

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE FRUTOS DE CUSHIN *Inga micheliana* Y FRUTOS DE HULE *Hevea brasiliensis* PARA EL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus*

TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

HENRY ESTUARDO ESPAÑA MORALES

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, septiembre del 2,001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE FRUTOS DE CUSHIN *Inga micheliana* Y FRUTOS DE
HULE *Hevea brasiliensis* PARA EL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus***

HENRY ESTUARDO ESPAÑA MORALES



Lic. Romeo Alfonso Pérez Morales
QUÍMICO-BIÓLOGO
COLEGIADO 488

Guatemala, septiembre del 2,001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Prof.	Abelardo Caal Ich
VOCAL QUINTO	Br.	Axel Aureliano Herrera Pérez
SECRETARIO	Ing. Agr.	Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, septiembre del 2,001

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

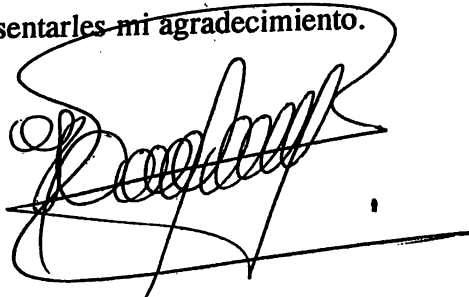
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE FRUTOS DE CUSHÍN *Inga micheliana* Y FRUTOS DE HULE *Hevea brasiliensis* PARA EL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus*

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,



HENRY ESTUARDO ESPAÑA MORALES

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por dar a su hijo amado, para que todo aquel que en el crea no se pierda, mas tenga vida eterna.

MIS PADRES:

Leocadio España Nájera

María Lidia Morales López.

Por su amor y apoyo incondicional en todo momento, Gracias.

MI ESPOSA:

Nidia Estela Sandoval de España

Amor de mi vida.

MI HIJO:

Kevin Estuardo España Morales

Amado mío, alegría de mi vida.

MIS HERMANOS:

Estela, Juan Carlos, Aura Andina, Olga Alejandra y muy especialmente a Alex por su apoyo incondicional.

MIS SUEGROS:

Pompilio Sandoval (Q.E.P.D.)

Aura Elida de Sandoval

Gracias por su apoyo y comprensión

MIS SOBRINOS:

Gustavo, Andrés, Oscarito, Leopoldo, Carlos Roberto, Gabriela, Paulina y Elvira, con mucho cariño

MIS CUÑADOS:

Oscar Chávez, Virginia de España, Byron Sandoval, Marisol Sandoval y Roberto Cruz.

**MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, POR EL ID Y
ENSEÑAD A TODOS**

AGRADECIMIENTOS

A:

- **Mi asesor Licenciado Químico Biólogo Romeo Alfonso Pérez Morales, por su valiosa asesoría, dedicación, comprensión y tiempo brindado en la realización del presente trabajo.**

CONTENIDO GENERAL

	Página
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE CUADROS	ii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 GENERALIDADES DE LOS HONGOS	3
3.1.2 MACROMICETOS	3
3.1.3 ASPECTOS SOBRE HONGOS COMESTIBLES	4
A. VALOR NUTRITIVO DE LOS HONGOS	4
3.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL GÉNERO <i>Pleurotus</i>	6
A. CONSIDERACIONES ACERCA DEL GÉNERO <i>Pleurotus</i>	7
3.1.5 CULTIVO Y SUSTRATOS UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus sp.</i>	8
A. PREPARACIÓN DEL INÓCULO	8
B. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO	10
C. LA PASTEURIZACIÓN	11
D. SIEMBRA E INCUBACIÓN	11
E. FRUCTIFICACIÓN	12
3.1.6 TEORÍA Y METODOLOGÍA DE LOS COSTOS AGRÍCOLAS	16
A. MÉTODO DE CÁLCULO	16
3.2 MARCO REFERENCIAL	18
3.2.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	18
3.2.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA	18
3.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXPERIMENTAL	18
A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL <i>Hevea brasiliensis</i>	18
B. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL <i>Inga micheliana</i>	18
4. OBJETIVOS	20
4.1 GENERAL	20
4.2 ESPECÍFICOS	20
5. HIPÓTESIS	21
6. METODOLOGÍA	22
6.1 MATERIAL EXPERIMENTAL	22
6.2 EFICIENCIA BIOLÓGICA (EB)	22
6.3 PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN	22
6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	23
6.5 TRATAMIENTOS	23
6.5.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	23
6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
6.6.1 PROCEDIMIENTO	24

6.6.2	VARIABLES EN ESTUDIO	25
6.7	MODELO ESTADÍSTICO	25
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
7.1	CUADRO DE DATOS	26
7.1.1	PESO DE CARPÓFOROS	26
7.1.2	EFICIENCIA BIOLÓGICA	27
7.1.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
7.1.4	COSTES DE PRODUCCIÓN	31
8.	CONCLUSIONES	33
9.	RECOMENDACIÓN	34
10.	BIBLIOGRAFÍA	35
11.	ANEXOS	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Eficiencia biológica de <i>Pleurotus ostreatus</i> en cada sustrato	30
Figura 2.	Partes de un Macromiceto	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición proximal de algunas especies de hongos comestibles (porcentaje peso seco)	5
Cuadro 2.	Contenido de algunos alimentos en porcentaje de peso fresco	5
Cuadro 3.	Valores óptimos de los factores que influyen en el crecimiento de <i>Pleurotus sp.</i>	8
Cuadro 4.	Condiciones ambientales en la sala de fructificación	13
Cuadro 5.	Tratamientos, código y descripción	23
Cuadro 6.	Arreglo experimental de los tratamientos	23
Cuadro 7.	Peso fresco de carpóforos por unidad experimental expresado en gramos	26

Cuadro 8.	Peso de carpóforos/tratamientos, peso promedio y unidad experimental y promedio de eficiencia biológica/tratamientos	26
Cuadro 9.	Eficiencia biológica por unidad experimental	28
Cuadro 10.	Porcentaje de producción por unidad experimental, en un ciclo de Producción de 90 días	28
Cuadro 11.	Resumen del ANDEVA	29
Cuadro 12.	Resumen Prueba de Tukey	29
Cuadro 13.	Costes de producción en el cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> utilizando como Sustrato el fruto de cushin (<i>Inga micheliana</i>) y fruto de hule (<i>Hevea brasiliensis</i>)	31
Cuadro 14.	Resumen de los costes de producción de cada uno de los sustratos evaluados	32

EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE FRUTOS DE CUSHIN *Inga micheliana* Y FRUTOS DE HULE *Hevea brasiliensis* PARA EL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus*

EVALUATION OF USING CUSHIN *Inga micheliana* FRUITS AND RUBBER FRUITS *Hevea brasiliensis* TO GROW *Pleurotus ostreatus*

RESUMEN

Los hongos del género *Pleurotus* son capaces de producir enzimas capaces de degradar macromoléculas como la celulosa, hemicelulosa, lignina y quitina, utilizando los productos de estas degradaciones en la síntesis de sus estructuras propias, siendo este un alimento de alta calidad y con un alto valor nutritivo y proteico y con un alto valor dietético (5).

El hongo crece en su ambiente natural sobre árboles, tocones, arbustos y otras plantas leñosas, sin embargo se puede cultivar comercialmente creando un ambiente propicio en condiciones controladas para el crecimiento del carpóforo y diseminación de sus esporas para crear un sustrato primario por medio del cual se inocula el hongo en los sustratos previamente preparados.

Debido a las características mencionadas y con la tecnología adecuada se procedió a realizar esta investigación, con el objetivo de encontrar nuevos sustratos que den una eficiencia biológica satisfactoria y presente nuevas alternativas para poder utilizar subproductos de la producción agropecuaria.

Esta investigación consistió básicamente en una prueba de sustratos, fruto de cushín y fruto de hule como una alternativa en el uso de subproductos de la agricultura.

En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 8 repeticiones, con un total de 32 unidades experimentales.

Las variables medidas fueron peso de carpóforos en gramos de hongo fresco producidos por unidad de peso de sustrato seco, se realizó la medición en proceso de cosecha lo cual constituyó la base para el cálculo de la eficiencia biológica y el porcentaje de producción.

Para el análisis estadístico de la información se realizó un análisis de varianza y posteriormente a las variables que presentaron significancia, se les practicó una prueba de Tukey, para poder determinar las diferencias entre cada sustrato utilizado con un 0.01 de significancia.

Después de hacer el análisis se concluyó que los mejores rendimientos en peso y porcentajes de eficiencia biológica fueron obtenidos en el tratamiento 4, con una eficiencia biológica de 110 por ciento, conformado con los sustratos de cushín y hule (relación 1:1) mientras que el cushín obtuvo una eficiencia biológica de 60 por ciento y el sustrato de hule un 43 por ciento cuando se utilizaron aisladamente.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala y el mundo existe un potencial de estudio para el aprovechamiento de especies de hongos con cualidades tanto alimenticias como medicinales. Sin embargo, de las aproximadamente 140 mil especies de hongos que existen, solamente se conocen unas 6,500. De las especies conocidas, unas dos mil son comestibles y sólo se producen a escala industrial cuatro o cinco especies, entre las que se encuentran el champiñón, las setas y el hongo japonés shiitake. El champiñón, *Agaricus bisporus*, es la especie de mayor importancia comercial, sin embargo, la "seta" *Pleurotus ostreatus* también tiene gran aceptación, debido a la relativa sencillez y fácil implantación de las condiciones propias para el cultivo (1).

