

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

Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays* L.) y cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.) como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

TESIS

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

POR

Donald Alfredo García Ramos

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

**CON EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

Guatemala, octubre de 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Prof. Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO:	Br. José Baldomero Sandoval Arriaza
SECRETARIO:	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, Octubre de 2,000

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

Señores miembros:

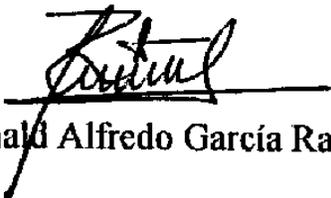
De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays* L.) y cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.) como sustratos para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,


Donald Alfredo García Ramos

ACTO QUE DEDICO

- A:**
- Dios** Padre nuestro, gracias por la existencia y la oportunidad que me das de alcanzar este logro.
- Mis Padres** José Mario García Carcuz y Virginia del Carmen Ramos Ruano de García, esto es solo un pequeño agradecimiento a todos sus sacrificios.
- Mis Hermanos** Johan, Fátima y Ludwing, con todo el cariño de una vida compartida juntos, esperando que este triunfo sea un incentivo para su superación.
- Mi Hermana** Ada Celina García Cuyún, con un cariño muy especial.
- Mis Abuelos** Manuel María Ramos López, Venancia Ruano Ortega, Luis Fabián García Arévalo (QEPD), como un homenaje a su memoria.
- Mi Abuelita** Lorenza Carcuz, gracias por esa forma tan especial de querernos.
- Mis Tíos** A todos con mucho cariño, pero en especial a Leonardo de Jesús Ramos Ruano y Otilia Rodríguez, por el amor y paciencia que siempre me han tenido.
- Mis Primos** Gracias a todos el cariño que me han brindado, especialmente a Sindy, Alvinsy, Vicky y Yanci.
- Mis Padrinos** Angel O. Archila Ortiz y Consuelo Alvarado Alvarado de Archila, mis segundos padres, por su cariño y apoyo desinteresado.
- Mis Amigos y Amigas** Gracias por su amistad y esos gratos momentos compartidos.
- Mis Compañeros** Selvin Orellana, Angel Sandoval, Marvin Teo, Carlos Sagastume, Geovany García, Luis Cordón, Estuardo Salguero, Roderico Pineda, Nery Portillo, Nestor Rodríguez, Cristian Marín, Francisco Fajardo, Lorena Córdova, Glenda Lee, Lili Elías, Ruth Palma, Eddy González, Zuriel Castañaza, Sergio Ramírez, agradeciéndoles a todos su amistad y el apoyo brindado en el tiempo compartido.

TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA, JARDÍN DE LA ETERNA PRIMAVERA.

JALAPA PEDACITO DE TIERRA, DONDE VIERA POR PRIMERA VEZ LA LUZ.

LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS POR
QUE EN SUS AULAS ME FORMARA COMO UN PROFESIONAL.

EL CENTRO UNIVERSITARIO DE SURORIENTE, INICIO DE MI VIDA
UNIVERSITARIA.

LA ESCUELA DE CIENCIAS COMERCIALES REPÚBLICA DE AUSTRIA.

EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA REPÚBLICA DE AUSTRIA.

LA ESCUELA OFICIAL DE COMUNIDAD DE RUIZ, EN CUYAS AULAS
PRINCIPIARA EL CAMINO DE MI FORMACION ESTUDIANTIL.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Lic. Romeo Alfonso Pérez Morales, por su apoyo y orientación para la realización de la presente investigación.

A Mario Rolando Aguilar y familia por el apoyo incondicional que siempre he recibido de su parte, muchas gracias.

A Claudia Pérez, por la invaluable ayuda prestada en la búsqueda y adquisición de la literatura que sirviera como base para la presente investigación.

A Juan Francisco Montenegro F. por el apoyo brindado en la realización de la presente .

A mis amigos, Víctor Hugo Prado y Boris García por la colaboración brindada en la realización de la presente.

Y a todas aquellas personas sin cuya ayuda no hubiese sido posible el llevar a cabo este trabajo de tesis.

INDICE

	TEMA	PAG.
1.	INTRODUCCION	1
2.	JUSTIFICACION	3
3.	MARCO TEORICO	4
	3.1 ANTECEDENTES	4
	3.2 MARCO CONCEPTUAL	4
	3.2.1 LOS HONGOS	4
	3.2.2 MACROMICETOS	5
	3.2.2.1 VALOR NUTRITIVO DE LOS HONGOS	6
	3.2.2.2 TAXONOMIA DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>	8
	3.2.2.3 CARACTERISTICAS DE PLEUROTUS	8
	3.2.2.4 PRODUCCIÓN DE PLEUROTUS	10
	3.2.2.4.1 PREPARACION DE INÓCULO	10
	3.2.2.4.2 LA PREPARACION DEL SUSTRATO	11
	3.2.2.4.3 SIEMBRA E INCUBACION	12
	3.2.2.4.4 LA FRUCTIFICACION	13
	3.2.2.4.5 COSECHA	13
	3.2.2.4.6 RENDIMIENTOS	14
	3.2.2.5 SUSTRATOS UTILIZADOS PARA LA PRODUCCION DE PLEUROTUS	14
	3.2.2.5.1 PARA LA PREPARACION DEL INOCULO	14
	3.2.2.6.2 PARA LA FRUCTIFICACION	15
	3.2.2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES	17
	3.2.2.7.1 CONTAMINACIONES	17
	3.2.2.7.2 PRESENCIA DE PLAGAS	17
	3.2.2.7.3 ENFERMEDADES	18
	3.2.3 SUSRATOS A UTILIZAR	19
	3.2.3.1 EL ARROZ	19
	3.2.3.1.1 ASPECTOS GENERALES	19
	3.2.3.2 EL MAIZ	20
	3.2.3.2.1 ASPECTOS GENERALES	20
	3.3 MARCO REFERENCIAL	21
	3.3.1 LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO	21
	3.3.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS	21
4.	OBJETIVOS	22
	4.1 GENERAL	22
	4.2 ESPECIFICOS	22
5.	HIPOTESIS	22
6.	METODOLOGIA	23
	6.1 MATERIAL EXPERIMENTAL	23
	6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	23
	6.3 TRATAMIENTOS	24
	6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
	6.4.1 PROCEDIMIENTO	24
	6.5 VARIABLE RESPUESTA	26
	6.6 ANALISIS ESTADISTICO	26

7.	RESUSTADOS Y DISCUSION	27
7.1	CUADROS DE DATOS	27
7.1.1	PESO DE CARPÓFOROS	27
7.1.2	EFICIENCIA BIOLÓGICA	28
7.1.3	PORCENTAJE DE PRODUCCION	29
7.2	ANALISIS ESTADISTICO	31
7.2.1	ANALISIS DE VARIANZA	31
7.2.2	CONTRASTES ORTOGONALES	32
8.	CONCLUSIONES	34
9.	RECOMENDACIONES	35
10.	BIBLIOGRAFIA	36
11.	ANEXOS	38

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

TABLA #		PAG.
1.-	VALOR ALIMENTICIO COMPARATIVO DE LOS HONGOS CON RESPECTO A OTRAS FUENTES ALIMENTICIAS.	7
2.-	COMPOSICIÓN PROXIMAL DE ALGUNAS ESPECIES DE HONGOS COMESTIBLES.	7
3.-	ARREGLO EXPERIMENTAL.	24

CUADRO #		PAG.
1.-	VALORES ÓPTIMOS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO DE <i>Pleurotus spp.</i>	10
2.-	FAMILIA DE INSECTOS PLAGA EN EL CULTIVO DE <i>Pleurotus ostreatus</i> .	17
3.-	TRATAMIENTOS, CODIGO Y DESCRIPCIÓN.	24
4.-	PESO FRESCO DE CARPÓFOROS POR UNIDAD EXPERIMENTAL EXPRESADOS EN GRAMOS	27
5.-	PESO DE CARPÓFOROS POR TRATAMIENTO, PESO PROMEDIO POR UNIDAD EXPERIMENTAL Y PROMEDIO DE EFICIENCIA BIOLÓGICA POR TRATAMIENTO.	27
6.-	EFICIENCIA BIOLÓGICA DE CADA UNA DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.	28
7.-	PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD EXPERIMENTAL	29
8.-	PROMEDIO DE PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO.	30
9.-	RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA.	31
10.-	RESUMEN DE CONTRASTES ORTOGONALES.	32

Utilización de rastrojos de maíz (*Zea mays L.*) y cascarilla de arroz (*Oriza sativa L.*) como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*.

Use corn stubble and rice small thin shell as substrate for to grow *Pleurotus ostreatus* mushroom.

RESUMEN

El mundo tiene puestas muchas esperanzas en los hongos como una fuente de alimentos para la humanidad en el futuro, ya que para su cultivo se utilizan desechos agroindustriales de bajo valor energético, reducido costo económico y los resultados obtenidos son alimentos de alto valor nutritivo.

Pleurotus ostreatus es un hongo comestible que puede ser cultivado en un sin número de residuos vegetales lignocelulósicos; posee una gran importancia tanto por su aporte alimenticio, como por su valor ecológico, el cual lo obtiene al degradar subproductos agrícolas que son fuente de contaminación en diferentes partes del mundo y además de degradarlos es capaz de darles un valor extra a los mismos antes de ser utilizados como alimento para ganado o bien como materia orgánica que puede mejorar la fertilidad y la textura de los suelos.

En el presente caso, fueron utilizados el rastrojo de maíz y la cascarilla de arroz individualmente y sus mezclas en tres diferentes proporciones (1:1, 2:1 y 1:2), además de la pulpa de café como testigo.

El proceso de producción se inició a partir de micelio certificado, el cual se inoculó inicialmente en granos de sorgo, para la producción de inóculo primario, el cual se sembró nuevamente en sorgo 15 días después, para la producción de inóculo secundario. Luego el micelio secundario se sembró en los sustratos definitivos, se incubaron hasta la obtención de un crecimiento masivo. Inmediatamente se trasladaron a la sala de fructificación donde en condiciones de temperatura y humedad adecuadas fructificaron.

