

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

DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL RASTROJO DE TOMATE
(Lycopersicon sculentum Miller) Y LA CORONA DEL FRUTO DE PIÑA (Ananas
comosus (L.) Merrill) Y SUS MEZCLAS EN EL CULTIVO DE LA CEPA ESC 0110 DE
PLEUROTUS (Pleurotus ostreatus)

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



En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, agosto de 2001

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
+(1992)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO
VOCAL PRIMERO
VOCAL SEGUNDO
VOCAL TERCERO
VOCAL CUARTO
VOCAL QUINTO
SECRETARIO

Ing. Agr.
Ing. Agr.
Ing. Agr.
Ing. Agr.
Prof.
Br.
Ing. Agr.

EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE
ALEJANDRO A.HERNANDEZ FIGUEROA
ABELARDO CAAL ICH
JOSE BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, Agosto de 2001

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

Distinguidos miembros:

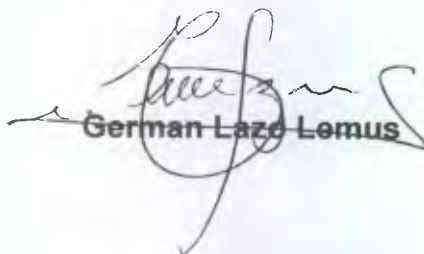
Conforme a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL RASTROJO DE TOMATE (Licopersicon sculentum Miller) Y LA CORONA DEL FRUTO DE PIÑA (Ananas comosus (L.) Merrill) Y SUS MEZCLAS EN EL CULTIVO DE LA CEPA ESC 0110 DE PLEUROTUS (Pleurotus ostreatus)

Presentándolo como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,


German Lazo Lemus

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

**Padre nuestro
Gracias por la existencia y la oportunidad que me
das de alcanzar este logro.**

MIS PADRES

**Facundo Lazo de León
Manuela de la Luz Lemus Sandoval
Que en paz descansen.**

MIS HERMANOS

**Vicenta, Adan, Vidal, Clara Luz, Francisco, María
Luisa, Guillermo, Filadelfo y Miguel
Con mucho cariño.**

MI ESPOSA

**Zoila Elizabeth Hernández de Lazo
Por su apoyo y comprensión.**

MI HIJA

**María José
Porque ha sido uno de los estímulos que me
impulsaron a lograr este objetivo.**

MIS AMIGOS

Con mucho cariño.

TESIS QUE DEDICO

A:

Mis padres

Mi familia

Guatemala

Mi pueblo natal "El Toro", Moyuta, Jutiapa

Facultad de Agronomía, USAC.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores Licenciado Romeo Alfonso Pérez Morales, Ingeniero Agrónomo Waldemar Nufio Reyes, por su orientación, apoyo y amistad brindados para la realización de esta investigación.

Mi hermano Adán Lazo Lemus, por su valioso apoyo, sus sabios consejos y buenos ejemplos.

CONTENIDO GENERAL

	Página
Indice de figuras	i
Indice de cuadros	ii
RESUMEN	iii
1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Marco Teórico	4
3.1. Marco Conceptual	4
3.1.1. Generalidades	4
3.1.2. Estructuras de los hongos	5
3.1.3. Reproducción de los hongos	6
3.1.4. Identificación y diferenciación de los hongos	7
3.1.5. Estructura del pleuroma del <i>Pleurotus</i>	7
3.1.6. Valor nutritivo de los hongos	9
3.1.7. Características del género <i>Pleurotus</i>	12
3.1.8. Producción del hongo <i>Pleurotus</i>	15
3.1.9. Substratos para el cultivo de <i>Pleurotus</i>	16
3.1.10. Productividad de un cultivo de hongos	18
3.1.11. Etapas en el cultivo del hongo <i>Pleurotus</i>	19
3.1.12. Plagas, enfermedades y contaminaciones	27
3.2. Marco Referencial	28
3.2.1. Localización del experimento	28
3.2.2. Clima y zonas de vida	30
4. Objetivos	31
4.1. Objetivo general	31
4.2. Objetivos específicos	31
5. Hipótesis	31
6. Metodología	32
6.1. Material experimental	32
6.2. Diseño experimental	32
6.3. Unidades experimentales	32
6.4. Tratamientos	33
6.5. Variable respuesta	34
6.6. Manejo del experimento	35
6.7. Análisis de la información	37
6.7.1. Modelo Estadístico	37
6.7.2. Análisis de Varianza	38
7. Resultados y Discusión	39
7.1. Datos sobre peso de carpóforos y eficiencia biológica	39
7.2. Análisis Estadístico	42
8. Conclusiones	49
9. Recomendaciones	50
10. Bibliografía	51
11. Anexos	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de localización del experimento	29
Figura 2. Rendimientos en peso fresco de carpóforos y eficiencia biológica de <i>Pleurotus ostreatus</i> en diez sustratos evaluados	48
Figura 3. Aleatorización de los tratamientos evaluados para el cultivo del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>	33

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Contenido de algunos alimentos en porcentaje de peso fresco	10
Cuadro 2. Composición proximal de algunas especies de hongos comestibles	11
Cuadro 3. Valores óptimos de los factores que influyen en crecimiento de <i>Pleurotus</i>	16
Cuadro 4. Peso fresco de carpóforos, en gramos, por unidad experimental	40
Cuadro 5. Peso total de carpóforos, peso promedio por unidad experimental y eficiencia biológica para cada tratamiento	41
Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza de las variables peso de carpóforos y eficiencia biológica	43
Cuadro 7. Prueba de medias para el rendimiento en peso fresco de carpóforos y la eficiencia biológica de los tratamientos evaluados en <i>Pleurotus ostreatus</i>	44

DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL RASTROJO DE TOMATE (*Lycopersicon sculentum* Miller) Y LA CORONA DEL FRUTO DE PIÑA (*Ananas comosus* (L.) Merril) Y SUS MEZCLAS EN EL CULTIVO DE LA CEPA ESC 0110 DE PLEUROTUS (*Pleurotus ostreatus*)

DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF TOMATO STUBBLE (*Lycopersicon sculentum* Miller), THE STERILE FOLIACEOUS BRACTS OF THE FRUIT OF PINEAPPLE (*Ananas comosus* (L.) Merril) AND A MIXTURE OF BOTH IN THE CULTURE OF THE STOCK ESC 0110 OF PLEUROTUS (*Pleurotus ostreatus*)

RESUMEN

Por su alta calidad nutricional, así como su amplio rango de adaptación climática y el bajo costo de su cultivo, que lo convierten en una excelente alternativa alimentaria, el cultivo del hongo **Pleurotus** (*Pleurotus ostreatus*) se ha incrementado en los últimos años en Guatemala. Los hongos comestibles forman parte importante de la dieta alimenticia de varias comunidades del norte y occidente del país.

Esta investigación tiene la finalidad de contribuir a mejorar los rendimientos en peso en el cultivo del hongo **Pleurotus**, realizando pruebas experimentales de su crecimiento en dos diferentes sustratos: rastrojo de tomate (*Lycopersicon sculentum* Miller) y la corona del fruto de piña (*Ananas comosus* (L.) Merril), en nueve diferentes proporciones.

El objetivo general de la investigación es determinar el rendimiento en peso fresco del cultivo del hongo **Pleurotus** en dichos sustratos, evaluando su eficiencia biológica, que expresa la relación entre el peso de la cosecha de hongos

frescos y el peso seco del sustrato. En otros términos, la eficiencia biológica establece la relación entre la bioconversión de la energía y biodegradación del sustrato.

En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar con 9 tratamientos, más el testigo y 6 repeticiones. La variable medida fue peso de hongos frescos producidos por unidad de peso del sustrato utilizado. Cada unidad experimental constó de una bolsa de 100 gramos de cada uno de los sustratos utilizados. Se utilizaron un total de 60 unidades experimentales que sirvieron como medio de cultivo de la cepa ECS-110 de *Pleurotus ostreatus*, proveniente del Sureste de Chiapas, México.

A la información generada se le hizo un Análisis de Varianza. A los resultados que presentaron diferencias significativas entre tratamientos, se les aplicó la prueba de medias de Duncan al 5%, para su correspondiente agrupación.

Con base en el análisis estadístico se concluyó que el mejor de los tratamientos evaluados en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, es la corona del fruto de piña, sin mezclarla con rastrojos de tomate. El único tratamiento de los evaluados que dio un porcentaje de eficiencia biológica superior al 100% fue el que contenía únicamente la corona del fruto de piña, por lo que se recomienda utilizarla en el cultivo del hongo *Pleurotus*.

1. INTRODUCCION

La producción mundial de hongos cultivados se ha incrementado notablemente en la última década. En 1991, más de 120 países produjeron 4.3 millones de toneladas (7). El hongo champiñón (*Agáricus bisporus*) ocupa el primer lugar en la producción mundial, con el 38 por ciento de la producción y el hongo *Pleurotus* ocupa el segundo lugar, con el 25 por ciento de la producción, siendo China el mayor productor de esta seta (4).

En los países latinoamericanos, se inicia la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* en los años 1973 a 1975 y se ha popularizado por la facilidad de su cultivo. Este hongo es de crecimiento rápido, y existen cepas que se adaptan muy bien tanto a climas templados como tropicales y que pueden crecer en una gran variedad de sustratos (1).