La capacidad del hongo de poseer enzimas específicas capaces de desdoblar la lignina, fenoles y polifenoles hasta un 60 por ciento del contenido original, hace que esta cepa sea una de las que más se utilizan en la investigación de sustratos alternos, pues ha demostrado una notable eficiencia sobre desechos de actividades agroindustriales, tales como, pulpa de café, hojas usadas en la extracción de aceites esenciales, bagazo de caña de azúcar y de maguey tequilero, entre otros. Lo anterior constituye una alternativa biotecnológica relevante por la combinación de los resultados que pueden obtenerse: el tratamiento de residuos y la obtención de alimentos (8).

Debido a las características y la importancia ya descrita de *Pleurotus ostreatus*, y a la poca información sobre sustratos para la producción del hongo que existe reportada en Guatemala, se evaluó en un invernadero particular (20 calle 28-62 zona 10) el fruto de cushín *Inga micheliana* y el fruto del hule *Hevea brasiliensis* como sustrato para producción del hongo. La Eficiencia Biológica (EB) de dos subproductos, se comparó con la del testigo (pulpa de café) encontrándose que la mezcla de Inga + Hule en relación 1-1 presenta el mayor efecto sobre la producción del *Pleurotus ostreatus* dando un peso promedio de 100.063 g, totalmente comparable con el efecto del sustrato de café que presentó en promedio 104.37 g de promedio de carpóforos. Además se pudo observar que cuando se utiliza el cushín y el hule aisladamente se obtiene solo el 53 por ciento de producción por lo que no se recomienda su uso aisladamente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala es evidente que la desnutrición de una parte de la población es un problema crítico, originado en la mayoría de los casos, por la falta de recursos económicos que no permiten adquirir alimentos con un adecuado valor nutricional.

Los basidiomicetos comestibles incluyendo a las especies del género *Pleurotus*, se constituyen en una fuente alimenticia alternativa debido que contienen entre el 3.5 a 4 por ciento de proteína en peso fresco, vitaminas (complejo B ácido ascórbico, ácidos nicotínico y pantoténico) y minerales aptos para el consumo humano (9).

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* es relativamente fácil de realizar, y resulta barato si éste se efectúa en subproductos de la explotación agropecuaria, tales son los casos de los frutos del cushín y hule, que constituyen el objeto de la presente investigación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 GENERALIDADES DE LOS HONGOS

Los hongos son organismos clasificados actualmente dentro del reino Fungí; son eucarióticos y heterótrofos, portadores de esporas y carecen de clorofila y tejidos de conducción. Su forma de reproducción puede ser sexual o asexual (8).

Con base en su tamaño y forma de crecimiento se distinguen los hongos macroscópicos y los microscópicos. Dentro de estos últimos están comprendidos los mohos, las levaduras, los hongos de interés médico y los hongos fitopatógenos; entre los macroscópicos están considerados los hongos comestibles, alucinógenos, venenosos, etc.

En función de su forma de nutrición, los hongos se dividen en tres grandes grupos. Los saprófitos que se alimentan de materia orgánica muerta. Los parásitos, que se alimentan de materia orgánica viva y los simbioses (micorrízicos), que subsisten sólo en relación simbiótica con algunos miembros del reino vegetal (8).

Los hongos son organismos que se reproducen en forma sexual o asexual por medio de esporas o conidias, poseen un micelio formado por hifas septadas o cenocíticas, cuyo conjunto es similar a una masa de hebras entrelazadas conteniendo núcleos bien definidos. Los hongos perfectos son divididos en 3 clases: los ficomicetos, con micelio generalmente cenocítico; los ascomicetos, con micelio septado y esporas sexuales en ascas y los basidiomicetos, con micelio septado y esporas sexuales en basidios. Un cuarto grupo, los hongos imperfectos incluye aquellas formas en las que solamente existe el estado imperfecto, donde sólo es reconocida la espora asexual y la conidia (8).

3.1.2 MACROMICETOS

Los hongos macroscópicos o macromicetos tienen la misma forma de crecimiento vegetativo en forma de hifas y micelio que los hongos microscópicos, sin embargo tienen la particularidad de formar un cuerpo fructífero visible (carpóforo), aéreo, que es propiamente lo que mucha gente identifica como hongo. El cuerpo fructífero se compone de las siguientes partes; micelio primario, micelio secundario,

píleo o sombrero, contexto o carne, estípite o tallo, el himenio y las esporas, que pueden ser sexuales o asexuales (8).

De acuerdo con los criterios taxonómicos tradicionales, las características para la identificación de un hongo son: el color, la forma del píleo o sombrero, el estípite o tallo, la presencia y forma de la volva, la estructura que forma el himenio, el olor y sabor del hongo.

Desde el punto de vista bioquímico y ecológico, la importancia de los hongos radica en el complejo sistema enzimático que poseen, el cual les permite, según la especie, degradar moléculas de alto peso molecular como la celulosa, la lignina, la quitina, los taninos, etc. Estos compuestos presentes normalmente en los vegetales y sus desechos muestran una estructura química compleja, que les permite permanecer estables a la intemperie por largos períodos. De la degradación de estas moléculas complejas, los hongos obtienen energía para sus procesos vitales y sillares estructurales para sintetizar sus macromoléculas.

3.1.3 ASPECTOS SOBRE HONGOS COMESTIBLES

Existe en la naturaleza una gran diversidad de hongos comestibles. Hay diversos factores que pueden limitar, en forma parcial o total, esta cualidad. Entre estos factores están las sustancias venenosas que contienen algunos hongos, los que pueden inducir toxicidad parcial en los humanos, así como la muerte. Otro factor que influye, es su sabor, ya que algún hongo que no sea tóxico y su consistencia sea adecuada, si carece de un sabor agradable, será muy difícil que tenga usos alimenticios. Otro factor limitante es la consistencia de su carne, hay especies cuya consistencia es demasiado dura y fibrosa, esto hace que su asimilación sea difícil. Los hongos comestibles se encuentran agrupados en las clases Basidiomicetes y Ascomicetes (8).

A. VALOR NUTRITIVO DE LOS HONGOS

Tradicionalmente se ha considerado a los hongos como un alimento de alta calidad, con sabor y textura apreciable y sobre todo de alto valor nutritivo. Actualmente, los hongos juegan un papel importante en la alimentación del hombre al igual que la carne, pescado, frutas y vegetales. El mayor constituyente en ellos es el agua, la cual es variable en cada especie, pero va del 70 al 95 por ciento, dependiendo de su consistencia. El mayor interés en el valor nutritivo de los hongos es la cantidad y calidad de la proteína. El

contenido de proteína en promedio es de 3.5 a 4 por ciento en peso fresco y de 30 a 50 por ciento en peso seco. En comparación con el contenido de proteínas de otros alimentos, el de los hongos en fresco es el doble que el de los vegetales (excepto soya, frijoles y lentejas) y cuatro a doce veces mayor que el de las frutas (Ver cuadros 1 y 2), sin embargo, es inferior al de la carne, pescado, huevos y lácteos. Los hongos son ricos en varias vitaminas tales como tiamina (B1), ácido ascórbico (C), ácido nicotínico y pantoténico, riboflavina (B2) y vitamina K. La digestibilidad de la proteína de los hongos es un factor muy importante para determinar su valor dietético (8).

Cuadro 1. Composición proximal de algunas especies de hongos comestibles (porcentaje peso seco).

Especie	Humedad	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra cruda	Cenizas
<i>Agaricus bisporus</i>	84.4	29.4	4.9	9.2	8.5
<i>Agaricus campestris</i>	89.7	33.2	1.9	8.1	8.0
<i>Auricularia sp.</i>	89.1	4.2	8.3	19.8	1.7
<i>Boletus edulis</i>	87.3	29.7	3.1	8.0	7.5
<i>Flammulina velutipes</i>	89.2	17.6	1.9	3.7	7.4
<i>Lentinus edodes</i>	90.0	15.5	6.5	7.7	5.4
<i>Pleurotus eous</i>	92.2	25.0	1.1	12.0	9.1
<i>Pleurotus florida</i>	91.5	27.0	1.6	11.5	9.3
<i>Pleurotus ostreatus</i>	82.3	20.5	1.9	8.1	8.0
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	90.1	26.6	2.0	13.3	6.5
<i>Volvariella diplasia</i>	90.4	28.5	2.6	17.4	11.5
<i>Volvariella volvacea</i>	89.1	25.9	2.4	9.3	8.8
<i>Cookenia sulcipes</i>	79.9	35.3	2.9	14.3	10.4

Fuente: LEAL, L.H. 1985. El cultivo de champiñón y otros macromicetos comestibles (8).

Cuadro 2. Contenido de algunos alimentos en porcentaje de peso fresco. The Netherlands S.F.

Alimento	Agua	Proteína	Carbohidratos	Minerales	Grasas	Valor energético. 1000g Gr en KJ. °
Hongos	90	3.5	0.3	4.5	1.0	105
Espinaca	93	2.2	0.3	1.0	1.9	63
Espárrago	95	1.8	0.1	2.7	0.6	84
Papa	75	2.0	0.1	21.0	1.1	356
Leche	87	3.5	3.7	4.8	0.7	260
Carne	68	18.0	13.0	0.5	0.5	792

1 Kcal = 4.2 KJ

Fuente: LEAL, L.H. 1985. El cultivo de champiñón y otros macromicetos comestibles (8).