Los carpóforos fueron cosechados de los pasteles (sustratos ya inoculados), llevando un registro de su peso fresco, para posteriormente calcular el porcentaje de Eficiencia Biológica ($\%EB = (\text{Peso fresco de carpóforos} / \text{peso seco de sustrato}) * 100$) y el porcentaje de producción ($\%PR = \%EB / \text{Tiempo}$), que son nuestras variables en estudio..

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y contrastes ortogonales, de donde se concluye que la mezcla de rastrojos de maíz y cascarilla de arroz en relación 2:1 (Tratamiento No. 5) proporciona los mejores resultados de porcentaje de eficiencia biológica y porcentaje de producción. También se deduce que las otras mezclas son aceptables en su rendimiento (pues superan el 100 por ciento de EB, mínimo requerido) y excluyen a los sustratos individuales debido a su bajo porcentaje de EB.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se mencionan hongos comestibles generalmente todas las personas los relacionan con el hongo cultivado tradicionalmente *Agaricus spp.* “Champiñón” y aunque éste es el que se cultiva comercialmente con mayor frecuencia, es apenas una de las muchas setas que se consumen en todo el mundo.

De hecho en el mundo hay un gran interés sobre muchas otras especies, por ejemplo en Japón los hongos mas cultivados son el Shiitake (*Lentinus edodes*), Hiratake (*Pleurotus ostreatus*) y Nameko (*Pholiota nameko*).

Los hongos difieren de otros cultivos hortícolas por que no dependen de la luz del sol como fuente de energía, ya que ésta proviene de la energía potencial contenida en los constituyentes químicos de los sustratos sobre los cuales se desarrollan. Estos organismos son de gran importancia ecológica, alimenticia y medicofarmacéutica; ya que ayudan a la degradación de la materia orgánica de origen vegetal, proporcionan una fuente de aminoácidos, fibras, vitaminas y minerales a la dieta humana y suplen sustancias que pueden ser utilizadas como medicamentos para uso animal o humano, respectivamente.

Entre los hongos comestibles se encuentra puestas muchas esperanzas como una fuente de alimentación humana para el futuro, ya que para su cultivo se utilizan desechos agroindustriales de bajo costo, de nivel energético reducido y los resultados de la producción dan un alimento de alto valor nutritivo. Además de una fuente de alimento excepcional, *Pleurotus* es capaz de darle un valor extra a los residuos de cosecha de arroz y maíz, antes de ser utilizados como alimentos para ganado o bien como materia orgánica que puede mejorar la fertilidad y la textura de los suelos.

Pleurotus ostreatus es un hongo comestible que puede ser cultivado en diversos sustratos o residuos lignocelulósicos. El cultivo de este hongo constituye una excelente alternativa no sólo por su importancia alimenticia sino también por su aporte ecológico al degradar los subproductos agrícolas que ocasionan problemas de contaminación en muchos países.

Para la producción de este hongo se han empleado en muchos países diferentes subproductos agrícolas entre los cuales se pueden mencionar la paja de arroz, la pulpa de café, rastrojo de ajonjolí, olotes, soya, bagazo de caña, aserrín, cáscaras de maní, entre otros, teniéndose resultados satisfactorios, en algunos casos.

En nuestro país muchos residuos de cosecha no tienen un uso adecuado o solo vienen a convertirse en basura o materia orgánica vegetal en descomposición, por lo que es conveniente buscar una manera de darle un valor de uso a estos rastrojos, entre los cuales encontramos la cascarilla de arroz y los desechos de cosecha del maíz (hojas, tallos, tusas y olotes), los cuales antes de ser utilizados como acondicionantes del suelo pueden prestar sus compuestos lignocelulósicos como fuente de energía para el cultivo de diversos hongos, pero en este caso en especial el cultivo del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*).

Esta investigación conlleva el afán de establecer el cultivo de *Pleurotus* sobre los sustratos de cascarilla de arroz y rastrojo de maíz, para probar a éstos como cama de cultivo y al final del proceso, poder llegar a recomendar los tratamientos que proporcionen los mejores resultados.

2. JUSTIFICACION

En nuestro país gran parte de la población padece altos índices de desnutrición, debido a una dieta mal balanceada, en donde la carencia de proteínas es una de las causas principales. En este entorno los hongos presentan una gran alternativa como una fuente alimenticia de alto valor nutritivo, de bajo coste, de relativa facilidad en su manejo y que se logra obtener a corto tiempo.

Pleurotus ostreatus, es un hongo degradador de desechos vegetales inertes, saprófito, que crece en regiones de clima templado. Esta constituido en un 80 por ciento de agua y a pesar de ello constituye uno de los alimentos más ricos en vitaminas, además de contener la gama completa de aminoácidos necesarios para el buen desarrollo humano, tiene un alto contenido de fósforo, es comestible y su cultivo es relativamente fácil.

Con base en estos datos se hace importante conocer los tipos de sustratos mas adecuados para el cultivo de esta especie primero, porque resulta ser una excelente alternativa como fuente de alimentación humana de alto valor nutritivo y segundo, porque servirán de medios de domesticación de especies silvestres que se recolectarán en el futuro, dentro del Proyecto de la Subárea de Ciencias Químicas.

Con esta investigación se pretende aportar información sobre los sustratos en los cuales crece el hongo en mención, la cual será generada en nuestro país, ya que Guatemala cuenta con pocos conocimientos al respecto.

3. MARCO TEORICO

3.1 ANTECEDENTES.

El crecimiento inmoderado de la población humana requiere un constante incremento en la producción, variedad y calidad de alimentos, asociado a una disminución del coste de está y una reducción de la contaminación causada por los subproductos de los procesos agrícolas. Es por ello que algunos países desarrollados como el Japón han encontrado en los hongos y las algas la solución a este problema. En Japón el cultivo de los hongos a gran escala se viene realizando desde lo que se conoce como el período Edo (1603-1868). (9)

En Guatemala en cambio el cultivo de hongos comestibles se inicio en el año de 1955 con la producción de Champiñones (*Agaricus bisporus*). Posteriormente en 1983 el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial se dedicó a algunos estudios sobre los hongos comestibles; siendo hasta 1986 que apareció la primer planta productora de hongos en Guatemala, la cual se dedico desde entonces a esta actividad de manera comercial. (8)

3.2 MARCO CONCEPTUAL

3.2.1 LOS HONGOS

Los hongos son organismos que forman un grupo diferente de los reinos vegetal y animal, clasificándose dentro del Reino Fungi. Poseen células eucarióticas de tipo heterótrofo, carentes de clorofila portadores de formas de reproducción llamadas esporas. Su forma de reproducción puede ser sexual o asexual. Dependiendo de su tamaño y forma de crecimiento pueden clasificarse en hongos macro y microscópicos; dentro de los hongos macroscópicos están considerados los hongos comestibles, alucinógenos y los venenosos.

En función de su forma y nutrición, los hongos se dividen en tres grandes grupos: los saprófitos, los cuales se alimentan de materia orgánica muerta, los parásitos, que se alimentan de materia orgánica viva y los simbiotes (micorrízicos), que subsisten solo en relación de mutua dependencia con otros organismos. (21)

Los hongos se nutren a través de su pared celular. Tienen la capacidad de producir enzimas para degradar las moléculas de gran tamaño, como la celulosa, lignina y quitina, que no pueden ser absorbidas hacia el interior de la célula.

3.2.2 MACROMICETOS

Los hongos macroscópicos 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 llamado 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. (21) (Ver Fig. 1 en Anexo)

La mayoría de los hongos macroscópicos pueden identificarse por medio de un examen visual en fresco, sin embargo para completar los estudios se recurre a la observación de sus características microscópicas como lo son la forma y dimensiones de sus esporas y sus hifas.

Los criterios taxonómicos tradicionales para la identificación de un hongo son: a) el color el cual es una característica de suma importancia para la identificación de los hongos ya que permite diferenciar especies; b) el píleo o sombrero el que puede ser de formas muy variables (embudo, campanulado, plano, convexo, cilíndrico, giboso, etc.) tener variaciones en sus márgenes (dentado, enrollado, levantado etc.), texturas diversas (húmeda, mucilaginosa, aceitosa, sedosa, tener escamas, vellosidades, estriás brillantes u ornamentaciones); c) el estípite o tallo que puede presentarse o no puede estar ubicado justo abajo del centro del píleo, de manera lateral o excéntrica y algunas veces presentar rizoides, su forma y textura puede ser variada (bulbosa, torcida, rígida, lisa, quebradiza, leñosa, flexible, correosa, etc.); d) el anillo el cual puede o no estar presente en forma de volva en la parte superior del tallo; e) las estructuras que forman el himenio las láminas (su forma, su tamaño, su densidad, la unión con el estípite) la presencia de dientes o de poros; f) el olor y sabor del hongo son características de importancia secundaria. Sin embargo ayudan a la confirmación de algunas especies en particular pudiendo ser agradable, imperceptible, nauseabundo, etc.

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. (Ver Fig. 2) Estas últimas moléculas son normalmente difíciles de degradar por los procesos comúnmente utilizados en el

laboratorio sin embargo el sistema metabólico de estos hongos les permite degradarlos y al hacerlo obtener energía para sus procesos vitales. (21) Los compuestos referidos se encuentran en las formas vegetales y sus desechos y su estructura química compleja les permite permanecer a intemperie por largos periodos sin ser degradados o sufrir mayores transformaciones.

De ahí la importancia de los macromicetos, ya que pueden revalorizar un desecho orgánico. Los macromicetos al crecer y desarrollarse sobre sustratos que contienen estas macromoléculas producen proteínas, enzimas y otras muchas biomoléculas, para satisfacer su propia necesidad de crecimiento y supervivencia. Estos compuestos de manufactura biológica de alto valor pueden ser aprovechados posteriormente para fines alimenticios, médicos, industriales o ecológicos.