Durante mucho tiempo el valor nutritivo de los hongos fue prácticamente ignorado; sin embargo, ahora se reconoce que además de ser un alimento delicioso, también posee una alta calidad nutricional y atributos medicinales. Algunos estudios realizados en los últimos años demuestran que los hongos contienen proteína de 19 a 35 gramos en 100 gramos de peso seco; así como todos los aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y fibra dietética que pueden ser de gran beneficio para el ser humano (1).

La alta calidad nutricional, así como su amplio rango de adaptación climática y el bajo costo de su cultivo, convierten a los hongos en una excelente alternativa alimentaria, principalmente en los países en vías de desarrollo, en los cuales existe escasez de alimentos (1).

En Guatemala, desde hace varios años, los hongos comestibles forman parte importante de la dieta alimenticia de varias comunidades del norte y occidente del país, donde tanto el cultivo, así como su consumo se ha venido incrementando. Varias instituciones se encuentran realizando estudios sobre el cultivo y el contenido nutricional de los hongos, entre ellas: la Facultad de Agronomía, la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC.

Con la finalidad de contribuir a mejorar los rendimientos en peso en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, se probaron dos sustratos: rastrojo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) y la corona del fruto de piña (*Ananas comosus*) en nueve diferentes proporciones.

Esta investigación cuenta con el apoyo de la Subárea de Ciencias Químicas y del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía. La misma se estará realizando en los laboratorios de dicha subárea y en la planta privada ubicada en 10 calle, 17-18 zona 6, residenciales Planes del Frutal, municipio de Villa Nueva, con posición referenciada de 14° 31' latitud norte y 90° 36' longitud oeste. El objetivo general de la investigación es determinar la factibilidad y rendimiento en peso del cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* en los sustratos ya indicados.

2. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, como todos los demás países subdesarrollados, debido a la crítica situación económica, los sectores populares de las áreas urbanas y rurales tienen dificultades para adquirir alimentos con calidad nutricional adecuada, que les permita ingerir la cantidad de proteína mínima requerida en la dieta diaria.

La Producción de hongos comestibles, como los del género *Pleurotus*, permite la obtención de una proteína vegetal de buena calidad para la alimentación humana, a un relativo bajo costo y relativa facilidad de cultivo. De acuerdo a Nederland's S. F., citado por Mayela, Justo; et al (8) el contenido en valor energético en 1,000 gramos es de 25 kilocalorías, 1% en grasas, 4.5% en minerales, 0.3% en carbohidratos y 3.5% en proteínas.

El hongo *Pleurotus ostreatus* esta reconocido como una buena fuente de proteínas de alta calidad para la nutrición humana, que además, presenta la característica de un relativo fácil cultivo y fructificación en residuos lignocelulósicos, provenientes de procesos naturales, de cultivos agrícolas y/o de su industrialización.

El rastrojo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) es un desecho que al final de la cosecha se quema, incorporándose las cenizas al suelo. La corona del fruto de la piña prácticamente no tiene ninguna utilidad y es desechada en el proceso de fabricación de jugos, jaleas, esencias, etc. Se utilizan ambos materiales por su ausencia de coste económico y por considerar que su constitución química lignocelulósica es ideal para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Este proceso, además, le proporciona y da un valor agregado a estos desechos y los prepara para su incorporación al suelo, después del corte de los carpóforos, contribuyendo de esta forma al aprovechamiento de

subproductos como acondicionadores del suelo (y talvez fertilizantes). La obtención de proteína es la principal razón, las otras ventajas son gracias al bajo precio y a la alta calidad de la proteína.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. GENERALIDADES

Los subproductos de la agroindustria o los desechos del cultivo (cosecha) de las plantas, se utilizan en el cultivo y producción de hongos comestibles. Las pulpas, bagazos, rastrojos, pajas y otros subproductos son transformados por los hongos en alimento de alto contenido proteínico; por lo que se considera que el cultivo de hongos es un cultivo de reconversión ecológica (5).

La forma de reproducción de los hongos puede ser sexual o asexual. La forma en que se nutren los clasifica en tres grupos: Los que se alimentan de materia orgánica muerta (saprófitos), los que se alimentan de materia orgánica viva (parásitos) y los que subsisten únicamente en relación de mutua ayuda con otros organismos (micorrízicos). Gracias a las características de su metabolismo, muchos hongos son utilizados industrialmente para la producción de diferentes productos: antibióticos, productos químicos, etc. (4).

La mayoría de las cien mil especies de hongos conocidos son saprófitas, aproximadamente 50 especies de hongos producen enfermedades en el hombre y casi el mismo número ocasiona enfermedades en los animales, la mayoría de las cuales

son enfermedades de la epidermis. Cerca de 8.000 especies de hongos producen enfermedades en las plantas (4).

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. Estas moléculas son normalmente difíciles de degradar in vitro por las vías química, enzimática o microbiana conocidas hasta ahora, sin embargo el sistema metabólico de estos hongos les permite degradar esos compuesto, de los que obtienen energía para sus procesos vitales y metabólicos para su nutrición (4).

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 (4).

3.1.2. ESTRUCTURAS DE LOS HONGOS

Los hongos poseen un micelio formado por hifas, cuyo conjunto es similar a una masa de hebras entrelazadas conteniendo núcleos bien definidos. 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 un basidi (4).

La estructura y composición química que poseen los hongos les permite permanecer a la intemperie por largos periodos de tiempo sin ser degradados o sufrir mayores transformaciones, por lo que su estudio conduce al aprovechamiento eficaz del complejo sistema enzimático que poseen para fines alimenticios, médicos, industriales o ecológicos (4).

3.1.3 REPRODUCCION DE LOS HONGOS

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, aéreo (carpóforo), 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 (4).

En las especies vegetales, a través de la reproducción asexual se produce un gran número de individuos y la producción se repite varias veces durante una misma estación, mientras que la sexual solo se produce una vez por año (4).

Los hongos se reproducen principalmente mediante esporas, estructuras especializadas para la propagación del hongo que constan de una o varias células y que pueden formarse asexualmente mediante la separación de pequeños fragmentos

de micelio o ser el resultado de un proceso sexual. En los hongos inferiores existen varios tipos de esporas asexuales, las que se forman en el interior de un esporangio se conocen como esporangiosporas y en un zoosporangio, zoosporas. aquellas que se producen sobre conidióforos se les conoce como conidios, y las que se forman por engrosamiento de la pared celular de una célula de la hifa, clamidiosporas. En otros grupos de hongos, los conidios se forman en el interior de estructuras de pared gruesa denominadas picnidios (5).

La reproducción sexual en los hongos involucra la unión de dos núcleos compatibles. Cuando los dos núcleos que se fusionan son semejantes en forma y tamaño producen un cigoto, denominado Zigospora. En otros casos los dos núcleos que se fusionan son de distinto tamaño, el cigoto se denomina oospora. La clase Ascomycete produce ascosporas y la clase Basidiomycete, basidiosporas (5).

3.1.4. IDENTIFICACION Y DIFERENCIACION DE LOS HONGOS

Taxonómicamente las características para la identificación de un hongo, son: el color, el píleo o sombrero, el estípite o tallo, la presencia y forma de la volva, las estructuras que forman el himenio, el sabor, el color y el olor del hongo (4).

3.1.5. ESTRUCTURA DEL PLEUROMA DEL PLEUROTUS

La mayoría de los hongos cultivados desarrollan estructuras visibles que producen esporas (basidiomas), que son de construcción compleja y poseen un alto grado de diferenciación de tejidos hifales que provienen del micelio vegetativo y se transforman en el micelio reproductor. Estas estructuras se forman gracias a la

agregación y compactación hifal del micelio, además de una alta ramificación hifal, ensanchamientos, engrosamiento de la pared hifal y también de la gelatinización del micelio (4).

El cuerpo fructífero del hongo *Pleurotus* y de otros basidiomycetes, es una estructura especializada y diferenciada, diseñada para la producción y dispersión de un gran número de esporas. A diferencia de las estructuras meristemáticas de las plantas, el crecimiento aquí se debe a un control establecido por el crecimiento regulado por los ápices de las hifas y su posterior ramificación de los compartimentos subapicales por debajo de la región apical de la hifa (5).

Pleuroma es el nombre que se aplica al basidioma del hongo *Pleurotus*, es un órgano reproductor y productor de estructuras generadoras de esporas, es decir, basidios y basidiosporas. También recibe el nombre de basidiocarpo, carpóforo, cuerpo fructífero, himenóforo, esporóforo. El basidio es la estructura en la cual se lleva a cabo la cariogamia y la meiosis y en donde las meiosporas (basidiosporas) se desarrollan. Al basidio también se le llama meiosporangio (5).

El tamaño del pleuroma es variable y depende de su edad de origen. Varía desde unos cuantos milímetros cuando recién formó como primordio, hasta unos 20 centímetros o más cuando se le ha dejado desarrollar demasiado. El primer estado del desarrollo del pleuroma es el "primordio". Cuando su tamaño es de 1 a 2 milímetros de altura, ya es posible reconocerlo como un cuerpo redondo y blanquecino. Cuando el primordio crece (se alarga), se diferencian tres partes: píleo, láminas y estípites. Cuando el pleuroma tiene unos 8 a 10 centímetros de altura (pleuroma joven), es suave y fácil de paladear; cuando sobrepasa esta medida, se vuelve correoso y difícil de

paladear (5).