3.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL GENERO *Pleurotus* sp.

Son de color blanco a gris pardo - azulado, con el paso del tiempo el color va palideciendo hasta tomar un tono amarillo sucio, miden de 6 a 15 centímetros de diámetro, dependiendo la edad, aunque pueden encontrarse ejemplares mucho más grandes. Tiene las esporas y láminas de pie corto y su contexto en ciertas ocasiones es ligeramente elástico, pero sabroso. Se cultivan algunas especies en forma comercial y es de las más deliciosas y atractivas para su consumo. Se trata de un hongo que, en su ambiente natural, crece sobre árboles, tocones, arbustos y otras plantas leñosas, alimentándose a costa de su madera, destruyéndola (4).

El píleo, o parte superior de la seta, es redondeado, con la superficie lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco. El borde está algo enrollado al principio. En su parte inferior se presenta el píleo, constituido de unas laminillas dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde de aquel; están esparcidas unas de otras y son anchas, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Estas esporas son de tamaño microscópico, oblongas, casi cilíndricas. Aunque no se distinguen a simple vista, cuando se depositan en masa forman una especie de polvillo harinoso denominado "esporas", de color blanco con cierto tono lila - grisáceo. Las esporas se consiguen fácilmente colocando un sombrero (sin pie) en su posición normal sobre un papel oscuro, durante unas horas (4).

El pie suele ser corto (indicador de su calidad) ligeramente duro, blanco al principio, las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Su inserción suele ser algo lateral y su dirección ligeramente oblicua. Tanto su forma como su longitud depende mucho de la situación del hongo. Si crecen varios juntos, que suele ser lo más frecuente, formando repisas laterales superpuestas sobre un costado de los árboles, los pies están unidos a otros, son cortos y están cerca del borde de los sombreros, que suelen tener forma de abanico o riñón, pero si crecen aislados, sobre una superficie horizontal, el pie puede ser largo, central y el sombrero perfectamente circular, la carne es blanca, de olor algo fuerte, tierna al principio y después correosa. Se suele encontrar en los bosques, sobre todo, en la base de árboles de hoja ancha (frondosos), en otoño e invierno templados. En sitios húmedos puede encontrarse también en otras épocas (4).

El crecimiento de este género está supeditado a ciertos factores como son: la temperatura, la humedad del ambiente, la humedad del sustrato, el pH, las concentraciones de CO₂, O₂ y la luz. Las condiciones más adecuadas de estos factores dependen del tipo de desarrollo que se busca del hongo, si es para crecimiento de micelio o para propiciar la fructificación. El micelio de *Pleurotus* crece bien en un amplio rango de temperaturas que va desde arriba de 10°C hasta 40 grados centígrados como límite superior, sin embargo, la temperatura más adecuada oscila alrededor de los 25 grados centígrados para la mayoría de las especies (4).

Se sabe que la humedad relativa es un factor sumamente importante en el desarrollo de un hongo. La falta de humedad ambiental inhibe la fructificación. La literatura reporta valores entre 60 y 95 por ciento para la mayoría de las especies de *Pleurotus*; sin embargo, para el caso específico de *Pleurotus ostreatus* se ha observado que una humedad de 80 a 85 por ciento es mejor (5).

Kaufert en 1935 (8), comprobó que el suministro de luz era necesario para promover la fructificación de *P. ostreatus*, sin embargo las primeras recomendaciones sobre la cantidad de luz que se requería dieron lugar a confusiones porque la fructificación depende de la naturaleza de la fuente luminosa que se tenga. En general, los hongos requieren luz de longitudes de onda corta (cargado hacia el color azul del espectro). Si la luz se proporciona con lámparas fluorescentes, que son ricas en luz azul, se debe aportar en cantidad suficiente para que uno pueda leer material impreso (aproximadamente 150-200 lux). La concentración de CO₂ es muy importante para el desarrollo de *Pleurotus*, se sugiere una concentración relativamente alta de 20-25 por ciento ya que es útil para propiciar el crecimiento del micelio. Sin embargo, concentraciones superiores al 60 por ciento inhiben la formación de primordios. Debido a esto, cuando se desea producir hongos de manera comercial, es necesario implementar un buen sistema de ventilación en la sala de fructificación, de tal manera que se retire constantemente el CO₂ formado por la respiración del propio hongo. Una ventilación deficiente se manifiesta en deformaciones del cuerpo fructífero. Esto puede ser un ligero alargamiento del estípite, la no-formación del píleo o ambas cosas.

A. CONSIDERACIONES ACERCA DEL GÉNERO *Pleurotus* sp.

Resulta fundamental tener presente que se trabaja con un ser vivo, susceptible a cambios en la temperatura, humedad, ventilación y luz, entre otros; que son, precisamente, los factores ambientales más importantes que se debe considerar y controlar a lo largo del proceso de cultivo de los hongos. Las

condiciones varían según la etapa del proceso y según el hongo, por lo que es importante conocer las necesidades específicas de la especie a cultivar. Para el caso de *Pleurotus* los valores más adecuados de estos parámetros se detallan en el Cuadro 3. Generalmente, el mantenimiento de estas condiciones para su producción semi o industrial requiere de la construcción de un invernadero.

Cuadro 3. Valores óptimos de los factores que influyen en el crecimiento de *Pleurotus sp.*

Factor	Crecimiento miceliar	Fructificación
Temperatura	25 - 33 °C.	28 °C.
Humedad relativa	Baja humedad	85 %
Humedad del sustrato	70 %	50 %
PH del sustrato	6.0-7.0	6.5-7.0
Concentración de CO ₂	20-25 % (aire normal)	< 0.6 % (buena ventilación)
Luminosidad	Oscuridad	150-200 lux (suficiente para leer)

Fuente: LEAL, L.H. 1985. El cultivo de champiñón y otros macromicetos comestibles (8).

3.1.5 CULTIVO Y SUSTRATOS UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE *Pleurotus sp.*

La producción de hongos comestibles consta de cuatro etapas fundamentales que son: preparación del inóculo, preparación del sustrato, siembra e incubación y fructificación.

A. PREPARACIÓN DEL INÓCULO

Esta etapa se efectúa en condiciones de extremo cuidado en el laboratorio. Se refiere a la siembra y propagación del micelio del hongo a partir de micelio del contexto de un carpóforo fresco o a partir de un tubo inclinado que contenga la cepa original en buenas condiciones fisiológicas. La siembra se hace en cajas de Petrí sobre Agar - Papa Dextrosa (8).

Se incuba en oscuridad durante 8 días a 28 grados centígrados aproximadamente. Pasando este período, el hongo se resiembra en un sustrato intermedio (maíz, sorgo, arroz, trigo.) en cantidad suficiente para que una vez desarrollado su micelio, la mezcla grano - hongo sea utilizada como semilla en la siembra del sustrato definitivo. Se busca en este caso una colonización más rápida y económica que optimice la fructificación. La preparación del inóculo comprende los siguientes pasos:

a. Preparación del “primario”

- i.) Después de haber preparado el medio adecuado en donde se hará crecer el micelio en forma masiva, procede la inoculación del mismo en los granos (8).
- ii.) El grano que sea elegido como sustrato intermedio, se limpia, se hidrata en agua pura y limpia (durante 15 horas), se deja después escurrir para eliminar el exceso de agua, se pesa en porciones de 100 gramos y se coloca dentro de bolsas de polipapel. Posteriormente se esteriliza a 121°C durante 30 minutos y se dejan enfriar para después inocular (8).
- iii.) El proceso de preparación del inóculo debe realizarse en un área aséptica, de preferencia cerrada y ajena a corrientes de aire y con equipo esterilizado. Es recomendable la utilización de una cámara de flujo laminar o en su defecto dos o tres mecheros Bunsen, colocados de tal manera que originen una zona aséptica en el área de la mesa donde se trabajará. El material y equipo empleado (agujas de disección, bisturí y asas de platino) se esteriliza flameándolos en la llama del mechero y dejándolos enfriar antes de su uso. El hongo a utilizar es el micelio que se obtiene en el laboratorio en las cajas de Petrí (8).
- iv.) Teniendo el material y las instalaciones, el proceso a seguir es el siguiente: con la ayuda de bisturí o navaja estéril, se cuadrícula el micelio contenido en el cultivo de la caja de Petrí, de tal manera que se obtienen porciones de más o menos 1 centímetro cuadrado (8).
- v.) 1 ó 2 porciones del cultivo de la caja de Petrí antes señaladas, se depositan entre los granos contenidos en cada una de las bolsas de polipapel, auxiliándose con una aguja de disección o asa de platino. A continuación se incuban las bolsas a una temperatura de 28 a 30°C, en la oscuridad, hasta que el micelio cubra totalmente los granos, lo cual ocurre a los 15 a 21 días. En este período se realizan inspecciones continuas para detectar cualquier irregularidad, como contaminadores anaerobios, fructificación temprana. A cada porción preparada de esta forma se les llama “primario” (8).

B. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

a. Fermentación

La fermentación en este caso implica un proceso aeróbico y el sustrato debe ser tratado de la forma siguiente: se apilan los sustratos en un montículo y se cubren con un material plástico negro para poder mantener el calor y la humedad que favorecen las actividades enzimáticas de los microorganismos, alcanzando una temperatura promedio de 50 a 55°C. En esta etapa del proceso, se presentan cambios en el pH, lo cual permitirá la adaptación de distintos microorganismos que degradan los azúcares, dando origen a carbohidratos menos complejos y que a su vez generan proteínas, esto además trae el beneficio de disminuir las probabilidades de contaminación con hongos como *Penicilium*, debido a la baja concentración de azúcares, otro de los beneficios es la obtención de sustratos más blandos. Al finalizar el proceso de fermentación el sustrato ha alcanzado una temperatura de más o menos 35°C, donde los carbohidratos y proteínas pueden transformarse en ácidos, atrayendo a moscas, las cuales pueden ovipositar y contaminar el sustrato. Se recomienda remover los sustratos cada dos días para evitar una fermentación anaerobia. El tiempo de fermentación, puede variar de 3 a 5 días dependiendo del sustrato, en algunos casos, como el de los bagazos, se requiere un mínimo de 10 días (8).

b. Hidratación

La hidratación, se realiza básicamente en sustratos secos como pajas, rastrojos, desechos de algodón, papel, serrín y pulpas deshidratadas. En caso de que presenten segmentos muy grandes o largos, como el caso de las pajas, es necesario reducir su tamaño a segmentos de aproximadamente 3 a 5 centímetros, con lo cual se permite una mayor retención de la humedad y un fácil manejo del sustrato (8).

Remojo en agua: El sustrato se coloca en un canasto de malla metálica de aproximadamente 50 x 80 centímetros, y se sumerge por espacios de 20 horas, al término de las cuales habrá absorbido suficiente agua para tener aproximadamente un 70 por ciento de humedad, se recomienda realizar este proceso en el caso de utilizar pajas y rastrojos (8).

Adición de agua y formación de pilas: Esta técnica es similar a la de fermentación, con la diferencia que el sustrato no se deja fermentar. Aquí el sustrato se coloca en el piso del área de preparación, se extiende y se aplica agua hasta cerca del 80 por ciento, se cubre con un plástico y se deja por una noche. Al siguiente día estará listo para la siembra (8).

C. LA PASTEURIZACIÓN

La pasteurización es una actividad de suma importancia. Su función es la de eliminar o inhibir la mayor cantidad de organismos que puedan competir con el hongo en la utilización del sustrato. Para lograrlo se pone a calentar agua suficiente para que cubra la totalidad del lote por pasteurizar, cuando el agua alcance una temperatura de 90°C se agrega el sustrato (ya embolsado) y se mantiene a esa temperatura durante un mínimo de 45 minutos (8).

D. SIEMBRA E INCUBACIÓN

Existen varias técnicas para realizar el cultivo de *P. ostreatus*. Entre estas se encuentran: el proceso de túnel, el cultivo en contenedores, el cultivo en bloques prensados y cultivo en sacos. En este caso se menciona el procedimiento para la siembra en bolsas o sacos. El cultivo en sacos o bolsas se realiza en bolsas de plástico transparente, el tamaño de la misma depende de la experiencia y de los requisitos del cultivador o productor. No debiendo utilizar bolsas de color opaco o negras porque tienen el inconveniente de no dejar ver el crecimiento del micelio sobre el sustrato y tampoco se puede observar si aparece algún moho contaminante y otro problema (8).

- a. Las bolsas a utilizar deberán ser nuevas, para evitar contaminaciones, siendo recomendable revisarlas para que no presenten perforaciones, algún desperfecto o que estén sucias.
- b. La siembra, se debe llevar a cabo en un área destinada para ello (aséptica), debiendo tomar las siguientes precauciones:
 - i.) El personal debe estar provisto de ropa limpia, con mascarillas, cofia y de preferencia guantes estériles.
 - ii.) La puerta del local debe permanecer cerrada durante el proceso para evitar corrientes de aire.
 - iii.) El sustrato primario se coloca dentro de las bolsas que contienen el sustrato definitivo, alternando las capas del mismo (8).

- iv.) Al terminar la siembra, la bolsa se cierra por medio de un nudo, teniendo cuidado de eliminar el aire del interior (8).
- c. La incubación es una de las etapas más importantes, porque es cuando el hongo se propaga en el sustrato, previo a la fructificación y su posterior cosecha. Por lo que se debe realizar en un local donde la luz sea mínima o en completa oscuridad, colocando los sustratos en anaqueles debe mantenerse una temperatura de 28°C durante 15-21 días. Durante la incubación, 2 días después de haber realizado la siembra, se hacen perforaciones bien distribuidas sobre toda la superficie de la bolsa que se ha sembrado, eso es para permitir un mejor intercambio gaseoso y un mejor crecimiento del hongo. Se observa cada bolsa para poder evaluar el buen crecimiento del micelio y observar la presencia de contaminantes. Las bolsas que presenten contaminantes como manchas amarillas, verdes o naranjas, se retiran inmediatamente del medio (8).

E. LA FRUCTIFICACIÓN BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

- a. La fructificación o cosecha es el último paso en el cultivo de hongos comestibles, este proceso se lleva a cabo después de la incubación cuando ya ha crecido bien el micelio y ha formado una superficie blanco - algodonosa que cubra totalmente el sustrato y está lo suficientemente compactado. En presencia de luz se elimina la bolsa de polietileno para permitir la aparición de cuerpos fructíferos y pasar la masa hongo - sustrato formada, a la sala de fructificación (8).
- b. Se recomienda que sólo dos cosechas sean tomadas en cuenta para determinar la eficiencia biológica del sustrato debido a que en una tercera o cuarta cosecha, los cuerpos fructíferos son de menor tamaño. Los primeros primordios dan inicio al proceso de fructificación al cuarto o quinto día, generalmente inicia en proceso en los lugares cercanos a las aberturas de las bolsas (8).
- c. La sala de fructificación debe presentar algunas características que son importantes para el buen desarrollo del carpóforo, siendo estas: un área amplia, dedicada solamente a la fructificación del hongo; buena ventilación, control de temperatura y de iluminación, contando con las condiciones indicadas en el cuadro 4.

Cuadro 4. Condiciones ambientales en la sala de fructificación

Humedad del sustrato	50 por ciento
pH del sustrato	6.5-7.0
Humedad relativa	85-90 por ciento
Temperatura	26-28°C
Luz	La suficiente para leer
Ventilación	4-6 veces el volumen de la sala/hora

Fuente: LEAL, L.H. 1985. El cultivo de champiñón y otros macromicetos comestibles (8).

- d. La ventilación tiene como objetivo eliminar el CO_2 generado por la respiración del hongo y renovarlo por aire oxigenado. Una ventilación insuficiente propicia la acumulación de CO_2 y el exceso de ventilación produce un resecamiento del sustrato. Una acumulación baja de CO_2 puede inhibir el desarrollo de los cuerpos fructíferos o propiciar el crecimiento deforme de estos. Se recomienda mantener una ventilación en el cuarto de fructificación, de tal manera que el volumen de aire en dicho cuarto sea renovado de 4-6 veces cada hora (8).
- e. Será necesario aplicar riegos en el cuarto de fructificación para aumentar la humedad y evitar el resecamiento del sustrato. Los riegos deberán hacerse de preferencia por medio de pulverización hacia el ambiente, también se podrán efectuar riegos directos hacia el sustrato, sin embargo el chorro de agua debe ser suave para no dañar los cuerpos fructíferos. Una humedad inferior al 80 por ciento será negativa para la formación de carpóforos.
- f. Dos días después de haber llevado los pasteles (sustratos inoculados) a la sala de fructificación y de haber eliminado la bolsa de polietileno, comenzarán a aparecer los primordios, es decir, los primeros cuerpos fructíferos. Cuatro días después los primordios se habrán desarrollado bien, cubriendo la totalidad de la superficie del pastel y estarán en madurez comercial listos para ser cosechados (8).
- g. Para cosechar se debe esperar que los carpóforos alcancen el mayor tamaño posible, sin permitir que el borde del píleo comience a enrizarse, la cosecha se hace cortando el estípite con un cuchillo

o bisturí estéril, justo a la base del tallo, en la unión con el sustrato, de abajo hacia arriba sin dañar el sustrato, todos los cuerpos fructíferos frescos que se obtengan en un pastel, se pesan y se calcula la eficiencia biológica (8).