3.2.2.1 VALOR NUTRITIVO DE LOS HONGOS

Tradicionalmente se ha considerado a los hongos como un alimento de alta calidad, con sabor y textura apreciable 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. (21) En la tabla número 1 se puede apreciar la comparación de los valores nutricionales de distintos alimentos, incluyendo a los hongos y en la tabla número 2 se muestra la composición proximal de varias especies de macromicetos comestibles.

El mayor interés en el valor nutritivo de los hongos es la cantidad y calidad de la proteína. El contenido de proteína que 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 es el doble de los vegetales exceptuando a la soya, lentejas y chícharos; y cuatro a doce veces mayor que el de las frutas; sin embargo es inferior al de la carne, pescado y lácteos. (21)

Tabla 1. Valor alimenticio comparativo de los hongos, con respecto a otras fuentes alimenticias. (Porcentaje en peso húmedo)

ALIMENTO	% PROTEINA	% GRASA	% FIBRA
Carne de res	86.3	9.7	0.0
Carne de pollo	61.9	7.0	0.0
Carne de cerdo	55.0	35.7	0.0
Huevo	45.8	41.5	0.0
Soya	36.8	39.7	6.3
Incaparina	31.2	5.2	3.1
Leche	27.1	26.5	0.0
Frijol negro	25.0	1.8	4.9
Maíz	12.8	0.9	2.7
Hongos	7.3	3.7	7.5

Fuente Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional. Tabla de Composición de alimentos para América Latina. Citada por Herrera A., K. L. (13)

Tabla 2. Composición proximal de algunas especies de hongos comestibles (Porcentaje Peso Seco)

ESPECIE	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra	Cenizas
<i>Agaricus campestris</i>	89.7	33.2	1.9	8.1	8.0
<i>Boletus edulis</i>	87.3	29.7	3.1	8.0	7.5
<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

Fuente: Chang and Miles, 1987; Sánchez, 1992. Citados por Sánchez Vázquez J.E (1994). (21)

3.2.2.2 TAXONOMIA DEL HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS*

Reino	Fungi
División	Basidiomycotina
Clase	Holobasidiomycete
Subclase	Hymenomycete
Orden	Agaricales
Familia	Tricholomatace
Genero	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>Ostreatus</i>

3.2.2.3 CARACTERISTICAS DEL PLEUROTUS

La mayoría de especies de *Pleurotus* son saprófitos, crecen sobre madera y tienen la habilidad de degradar la celulosa y la lignina. Las especies que más se han utilizado para fines comestibles son *P. ostreatus*, *P. flabellatus*, *P. sajor-caju*, *P. florida*. (21)

Características visibles:

Este género se caracteriza por poseer un pileo de redondeado a aplanado con un diámetro de 4 a 20 cm. El cual puede ser liso a veces algo escamoso en el centro, de 5 a 10 cm de ancho; blanco, grisáceo o café grisáceo con tonos metálicos. El estípote lateral, blanco opaco excéntrico y de consistencia carnosa, regularmente muy corto. Láminas ancas o rosa amarillento en seco, poco o nada unidas entre sí en la base, mas o menos delgadas y con bordes lisos.

Las esporas de 7 a 9 * 3 a 4 micrómetros, son regularmente elípticas, lisas, blancas o de un color claro, no amiloides. (13,22)

Características nutricionales:

Macaya-Lizano indica que como la mayoría de legumbres estos hongos están compuestos en gran parte de agua (80 por ciento) pero constituyen uno de los alimentos más ricos en cierto número de las vitaminas tiamina, riboflavina, los ácidos ascórbico, pantoténico y nicotínico. Además contiene la gama completa de aminoácidos necesarios para el desarrollo del hombre, y su poder nutritivo es comparable el del huevo de gallina, con la ventaja de poseer una cantidad de fósforo mayor a la que poseen la mayoría de legumbres y pocas grasas y colesterol. (18)

Castillo al realizar el análisis proximal de las harinas de *Pleurotus* encontró todos los aminoácidos esenciales además de una amplia gama de aminoácidos no esenciales. (4)

Urreola al realizar un análisis multielemental de estos hongos determino que los elementos presentes en los mismos son: calcio, hierro, potasio, cobre, zinc, manganeso, rubidio, estroncio, titanio plomo y níquel, además de azufre y fósforo. Con lo que se pudo establecer que el hongo en fresco proporciona al hombre los requerimientos diarios de hierro y un cuarto del requerimiento de calcio. (22)

Características de desarrollo:

El crecimiento de este género esta supeditado a ciertos factores como son: la temperatura, la humedad del ambiente y del sustrato, el pH, las concentraciones de CO₂ y O₂ y la luz. Las condiciones más adecuadas de estos factores dependen del tipo de desarrollo que se busca del hongo.

El micelio de *Pleurotus* crece bien en un amplio rango de temperaturas que va desde arriba de los 10°C hasta los 40°C como límite superior, sin embargo la temperatura óptima oscila alrededor de los 25°C para la mayoría de las especies. La temperatura de fructificación varía con la especie pero las especies tropicales fructifican bien en temperaturas entre los 20 y 30°C.

Se sabe que la humedad relativa es un factor sumamente importante en el desarrollo de un hongo, ya que la falta de humedad ambiental inhibe la fructificación.

Cierta literatura reporta que los valores entre los 65-90 por ciento para la mayoría de las especies de *Pleurotus*, sin embargo se ha observado que para el caso de *Pleurotus ostreatus* la mejor humedad ambiental esta en los rangos de 80 a 85 por ciento.

Se ha comprobado que el suministro de luz es necesario para promover la fructificación de este hongo, pero se sabe que requiere de ondas cortas (cargadas hacia el color azul del espectro) y con una intensidad de 10 a 200 lux aproximadamente.

La concentración de CO₂ es muy importante para el desarrollo de *Pleurotus* ya que una concentración relativamente alta del rango del 20-25 por ciento es útil para propiciar el crecimiento de micelio; sin embargo, concentraciones superiores al 0.6 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

bióxido de carbono formado por la respiración del propio hongo, ya que la ventilación deficiente se manifiesta como deformaciones del cuerpo fructífero. (21)

Al trabajarse con hongos se debe tener en cuenta que es un organismo vivo al que se está manipulando y que éste es susceptible a los cambios que se den en su entorno, entre los cuales se consideran la temperatura, humedad, luz, ventilación y otros, pero estos mencionados son los factores ambientales más importantes y su consideración y control hace que su cultivo sea más adecuado. Estas condiciones en el caso preciso del *Pleurotus* son detalladas a continuación el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Valores óptimos de los factores que influyen en el crecimiento de *Pleurotus spp.*

Factor	Crecimiento Micelar	Fructificación
Temperatura	25-33°C	28°C
Humedad Relativa	Baja Humedad	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 aire normal	Menor de 0.6 por ciento
Luminosidad	Oscuridad	150-200 lux

Fuente: Sánchez Vázquez, J. E. Producción de hongos comestibles. 1994.

3.2.2.4 PRODUCCION DE PLEUROTUS

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

3.2.2.4.1 PREPARACION DEL INÓCULO

Esta etapa debe llevarse a cabo en un laboratorio. Se refiere a la siembra y propagación del micelio del hongo a partir de un tubo inclinado que contenga la cepa original en buenas condiciones fisiológicas, tomando micelio del contexto de un carpóforo fresco. La siembra se hace en cajas de petri, sobre agar papa dextrosa, agar malta, agar de sabouraud, etc. Se incuba a 28°C durante 8 días aproximadamente en oscuridad. Posteriormente el hongo se resiembra en un sustrato intermedio (granos

de cereales) en cantidad suficiente para que una vez desarrollado su micelio, la mezcla grano-hongo se use como semilla en la siembra del sustrato definitivo.

La preparación del inóculo comprende los siguientes pasos:

Preparación del inóculo primario

El grano elegido como sustrato intermedio se limpia, se rehidrata en agua pura limpia, se deja escurrir luego para eliminar el exceso de agua, se pesa en proporciones de más o menos 200 gramos y se mete dentro de bolsas de polipapel. Seguidamente se esteriliza a 121°C durante 30 minutos, se deja enfriar para después inocularlo en condiciones de asepsia rigurosa con micelio proveniente de un centímetro cuadrado del hongo que se ha cultivado en cajas de petri. Una vez inoculada cada porción de 200 gramos embolsada se incuba durante 10 a 15 días a 28°C en la oscuridad.

Preparación de inóculo secundario

A partir de un primario, en el cual el hongo debió haberse desarrollado satisfactoriamente, se puede tomar estérilmente de 8 a 10 porciones de grano para satisfactoriamente ser resembrados en el mismo número de bolsas que contenga sustrato intermedio estéril. Estos nuevos inóculos se incuban de la misma manera que los primarios y una vez crecido el hongo en estos paquetes de grano se les denomina secundarios, los cuales son recomendados ampliamente como semilla para la siembra ya que se disminuye el consumo de agar y medios sintéticos y la propagación del hongo en el secundario es más rápida por estar ya adaptado al grano.

3.2.2.4.2 LA PREPARACION DEL SUSTRATO

Esta parte comprende el secado, fracturación, quiebra, la hidratación, escurrimiento, pasteurización y finalmente el enfriamiento y mezclado de los materiales que servirán como soporte para el crecimiento y fructificación del hongo.

El sustrato por utilizar deberá estar fraccionado, a un tamaño de más o menos 2-3 centímetros por lado, las pajas, el rastrojo pueden ser procesados por una picadora y en el caso del olote o la cáscara de cacao pueden ser triturados. Una vez que se logra el tamaño indicado, se aconseja meter el material en bolsas pequeñas de costal plástico y ponerlas en remojo durante 1 a 12 horas. Después de

escurrir el exceso de agua se pasteuriza dentro de las mismas bolsas, se deja escurrir y enfriar para proceder después a la siembra.