El estípite consiste de dos regiones principales: el tejido interno y el tejido de la superficie. El arreglo de las hifas varía en las diferentes regiones, pero ambas están verticalmente orientadas. Las células de la superficie se alargan para formar estructuras semejantes a pelos. Las láminas del himenio están compuestas de tres regiones: La trama, el subhimenio y el himenio. Las células de la trama son elongadas y corren longitudinalmente todo el centro de la lámina desde el pileo hasta el borde de la lámina. Las células subhimeniales son ramificadas y se originan de la trama a intervalos, a lo largo de las láminas. La zona himenial está compuesta de basidios apretados junto con otras células llamadas basidiolos y cistidios (pelurocistidios y queilocistidios) en contacto unos con otros, pared con pared. Conforme los basidios maduran y se desarrollan emergen de la superficie de la lámina y se vuelven conspicuos. La capa himenial se origina mediante un complejo de ramificaciones y crecimiento hifal de la capa de abajo llamada subhimenial (5).

3.1.6. 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, ver cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de algunos alimentos en porcentaje de peso fresco. Nderland's S.F., citado por Mayela Justo; et al (8)

Alimento	Valor energético en 1000 g (Kcal.)	Grasas	Minerales	Carbohidratos	Proteína	Agua
Carne	189	0.5	0.5	13.0	18.0	68
Leche	62	0.7	4.8	3.7	3.5	87
Hongos	25	1.0	4.5	0.3	3.5	90
Papa	85	1.1	21.0	0.1	2.0	75
Espinaca	15	1.9	1.0	0.3	2.2	93
Espárrago	20	0.6	2.7	0.1	1.8	95

En el cuadro anterior se observa que 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, sin embargo, es inferior al de la carne, pescado, huevos y lácteos (7).

Desde el siglo pasado ya se había clasificado a los hongos como alimentos ricos en proteínas, debido a que las contienen hasta en un 5 por ciento del peso en fresco. Como podrá observarse, su aporte protéico es más que el de cualquier vegetal con la excepción de la soya y las leguminosas (7).

El valor nutritivo de los hongos estriba no sólo en su contenido de proteínas, sino también en su aporte de vitaminas, minerales y fibra dietética, entre otros, ver cuadro 2.

Cuadro 2. Composición proximal de algunas especies de hongos comestibles (por ciento peso seco). (4)

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

Los hongos son ricos en varias vitaminas tales como tiamina (B1.), ácido ascórbico (C), ácidos 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. Numerosos estudios en ratas y humanos muestran que entre el 71 y el 90 por ciento de la proteína de los hongos puede ser digerida, mientras que la de la carne puede serlo en un 99 por ciento (4), lo que indica que la misma puede considerarse como biodisponible.

3.1.7. CARACTERISTICA DEL GENERO PLEUROTUS

CLASIFICACION TAXONOMICA

REINO	FUNGI
DIVISION	BASIDIOMYCOTINA
CLASE	HOLOBASIDIOMYCETE
SUB-CLASE	HYMENOMYCETE
ORDEN	AGARICALES
FAMILIA	TRICHOLOMATACE
GENERO	PLEUROTUS
ESPECIE	OSTREATUS

Es uno de los hongos más consumidos. De color blanco a gris pardo-azulado, con el paso del tiempo el color va palideciendo hasta tomar un tono amarillo sucio, mide de 6-15cm 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, aumentándose a costa de su madera y destruyéndola (1).

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 aquél. 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 esporada de color blanco con cierto tono lila-grisáceo. La esporada se consigue fácilmente colocando un sombrero (sin pie) en su posición normal sobre un papel oscuro, durante unas horas. 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 (5). 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 (ver figura 2 en Apéndice). Pero si crecen aislados, sobre una superficie horizontal, el pie puede ser largo, central y el sombrero perfectamente circular (ver figura 3 en Apéndice). La carne es blanca, de olor algo fuerte, tierna al principio y después correosa (1). 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 (2).

El crecimiento de este género está supeditado a ciertos factores como son: la temperatura, la humedad del ambiente, la humedad del substrato, 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 10⁰C hasta 40 °C como limite superior; sin embargo, la temperatura mas adecuada oscila alrededor de los 25⁰C para la mayoría

de las especies (6).

Se sabe que la humedad relativa es un factor sumamente importante en el desarrollo de un hongo. La falta de humedad ambiental inhibe su fructificación. La literatura reporta valores entre 60 y 95 por ciento para la mayoría de las especies de *Pleurotus* (6). Sin embargo para el caso específico de *Pleurotus Ostreatus*, se ha observado que una humedad de 80 a 85 por ciento es mejor. 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, 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 estipete. la no-formación del píleo o ambas cosas (6).

3.1.8. PRODUCCION DEL HONGO *Pleurotus*

Los costos de producción de hongos comestibles, como el *Pleurotus*, están influenciados por la necesidad de controlar los factores que inciden en tener un alto rendimiento en kg por cantidad de sustrato utilizado. Entre más factores del medio se quieran controlar (temperatura, humedad, ventilación, luz, obscuridad, etc.), más se invertirá (costos de producción) en su cultivo. Por ejemplo, los cultivos de hongos son más estables y productivos cuando el lugar de cultivo posee aire acondicionado, pero esto eleva substancialmente sus costos de producción. Las condiciones de cultivo que dependan de las condiciones del medio, resultan ser baratas, pero su producción es a bajo nivel; por lo que es recomendable para fines de autoconsumo y comercializar el excedente (6).

En condiciones de producción a bajo nivel, se debe ejercer alguna regulación de los factores del medio: la temperatura se debe regular abriendo puertas y ventanas, para que la misma baje y permita una mejor ventilación; la humedad se debe regular aplicando agua al suelo en forma programada; lo que tendría, además, un efecto en regular la temperatura del medio (6).

Los hongos de *Pleurotus* producidos deben tener la apariencia robusta y con un pie lo mas corto posible y un olor a anís dulce. Esta producción comienza entre los 15 a 25 días desde que se mezcla el micelio activado con el sustrato primario. No deben cosecharse todos los hongos de una sola vez, sino hacer unas tres o más cosechas, separadas por periodos de aproximadamente 10 días. Es recomendable aprovechar la producción de las bolsas hasta la tercera cosecha, ya que con el tiempo se producen

malos olores y la atracción de insectos puede poner en peligro a todo el resto de la producción, al contaminar el área de producción (6).

Las condiciones varían según la etapa del proceso y según el hongo, por lo que para el caso de *Pleurotus sp.* las necesidades específicas de esta especie se indican en el cuadro 3. Para la producción industrial, el mantenimiento de estas condiciones requiere la construcción de un invernadero.

Cuadro 3. Valores óptimos de los factores que influyen en el crecimiento de *Pleurotus sp.* (6).

Factor	Crecimiento miceliar	Fructificación
Temperatura	25 – 33 °C	28 °C
Humedad relativa	Baja	85 por ciento
Humedad del sustrato	70 por ciento	50 por ciento
PH del sustrato	6.0 – 7.0	6.5 – 7.0
Concentración de CO ₂	20 – 25 por ciento	Menor de 0.6 por ciento
Luminosidad	Obscuridad	150 – 200

3.1.9. SUBSTRATOS PARA CULTIVO DE *Pleurotus*

El sustrato es el material (comúnmente material de desecho de subproductos de la agroindustria) sobre el cual crece el micelio del hongo. Las propiedades físico-químicas del sustrato determinan que hongos pueden crecer en él, pero también determinan que otros microbios pueden crecer conjuntamente con el hongo. Algunos hongos pueden usar un rango amplio de sustratos, mientras que otros son muy selectivos. Esta selectividad hacia un sustrato depende de los nutrientes disponibles en él, su acidez, la actividad microbiana que soporta, su capacidad de aireación, su contenido de agua, entre otros. Un sustrato selectivo es aquel que satisface las

demandas nutricionales de un tipo de hongo específico y no satisface la de otros. Las pajas de gramíneas son un buen ejemplo de sustrato selectivo (6).

Para el género *pleurotus*, se han utilizado algunos sustratos que, por sus características físico-químicas, se consideran promisorios para lograr un buen rendimiento en peso y una buena productividad. Entre estos sustratos está la corona del fruto de piña (*Ananas comosus*) y el rastrojo del cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*) y sus posibles combinaciones (50 por ciento de cada uno, 60 por ciento de uno y 40 por ciento del otro, etc.). Como estos sustratos, también se han utilizado troncos de árboles, serrín, pulpa de café, cáscara de cacao, bagazo de caña de azúcar, otros desechos orgánicos frescos y fermentados. Las mezclas de estos sustratos han sido probadas en otros países con buenos resultados (1).

El sustrato que se utilice para producir los cuerpos fructíferos debe ser un material cuyo costo sea mínimo y que, de acuerdo a la localidad en que se está cultivando hongos, no provoque mayores costos en su transportación. De ese sustrato, debe haber gran disponibilidad en la región de influencia, aun cuando no sea constante. La elección del sustrato ha sido y será siempre uno de los factores decisivos para la optimización del cultivo de hongos (6).