- h. Para la preparación del inóculo se utiliza generalmente como sustrato un grano que permita un crecimiento rápido del hongo y que de facilidad para distribuirlo en el sustrato definitivo, cuando haya colonizado bien, al momento de la siembra de éste. No se debe utilizar los granos que se expenden comercialmente para siembra en el campo, ya que generalmente están protegidos con fungicidas. Para utilizar el grano se requiere únicamente lavarlo y limpiarlo, sumergirlo en agua por unas 6 a 16 horas y esterilizarlo a 121°C durante 30 minutos antes de la inoculación. No existe para el caso de Guatemala un estudio amplio que indique qué o cuáles granos son más adecuados para la preparación del inóculo. Los granos que suelen utilizarse son: el sorgo, es un grano que crece muy bien en climas cálidos, por lo que es barato. Es fácil de conseguir e inclusive, si se tiene la posibilidad, es fácil de cultivar. *Pleurotus* crece muy bien en él, su tamaño es pequeño, por lo que facilita la diseminación del inóculo. Para usarlo, se hidrata durante 16 horas. Debe usarse de preferencia sorgo forrajero porque es más barato. No importa el color del grano. El maíz, también puede ser utilizado para preparar inóculo de *Pleurotus*, es relativamente barato. Es muy fácil de conseguir, sin embargo su tamaño es mayor y el hongo crece menos que en el sorgo. Es necesario hidratarlo durante 24 horas. El arroz es más caro que el sorgo y el maíz; sin embargo tiene buen tamaño, lo que permite una fácil y eficiente diseminación sobre el sustrato, además de que el hongo crece muy bien sobre él. Se debe de hidratar de 6 a 12 horas; el trigo, es también otro grano sobre el cual *Pleurotus* crece muy bien. El grano es más grande que el sorgo y el arroz y más caro en zonas tropicales, sin embargo es una buena alternativa que se puede considerar (8).
- i. Para la producción de *Pleurotus* se han utilizado una gran variedad de sustratos, tales como: troncos de árboles, aserrín, desechos orgánicos, etc. Estos últimos han sido utilizados en fresco o fermentados. También se han probado en otros países diversas mezclas con muy buenos resultados. El sustrato que se usa para producir los cuerpos fructíferos debe ser un material cuyo precio sea mínimo o se reduzca al costo de transporte. Debe ser de disponibilidad amplia y bien definida, aunque no necesariamente constante. La elección del sustrato es uno de los factores claves que se debe optimizar para tener una rentabilidad competitiva. Generalmente los desechos varían durante el

año, por lo que es común trabajar con diferentes sustratos, según se tenga disponibilidad en cada época. Los sustratos generalmente utilizados han sido: La pulpa de café, representa alrededor del 40 por ciento del peso del fruto fresco (8).

- j. Debido a la posibilidad de conservarla seca, la pulpa de café es un sustrato que se puede utilizar todo el año para la producción de hongos. También se puede utilizar mezclada con otros materiales como pajas. La pulpa de café ha sido reportada como uno de los sustratos más apropiados para la producción de *Pleurotus*. Puede ser utilizada en fresco, sin embargo se recomienda fermentarla durante 5 días, lo cual se hace apilándola en montones de aproximadamente 1m de diámetro y 50 a 60 centímetros de altura. Se tapa el montón así preparado con un plástico. Se debe voltear diariamente. Con la pulpa fermentada se han alcanzado rendimientos biológicos bastante elevados. La pulpa también puede ser deshidratada al sol inmediatamente después de sacarla del pulpero (hasta un 8 por ciento de humedad). Así se puede conservar hasta 2 años (8).
- k. Para usar la pulpa que se ha secado, se sumerge durante 1 hora para hidratarla y se pasteuriza después durante 40 minutos a una temperatura de 85 a 100°C, la pulpa fermentada se pone directamente a pasteurizar sin remojar; la cáscara de cacao, este desecho también se encuentra disponible en las regiones tropicales. La cáscara representa el 74 por ciento del peso total del fruto fresco. Este material puede ser utilizado en fresco, pero, puesto que es necesario fracturarla para disminuir el tamaño de partícula, se recomienda secarla primero y después quebrarla para obtener pedazos de 3 a 5 centímetros de tamaño. No se han hecho pruebas con mazorca fermentada. En cáscara de cacao *Pleurotus* crece más rápido que sobre pulpa de café, sin embargo su rendimiento es inferior. Después de secadas y quebradas, las fracciones de cáscara se hidratan y se pasteurizan a 85°C durante 40 minutos; en bagazo de caña, el rendimiento de caña oscila entre 95 a 100 t/ha. Debido a que el 35 por ciento de este peso es puro bagazo, se obtienen en promedio 37.6 t/ha de bagazo de caña. Este subproducto, que no tiene un uso apropiado, es producido durante la zafra. Los rendimientos biológicos reportados en otros países con bagazo puro son bajos, del orden del 15 por ciento, al dejar fermentar el bagazo durante 15 días aumenta el rendimiento hasta 30 por ciento y si se usa mezclado con pulpa de café aumenta hasta un 100 por ciento (8).

3.1.6 TEORÍA Y METODOLOGÍA DE LOS COSTOS AGRÍCOLAS

El concepto de costo de producción se deriva del concepto de función de producción. Una función de producción indica que en la obtención de un producto determinado. Se tienen factores o insumos que intervienen en el proceso productivo. Para distintos niveles de aplicación de estos factores o insumos se obtienen diferentes cantidades de producto (2).

Lógicamente, se puede obtener información sobre los gastos efectuados en la adquisición de los factores de la producción o insumos de la producción. Una vez que se cuenta con estos datos, se pueden obtener estimaciones de costos de producción, y ya con esta base, se puede realizar el análisis económico pertinente (2).

A. MÉTODO DE CALCULO

1. Considerando la relación existente entre el producto y los factores de la producción (Este método se concreta a las cantidades físicas).
2. Estudiar el costo en función de la cantidad producida.

En este es indispensable la información sobre las cantidades producidas y los costos correspondientes. Los costos desde el punto de vista económico se dividen en variables y fijos, y desde el punto de vista de la producción en sí (proceso productivo) en directos e indirectos (2).

En los costos directos (o costos que inciden en la producción) se deben incluir las semillas, y demás materiales utilizados, así como el número de jornales y épocas en que se efectúan las diferentes labores.

En los costos, se deben considerar únicamente las plantaciones que produzcan en el tiempo considerado. Por lo cual, aquellas plantaciones que sean improductivas, no se consideraran en los cálculos.

En caso de haber pérdida total o disminución de la cosecha por algún motivo aleatorio, se alteran los costos al obtener promedios; sin embargo, se debe considerar al dato como válido (2).

Los costos normalmente se consideran en su totalidad o repartidos entre el volumen producido. Así se obtienen los costos totales y los costos medios, respectivamente (2).

Los primeros incluyen todos los gastos efectuados para obtener la producción, o sea la suma de los costos explícitos e implícitos. Los costos medios resultan de dividir los costos totales entre el nivel de producción (2).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento será establecido en el Invernadero ubicado en la 20 calle 28-62 zona 10, de la ciudad de Guatemala, y la fase de laboratorio será trabajada en los laboratorios de la Subárea de Ciencias Químicas de la Facultad de Agronomía. Según el INSIVUMEH, la Ciudad Universitaria se localiza geográficamente en las coordenadas: 14°35'11" latitud norte y 90°35'58" longitud oeste, a una altitud media de 1,502 msnm (6).

3.2.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA

Según el mapa de zonas de vida a un nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala 1:600,000; publicado por el Instituto Nacional Forestal, la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bh-st) (7).

Las condiciones climáticas registradas por el INSIVUMEH para el área de la ciudad de Guatemala son las siguientes: precipitación media anual 1,212.2 mm, distribuidos en 110 días, en los meses de mayo a octubre; temperatura media anual: 18.3°C.; humedad relativa media: 79 por ciento; Insolación promedio: 6.65 horas/día; 0.33 cal/cm²/min (6).

3.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXPERIMENTAL

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL *Hevea brasiliensis*

El *Hevea brasiliensis* es el más importante productor de caucho. Arbol mediano, su altura oscila entre 10 y 20 m. Las ramas son robustas y con mucho jugo lechoso. Las hojas son pequeñas, de color verde oscuro en la parte superior y verde claro en la parte inferior. Las flores, también pequeñas, son de color amarillo claro. Los frutos son grandes y presentan, la mayoría de las veces, tres lóbulos, en algunos casos cuatro o seis, que se separan en tres, cuatro o seis bayas de dos valvas (5).

B. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL *Inga micheliana*

Son árboles de copa extendida, comúnmente de 6 a 10 mts de altura, algunas veces son más altos, las brácteas densamente tomentosas o voluptuosas, con vellosidades cortas; los peciolos son desnudos; el raquis es ancho y en forma de alas; la bellota es larga y cupular; posee de 3 a 4 pares de folíolos semisésiles, más bien anchos, lanceolados a oblongos, elípticos u ovalados, de 5 a 20 cm de largo, van de

agudos a obtusos y el ápice es redondeado en la base, suavemente pilosa en la parte de arriba, también es denso en el costal o en el antiguo glabro, con frecuencia es lustroso, de color café en la parte de abajo cuando se seca, densamente corto y pubescente; las flores son espiculadas, fasciculadas, pedunculadas, cortas, densas y puede tener pocas o muchas florecencias; el calix mide de 4 a 5 mm de largo, es color marrón, velloso; la corola mide de 10 a 11 mm de largo es densamente pubescente; el estambre tiene tubo incluido; la lígula mide de 12 a 21 cm de largo o más (3).

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar la respuesta del hongo (*Pleurotus ostreatus*), utilizando como sustratos el fruto de cushín (*Inga micheliana*) y fruto de hule (*Hevea brasiliensis*).

4.2 ESPECÍFICOS

4.2.1. Determinar la eficiencia biológica del fruto de cushín (*Inga micheliana*) y fruto de hule (*Hevea brasiliensis*) utilizados como sustratos en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

4.2.2. Determinar el costo de producción de *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustratos el fruto de cushín (*Inga micheliana*) y el fruto de hule (*Hevea brasiliensis*), para producción del mismo.

5. HIPÓTESIS

El rendimiento en peso (eficiencia biológica) del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* será mayor utilizando el fruto de cushín que utilizando la semilla de hule, por presentar el cushín mayor cantidad de lignina y celulosa.