La pasteurización es una actividad de suma importancia, cuya función es inhibir la mayor cantidad de organismos que puedan competir con el hongo en la utilización del sustrato, lo cual se logra calentado suficiente agua para que cubra la totalidad del lote por pasteurizar. Cuando el agua alcanza una temperatura de 90°C se agrega el sustrato en bolsa y se mantiene a esta temperatura un mínimo de 40 minutos. Es necesario recalcar la importancia que reviste el hecho de introducir el sustrato únicamente cuando el agua ya ha alcanzado la temperatura de 90°C o hirviendo. Esto provoca un choque térmico muy brusco que es difícil de soportar por los organismos que se encuentren sobre el sustrato. (21)

Este choque térmico sirve también para que se destruyan semillas, insectos parásitos, que puedan aparecer posteriormente en el cultivo.

3.2.2.4.3 SIEMBRA E INCUBACION

La etapa de siembra e incubación se refiere al momento de inocular el sustrato con el hongo y al período de espera o reposo que se debe dar al sustrato inoculado para permitir el adecuado desarrollo de micelio. La siembra se realiza agregando y distribuyendo en capas alternas los 200 gramos de un secundario en 2.5 kilogramos de sustrato previamente pasteurizado y enfriado a temperatura ambiente. La mezcla entre sustrato e inóculo se acomoda en bolsas de polietileno, al terminar la siembra la bolsa se cierra por medio de un nudo teniendo cuidado de eliminar el aire interior.

La incubación de las bolsas ya inoculadas se realiza en un local especialmente diseñado para este fin, en donde se colocan las mezclas a unos 28°C durante 10-15 días, dependiendo del sustrato.

Durante la incubación dos días después de haber efectuado la siembra se hacen unas 800 perforaciones perfectamente distribuidas sobre toda la superficie de cada bolsa de polietileno que se haya sembrado; esto permite un mejor intercambio gaseoso y un mejor crecimiento del hongo. (21)

3.2.2.4.4 LA FRUCTIFICACION

Después de la incubación cuando ya ha crecido bien el micelio y ha formado una superficie algodonosa de color blanco, la cual cubre todo el sustrato, es el momento de eliminar la bolsa de polietileno y colocar el agregado de hongo y sustrato en un lugar adecuado para su fructificación, este lugar debe poseer una temperatura de 26-28 grados centígrados, una humedad relativa de 85-90 por ciento, una iluminación suficiente para leer y una adecuada ventilación. Además es importante indicar que es necesario el aspecto de riego aunque sea solo unas horas al día, pero es indispensable para una buena fructificación, que no se debe dejar resecar el sustrato y se debe aumentar la humedad del ambiente.

Alrededor de dos días después de haber quitado las bolsas al sustrato empiezan, a aparecer los primordios o primeros cuerpos fructíferos, cuatro días después, los primordios se han desarrollado bien y cubren la totalidad del sustrato y están en su madurez comercial, listos para ser cosechados. (21)

Para el caso de las condiciones Ibéricas cuando ya están incubados los bloques, se les quita el plástico que les cubría y se les lleva al área de cultivo. Los bloques pueden ser apilados, procurando que las superficies expuestas al aire sean las mayores y queden verticales. El local que se destine para este propósito debe de estar entre 10-14°C (a menos que se utilicen cepas resistentes a mayores temperaturas), muy ventilado, iluminado y con una humedad muy grande, en la cual puedan realizarse riegos frecuentes con equipo que pulverice de gran manera las gotas. (10)

Luego de que el micelio ha invadido todo el sustrato y la temperatura es adecuada, las setas empiezan a salir y poco tiempo después pueden empezarse a cosechar.

Cuando la producción de estos hongos se hace en madera debe evitarse la presencia de gasterópodos como caracoles, babosas y cochinillas de humedad. (20)

3.2.2.4.5 COSECHA

Para establecer la recogida de las setas en el momento óptimo de comercialización, hay que tener en cuenta dos factores que son el aspecto y el tamaño. En cuanto al aspecto no debe darse la ocasión de que los bordes de sombrero se rican excesivamente, en cuanto a esto, lo más que se puede esperar es cuando el borde empieza a volverse hacia arriba. Con relación al tamaño no es conveniente recoger setas ni muy pequeñas ni gigantescas.

Así pues, los criterios para su recolección teniendo en cuenta lo expuesto son los siguientes: Deben recogerse aquellas setas a las cuales se les empieza a rizar el borde aunque no hayan alcanzado un gran tamaño. En el caso en el que el borde siga sin rizarse y las setas continúen creciendo, debe estimarse su peso para no recogerlas con tamaños que impliquen pesos superiores a los 70 gramos.

3.2.2.4.6 RENDIMIENTOS

Los rendimientos de estos hongos son estimados en mas o menos 100 a 200 kilos de *Pleurotus* por tonelada de sustrato preparado y húmedo, rendimiento que se tiene en aproximadamente 7 a 9 semanas. La producción puede escalonarse a lo largo del año teniendo en cuenta que el ciclo total del cultivo se supone entre 2 y 4 meses repartidos así: De 15 a 30 días de incubación y crecimiento de micelio. De 15 a 20 días en la zona de cultivo. De 45 a 60 días de cosecha. (11)

Eficiencia Biológica

Este es un factor importante de evaluación del rendimiento ya que en el se considera la Bioconversión de energía y la degradación biótica del sustrato. Se expresa en porcentaje y la fórmula utilizada para su cálculo se obtiene de la relación entre la cosecha de los cuerpos fructíferos del hongo (peso fresco) y el peso seco del sustrato. (21)

$$\%EB = \frac{\text{Gramos de hongo en fresco}}{\text{Gramos sustrato seco}} * 100$$

Medición de la Producción

La producción en cuanto se refiere a los hongos, esta definida por la eficiencia biológica del mismo por unidad de tiempo (EB/t). En donde la eficiencia biológica se describe, como el peso en fresco de los hongos producidos por unidad de peso seco del sustrato. (21)

3.2.2.5 SUSTRATOS UTILIZADOS PARA LA PRODUCCION DE PLEUROTUS

3.2.2.5.1 PARA LA PREPARACION DEL INÓCULO

Para la preparación del inóculo se utilizan generalmente como sustratos granos básicos que permitan un rápido crecimiento del hongo y que sean fácilmente distribuidos en el sustrato definitivo.

No se deben utilizar los granos que se expenden comercialmente para la siembra, pues éstos contienen generalmente fungicidas protectores.

Para utilizar el grano se requiere únicamente lavarlo y limpiarlo además de sumergirlo en agua por unas 6-16 horas y esterilizarlo a unos 121 grados centígrados durante 30 minutos antes de la inoculación.

El sorgo es un grano de clima cálido que por lo general es barato, es fácil de conseguir y *Pleurotus* crece muy bien en él, para usarlo se hidrata durante 16 horas. El maíz también puede ser utilizado para la preparación del inóculo, es barato aunque menos que el sorgo, es muy de fácil de conseguir, pero por ser de mayor tamaño el hongo crece menos en él, es necesario hidratarlo 24 horas. El arroz generalmente se recomienda utilizar el arroz tipo palay (arroz integral), aunque se puede utilizar arroz pulido y blanco, que es mas caro que el sorgo y el maíz, sin embargo posee un buen tamaño lo que permite su fácil diseminación sobre el sustrato, además el hongo crece muy bien sobre él. Debe ser hidratado de 6 a 12 horas. El trigo es otro grano sobre el cual, también *Pleurotus* se desarrolla muy bien. El grano es más grande que el del sorgo y el arroz y es mas caro en zonas tropicales, sin embargo es una buena alternativa a ser considerada.

3.2.2.6.2 PARA LA FRUCTIFICACION

Para la producción de *Pleurotus*, se han utilizado gran variedad de sustratos, que van desde troncos, aserrín, papel periódico, rastrojos de cosechas, desechos agroindustriales, hasta desechos orgánicos. Estos últimos han sido utilizados en fresco o fermentados. También se han probado 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 a los costos del transporte. Debe ser de una disponibilidad amplia y bien definida, aunque no necesariamente constante. La elección de éste, es uno de los factores claves que se debe optimizar para llegar a obtener una rentabilidad competitiva. Debido a que los desechos varían en su disponibilidad durante el año es común el trabajar con diferentes sustratos según la época.

La pulpa de café representa alrededor de un 40 por ciento del peso del fruto en fresco, si consideramos que las plantaciones americanas del café tienen un rendimiento promedio de 12 qq/Ha se tiene una producción anual de $(0.4 \times 690 \text{kg})$ 276 Kg./Ha. 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, etc.

La pulpa ha sido reportada como uno de los sustratos más adecuados para la producción del *Pleurotus*. Puede ser utilizada en fresco, sin embargo se recomienda utilizarla luego de una fermentación de 5 días. Con la pulpa ya fermentada se han alcanzado rendimientos biológicos bastante elevados. Este material luego de ser sacado del pulpero puede ser deshidratada al sol y así conservarse por mas o menos dos años.

Al momento de ser utilizada se sumerge en agua durante una hora para rehidratarla y se pasteuriza durante 40 minutos a 85 grados centígrados.

La cáscara de cacao, es desecho que también se encuentra disponible en regiones tropicales. La cascara representa un 74 por ciento del peso total del fruto fresco, con lo que regularmente se obtienen unos 6250 kilogramos de cáscara fresca por hectárea. Esta puede ser utilizada en fresco, pero es necesario el quebrarla para disminuir el tamaño de partícula; así que es recomendable secarla y luego quebrarla para obtener pedazos de mas o menos 3-5 cm. El *Pleurotus* presenta un crecimiento más rápido en la cáscara de cacao que en la pulpa de café, pero su rendimiento es inferior. Después de secadas y quebradas, las fracciones de la cáscara se rehidratan y se pasteuriza a 85 grados centígrados durante unos 40 minutos.

El rendimiento de caña actualmente oscila entre las 95 y 120 toneladas de caña/Ha y debido a que de éste, más o menos el 35 por ciento es puro bagazo, el rendimiento promedio de bagazo de caña es de mas o menos de 37 a 40 Ton/Ha. Este es un subproducto de la explotación cañera que no tiene un uso apropiado, lo cual puede ser aprovechado para la producción de alimento de consumo humano.