3.1.10. PRODUCTIVIDAD DE UN CULTIVO DE HONGOS

La productividad de un cultivo de hongos es definido por el término **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). Se han utilizado diferentes unidades de tiempo que pueden usarse en el cálculo del PR. El grado de producción puede representarse por la expresión matemática siguiente $PR = (\text{por ciento } EB)/t$. (4)

La eficiencia biológica (EB) consiste en la producción de cuerpos fructíferos, es decir, la bioconversión de la energía y biodegradación del sustrato. EB, se expresa en porcentaje y es la relación entre el peso de la cosecha de hongos frescos y el peso seco del sustrato. (4)

$$EB = \frac{\text{Peso de hongos frescos}}{\text{peso de sustrato seco}} * 100$$

Existen otros términos y formas de evaluar la producción, como: Producción promedio de una cepa en un sustrato (P), rendimiento de una cepa en un sustrato (R) y eficiencia de sustrato por una cepa (biodegradación). (4)

De los términos anteriores, el más utilizado es el de eficiencia biológica, debido a la utilización universal. La EB depende básicamente del tipo de sustrato a utilizar; en el caso de *Pleurotus Ostreatus*, una no menor del 100 por ciento es considerada adecuada. (4).

3.1.11. ETAPAS EN EL CULTIVO DEL HONGO *Pleurotus*

Las etapas en la producción de hongos comestibles están en función de las fases por las que atraviesa la formación de un basidioma, que son: la iniciación, la diferenciación, la expansión y la maduración final. Estas etapas son: la preparación del inóculo, la preparación del sustrato, la siembra e incubación y la fructificación (4).

La preparación del inóculo es una etapa que 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 petri sobre agar papa dextrosa (6).

Se incuba en obscuridad durante 8 días a 28⁰C aproximadamente. Pasado 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 realización del inóculo comprende la fase de **Preparación del "primario"**, que es el medio adecuado en donde se hará crecer el micelio en forma masiva, inoculando del mismo los granos. 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 200 gramos y se coloca dentro de bolsas de polipapel. Posteriormente se esteriliza a 121⁰C durante 30 minutos y se dejan enfriar para después inocular (6).

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 petri (6).

Proceso a seguir para la inoculación (6):

1. Con la ayuda de bisturí o navaja estéril, se cuadricula el micelio contenido en el cultivo de la caja de petri, de tal manera que se obtienen porciones de mas o menos 1 centímetro cuadrado.
2. Una ó dos porciones del cultivo de la caja de petri 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.
3. A continuación se incuban las bolsas. A una temperatura de 28-30⁰C, en la obscuridad, 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 contaminaciones, anaerobiosis, fructificación temprana. A cada porción preparada de esta forma se les llama "primario" (6).

La preparación del substrato es la segunda etapa del cultivo del hongo que

incluye la fermentación. Este es 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 descomponedores de 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 mas 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 anaeróbica. 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 (6).

En la preparación del sustrato hay dos fases que también son importantes: la hidratación y la pasteurización. **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 cm, con lo cual se permite una mayor retención de la humedad y un fácil manejo del

substrato. Para el remojo en agua el substrato se coloca en un canasto de malta metálica de aproximadamente 50 x 80 cm 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 paías y rastros. La técnica de adición de agua y formación de pilas, se realiza en forma similar a la de fermentación, con la diferencia que el substrato no se deja fermentar. Aquí el substrato 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, estando listo para la siembra al siguiente día (6).

El proceso de **pasteurización** consiste en una actividad cuya función es la de eliminar o inhibir la mayor cantidad de organismos que puedan competir con el hongo en la utilización del substrato. 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 substrato (ya embolsado) y se mantiene a esa temperatura durante un mínimo de 45 minutos (6).

La tercera etapa, que consiste en la **siembra e incubación**, se realiza en bolsas o sacos 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 substrato y tampoco se puede observar si aparece algún moho contaminante. Las bolsas a utilizar deberán ser nuevas para evitar contaminación, siendo recomendable revisarlas para que no presenten perforaciones, algún desperfecto o que estén sucias. La siembra, se debe llevar a cabo en un área

destinada para ello (aséptica) y cuidando que el personal esté provisto de ropa limpia, con mascarillas, cofia y de preferencia guantes estériles y que la puerta del local permanezca cerrada durante el proceso para evitar corrientes de aire (6).

El substrato primario se coloca dentro de las bolsas que contienen el substrato definitivo, alternando las capas de substrato. Al terminar la siembra, la bolsa se cierra por medio de un nudo, teniendo cuidado de eliminar el aire del interior (6).

La incubación es una de las etapas más importantes, porque es cuando el hongo se propaga en el substrato 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 substratos 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 perfectamente 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 (6).

La cuarta y última etapa es **la fructificación** o cosecha que se hace bajo condiciones controladas y 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 substrato 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-substrato a la sala de fructificación (6).

Se recomienda que sólo dos cosechas sean tomadas en cuenta para determinar la eficiencia biológica del substrato 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 (6).

La sala de fructificación debe presentar algunas características que son importantes para el buen desarrollo de los carpóforos, siendo estas: un área amplia, dedicada solamente a la fructificación del hongo; buena ventilación (4 a 6 veces el volumen de la sala/hora), control de temperatura (26 a 28 °C), control de humedad relativa (85-90 por ciento) y buena iluminación (la suficiente para leer). Además, el sustrato debe contar con las siguientes condiciones: Humedad del 50 por ciento y pH entre 6.5 y 7.0 (6).

La ventilación tiene como objetivo eliminar el CO₂ generado por la respiración del hongo y renovarlo por aire oxigenado. Una ventilación insuficiente propicia la acumulación de CO₂ y el exceso de ventilación produce un resecamiento del substrato. Una acumulación baja de CO₂ puede inhibir el desarrollo de los cuerpos fructíferos o propiciar el crecimiento deforme de éstos. 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 (6).

Será necesario aplicar riegos en el cuarto de fructificación para aumentar la humedad y evitar el resecamiento del substrato. Los riegos deberán hacerse de preferencia por medio de pulverización hacia el ambiente también se podrán efectuar riegos directos hacia el substrato, 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 (6).

Dos días después de haber llevado los pasteles (substratos 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 (6).

Para cosechar se debe esperar que los carpóforos alcancen el mayor tamaño posible, sin permitir que el borde del píleo comience a enraizarse, la cosecha se hace cortando el estípite con un cuchillo o bisturí estéril justo a la base del tallo, en la unión con el substrato, de abajo hacia arriba sin dañar el substrato, todos los cuerpos fructíferos frescos que se obtengan en un pastel, se pesan y se calcula la eficiencia biológica (6).

Para la preparación del inóculo se utiliza generalmente como substrato un grano que permita un crecimiento rápido del hongo y que de facilidad para distribuirlo en el substrato 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 que o cuales 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 ostreatus*** 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 que también puede ser utilizado para preparar este inóculo; es relativamente barato, aunque más que el sorgo. 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 substrato, 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 (1).

Para la producción de ***Pleurotus*** se utilizan una gran variedad de **substratos finales**, algunos de los cuales fueron mencionados en los apartados anteriores. Estos sustratos se pueden utilizar en fresco o fermentadas. La fermentación se recomienda hacerla durante un número de días propio de cada material orgánico, lo cual se hace apilándola en montones. Se tapa el montón así preparado con un plástico. Se debe voltear diariamente. Con material orgánico fermentado se han alcanzado rendimientos biológicos bastante elevados. Algunos materiales orgánicos también pueden ser deshidratados al sol hasta un 8 por ciento de humedad, para que se pueda conservar más tiempo. Al momento de su uso, este material se hidrata y pasteuriza durante un tiempo y temperatura apropiados, generalmente temperaturas entre 85 y 120 °C y por

un tiempo superior a los 40 minutos (1).

3.1.12 PLAGAS, ENFERMEDADES Y CONTAMINACIONES

Los principales problemas a que se puede enfrentar el productor de hongos son básicamente las contaminaciones, la presencia de plagas y las enfermedades. Las contaminaciones son el resultado de una mala pasteurización o de deficiencias en el manejo o en la siembra del material en proceso. Durante la incubación son muy frecuentes las contaminaciones que pueden deberse a deficiencias en la limpieza de los locales de incubación o a orificios por donde pueden entrar el aire y sus microbios, los insectos y otros animales. Las contaminaciones disminuyen notablemente si se trabaja en condiciones de asepsia rigurosa y si se verifica que los tratamientos de esterilización del grano para inóculo y la pasteurización del substrato sean efectuados rigurosamente. Los cuartos de incubación, siembra y fructificación deben ser frecuentemente lavados, limpiados, desinfectados con cloro, alcohol u otro material (4).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO

La fase de laboratorio, se realizó en los laboratorios de la Subárea de Ciencias Químicas de la Facultad de Agronomía. El trabajo experimental se estableció en el invernadero particular ubicado en las coordenadas $14^{\circ} 31'$ latitud norte y $90^{\circ} 36'$ longitud oeste, específicamente en la dirección 10 calle 17-18 zona 6, residenciales Planes del Frutal, municipio de Villa Nueva.

Según el INSIVUMEH, la Ciudad Universitaria se localiza geográficamente en las coordenadas: $14^{\circ}35'11''$ latitud norte y $90^{\circ}35'58''$ longitud oeste, a una altitud media de 1,502 msnm (ver figura 1).

