cámara		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Cajones de madera		800	800	800	800	800	800	800	800
Galera		1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160
Caldera		8,462	8,462	8,462	8,462	8,462	8,462	8,462	8,462
Aire acondicionado(2)		3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	6,144	6,144	6,144
Termómetro digital		705	705	705	705	705	705	705	705
Ventilador		705	705	705	705	705	705	705	705
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>-190,525</b>	<b>109,920</b>	<b>121,110</b>	<b>133,643</b>	<b>147,679</b>	<b>168,200</b>	<b>144,911</b>	<b>203,031</b>	<b>306,119</b>
Impuestos a la renta 12 %		13,190	14,533	16,037	17,721	20,184	17,389	24,364	36,734
<b>Utilidad líquida</b>	<b>-190,525</b>	<b>96,730</b>	<b>106,577</b>	<b>117,605</b>	<b>129,958</b>	<b>148,016</b>	<b>127,522</b>	<b>178,668</b>	<b>269,385</b>
Depreciación	0	16,672	16,672	16,672	16,672	16,672	18,976	18,976	18,976
<b>Entradas de caja</b>	<b>-190,525</b>	<b>113,402</b>	<b>123,249</b>	<b>134,278</b>	<b>146,630</b>	<b>164,688</b>	<b>146,498</b>	<b>197,644</b>	<b>288,361</b>
<b>Flujo de Caja acumulado</b>	<b>-190,525</b>	<b>-77,123</b>	<b>46,126</b>	<b>180,404</b>	<b>327,033</b>	<b>491,721</b>	<b>638,219</b>	<b>835,863</b>	<b>1,124,224</b>
<b>Tasa del Banco</b>		<b>24%</b>							
<b>TIR</b>		<b>67%</b>							
<b>VAN</b>		<b>246,326</b>							
<b>Inversión total</b>		<b>190,525</b>							
<b>Beneficio/Costo</b>		<b>1.35</b>							
<b>Periodo de recuperación (meses)</b>		<b>18.50</b>							

Anexo 8. Resumen de costos e índices por ciclo de cultivo para tierra de cobertura con musgo

<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>			
Costos Fijos			6,503
Costo variable			28,369
Costo unitario total/kg			45
Costo variable unitario/kg			37
Precio unitario/kg			80
PE (kg/43m <sup>2</sup> )			150
PE (Lps/kg/43m <sup>2</sup> )			12,029
<b>ANALISIS DE RENTABILIDAD</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Posible</b>	<b>Máximo</b>
Producción kg/43 m <sup>2</sup>	695	772	849
Precio por kg	80	80	80
Ingreso Bruto/43 m <sup>2</sup>	55,573	61,748	67,923
Costo/43 m <sup>2</sup>	34,872	34,872	34,872
Diferencia (In - Co)	20,701	26,876	33,051
Rentabilidad %	59%	77%	95%

Anexo 9. Resumen de costos e índices por ciclo de cultivo para tierra de cobertura con musgo + arena.

<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>			
Costos Fijos			<b>6,503</b>
Costo variable			28,266
Costo unitario total/kg			48
Costo variable unitario/kg			39
Precio unitario/kg			80
PE (kg/43m <sup>2</sup> )			160
PE (Lps/kg/43m <sup>2</sup> )			12,801
<b>ANALISIS DE RENTABILIDAD</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Posible</b>	<b>Máximo</b>
Producción kg/43 m <sup>2</sup>	646	718	790
Precio por kg	80	80	80
Ingreso Bruto/43 m <sup>2</sup>	51,703	57,448	63,193
Costo/43 m <sup>2</sup>	34,769	34,769	34,769
Diferencia (In - Co)	16,934	22,679	28,424
Rentabilidad %	49%	65%	82%