6. METODOLOGÍA

6.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la elaboración del sustrato se utilizó el fruto del cushín *Inga micheliana* y fruto de hule *Hevea brasiliensis*; el sustrato que se empleó como testigo es el de pulpa de café, la cual se inoculó con la cepa ECS 0112, proporcionada por el Centro de Estudios Ecológicos del Sureste de México.

Se utilizó una cepa estandarizada para poder comparar el comportamiento ya evaluado anteriormente con el que muestre en el presente trabajo.

6.2 EFICIENCIA BIOLÓGICA (EB)

La eficiencia biológica consiste en la producción de cuerpos fructíferos, es decir, la bioconversión de la energía y biodegradación del sustrato. Se expresa en porcentaje y la fórmula para obtenerla es la siguiente:

$$EB = \frac{\text{g de hongos frescos}}{\text{g de sustrato seco}} \times 100$$

La Eficiencia Biológica, depende básicamente del tipo de sustrato a utilizar y en el caso de *Pleurotus ostreatus* no menor del 100 por ciento es considerada adecuada.

6.3 PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN

Es definido por la eficiencia biológica (EB) en una unidad de tiempo (t). La eficiencia biológica es definida, por el peso de hongos frescos producidos por unidad de peso del sustrato seco y expresada en porcentaje (PR). Es importante saber que el hongo emerge relativamente, según el tiempo, así que el ambiente y los factores genéticos pueden ser comparados y evaluados. Se han utilizado diferentes unidades de tiempo (horas, días, meses, años) que pueden usarse en el cálculo del PR. El grado de producción puede representarse por la expresión matemática siguiente:

$$PR = \% EB / t.$$

6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Debido a que las condiciones donde se realizó el experimento son homogéneas y no se observa ningún tipo de gradiente que pueda inducir variación en la variable de respuesta, se eligió un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 8 repeticiones. El total de unidades experimentales fue de 32.

6.5 TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados en el presente experimento se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamientos, código y descripción

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	1	Testigo pulpa de café
T2	2	Cushín <i>Inga micheliana</i>
T3	3	Hule <i>Hevea brasiliensis</i>
T4	4	Hule + Cushin relación 1:1

6.5.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

La forma en que quedaron distribuidos los tratamientos en el invernadero se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Arreglo experimental de los tratamientos.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
I	T1	T3	T2	T4
II	T2	T4	T1	T3
III	T4	T2	T3	T1
IV	T1	T3	T2	T4
V	T4	T2	T1	T3
VI	T2	T1	T4	T3
VII	T3	T4	T2	T1
VIII	T2	T1	T3	T4

6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.6.1 PROCEDIMIENTO

- a. Se obtuvo el micelio de un carpóforo representativo, utilizando un bisturí estéril o un asa estéril.
- b. Se inoculó 4 porciones de micelio en 1 caja de Petrí conteniendo PDA (Papa Dextrosa Agar), se realizó dicha inoculación dentro de una cámara de flujo laminar.
- c. Se repitió este procedimiento en 24 cajas de Petrí más.
- d. Se inoculó las 25 cajas a una temperatura promedio de 28°C, en una incubadora microbiológica, por un lapso de 2-3 semanas, esperando el crecimiento en toda la superficie del agar.
- e. Luego se preparó el sustrato primario intermedio (sorgo) el cual se limpió e hidrató en agua limpia y pura durante 15 horas, luego se escurrió y se pesó en porciones de 100 gr que se colocaron en bolsas de polipapel, enrollando bien el sustrato con la bolsa y sellando luego con cinta adhesiva.
- f. El sustrato primario se pasteurizó a 121°C durante 30 minutos, dejando luego que se enfriara.
- g. Dentro de una cámara de flujo laminar y con un bisturí estéril se cuadriculó el agar en trozos de aproximadamente 1 cm² de superficie.
- h. Ya teniendo el sustrato primario y el agar cuadriculado, se procedió a inocular el primario dentro de una campana de flujo laminar, colocando 1-2 cuadritos de 1cm² agar por bolsa de 100g estas bolsas se cerraron procurando compactar el sustrato primario.
- i. Las 32 bolsas inoculadas se incubaron durante 15-21 días a una temperatura promedio de 28°C, en oscuridad, procurando que el micelio cubriera totalmente los granos.
- j. Finalizado este período, se procedió a preparar el sustrato final de la siguiente forma.
- k. Los sustratos se fermentaron durante 5 días y luego se pasteurizaron a una temperatura de 90°C durante 45 minutos, agregando el sustrato ya embolsado hasta que el agua alcanzara la temperatura deseada.
- l. Cuando finalizó el período de incubación del primario y se tuvo preparadas las bolsas de 100 gr de sustrato, se procedió a realizar la siembra final, para lo que se utilizaron bolsas transparentes de polietileno de 30 x 45 centímetros conteniendo el sustrato final, la siembra se realizó en un lugar que garantizó un mínimo de contaminación, aquí se mezclaron en capas alternas el sustrato final y los granos - hongo del sustrato primario.
- m. Las bolsas sembradas se cerraron con un nudo, procurando eliminar todo el aire de su interior, luego se colocaron en anaqueles en oscuridad a una temperatura de 28°C, durante un período de 15 a 21 días.

- n. Al segundo día de sembradas las bolsas, se perforaron con una tablilla con clavos estériles, procurando perforar unos 800 agujeros en promedio por bolsa, distribuidos en toda la superficie.
- o. Al finalizar este período, se observó un crecimiento miceliar abundante formando una superficie blanco-algodonosa sobre el sustrato final tomando una consistencia compacta.
- p. Se retiraron las bolsas y se colocaron en la sala de fructificación, de conformidad con lo previsto en el diseño, para su fructificación.
- q. En esta etapa se controló la aireación del invernadero y el riego para evitar una resecación del sustrato, cuatro días después de haber llevado los pasteles al invernadero, se esperó el apareamiento de los primordios o de los cuerpos fructíferos, al cuarto día se desarrolló y cubierto la totalidad de la superficie del pastel, con probabilidad de cosecha.
- r. Para realizar la cosecha, se utilizó un bisturí estéril, cortando el estípite de abajo hacia arriba sin dañar el sustrato, todos los carpóforos frescos que se obtuvieron por sustrato o unidad experimental se pesaron para calcular su eficiencia biológica.
- s. Se calculó el valor de PR en función del tiempo que tardó la cosecha.
- t. Se hizo el análisis económico para cada uno de los sustratos obteniendo los costos del experimento.

6.6.2 VARIABLES EN ESTUDIO

La variable que se midió fue: peso en gramos de hongos frescos producidos por unidad de peso de sustrato seco, se realizó la medición en el proceso de cosecha, lo cual constituyó la base para el cálculo de la Eficiencia Biológica ($\%EB = (\text{Gramos de hongo en fresco} / \text{Gramos de sustrato en seco}) \times 100$) y el porcentaje de Producción ($\%PR = \%EB/T$).

6.7 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Respuesta del rendimiento de hongos obtenidos en la j-ésima repetición y en el i-ésimo tratamiento.
- μ = Media general del rendimiento
- τ_i = Efecto asociado al factor sustrato
- ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 CUADRO DE DATOS

7.1.1 PESO DE CARPÓFOROS

El Cuadro 7 presenta los datos obtenidos sobre el peso fresco de los carpóforos, acumulados por cada una de las unidades experimentales en el desarrollo del experimento.

Cuadro 7. Peso fresco de carpóforos por unidad experimental expresado en gramos.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	102.7	46	45.3	92
II	106.7	56	44.5	90
III	103.7	65.3	63.4	103.8
IV	98.6	56.1	50	96.7
V	104.4	56.7	39.7	99.1
VI	98.3	60	43	110
VII	120.3	46	60	102.9
VIII	100.3	35	76	106
Total peso fresco	835	421.1	421.9	800.5

En el cuadro 8 se puede observar el peso de carpóforos acumulados por cada tratamiento, el promedio del peso de tratamiento expresado en gramos así como el promedio de eficiencia biológica de cada tratamiento.

Cuadro 8. Peso de carpoforos/tratamientos, peso promedio y unidad experimental y promedio de eficiencia biológica/tratamientos.

Tratamientos	Peso total (gr)	Gramos/u.e.*	%EB
T1 Testigo	835.0	104.37	104.37
T2 Inga	421.1	52.64	52.64
T3 Hule	421.9	52.74	52.74
T4 Inga+Hule rel 1:1	800.5	100.06	100.06

*= Unidades experimentales.

El mayor peso fresco de carpóforos se obtuvo en la Unidad Experimental número 25 perteneciente al tratamiento número 4 (mezcla de fruto de hule y cushín en relación 1:1) con un peso acumulado de 110 gr, con un rendimiento de carpóforos con un peso total de 800.5 g y un promedio por unidad experimental de 100.06 g.

El menor peso obtenido fue el tratamiento número 4 (Sustrato de *Inga micheliana*) en la unidad experimental número 23 con 35 g acumulados, éste fue también el tratamiento con el menor promedio de peso por unidad experimental, siendo éste de 52.64 g llegando a obtener un peso total del tratamiento de 421.1 g.

El testigo (pulpa de café), produjo el mayor peso total de carpóforos 835 g con un promedio de 104.37 g por unidad experimental.

El tratamiento 2 al igual que el 3, son los que dieron abajo del 100 por ciento de eficiencia biológica por lo que se ubican entre los tratamientos con rendimientos bajos.