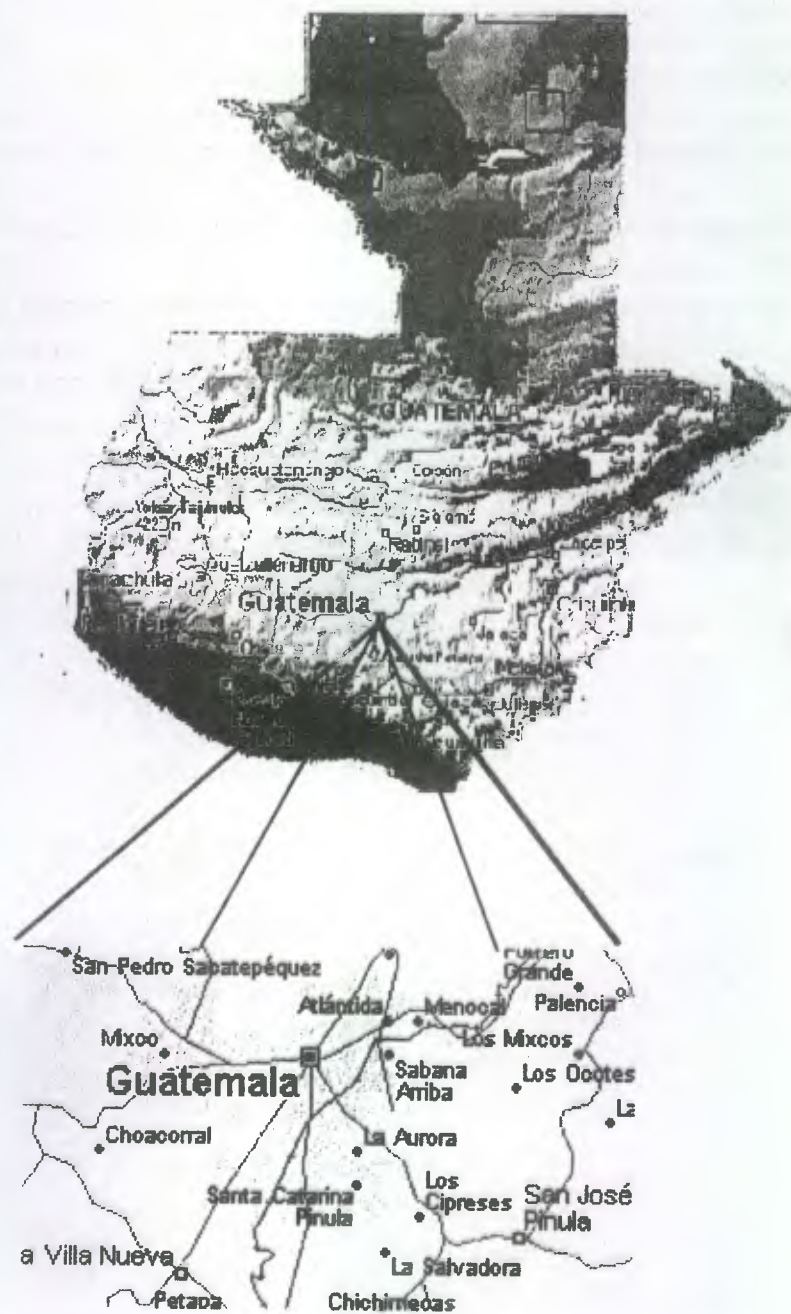


FIGURA 1. Mapa de Localización del experimento

3.2.2. CLIMA Y ZONA DE VIDA

La ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical Templado(Bh-st), 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 (2).

Según el INSIVUMEH (3), las condiciones climáticas para el área experimental, ubicada en el municipio de Villa Nueva son las siguientes: Precipitación media anual 1,212.2 mm distribuidos en 110 días en los meses de mayo a octubre. Temperatura media anual de 18.3 °C. Humedad relativa media: 79 por ciento, insolación promedio: 6.65 horas/día: 0.33 cal/ cm²/min.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la factibilidad de cultivar *Pleurotus ostreatus* sobre rastrojos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) y de corona del fruto de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merril).

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

4.2.1. Evaluar diferentes combinaciones de rastrojo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) y de corona del fruto de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merril), en base al rendimiento en peso fresco de carpóforos de *Pleurotus ostreatus* como indicador.

4.2.2. Evaluar diferentes combinaciones de rastrojo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mille) y de corona del fruto de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merril), en base a la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* como indicador.

5. HIPOTESIS

5.1. Al menos uno de los tratamientos evaluados presentará mayor rendimiento en peso fresco .

5.2. Al menos uno de los tratamientos evaluados presentará mayor eficiencia biológica.

6. METODOLOGÍA

6.1. MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la elaboración del sustrato se hizo uso de los subproductos que se derivan del rastrojo de tomate (*Lycopersicum esculentum Miller*) y de corona del fruto de la piña (*Ananas comosus (L.) Merrill*), y mezclas de estos productos en proporciones 1:1, 1:2, 2:1, 2:3, 3:2, 1:4 y 4:1. Se considera que estos son materiales lignocelulósicos y apropiados para el cultivo de hongos, ya que en ellos se observó crecimiento de hongos, en pruebas realizadas previamente.

6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Debido a que las condiciones donde se realizó el experimento son bastante homogéneas y no se observa ningún tipo de gradiente que pudiera inducir variación en los tratamientos, se eligió un diseño completamente al azar con 9 tratamientos, más el testigo y 6 repeticiones de cada uno.

6.3. UNIDADES EXPERIMENTALES

Cada unidad experimental constó de una bolsa de 100 gramos de cada uno de los sustratos utilizados: rastrojos de tomate (*Lycopersicum esculentum*) y la corona del fruto de la piña (*Ananas comosus*), en las proporciones ya indicadas. Como testigo se utilizó el material obtenido de la pulpa de café. Se utilizaron un total de 60 unidades experimentales que sirvieron como medio de cultivo de la cepa ECS-110 de ***Pleurotus ostreatus***, proveniente del Sureste de Chiapas, México.

6.4. TRATAMIENTOS

La aleatorización de los tratamientos que se evaluaron en este experimento, relativo a la composición del sustrato, se describe en el croquis de la figura 3:

T7P3	T5P5	T10P0	T0P0	T4P6	T2P8
T0P10	T10P0	T4P6	T6P4	T0P0	T0P10
T2P8	T5P5	T6P4	T10P0	T5P5	T8P2
T10P0	T7P3	T7P3	T8P2	T8P2	T7P3
T5P5	T10P0	T0P10	T3P7	T5P5	T0P0
T3P7	T0P0	T0P0	T10P0	T8P2	T4P6
T0P0	T3P7	T6P4	T4P6	T0P10	T2P8
T4P6	T8P2	T7P3	T2P8	T7P3	T6P4
T8P2	T6P4	T0P10	T0P10	T2P8	T6P4
T2P8	T3P7	T5P5	T3P7	T4P6	T3P7



Figura 3. Aleatorización de los tratamientos evaluados para el cultivo del hongo **Pleurotus Ostreatus**

DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS:

Cada unidad experimental (cada bolsa) deberá contener 100 gramos de sustrato, con la siguiente composición:

T10P0 = Únicamente rastrojo de tomate.

- T0P10 = Únicamente corona del fruto de la piña.
- T5P5 = Rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 1:1 (50 por ciento tomate y 50 por ciento piña).
- T6P4 = Rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 3:2 (60 por ciento tomate y 40 por ciento piña).
- T4P6 = Rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 2:3 (40 por ciento tomate y 60 por ciento piña).
- T7P3 = Rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 2:1 (67 por ciento tomate y 33 por ciento piña).
- T3P7 = Rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 1:2 (33 por ciento tomate y 67 por ciento piña).
- T8P2 = Rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 4:1 (80 por ciento tomate y 20 por ciento piña).
- T2P8 = Rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 1:4 (20 por ciento tomate y 80 por ciento piña).
- T0P0 = Pulpa de café (testigo)

6.5. VARIABLE RESPUESTA

La variable que se midió, para determinar el efecto de los tratamientos es el el peso fresco de los carpóforos y el peso de hongos frescos en kilogramos cosechados por kilogramo de sustrato en peso seco (eficiencia biológica), durante el lapso comprendido entre la inoculación del sustrato y la segunda cosecha.

6.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El procedimiento que se siguió para realizar el experimento comprende las siguientes etapas:

- Se obtuvo micelio de un carpóforo representativo, utilizando un bisturí estéril o un asa estéril.
- Se inocularon cuatro porciones de micelio en cada caja petri (15 cajas en total) conteniendo PDA (Agar papa-dextrosa), dentro de una cámara de flujo laminar.
- Se incubaron los inóculos de las 15 cajas petri a una temperatura promedio de 28 °C, en una incubadora microbiológica, por un lapso de 2 a 3 semanas hasta que el micelio colonizara completamente la superficie del agar.
- Luego se preparó el sustrato primario intermedio que es el sorgo, el cual se limpió, hidrató en agua limpia y pura durante 15 horas. Posteriormente se escurrió y se separó en porciones de 200 gramos que se colocaron en bolsas de polipapel enrollando el sustrato con la bolsa, sellándolas con cinta adhesiva.
- El sustrato primario se pasteurizó a 121 °C durante 30 minutos, dejando luego que se enfriara.
- Con un bisturí estéril se cuadriculó el agar en trozos de aproximadamente 1 cm² de superficie, dentro de una cámara de flujo laminar.
- Se inoculó el sustrato primario dentro de una campana de flujo laminar, colocando 1 a 2 cuadritos de 1 cm² de agar por bolsa de 200 gramos, que se

cerraron procurando compactar el sustrato primario.

- Las 36 bolsas inoculadas se incubaron en la obscuridad, por un tiempo de 15 a 21 días a una temperatura de 28 °C, hasta que el micelio cubrió totalmente los granos de sorgo. La obscuridad necesaria se logró cubriendo el pequeño invernadero con plástico negro y realizando el proceso de inoculación y las lecturas posteriores con una lámpara fluorescente de color azul, que es rica en longitudes de onda corta del espectro electromagnético.