Los rendimientos biológicos obtenidos en el bagazo de caña sólo son muy bajos del orden del 15 por ciento, al dejar fermentar este por 15 días alcanza aproximadamente el 30 por ciento, pero al ser mezclado con la pulpa de café el rendimiento aumenta su porcentaje dramáticamente llegando hasta el 100 por ciento.
(21)

Pleurotus es un hongo que ha sido cultivado en un gran número de sustratos, de modo que además de los descritos anteriormente, se pueden mencionar: los desechos de algodón, los pseudotallos de plátano, bagazo de citronela, bagazo de maguey, bagazo de palma, olote de maíz, rastrojos de frijol, cáscaras de maní, paja de cebada, pulpa de cardamomo, madera de Ingas y otros muchos, con resultados buenos; de modo que la elección del sustrato depende en gran manera de la disponibilidad que localmente se tenga del mismo.
(21,18,19)

3.2.2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES

En la producción de hongos los principales problemas son básicamente las contaminaciones, la presencia de plagas y las enfermedades.

3.2.2.7.1 CONTAMINACIONES

Estas no son mas que el resultado de una mala pasteurización o deficiencias en el manejo o siembra del material. Este tipo de problemas son muy frecuentes durante la incubación y pueden deberse a deficiencias en la limpieza de los locales o a orificios por los cuales pueden ingresar aire, microbios y otros animales. Pero disminuye notablemente cuando se tiene un esmerado empeño en trabajar en condiciones rigurosas de asepsia.

3.2.2.7.2 PRESENCIA DE PLAGAS

Asociada al cultivo de *Pleurotus* existe una entomofauna y la mejor manera de evitarla es aislando los cuartos de incubación y fructificación del exterior. Esto es fácil en cuanto a la sala de incubación y llega a beneficiar a los hongos pues éstos crecen de una manera adecuada en la oscuridad y a temperaturas relativamente altas, pero en el caso de la sala de fructificación requieren de una mayor dedicación ya que este lugar debe de estar bien ventilado lo cual hace extremadamente difícil el poder mantener el lugar libre de insectos y otros animales, sobre todo si el área de cultivo esta ubicada en una zona rural.

En Soconusco se observó durante el cultivo de *Pleurotus* una entomofauna perteneciente a las familias que se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Familias de insectos plaga en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*

ORDEN	FAMILIA
Coleóptera	Staphylinidae Chrysomelidae Tenebrionidae Endomichidae
Díptera	Mycetophilidae Stratiomyidae Drosophilidae

Fuente Sánchez Vázquez, J. E. 1994. Producción de hongos comestibles. (21)

También se observaron algunas larvas de lepidópteros que aun no han sido identificados. Algunos de estos insectos pueden reducir el rendimiento o la calidad de los hongos, ya que suelen alimentarse de esporas, las láminas o inclusive del contexto mismo del hongo al cual perforan y le hacen túneles y galerías, además de que pueden ser agentes de contaminación de otros hongos y bacterias.

Para que esto no se llegue a dar, es necesaria una constante limpieza de las áreas de trabajo utilizando jabón y cloro para matar huevecillos y larvas. Además para el control de este tipo de agentes nocivos se recomienda el aislamiento de los locales y la colocación de trampas, otra forma adecuada es la de mezclar insecticidas con alimentos atrayentes, así también se pueden utilizar insecticidas para uso ambiental y como último recurso utilizar aspersiones con piretroides. Un remedio muy eficaz son las aspersiones de la infusión de la raíz de flor de muerto (*Tagetes erecta*). (21)

3.2.2.7.3 ENFERMEDADES

En este cultivo pueden considerarse como enfermedades dos tipos de padecimientos, unos causados por agentes bióticos y otros causados por agentes del tipo abiótico. Las enfermedades bióticas son causadas por bacterias, micoplasmas o virus; sin embargo este tipo de enfermedades no es común en los hongos o al menos no han sido reportadas como importantes desde el punto de vista económico para el cultivo. Las abióticas son causadas por la falta de nutrientes específicos para el desarrollo de los hongos o por variaciones ambientales en el entorno donde se cultiva el hongo.

En este sentido los principales problemas que se presentan son; una ventilación deficiente lo cual influye directamente en la concentración de CO₂, en variaciones de la humedad relativa o en los efectos de exceso o falta de luminosidad. El exceso de CO₂ en el ambiente hace que los hongos desarrollen estípites más largos. La falta de humedad además de reducir el rendimiento, afecta el desarrollo de los carpóforos, los cuales pueden presentar deformaciones y cuando este factor es excesivo que llega a mojar los cuerpos fructíferos, éstos presentan un aspecto blando aguado y amarillento. La iluminación produce variaciones en la pigmentación de los carpóforos.

3.2.3 SUSTRATOS A UTILIZAR

3.2.3.1 EL ARROZ

3.2.3.1.1 ASPECTOS GENERALES

El arroz *Oriza sativa L.* es el cereal más importante en el mundo; es el alimento básico de mayor ponderación para la mayor parte de la humanidad. Aparte de su empleo en la dieta diaria del hombre, el arroz participa en la fabricación de alcohol, almidón, glucosa ácido acético, vinagre, acetona, aceite, productos farmacéuticos, alimentos vitaminados entre otros. (14)

Así mismo la cascarilla sirve como combustible y sus cenizas como abono. Actualmente la cascarilla es utilizada también como alimento para aves y ganado menor, así como un sustrato para el cultivo de macromicetos comestibles. La paja del mismo puede servir como materia prima para la elaboración de papel.

Este cultivo es originario de la India de donde se extendió rápidamente hacia Asia, Grecia, Africa y posteriormente a América.

La cosecha de este grano se hace mediante varias actividades entre las cuales figuran: La siega, el agavillado, la trilla, el secamiento del paddy (grano integral).

Los rendimientos dependen de muchas variables como el tipo de cultivo, la variedad, las condiciones ecológicas, dirección de cultivos entre otros. Pero se pueden hacer promedios observando que el rendimiento aproximado por hectárea en paddy es de aproximadamente 60 quintales, de los cuales se sabe que tiene un aproximado del 20 por ciento de su peso en cascarilla. (14)

Luego de la cosecha viene lo que se conoce con el nombre de preparación y acondicionamiento del arroz blanco, actividad en la cual se tiene por objetivo eliminar las glumas y las glumillas del paddy, lo cual se hace por medio de una limpieza, una desbarbadura y una clasificación. (Ver figura 3 en anexo)

Luego del proceso de tecnología por el que pasa el grano es por ultimo aprovechado para la alimentación humana, para la elaboración de productos de transformación como bebidas alcohólicas fermentadas, fabricación de cerveza, fabricación de aceite y elaboración de almidón.

El INCAP, al realizar un análisis proximal a la cascarilla de arroz presentó los valores siguientes: una media de materia seca de 89.7 por ciento, de fibra cruda de 44.3 por ciento, de proteína 3.4 por ciento y un 21 por ciento de cenizas. (15) (Ver anexo)

3.2.3.2 EL MAIZ

3.2.3.2.1.1 ASPECTOS GENERALES

Juntamente con el arroz y el trigo, el maíz *Zea mays L.* es una de las tres gramíneas más cultivadas en el mundo. Sus granos sirven para la alimentación del hombre y de los animales. Su empleo en la industria es de diversa índole. Reducido a semolina el grano de maíz sirve para la confección de papillas; el almidón extraído también de los granos es usado en la preparación de maicena, galletas, cerveza, adhesivos, aprestos para telas entre otros. Los gérmenes del maíz contienen aceites para la alimentación humana; para la elaboración de margarinas, jabones, barnices, textiles artificiales, etc. Por último se puede cultivar maíz para utilizarlo como forraje verde o ensilaje para ganado bovino, caballar, caprino y porcino. (14)

El rastrojo dejado luego de la recolección de las mazorcas muchas veces es utilizado como forraje para ganado, muchas otras se incorpora al suelo en la siguiente temporada de siembra y en otras ocasiones es amontonado y quemado.

Los usos industriales del maíz son numerosos aunque pueden resumirse en: los de molienda, almidonería y semolería. (ver figura)

En cuanto a los valores presentados por el maíz en los análisis proximales que se le llevaron a cabo por parte del INCAP, se estableció que son diferentes para cada parte de la planta evaluada, pero se puede expresar una media de 91.53 por ciento de materia seca, 35.73 por ciento de fibra cruda, un 5.13 por ciento de proteína y en cenizas un 6.17 por ciento. (15) (ver anexo)

3.3 MARCO REFERENCIAL

3.3.1 LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO

El experimento se estableció en el invernadero privado ubicado en la 12 Av. 3-24 zona 2, Ciudad de Guatemala, mientras que la fase de laboratorio fué trabajada en las instalaciones del Laboratorio de Referencia Microbiológica –LAMIR- y el Laboratorio de Microbiología ambos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y en los laboratorios de la Subárea del Ciencias Químicas de la FAUSAC.

Según datos recabados por el INSIVUMEH, la localización geográfica del área de trabajo se encuentra entre las coordenadas 14°35'11" latitud norte y 90°35'58" longitud oeste, con una altitud promedio de 1500 msnm.

3.3.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Las características climáticas que el INSIVUMEH registra para el área en la que se llevó a cabo la fase de campo de la presente investigación son: una precipitación media anual de 1,212.2 mm, los cuales se distribuyen en los meses de mayo a octubre; una temperatura media anual de 18.3°C; una insolación promedio de 9.65 horas diarias y una humedad relativa media del 79 por ciento.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar la eficiencia biológica de los rastrojos de maíz y la cascarilla de arroz, cultivando en ellos *Pleurotus ostreatus*.

4.2 ESPECIFICOS

4.2.1 Medir la influencia de la cascarilla de arroz y el rastrojo de maíz en la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus*.