Los tratamientos de cushín y hule de manera aislada, produjeron aproximadamente la mitad que produjo el testigo y la mezcla de ambos, pues ninguno de ellos aparentemente proporciona los nutrientes adecuados; en el fruto de cushín la cantidad de vaina es mayor que la de la semilla y en el fruto de hule es al revés por lo que al mezclarse, se complementan y equiparan, a la EB de la pulpa de café.

7.1.2 EFICIENCIA BIOLÓGICA

El cuadro 9 muestra los porcentajes de eficiencia biológica de cada una de las unidades experimentales.

Cuadro 9. Eficiencia biológica por unidad experimental.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	102.7	46	45.3	92
II	106.7	56	44.5	90
III	103.7	65.3	63.4	103.8
IV	98.6	56.1	50	96.7
V	104.4	56.7	39.7	99.1
VI	98.3	60	43	110
VII	120.3	46	60	102.9
VIII	100.3	35	76	106

La mayor EB en la presente investigación fue de 110 por ciento y se obtuvo en el tratamiento 4 sustrato de cushín y hule (relación 1:1). El cushín obtuvo una EB de 60 por ciento y el sustrato de hule 43 por ciento cuando fueron utilizados aisladamente.

El Cuadro 10 presenta el porcentaje de producción por unidad experimental, en un ciclo de producción de 90 días, en donde se observa que el tratamiento 4 en su repetición 6 proporcionó el mayor valor.

Cuadro 10. Porcentaje de producción por unidad experimental, en un ciclo de producción de 90 días.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	1.14	0.51	0.51	1.02
II	1.18	0.62	0.49	1.00
III	1.15	0.73	0.70	1.15
IV	1.10	0.62	0.56	1.07
V	1.16	0.63	0.44	1.10
VI	1.09	0.67	0.48	1.22
VII	1.34	0.51	0.67	1.14
VIII	1.12	0.39	0.84	1.18
Promedio de % de Producción	1.16	0.59	0.59	1.11

El Cuadro 10 de promedios de porcentajes de producción se confirma que el tratamiento T4 (Cushín +Hule relación 1:1) presentó el valor mas alto, lo cual significa que este tratamiento es el que en menor tiempo logra alcanzar un mayor porcentaje de eficiencia biológica, de todos los evaluados con un promedio de 14.24 por ciento de EB. El resultado muestra que en este sustrato los compuestos lignocelulósicos son

desdoblados enzimáticamente con mayor velocidad y se asume que el contenido nutricional del sustrato es adecuado (9). Estos resultados confirman los valores obtenidos en EB y peso fresco de carpóforos.

7.1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se aplicó un análisis de varianza al porcentaje de eficiencia biológica, encontrándose diferencias significativas al 5 por ciento de probabilidad (Cuadro 11). Enseguida se realizó una prueba múltiple de medias de Tukey cuyos resultados se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 11. Resumen del ANDEVA

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F _{Calc}	Prob > F
Sustrato	3	19,701.19	6,567.10	75.35	0.0001*
Error	28	2,440.23	87.15		
Total	31	22,141.42			

Prob > F₀ = Probabilidad de encontrar un valor de F mayor o igual al observado.

* = Significancia al 5% de probabilidad.

Cuadro 12. Resumen Prueba de Tukey

Sustrato	Peso promedio Carpóforos (g)	Grupo Tukey
Testigo(Café)	104.37	a
Inga + Hule	100.06	a
Hule	52.74	b
Inga	52.64	b

Tratamiento con la misma literal son estadísticamente iguales.

Al realizar el análisis de Varianza (cuadro 11), se encontraron diferencias significativas para el porcentaje de eficiencia biológica, al reportar un valor de probabilidad inferior a nivel crítico de 0.05 ($Pr > F_0 = .0001$).

En la Figura 1 se puede observar que el sustrato Inga + Hule presenta el mayor efecto sobre la producción del *Pleurotus ostreatus* dando un peso promedio de 100.063 gr, totalmente comparable con el efecto del sustrato de café que presentó en promedio 104.37 gr de promedio de carpóforos.

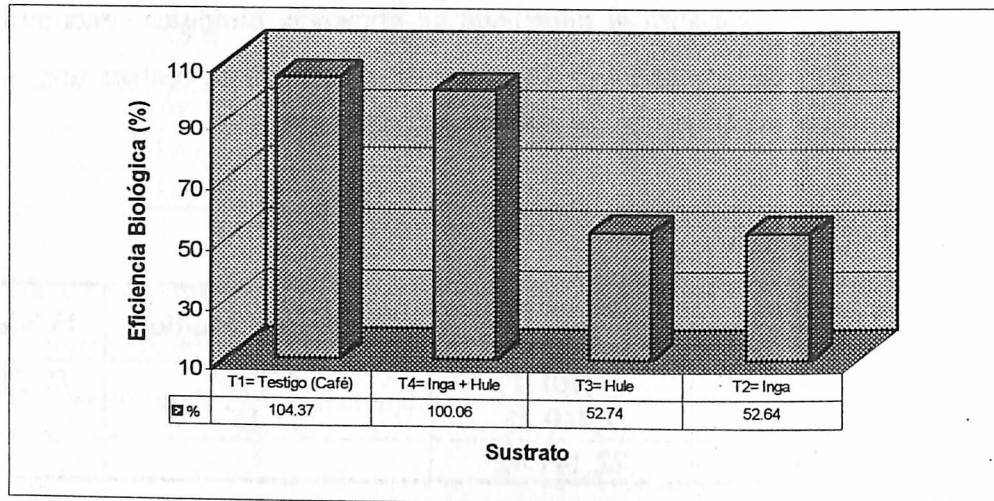


Figura 1. Eficiencia biológica del *Pleurotus ostreatus* en cada sustrato.

7.1.4 COSTES DE PRODUCCIÓN

En los Cuadros 13 y 14 se presentan los costes de producción en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* empleando frutos de cushín y hule como sustratos.

Cuadro 13. Costes de producción en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando como sustratos el fruto de cushín (*Inga micheliana*) y fruto de hule (*Hevea brasiliensis*).

Costos fijos	
a. Equipo de laboratorio:	
a.1. Agar Papa Dextrosa 25 unidades.	Q. 125.00
a.2. Bisturí	Q. 22.50
a.3. Guantes de cirujano	Q. 12.00
a.4. Mascarilla desechable	Q. 12.50
a.5. Campana de flujo laminar (uso)	Q. 10.00
a.6. Autoclave (uso)	Q. 10.00
a.7. Incubadora microbiana (uso)	Q.10.00
a.8. Balanza analítica (uso)	Q. 2.00
a.9. Mechero bunzen (uso)	Q. 2.00
a.10. Instalaciones físicas (uso)	Q. 10.00
a.11. 1/2 galón alcohol etílico	Q. 31.50
a.12. 1/2 galón de fenol	Q. 30.00
a.13. Bolsas de polipapel 100 unidades.	Q. 9.50
a.14. Recolección de sustratos 2 jornales	Q. 44.00
a.15. Nebulizador	Q. 29.00
b. Materiales de oficina:	
b.1. Cuaderno 40 hojas	Q. 2.50
b.2. Hojas papel bond 80 g. Tamaño carta	Q. 28.50
b.3. Marcador permanente	Q. 2.50
b.3. Maskin tape 3 unidades	Q. 8.75
b.4. Papel Kraf	Q. 25.50
c. Equipo vario:	
C.1. Material audiovisual	Q. 125.00
Costos fijos totales	Q. 552.75
Costo fijo por c/sustrato utilizado	138.19
Costo fijo por c/sustrato por año	34.55
COSTOS VARIABLES	
a. sustratos.	
a.1. Sustrato de cushín 100 u.	Q. 6.00
a.2. Sustrato de hule (1600 g)	Q. 6.00
a.3. Sustrato de pulpa de café (1600 g)	Q. 6.00

Cuadro 14. Resumen de los costes de producción de cada uno de los sustratos evaluados.

	Cushin	Hule	Mezcla hule + Cushin (Rel 1:1)	Pulpa de Café
Ciclo de Producción	90 días	90 días	90 días	90 días
Total producción de carpoforos g.	421.1 g	421.9 g	800.5 g	835 g
Total carpoforos en lb.	1.07 lb	0.93 lb	1.76 lb	1.84 lb
Producción Hongo al año	4	4	4	4
Producción hongo anual en libras	3.71	3.72	7.05	7.36
Costo Fijo Prod. Año	Q. 34.55	Q. 34.55	Q. 34.55	Q. 34.55
Costo Variable Prod. Año	Q. 6.00	Q. 6.00	Q. 6.00	Q. 6.00
Costo total	Q. 40.55	Q. 40.55	Q. 40.55	Q. 40.55
CT= Cf+ Cv por año.				
Precio por libra (abril)	Q. 25.00	Q. 25.00	Q. 25.00	Q. 25.00
Ingreso bruto (Ventas)	Q. 92.75	Q. 93.00	Q. 176.25	Q. 184.00
Ganancia	Q. 52.20	Q. 52.45	Q. 135.70	Q. 143.45

Del cuadro número 13 y 14 se puede concluir que se obtiene Q. 338.01 de ganancia por Q. 570.75 invertidos, lo que equivale al 59.22 por ciento de rentabilidad anual.