- Aproximadamente 6 días antes de que concluyera el crecimiento del micelio en el sustrato primario intermedio, se preparó el sustrato final, fermentando los sustratos definitivos durante 5 días (en sus respectivas bolsas), período después del cual se pasteurizaron a una temperatura de 90 °C durante 45 minutos.

- Se realizó la siembra final en bolsas transparentes de polietileno de 30 x 45 cm que contenían las 5 lb del sustrato final. En esta etapa se mezclaron en capas alternas el sustrato final y los granos-hongo del sustrato primario. Se tuvo cuidado de evitar contaminantes.

- Se anudaron las bolsas sembradas, para cerrarlas, tratando de eliminar todo el aire de su interior. Se colocaron en anaqueles a una temperatura de 28 °C, en la obscuridad durante un período de 15 a 21 días. Se perforaron unos 800 agujeros en estas bolsas, al segundo día de sembradas, con una tablilla con clavos.

- Cuando se observó un crecimiento miceliar abundante y se formó una superficie blanco-algodonoza sobre el sustrato final, se retiraron las bolsas y se

colocaron los sustratos con hongos en la sala de fructificación, respetando el diseño previsto. Se controló la aereación del invernadero y se hicieron riegos para evitar el resecamiento de los sustratos. Los primordios o cuerpos fructíferos aparecieron dos días después de haber llevado los pasteles al invernadero, habiendo desarrollado bien al cuarto día, con probabilidad de haber alcanzado su madurez comercial.

- La cosecha de los carpóforos frescos se realizó a los cuatro días de haber llevado los pasteles al invernadero y se hizo cortando el estipete (de abajo hacia arriba) con un bisturí estéril. Luego se pesaron para calcular su eficiencia biológica.

6.7. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

6.7.1. MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico utilizado para el análisis de la información en este diseño experimental es:

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

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 i-ésimo tratamiento

ξ_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

6.7.2. ANÁLISIS DE VARIANZA

A La información generada se le hizo un Análisis de Varianza (ANDEVA), para determinar que tratamientos presentan diferencias significativas al 10% de significancia en el rendimiento en peso fresco de carpóforos y en su eficiencia biológica. A los resultados que presentaron diferencias significativas entre tratamientos, se les aplicó la prueba de medias de Duncan al 5%, para su correspondiente agrupación.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. DATOS SOBRE PESO DE CARPÓFOROS Y EFICIENCIA BIOLÓGICA

Se realizó la cosecha del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en cada una de las unidades experimentales que se sembraron de acuerdo al diseño y distribución presentado en este experimento. En el cuadro 4 se presentan los resultados del peso fresco de los carpóforos (en gramos), obtenidos en cada una de las dos cosechas realizadas en las unidades experimentales. Se presenta, también el peso total acumulado, en gramos, de las dos cosechas realizadas, para cada una de las unidades experimentales.

En el cuadro 5 se presentan los resultados de peso total y peso promedio por unidad experimental en gramos, así como el porcentaje de eficiencia biológica (EB), para cada uno de los tratamientos evaluados.

Los resultados que se reportan en estos cuadros, permiten hacer inferencias sobre el grado de incidencia que tiene el sustrato utilizado en la etapa de fructificación del hongo. En el cuadro 4 se observa que en la segunda cosecha se obtienen rendimientos menores en peso fresco de carpóforos, si se compara con los rendimientos de la primera cosecha. En este cuadro, también se puede observar que de todos los tratamientos utilizados, exceptuando el testigo, es el tratamiento identificado como T0P10 (corona del fruto de la piña, como sustrato), con el que se obtuvo el mayor rendimiento, en cuatro de las 6 repeticiones evaluadas.

En el cuadro 5, se observa que los mayores valores de peso total (810.2 gramos), peso promedio por unidad experimental (135.03) y Eficiencia Biológica (135.03%) se obtienen con el tratamiento testigo (pulpa de café), identificado como T0P0. El segundo lugar de mayor rendimiento y mayor eficiencia biológica se obtuvo con el uso de la corona del fruto de piña como sustrato, identificado como T0P10, con valores de 618.6 gramos, 103.1 gramos y 103.1%, respectivamente.

Cuadro 4. Peso fresco de carpóforos, en gramos, por unidad experimental

Tratamiento	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3			Repetición 4			Repetición 5			Repetición 6		
	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL
T10P0	41.3	12.0	53.3	55.8	5.1	60.9	59.1	20.3	79.4	50.5	13.1	63.6	65.3	10.6	75.9	63.2	18.3	81.5
T0P10	75.1	25.3	100.4	80.5	17.4	97.9	82.3	26.6	108.9	88.2	18.7	106.9	80.3	20.5	100.8	78.3	25.4	103.7
T5P5	59.8	20.0	79.8	57.7	16.4	74.1	68.2	12.3	80.5	73.5	11.1	84.6	60.9	28.1	89.0	64.6	20.1	84.7
T6P4	42.1	13.1	55.2	60.1	14.3	74.4	55.4	12.8	68.2	54.6	16.9	71.5	50.3	17.1	67.4	52.5	15.9	68.4
T4P6	70.5	26.5	97.0	67.1	19.9	87.0	69.4	16.2	85.6	45.1	14.8	59.9	88.2	17.1	105.3	50.1	15.3	65.4
T7P3	55.3	10.9	66.2	52.2	13.1	65.3	50.4	16.9	67.3	49.3	12.6	61.9	60.1	13.0	73.1	58.6	12.1	70.7
T3P7	59.5	20.4	79.9	68.3	16.9	85.2	75.1	15.3	90.4	70.3	18.1	88.4	58.9	19.3	78.2	78.5	14.8	93.3
T8P2	52.0	8.9	60.9	49.5	10.3	59.8	63.2	9.5	72.7	65.7	11.1	76.8	55.3	8.9	64.2	51.2	11.4	62.6
T2P8	78.2	12.3	90.5	69.4	22.5	91.9	91.3	16.8	108.6	89.2	19.4	108.6	64.1	18.9	83.0	79.5	12.4	91.9
T0P0	90.2	25.4	115.6	100.3	28.2	128.5	120.1	40.3	160.4	92.8	38.3	131.1	85.3	28.9	114.2	110.3	50.1	160.4

Cuadro 5. Peso total de carpóforos, peso promedio por unidad experimental y eficiencia biológica para cada tratamiento

Tratamiento	Peso total (g)	Peso promedio por unidad experimental (g)	Eficiencia Biológica (%)
T10P0	414.6	69.1	69.1
T0P10	618.6	103.1	103.1
T5P5	492.6	82.1	82.1
T6P4	405.0	67.5	67.5
T4P6	500.4	83.4	83.4
T7P3	404.4	67.4	67.4
T3P7	515.4	85.9	85.9
T8P2	397.2	66.2	66.2
T2P8	574.2	95.7	95.7
T0P0 (TESTIGO)	810.22	135.04	135.04

Como se observa en los cuadros anteriores, el mayor peso fresco de carpóforos se obtuvo en la unidad experimental identificada como la repetición 3 del testigo (pulpa de café como sustrato), con un peso total de 160.8 gramos. El menor peso fresco de carpóforos se obtuvo en la unidad experimental identificada como repetición 1 del tratamiento T10P0 (rastrojo de tomate), con un peso de 53.3 gramos. Coincidentemente, fue en estos dos tratamientos en los que se obtuvo el mayor rendimiento de carpóforos frescos con un peso total de 810.22 gramos (pulpa de café como sustrato) y el menor rendimiento de carpóforos frescos con un peso total de

414.6 (rastrojo de tomate como sustrato).

Los resultados relativos a la eficiencia biológica, reportados en el cuadro 5, muestran que el mayor valor, 135.04%, se obtuvo con el testigo (pulpa de café como sustrato) y el menor valor, 66.2%, se obtuvo con el tratamiento T8P2 (rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 4:1).

Se puede apreciar en el cuadro 5 que, después del testigo (pulpa de café como sustrato), el tratamiento identificado como TOP10 (corona del fruto de piña) obtuvo los mejores resultados en cuanto a rendimiento en peso fresco de carpóforos, con un valor de 618.6 gramos y en la eficiencia biológica, con un valor de 103.1%. A pesar de ello, se aprecia que hay una notable diferencia con el valor de eficiencia biológica de 135.04%, que se obtuvo con el sustrato de pulpa de café (Tratamiento TOP0).

El comportamiento de los sustratos, ante la ausencia de análisis bromatológico, puede especularse que la corona tenga una mayor lignificación y debido a que de esta estructura se producen los hijuelos, haya una mejor calidad y cantidad de nutrientes que en tallos y hojas de tomate.

7.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con el objeto de comparar los resultados obtenidos en el rendimiento de peso fresco de carpóforos se realizó un análisis de varianza. En el cuadro 6 se presentan los resultados del Análisis de Varianza de los resultados de las variables: peso de carpóforos y eficiencia biológica.

Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza de las variables peso de carpóforos y Eficiencia Biológica

FUENTE DE VARIACION	GL	PESO DE CARPÓFOROS		EFICIENCIA BIOLÓGICA	
		VALOR DE F	PR>F	VALOR DE F	PR>F
MODELO	9	23.92	0.0001*	23.92	0.0001*
ERROR	50	-----	-----	-----	-----
TOTAL	59	-----	-----	-----	-----

* Significancia estadística

Como se puede observar en el cuadro 6, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, lo que constituye un indicador de la incidencia que tienen los sustratos en el rendimiento y eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus*. En la fase experimental se pudo observar que es en la etapa de la fructificación del hongo donde más incidencia tienen la calidad de los sustratos utilizados. El hongo asimila a diferentes velocidades los nutrientes que se le proveen en los pasteles que se prepararon con las distintas proporciones de sustratos, lo cual se refleja en el valor de eficiencia biológica determinada en cada tratamiento.

Debido a que en la prueba de ANDEVA se obtuvieron diferencias altamente significativas en los tratamientos evaluados, se aplicó la prueba de Duncan para establecer con el 95% de confianza la forma en que se agrupan los tratamientos. Los resultados de este análisis se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Prueba de medias para el rendimiento en peso fresco de carpóforos y la Eficiencia Biológica de los tratamientos evaluados en *Pleurotus ostreatus*

Tratamiento	Media Peso fresco y Eficiencia Biológica	Duncan al 5%
Pulpa de café (T0P0)	135.00	A
Corona del fruto de piña (T0P10)	103.17	B
Rastrojo de tomate y Corona del fruto de piña en proporción 1:4 (T2P8)	96.00	B C
Rastrojo de tomate y Corona del fruto de piña en proporción 1:2 (T3P7)	85.67	C D
Rastrojo de tomate y Corona del fruto de piña en proporción 2:3 (T4P6)	83.33	C D
Rastrojo de tomate y Corona del fruto de piña en proporción 1:1 (T5P5)	82.33	D
Rastrojo de tomate (T10P0)	69.17	E
Rastrojo de tomate y Corona del fruto de piña en proporción 3:2 (T6P4)	67.33	E
Rastrojo de tomate y Corona del fruto de piña en proporción 2:1 (T7P3)	67.33	E
Rastrojo de tomate y Corona del fruto de piña en proporción 4:1 (T8P2)	66.33	E

Los resultados obtenidos con la prueba de Duncan al 5%, referidos en el cuadro 7, muestran claramente que cultivar el hongo en el sustrato de pulpa de café, tratamiento T0P0, da los mejores rendimientos en peso fresco de carpóforos y en eficiencia biológica, con un valor de 135.00 para ambos. En el experimento realizado, este es el tratamiento testigo o comparador, pues ya se tenía conocimiento previo de

constituir un buen sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. De los tratamientos evaluados y sometidos a comparación con el testigo y que están constituidos por diferentes proporciones de dos diferentes sustratos: rastrojos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y la corona del fruto de la piña (*Ananas comosus*), el que dio mejores resultados en peso fresco de carpóforos y eficiencia biológica fue el tratamiento T0P10 que consiste en únicamente el sustrato de la corona del fruto de la piña, con un valor de 103.17 gramos y 103.17%, respectivamente. La prueba de Duncan al 5% determina que existe diferencia significativa entre estos dos tratamientos que aparecen con la letra "A" el de pulpa de café y con la letra "B" el de corona del fruto de la piña.

La corona del fruto de pina a pesar de no superar al testigo si obtuvo una Eficiencia Biológica superior al 100%, lo que la convierte en una alternativa para el cultivo del hongo Pleurotus, siempre y cuando estos productos de desecho estén disponibles y a un bajo costo. La importancia de lo indicado radica en el hecho que existe la posibilidad que el mejor sustrato evaluado (pulpa de café) no este disponible o su obtención implique un costo muy alto.

En contraposición a estos resultados, se evidencia que el tratamiento identificado como T8P2, constituido por rastrojos de tomate y corona del fruto de piña en proporción 4:1 (80% de tomate y 20% de piña) fue el que dio el mas bajo resultado en rendimiento en peso fresco y en eficiencia biológica, con un valor de 66.33 gramos de rendimiento en peso fresco de carpóforos y un 66.33% de eficiencia biológica. Con la prueba de Duncan al 5% se establece que este resultado es estadísticamente igual a los tratamientos T7P3 (rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en

proporción 2:1), T6P4 (rastrojo de tomate y corona del fruto de piña en proporción 3:2) y T10P0 (únicamente rastrojo de tomate); los cuatro tratamientos aparecen identificados en el cuadro 7 con la letra "E". Resalta aquí el hecho que todos estos tratamientos son los que tienen mayor cantidad de rastrojos de tomate que corona del fruto de piña en el pastel que se preparó.

Los tratamientos T0P10 (únicamente corona del fruto de piña) y T2P8 (20% de rastrojos de tomate y 80% de corona del fruto de piña) forman un solo grupo identificado con la letra "B", es decir entre los dos tratamientos no existe diferencia estadística significativa, con base en la prueba de Duncan al 5%. Debe observarse que son los tratamientos que ocupan el segundo lugar y que tienen en su composición el mayor porcentaje de corona del fruto de piña y tuvieron una media de 103.17 y 96.00 respectivamente tanto en rendimiento fresco de carpóforos como de eficiencia biológica.

Siguiendo este mismo comportamiento, los tratamientos T2P8 (20% de rastrojos de tomate y 80% de corona del fruto de piña), T3P7 (33% de rastrojos de tomate y 67% de corona del fruto de piña) y T4P6 (40% de rastrojos de tomate y 60% de corona del fruto de piña) forman un mismo grupo identificado con la letra "C", debido que según la prueba de Duncan al 5% no existe diferencia estadística significativa en sus resultados. Nuevamente en este grupo se evidencia la existencia de un mayor porcentaje de corona de fruto de piña que de rastrojos de tomate en la mezcla. Estos tres tratamientos tuvieron, en su orden, 96.00, 85.67 y 83.33 como valor de peso fresco de carpóforos y eficiencia biológica.

El grupo "D" de la prueba de Duncan al 5% quedó conformado por los

tratamientos T3P7 (33% de rastrojos de tomate y 67% de corona del fruto de piña), T4P6 (40% de rastrojos de tomate y 60% de corona del fruto de piña) y T5P5 (50% de rastrojos de tomate y 50% de corona del fruto de piña), con valores, en su orden, de 85.67, 83.33 y 82.33 de peso fresco de carpóforos y eficiencia biológica. Nuevamente y ya en forma generalizada se puede indicar que se va a tener un mayor rendimiento en peso fresco de carpóforos y una mayor eficiencia biológica si en la mezcla se tiene un mayor porcentaje de corona del fruto de piña. Existe una correspondencia que sugiere que a mayor contenido de corona del fruto de piña, se tendrán mayores valores de rendimiento en peso fresco y de eficiencia biológica.

En la figura 2 se muestran gráficamente los resultados de rendimiento en peso fresco de carpóforos y eficiencia biológica obtenidos para todos los tratamientos evaluados, de tal forma que sea más fácil apreciar las diferencias numéricas ya indicadas en el cuadro 7 y discutidas en los párrafos anteriores.