4.2.2 Recomendar uno de los sustratos evaluados para el cultivo del *Pleurotus ostreatus*, basándose en el análisis de resultados.

5. HIPOTESIS

Los tratamientos que presenten mezcla de sustratos evidenciarán mejores rendimientos que los tratamientos consistentes en sustratos aislados.

6. METODOLOGIA

6.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

Los sustratos a utilizados fueron los rastrojos del cultivo del maíz (caña, hojas secas, olotes, tusa) además de la cascavilla de arroz. Como testigo se utilizara la pulpa de café. Se utilizo la cepa ECS-110 de *Pleurotus ostreatus* proporcionada por el Centro de Investigaciones del Sureste, de Tapachula, Chiapas, México.

6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Dado al hecho de que las condiciones en las cuales se llevó a cabo el experimento, fueron completamente homogéneas el diseño utilizado fue el denominado Completamente al azar, el cual contó con 8 repeticiones de 6 tratamientos. Cada unidad experimental constó de una bolsa de 1 lb de sustrato en peso seco.

El modelo estadístico a utilizar será el siguiente:

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

Donde

Y_{ij} = Respuesta del rendimiento del hongo obtenida por j-esimo bloque y el i-esimo sustrato.

μ = Media general del rendimiento.

α_i = Efecto asociado al i-esimo sustrato.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-esima unidad experimental.

6.3 TRATAMIENTOS

En el cuadro 3 aparecen los tratamientos del experimento con su código y descripción.

Cuadro 3. Tratamientos, código, y descripción.

TRATAMIENTO	CODIGO	DESCRIPCIÓN
<i>T1</i>	<i>T</i>	<i>Testigo (pulpa de café)</i>
<i>T2</i>	<i>RM</i>	<i>Rastrojo de Maíz (Hojas, tallos, tusas y olotes)</i>
<i>T3</i>	<i>CA</i>	<i>Cascarilla de Arroz</i>
<i>T4</i>	<i>CA+RM</i>	<i>Cascarilla de arroz mas rastrojo de maíz en relación 1:1</i>
<i>T5</i>	<i>CA+RM</i>	<i>Cascarilla de arroz mas rastrojo de maíz en relación 2:1</i>
<i>T6</i>	<i>CA+RM</i>	<i>Cascarilla de arroz mas rastrojo de maíz en relación 1:2</i>

La tabla 3 presenta el arreglo de los materiales experimentales en el espacio.

Tabla # 3 de Arreglo Experimental

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<i>T1</i>	1	5	6	3	2	4	2	6
<i>T2</i>	2	4	2	1	6	6	5	3
<i>T3</i>	3	2	5	6	1	3	1	4
<i>T4</i>	4	1	3	5	3	1	4	2
<i>T5</i>	5	6	4	2	4	5	3	1
<i>T6</i>	6	3	1	4	5	2	6	5

6.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.4.1 PROCEDIMIENTO

Preparación de inóculo

- Se partió de micelio certificado, y se cultivó en cajas de petri con agar papa dextrosa.
- Posteriormente se llevó a cabo la preparación del sustrato primario, que fue sorgo, el cual se limpió, hidrató en agua limpia durante 16 horas, enseguida se dejó escurrir, se pesó y se colocó en bolsas de polipapel, las cuales se enrollaron y se sellaron con cinta adhesiva. Posteriormente se pasteurizaron a una temperatura de 121°C durante 30 minutos, dejando que luego se enfriaran.

- Dentro de una cámara de flujo laminar se procedió a cuadrricular el agar con el micelio teniendo el cuidado de que cada porción tuviera aproximadamente 1 cm² de superficie, ya teniéndolo cuadrulado el agar, se procedió a colocar de 1 a 2 cuadritos dentro de las bolsas de polipapel que contienen 200g de sorgo aproximadamente, estas bolsas se cerraron teniendo el suficiente cuidado de compactar lo más que se pueda el sustrato primario.

- Las bolsas ya inoculadas se incubaron durante 20 días a una temperatura promedio de 28°C, a la oscuridad para que el micelio logre cubrir totalmente los granos.

- Se secaron los sustratos en un horno* a 45°C durante 3 días, se mezclaron en las proporciones establecidas y se hidrataron por 48 horas.

Preparación de sustratos

- Mientras esto sucedía, los sustratos se fermentaron durante 3 días y luego se pasteurizaron a una temperatura de 90°C durante 45 minutos, utilizando bolsas de manta en las cuales se introdujo el sustrato para luego sumergirlo en el agua caliente.

- Cuando el periodo de incubación del inóculo primario finalizó, se tuvo listas las bolsas de 453.6 g con los sustratos, fue entonces cuando se procedió a la siembra, la cual fue realizada dentro una cámara de flujo laminar, para disminuir el riesgo de contaminación.

Siembra e incubación

- La siembra se realizó, mezclando de la forma más homogénea posible el sustrato con el inóculo primario, posteriormente las bolsas ya sembradas se cerraron con un nudo, teniendo el cuidado de eliminar todo el aire de su interior.

- Luego de realizada la siembra, las bolsas se colocaron en anaqueles a la oscuridad a una temperatura de 28°C, durante 20 días.

- Dos días después de sembradas las bolsas, se perforaron en ellas unos 800 agujeros, utilizando para ello una tablilla con clavos esterilizados, ésto con el fin de que se lleve a cabo un intercambio gaseoso.

* Marca FISCHER SCIENTIFIC, ISOTEMP OVEN, Modelo 630G.

- Luego de transcurrido el período de incubación se observó un crecimiento micelar abundante, que hizo que la superficie del sustrato se viera de una textura blanco-algodonosa. Esto dio paso al retiro de las bolsas y al colocado de los pasteles (mezcla de sustrato mas inóculo), en la sala de fructificación, de conformidad con lo previsto en el diseño experimental.

Fructificación

- En la sala de fructificación, teniendo controladas las condiciones de aireación y el riego, se evitó que el sustrato llegara a researse. Un par de días después de llevados los pasteles a la sala de fructificación, empezaron a aparecer los primordios y más o menos a los 8 días tenían cubierta la mayoría del pastel.
- La cosecha de los carpóforos, se llevo a cabo utilizando bisturíes estériles, haciendo un corte en el estípite de abajo hacia arriba sin dañar el sustrato. Los cuerpos fructíferos obtenidos por unidad experimental se pesaron para posteriormente realizar los cálculos necesarios, para el análisis estadístico.

6.5 VARIABLE RESPUESTA

La variable a medir, fue el peso fresco de los carpóforos o cuerpos fructíferos del hongo por unidad experimental, llevando un registro de estos datos a través de la cosecha, lo cual se constituyó en la base para el cálculo de la Eficiencia Biológica ($\%EB = (\text{Gramos de hongo en fresco} / \text{Gramos de sustrato en seco}) * 100$) y el Porcentaje de Producción ($\%PR = \%EB/T$).

6.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos recabados fueron introducidos dentro de un análisis de varianza (andeva). Y los factores de variación se sometieron a una prueba de contrastes ortogonales, para determinar las diferencias entre los tratamientos y para poder determinar el más recomendable para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 CUADROS DE DATOS

7.1.1 PESO DE CARPÓFOROS

El cuadro 4 presenta los datos obtenidos sobre el peso fresco de los carpóforos, acumulado por cada una de las unidades experimentales en el desarrollo del experimento.

CUADRO 4. PESO FRESCO DE CARPÓFOROS POR UNIDAD EXPERIMENTAL EXPRESADO EN GRAMOS.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	501.4	382.5	395.2	506.2	591.6	559.3
II	460.6	353.7	393.6	469.8	558.7	492.2
III	470.2	371.0	381.4	436.8	508.9	471.4
IV	455.2	419.5	334.0	471.4	579.8	476.5
V	498.3	389.1	397.4	422.1	454.4	435.7
VI	430.4	360.3	408.4	479.0	551.1	507.5
VII	515.2	370.5	403.5	493.6	514.2	460.4
VIII	501.3	380.6	414.0	385.7	501.7	410.9

En el cuadro 5 podemos observar el peso fresco de carpóforos acumulado por cada tratamiento, el promedio del peso de cada tratamiento expresado en gramos así como el promedio de eficiencia biológica de cada tratamiento.

CUADRO 5. PESO DE CARPÓFOROS/ TRATAMIENTOS, PESO PROMEDIO/ UNIDAD EXPERIMENTAL Y PROMEDIO DE EFICIENCIA BIOLÓGICA/ TRATAMIENTO.

Tratamiento	Peso total (g)	g/ue*	% EB
T1 Testigo	3,832.60	479.08	105.52
T2 Rastrojo de Maíz	3,027.20	378.40	83.35
T3 Cascarilla de Arroz	3,127.50	390.94	86.11
T4 RM + CA (1:1)	3,664.60	458.08	100.90
T5 RM + CA (2:1)	4,260.40	532.55	117.30
T6 RM + CA (1:2)	3,813.90	476.74	105.01

* (ue) Unidad Experimental

En el caso del peso fresco de los carpóforos, el mayor de los mismos se obtuvo en la Unidad Experimental número 33 perteneciente al tratamiento número 5 (rastroyo de maíz + cascarilla de arroz relación 2:1) con un peso acumulado de 591.6 g, fue en este mismo tratamiento en el que se observó también el mayor rendimiento de carpóforos con un peso total de 4,260.4 g y un promedio por unidad experimental

de 532.5 g. El menor peso obtenido fue el del tratamiento número 2 (rastrajo de maíz) en la unidad experimental número 10 con 353.7 g acumulados, éste fue también el tratamiento con el menor promedio de peso por unidad experimental, siendo este de 378.4 g llegando a obtener un peso total del tratamiento de 3,027.2 g. El testigo (pulpa de café), ubicado alrededor de la media produjo un total de 3,832.6 g y un promedio de 479 g/ unidad experimental. La cascarilla de arroz, presentó resultados bastante similares al rastrajo de maíz con un total de 3,127.5 g en carpóforos frescos y un promedio de 390.9 g/unidad experimental, los cuales la ubican entre los tratamientos con rendimientos bajos.