8. CONCLUSIONES

1. Estadísticamente el sustrato con la mezcla de cushín y hule en relación 1:1 dio una eficiencia biológica comparable con la eficiencia biológica del testigo (pulpa de café).
2. Los sustratos de cushín y hule evaluados separadamente dieron una eficiencia biológica 52.74 por ciento y 52.64 por ciento respectivamente, lo cual indica que no son aptos para la producción de *Pleurotus ostreatus*.
3. La hipótesis planteada se acepta debido que la mezcla de cushín y hule en relación 1:1 proporcionaron el doble de eficiencia biológica que el cushín y hule empleados como sustratos aisladamente.
4. Los costos fijos de producción por año son iguales para los cuatro tratamientos, dando un mayor margen de ganancia los sustratos de café y la mezcla de cushín y hule en relación 1:1.

9. RECOMENDACIÓN

1. Utilizar el sustrato de mezcla coque y hule relación 1:1 para el cultivo del *Pleurotus ostreatus*.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G.N. 1995. Fitopatología. Trad. Manuel Guzmán Ortiz. 2 ed. México, LIMUSA. 830 p.
 2. CHALITA TOVAR, L.E. . 1978. Teoría y metodología de los costos agrícolas. Agrociencia (Mex) no. 33: 55-66.
 3. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants. Columbia, Estado Unido, University Press. p. 18.
 4. GARCIA ROLLAN, M. 1985. Nuevas técnicas de cultivo del *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras (España). no. 8: 1-19
 5. GISPERT, C. et al. 1984. Biblioteca práctica agrícola y ganadera; práctica de los cultivos. España, Océano. tomo 2, p. 208.
 6. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA VULCANOLOGIA METEOROLOGIA E HIDROLOGÍA. Tarjetas de registro climático de la estación experimental del INSIVUMEH de los años 1937-1990. Guatemala.
- Sin publicar
7. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1993. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000 4h.
 8. LEAL, L.H. 1985. El cultivo del champiñón y otros macromicetos comestibles. *In:* Perspectiva de la Biotecnología en México. Compilado por R. Quintero R. México, Fundación Barrios Sierra: p. 235-257.
 9. SANCHES VASQUEZ, J.E. 1994. Producción de hongos comestibles. México, Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. 109 p.

Vo. Bo.




11. ANEXOS

Salida de Sas del ANDEVA

```

The SAS System
OBS      TRAT      PESOCAR
1      testigo      102.7
2      testigo      106.7
3      testigo      103.7
4      testigo      98.6
5      testigo      104.4
6      testigo      98.3
7      testigo      120.3
8      testigo      100.3
9      inga         46.0
10     inga         56.0
11     inga         65.3
12     inga         56.1
13     inga         56.7
14     inga         60.0
15     inga         46.0
16     inga         35.0
17     hule         45.3
18     hule         44.5
19     hule         63.4
20     hule         50.0
21     hule         39.7
22     hule         43.0
23     hule         60.0
24     hule         76.0
25     inga+hul     92.0
26     inga+hul     90.0
27     inga+hul     103.8
28     inga+hul     96.7
29     inga+hul     99.1
30     inga+hul     110.0
31     inga+hul     102.9
32     inga+hul     106.0

```

The SAS System

2

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

class	Levels	Values
TRAT	4	hule inga inga+hul testigo

Number of observations in data set = 32

The SAS System
Analysis of Variance Procedure

3

Dependent Variable: PESOCAR

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	19701.18843750	6567.06281250	75.35	0.0001
Error	28	2440.23125000	87.15111607		
Corrected Total	31	22141.41968750			

R-Square	C.V.	Root MSE	PESOCAR Mean
0.889789	12.05307	9.33547621	77.45312500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	19701.18843750	6567.06281250	75.35	0.0001

The SAS System

4

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PESOCAR

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 28 MSE= 87.15112
Critical Value of Studentized Range= 3.861
Minimum Significant Difference= 12.744

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	104.375	8	testigo
A	100.063	8	inga+hul
B	52.738	8	hule
B	52.638	8	inga

Clasificación Taxonómica de *Pleurotus ostreatus* (1)

Reino	Fungi
División	Basidiomycotina
Clase	Basidiomycete
Sub-Clase	Hymenomycete
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomatace
Género	Pleurotus
Especie	P. ostreatus

Clasificación Taxonómica del cuchín (*Inga micheliana*) (3).

División :	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Clase	Magnolipsida
Orden	Leguminales
Familia	Leguminaceae
Género	Inga
Especie	Inga micheliana

Clasificación Taxonómica del (*Hevea brasiliensis*) árbol de hule (3).

División	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Sub-clase	Rosidae
Orden	Euphorbiales
Familia	Euforbiáceae
Género	Hevea
Especie	Brasilensis

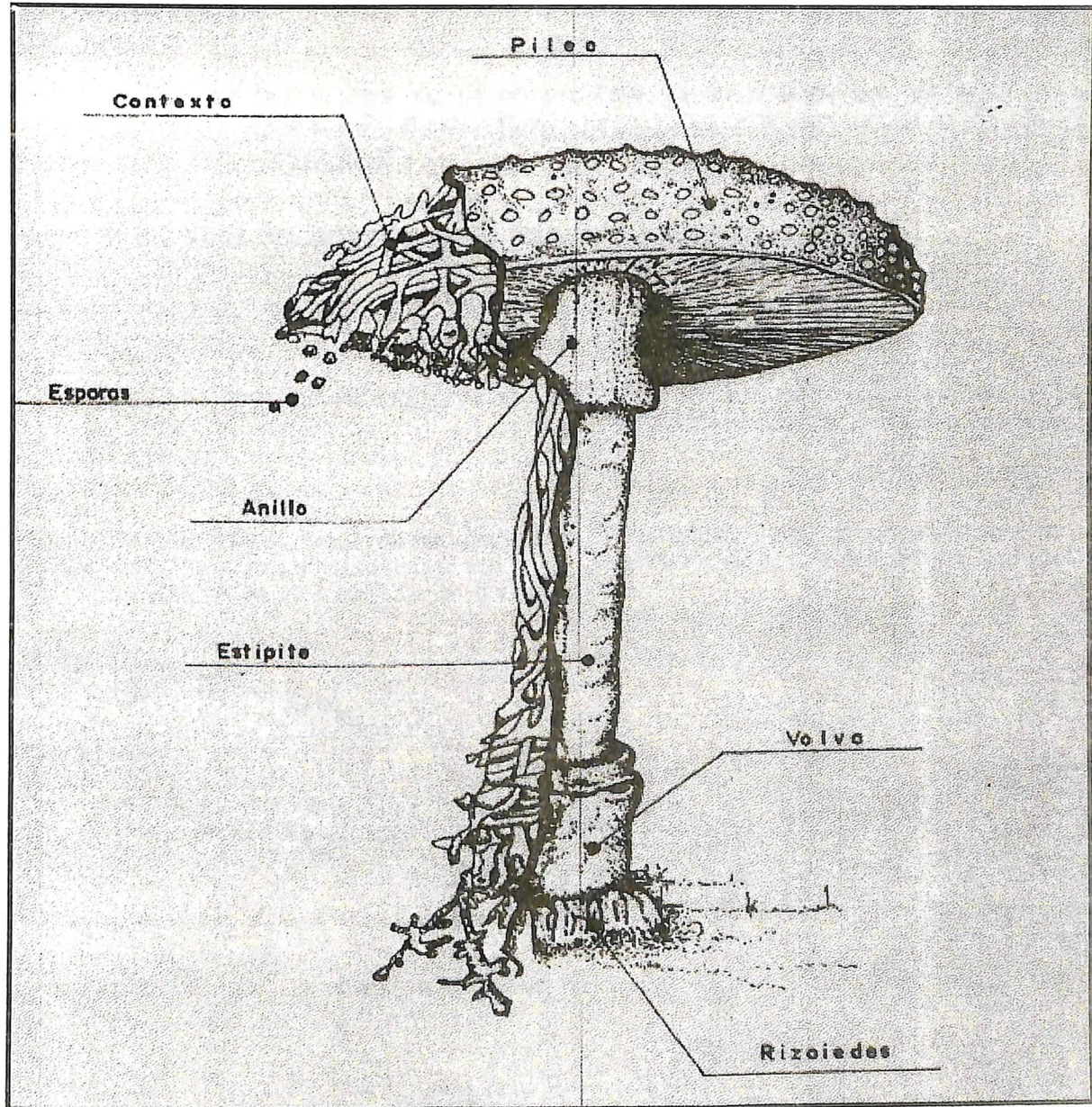


Fig. 2.

Partes que conforman un Macromiceto.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

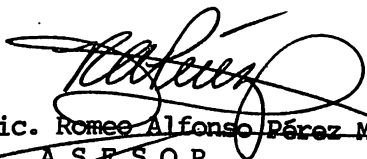
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE LA UTILIZACION DE FRUTOS DE CUSHIN Inga micheliana
Y FRUTOS DE HULE Hevea brasilensis PARA EL CULTIVO DE Pleurotus
ostreatus".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HENRY ESTUARDO ESPAÑA MORALES

CARNET No: 8917096

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
Lic. Julio Gerardo Chinchilla Vctorazi

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

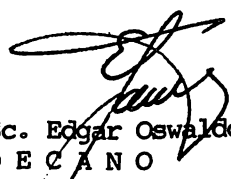

Lic. Romeo Alfonso Pérez Morales
ASESOR


Lic. Romeo Alfonso Pérez Morales
ROMEO-MORALES
COLEGIADO 888


Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
DECANO



cc: Control Académico
Archivo
IIA.
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: ilusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>