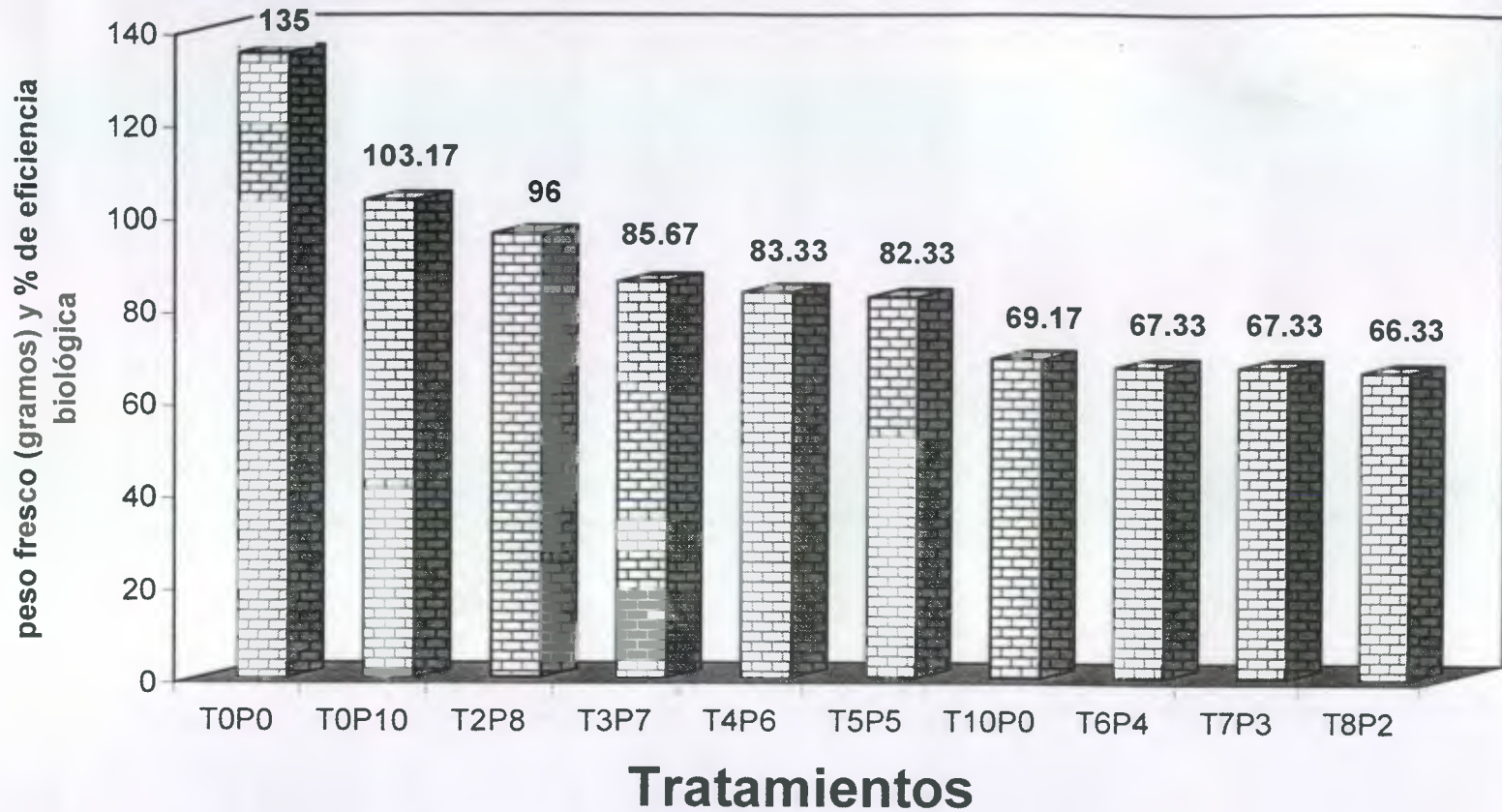


Figura 2. Rendimientos en peso fresco de carpóforos y eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en diez sustratos evaluados

8. CONCLUSIONES

- 8.1. El mejor de los tratamientos evaluados en la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*, a excepción del tratamiento consistente en pulpa de café, es la corona del fruto de piña, sin mezclarla con rastrojos de tomate.
- 8.2. El único tratamiento de los evaluados que dio un porcentaje de eficiencia biológica superior al 100% fue el que contenía únicamente la corona del fruto de piña.
- 8.3. Todos los tratamientos, con excepción del que contenía únicamente la corona del fruto de la piña, tienen eficiencias biológicas menores al 100%, por lo que no se consideran adecuados para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1. Utilizar la corona del fruto de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merril) en el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

- 9.2. No utilizar mezclas de rastrojos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) y de corona del fruto de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merril) para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*.

10. BIBLIOGRAFIA

1. GODOY MENDEZ, C.R. 1997. Cultivo de una cepa mexicana de *Pleurotus ostreatus* utilizando como substrato aserrín de caoba y cedro, fibra de coco y olote de maíz. Tesis Químico Biólogo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 59 p.
2. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geografico Militar. Esc. 1:600,000.
3. GUATEMALA. INSTITUTO DE SISMOLOGIA VULCANOLOGÍA METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registros climáticos de la estación experimental del INSIVUMEH de los años 1937-1990. Sin publicar.
4. LEAL, L.H. 1985. El cultivo del champiñón y otros macromicetos comestibles. In: R. Quintero R (compilador). Perspectiva de la Biotecnología en México. México. Fundación Barrios Sierra. p 235-257.
5. LÓPEZ, A. 1994. El aprovechamiento de las esporas de *Pleurotus ostreatus* para el cultivo casero. Xalapa, México. Universidad Veracruzana, Centro de Genética Forestal. Notas Técnicas no. 22. p. 6- 14.
6. _____. 1995. Cultivo de setas, guía ilustrada. Xalapa, México. Universidad Veracruzana, Centro de Genética Forestal. Programa Nacional de Promoción de Cultivo de los Hongos Comestibles. p 23 – 35.
7. MAYELA, JUSTO; et al,. 1999. Fraccionamiento de nitrógeno y perfil proteínico de tres cepas mexicanas de setas de *Pleurotus ostreatus*. Irapuato, México. Instituto de Ciencias Agrícolas. 13 p.
8. _____. 1999. Valor nutritivo de setas (*Pleurotus ostreatus*) cultivadas en desechos de aguacate y piña. Irapuato, México. Instituto de Ciencias Agrícolas. 17 p.
9. MAIREN LEON, E.A. 1994. Estudio del efecto en el rendimiento de cuatro diferentes sustratos sobre tres cepas comerciales del hongo comestible shiitake (*Lentinula edodes* (Berck) Plegier) bajo condiciones ambientales naturales en el municipio de Tecpan, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 70 p.



Vº. Bº.

Miriam De La Roca

11. APENDICES

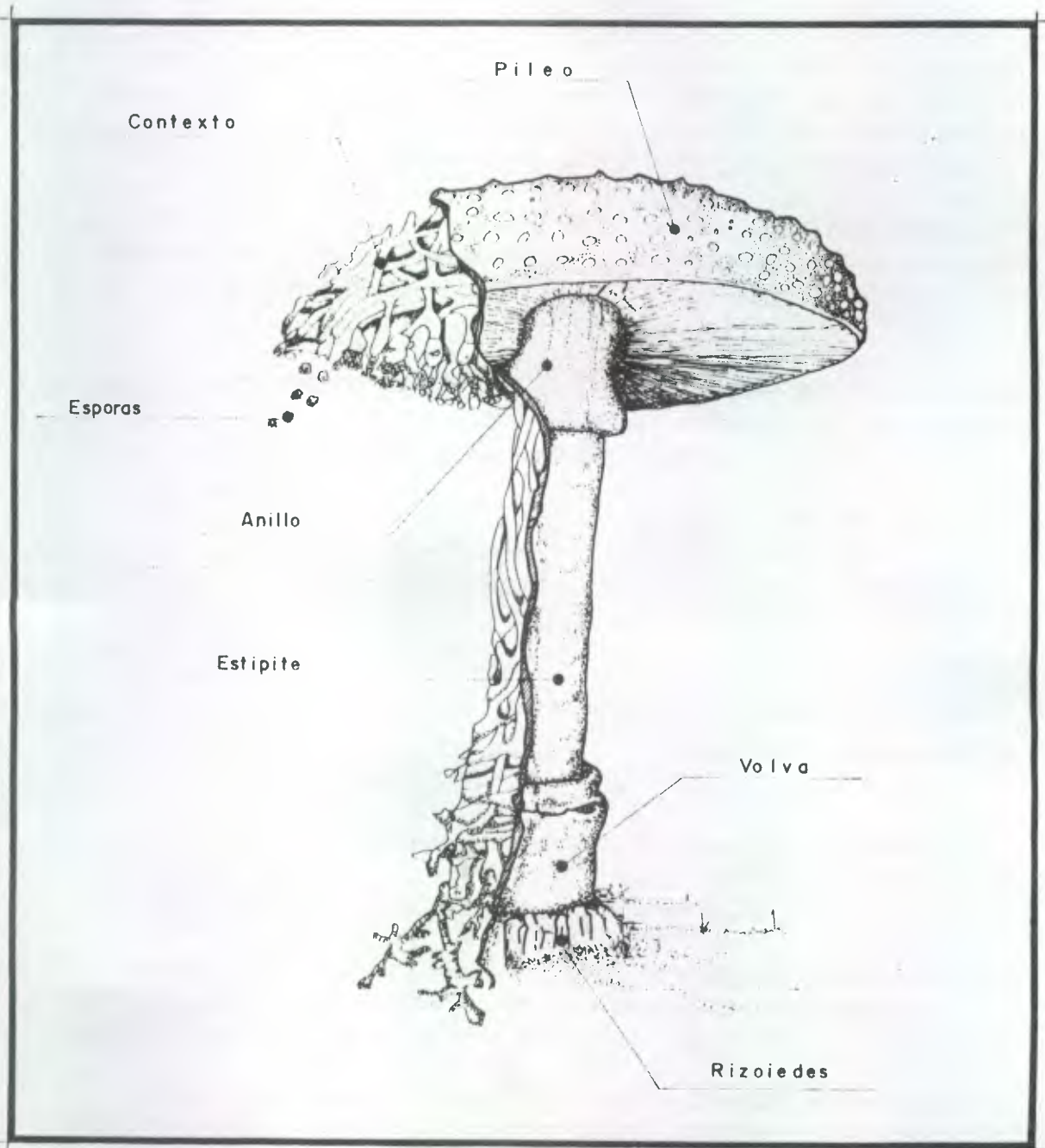


FIGURA 3. Partes de un Macromiceto.



FIGURA 1. Corona del Fruto de la Piña.



FIGURA 2. Rastrojo del Tomate.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

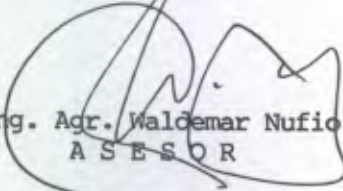
LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL RASTROJO DE TOMATE (Lycopersicum esculentum) Y LA CORONA DEL FRUTO DE PIÑA (Ananas comosus) Y SUS MEZCLAS EN EL CULTIVO DE LA CEPA ESC OÍLO DE PLEUROTUS (Pleurotus ostreatus)".

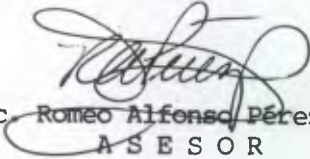
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GERMAN LAZO LEMUS

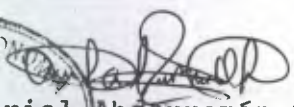
CARNET No: 8015106

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juarez
Lic. Julio Gerardo Chinchilla V.

Los Asesores 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.


Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
A S E S O R


Lic. Romeo Alfonso Pérez Morales
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
D I R E C T O R D E L I I A .

I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>