Se observó que la cascarilla de arroz sin mezclar, es muy buena productora en cuanto a número de carpóforos se refiere, pero regularmente éstos no alcanzan un tamaño grande (aproximadamente un promedio de 10 cm); por el contrario el rastrajo de maíz presenta un número reducido de carpóforos por pastel, pero de un tamaño bastante considerable, llegando a medir 15 cm como promedio y a pesar un solo carpóforo hasta 130 g. Así mismo se observó que la mezcla de estos materiales aumenta su potencial de rendimiento por que la cascarilla hace que los pasteles tengan un buen número de carpóforos y el rastrajo de maíz logra que alcancen un tamaño adecuado, para que el rendimiento por pastel sea considerado como bueno. También es importante resaltar el hecho de que con los pasteles de cascarilla de arroz sin mezclar se tienen algunos problemas de manejo, ya que por su textura los mismos se hacen muy frágiles; mientras que los de rastrajo de maíz son mucho más compactos, por lo que no se desmoronan fácilmente y además retienen de mejor manera la humedad.

7.1.2 EFICIENCIA BIOLÓGICA

El cuadro 6 muestra los porcentajes de eficiencia biológica de cada una de las unidades experimentales, durante el desarrollo del experimento.

CUADRO 6. EFICIENCIA BIOLÓGICA DE CADA UNA DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	110.44	84.25	87.05	111.50	130.31	123.19
II	101.45	77.91	86.70	103.48	123.06	108.41
III	103.57	81.72	84.01	96.21	112.09	103.83
IV	100.26	92.40	73.57	103.83	127.71	104.96
V	109.76	85.70	87.53	92.97	100.09	95.97
VI	94.80	79.36	89.96	105.51	121.39	111.78
VII	113.48	81.61	88.88	108.72	113.26	101.41
VIII	110.42	83.83	91.19	84.96	110.51	90.51

La mayor eficiencia biológica en la presente investigación fue de 117.3 por ciento en promedio, que se obtuvo en el tratamiento 5 consistente en rastrojo de maíz y cascarilla de arroz (2:1); mientras que el rastrojo de maíz obtuvo una EB de 83.3 por ciento y la cascarilla de arroz 86.1 por ciento cuando fueron utilizados aisladamente.

Las mezclas de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz en relación 1:1 y 1:2 produjeron 100.9 por ciento y 105 por ciento de eficiencia biológica respectivamente, resultados muy similares a los del testigo (Pulpa de Café) que fue de 105.5 por ciento en promedio, lo cual permite tener alternativas en cuanto a los sustratos a utilizar para el cultivo de *Pleurotus*, ya que la información obtenida a través de este experimento muestra que los rendimientos de las mezclas de los sustratos evaluados son muy similares o superiores al del sustrato establecido como testigo.

Los materiales evaluados tienen una mejor producción, cuando se utilizan mezclados y los resultados son superiores cuando la mezcla posee un mayor porcentaje de rastrojos de maíz en la misma. Ello nos indica que la mezcla de rastrojos de maíz y cascarilla de arroz en relación 2:1 proporciona un mejor balance de los nutrimentos necesarios para el buen desarrollo de los carpóforos de *Pleurotus ostreatus*, en cuanto a sus componentes de aminoácidos y el aporte de los suplementos lignocelulósicos disponibles.

7.1.3 PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN

El cuadro 7 muestra los porcentajes de producción obtenidos por cada unidad experimental al finalizar la recolección de carpóforos.

CUADRO 7. PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD EXPERIMENTAL

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	15.78	12.04	12.44	15.93	18.62	17.60
II	14.49	11.13	12.39	14.78	17.58	15.49
III	14.80	11.67	12.00	13.74	16.01	14.83
IV	14.32	13.20	10.51	14.83	18.24	14.99
V	15.68	12.24	12.50	13.28	14.30	13.71
VI	13.54	11.34	12.85	15.07	17.34	15.97
VII	16.21	11.66	12.70	15.53	16.18	14.49
VIII	15.77	11.98	13.03	12.14	15.79	12.93

El cuadro 8 muestra los promedios de los porcentajes de producción semanal de cada uno de los tratamientos evaluados en el presente experimento.

CUADRO 8. PROMEDIO DE PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PROMEDIO DE % DE PROD.	15.07	11.91	12.30	14.41	16.76	15.00

Los cuadros de porcentaje de producción nos muestran la superioridad en esta variable del tratamiento número 5 (RM + CA en relación 2:1), lo cual quiere decir que este sustrato es el que en menor tiempo logra alcanzar un mayor porcentaje de eficiencia biológica, de todos los evaluados con un promedio semanal de 16.76 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 protéico del mismo es adecuado para el proceso de producción de carpóforos del hongo en estudio. Este tratamiento fue seguido por la pulpa de café con 15.07 y el tratamiento 6 con 15.00, lo que muestra que entre el tratamiento testigo y la mezcla de rastrojos de maíz y cascarilla de arroz en relación 1:2 las diferencias vistas desde el punto de vista del porcentaje de producción son mínimas. El tratamiento con el menor porcentaje de producción fue el número 2 correspondiente al sustrato de rastrojo de maíz sin mezclar con un promedio semanal de 11.19 por ciento lo que viene a ser un indicador de que en este sustrato los nutrientes necesarios para el desarrollo de *Pleurotus* son escasos o bien no se encuentran disponibles. Es importante mencionar que el porcentaje de producción presentado en este documento fue calculado tomando como base el porcentaje de EB de cada unidad experimental dividiendo este dato dentro de 7 que fue el número de semanas que duró la cosecha de carpóforos.

Los resultados evidencian que las mezclas de residuos favorecen el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*, pues la eficiencia biológica obtenida en ellas oscila entre 100 y 117 por ciento, contra las obtenidas en los sustratos aislados que fueron del 83 al 86 por ciento.

Para tratar de explicar los resultados de este trabajo, es necesario analizar la composición química del rastrojo de maíz, la cascarilla de arroz y la pulpa de café. Esta información se encuentra contenida en el cuadro 1 de Anexos. Se puede observar que al mezclar la cascarilla de arroz con el rastrojo de maíz, disminuye el porcentaje de proteínas y se incrementa sustancialmente el porcentaje de fibra y cenizas, condiciones que al parecer, son más adecuadas para el crecimiento del hongo, que las que presentan los

materiales aisladamente. Debido a esto, posiblemente la combinación 2:1 de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz superó la eficiencia del testigo.

7.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la comparación entre los resultados de cada uno de los tratamientos, se realizó un análisis estadístico, el cual consta de un análisis de varianza y la prueba de contrastes ortogonales. A continuación se presentan los cuadros de andeva y el resumen de los contrastes por variable evaluada.

7.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA

El Cuadro 9 presenta el resumen de los análisis de varianza realizadas para las variables peso fresco de carpóforos, eficiencia biológica y porcentaje de producción.

CUADRO 9. RESUMEN ANDEVAS

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	PESO DE CARPÓFOROS		EFICIENCIA BIOLÓGICA		PORCENTAJE DE PR.	
		VALOR DE F	PR > F	VALOR DE F	PR > F	VALOR DE F	PR > F
MODELO	5	21.32	0.0001*	21.36	0.0001*	21.31	0.0001*
ERROR	42						
TOTAL	47						

* Significancia Estadística

Con base en los datos que la andeva refleja es evidente que estadísticamente los rendimientos presentan diferencias significativas, lo cual no es más que una muestra de que los sustratos utilizados tienen una incidencia preponderante en el rendimiento del hongo *Pleurotus ostreatus*, y que cada uno presenta resultados que no pueden ser observados utilizando otros sustratos.

La eficiencia biológica, también se ve influenciada directamente por el sustrato utilizado y sus resultados presentan una diferencia significativa al ser evaluados estadísticamente, por el hecho de que cada sustrato afecta de manera diferente al hongo en su momento de fructificación lo cual viene a determinar el rendimiento del mismo expresado en la relación que existe entre el peso del sustrato seco y el peso fresco de los carpóforos.

En el caso específico del porcentaje de producción, el análisis de varianza muestra una diferencia estadística significativa, lo que viene a indicarnos que los nutrimentos presentes en los pasteles son asimilados por *Pleurotus ostreatus* a velocidades diferentes, lo que redundará en diferentes resultados en la eficiencia biológica evaluada a través del tiempo (porcentaje de producción),

7.2.2 CONTRASTES ORTOGONALES

El cuadro 10 muestra el resumen de los contrastes ortogonales realizados para las variables peso fresco de carpóforos, porcentaje de eficiencia biológica y porcentaje de producción, luego de determinada la significancia estadística a través del análisis de varianza.

CUADRO 10. RESUMEN DE CONTRASTES ORTOGONALES

CONTRASTES	GL	PESO DE CARPÓFOROS		EFICIENCIA BIOLÓGICA		PORCENTAJE DE PR.	
		VALOR DE F	PR > F	VALOR DE F	Pr > F	VALOR DE F	PR > F
TEST VS TODOS	1	5.26	0.0269*	5.28	0.0266*	5.25	0.0271*
T2T3 VS T4T5T6	1	82.02	0.0001*	82.16	0.0001*	81.95	0.0001*
T2 VS T3	1	0.49	0.4867	0.49	0.4863	0.49	0.4862
T4 VS T5T6	1	9.06	0.0044*	9.08	0.0044*	9.08	0.0044*
T5 VS T6	1	9.76	0.0032*	9.78	0.0032*	9.76	0.0032*

* Significancia Estadística

Al realizar los contrastes ortogonales se puede notar que hay diferencia significativa entre el uso del testigo y el de cualquiera de los otros sustratos evaluados con relación al porcentaje de eficiencia biológica, el peso total de carpóforos frescos por tratamiento y su porcentaje de producción. También es notorio que al contrastar las mezclas y los sustratos solos presentan rendimientos porcentuales de EB y de producción que son altamente diferentes. Las mezclas presentan mejor rendimiento.

Los contrastes indican que el uso del rastrojo de maíz y la cascarilla de arroz sin mezclar no tienen diferencia estadística, con lo que se asume que los rendimientos, eficiencia biológica y porcentaje de producción estos sustratos sin mezclar son similares, siendo estos los rendimientos 3,027.20g y 3,127.50 g, la EB 83.35 y 86.11 por ciento y el porcentaje de producción 11.91 y 12.30 respectivamente.

El contraste en el que se evalúa la mezcla con proporción igual de los dos sustratos, contra las mezclas que presentan diferentes proporciones, evidencia una diferencia significativa, lo que permite además visualizar que las mezclas en proporciones desiguales son superiores en EB y porcentaje de PR que la mezcla en proporciones iguales.

El contraste en el que se comparan las mezclas de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz en proporciones 2:1 contra 1:2, también presenta una significancia estadística en sus resultados, dado al hecho de que los carpóforos de la proporción 2:1 fueron tan abundantes como los del tratamiento contrastante pero

de mayor tamaño, lo cual redunda en rendimientos mayores siendo estos 4,260.40 g y 3,813.90 g respectivamente, lo cual afecta a todas las demás variables contrastadas.

La información contenida en los cuadros 2 y 3 de Anexos permiten afirmar que los tratamientos que incluyeron mezclas de cascarilla de arroz y rastrojos de maíz son mejores sustratos de producción.

8. CONCLUSIONES

- El uso de mezclas de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz supera al uso de estos mismos sustratos sin mezclar.
- El uso de mezclas en proporciones desiguales supera en rendimientos de eficiencia biológica al uso de la mezcla de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz en proporciones similares.
- La mezcla que presentó la relación 2:1 (RM+CA) fue el sustrato que evidenció un mayor rendimiento tanto en peso fresco de carpóforos como en su porcentaje de eficiencia biológica.
- Los tratamientos en los cuales se incluyen mezclas de cascarilla de arroz y rastrojos de maíz fueron estadísticamente similares o superiores al tratamiento utilizado como testigo (Pulpa de café), mientras que los mismos sustratos utilizados individualmente tuvieron rendimientos por debajo de los establecidos por el mismo testigo.

9. RECOMENDACIONES

- Con base en los resultados y el análisis estadístico realizado a los mismos se recomienda el uso de la mezcla de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz en proporción 2:1.
- No se utilicen los sustratos cascarilla de arroz y rastrojo de maíz individualmente en el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, pues poseen una eficiencia biológica inferior al mínimo requerido para su rentabilidad.
- Realizar investigaciones en las cuales se evalúe la influencia que pueda o no tener la pulpa de café en los sustratos sin mezclar ya evaluados, al ser mezclada con los mismos.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. ABE, E.; DA EIRA, A.; MINHONI, M. 1992. Relacoes entre temperatura de paserurizacao e conataminacao do composto durante o de *Pleurotus ostreatus* (Jacquim Fries) Kummer. Cientifica (Bra.) 20(2): 423-433.
2. AGRIOS, G.N. 1995. Fitopatología. 2 ed. México, D.F., LIMUSA. 830p.
3. CASTILLO, B. E. 1996. El uso del bagazo de caña para la producción del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*). Sugar Journal. (Sal.) 59(7): 16-25.
4. CASTILLO G., F. A. 1989. Composición y valor nutritivo de la proteína de *Pleurotus spp.* cultivado sobre pulpa de café. Tesis Lic. QQBB. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 49p.
5. CASTRO GOMEZ, R. J. H. 1990. Cultivo submerso de *Pleurotus ostreatus* en bacao de cana de acucar. Arquivos de Biología e Tecnología. (Bra.) 33(3): 710-715 .
6. CISNERO, F.; GARCIA, I.C.; PADRON, X. 1996. Estudio del sustrato agotado de *Pleurotus ostreatus* como fuente de proteasa. Alimentaria. (Cuba) 34(273): 69-71.
7. DAHNCKE, R. M 1984. Guía de la naturaleza Everest setas. Trad. por Eladio Martínez. España, Everest. 80p.
8. DE LEÓN, R. et al. 1988. Planta productora de hongos comestibles en Guatemala. Rev. Mex. Mic. (Mex) 4:297-301.
9. FURUKAWA, H. 1988. Mushroom production in Japan. Farming Japan. (Japón) 22(6): 12-23.
10. GARCIA ROLLAN, M. 1982. Cultivo industrial de *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras (España) no. 11: 1-16
11. _____ 1985. Nuevas técnicas del cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Hojas Divulgadoras (España) no. 8: 1-19
12. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1993. Mapas de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:600,000 4h. Color.
13. HERRERA A., K. L. 1991. Estudio etnomicológico en la región de Chipotón Sacatepéquez. Tesis Lic. QQBB Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 92p.
14. IICA. 1989. Compendio de agronomía tropical. San José, Costa Rica. tomo 2, p. 67-93,121-131.
15. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA. (Gua) 1986. Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. Guatemala. 150p.

16. LOZANO, J. C. 1990. Producción comercial del champiñón (*Pleurotus ostreatus*) en pulpa de café. *Fitopatología Colombiana*. (Col.) 14(2)42-47.
17. MACAYA-LIZANO, A. V. 1988. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* y especies afines (Fungi: Pleurotaceae) sobre medios naturales semi-esteriles. *Revista de Biología Tropical*. (C.R.) 36(2A) 255-260.
18. NICHOLS, M. 1993. Setas comestibles; el arte de cultivar estos caprichosos hongos. *Agricultura de las Américas* (E.E.U.U.) 42(2): 12-22.
19. ORENSANZ GARCIA, J. V.; NAVARRO VIRGOS, C. 1979. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre madera. *Hojas Divulgadoras* (España) no. 3: 1-20
20. SANCHEZ VASQUEZ, J.E. 1994. Producción de hongos comestibles. Chiapas, México, Centro de Estudios del Sudeste. 107p.
21. URREOLA P. DE M., M. I. 1990. Análisis multielemental por reflexión total de rayos X en hongos comestibles. Tesis Lic. QQBB. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 52p.

Vo. Bo.
Batualle



11. Anexos

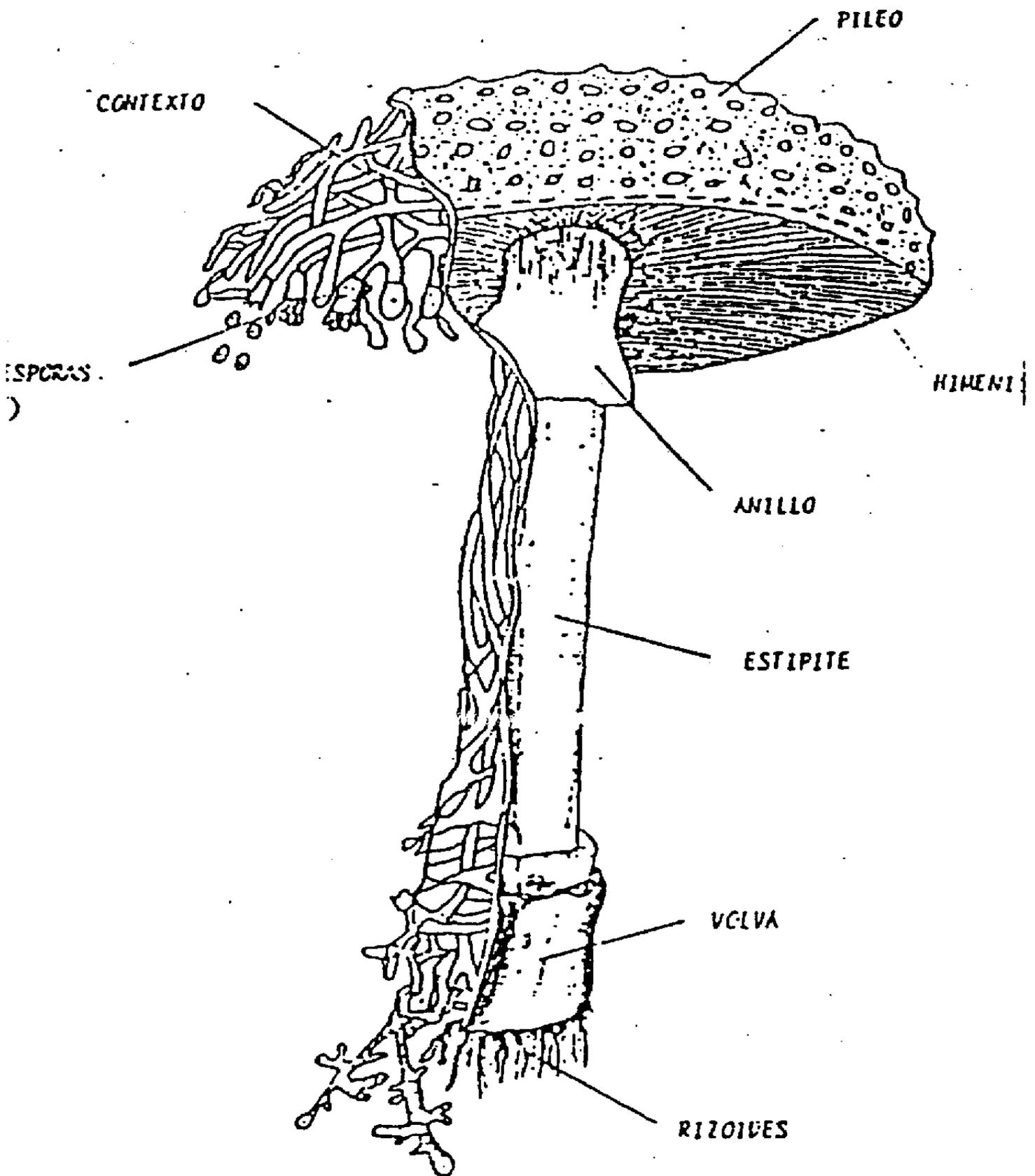


FIGURA 3. PARTES DE UN MACROMICETO 45

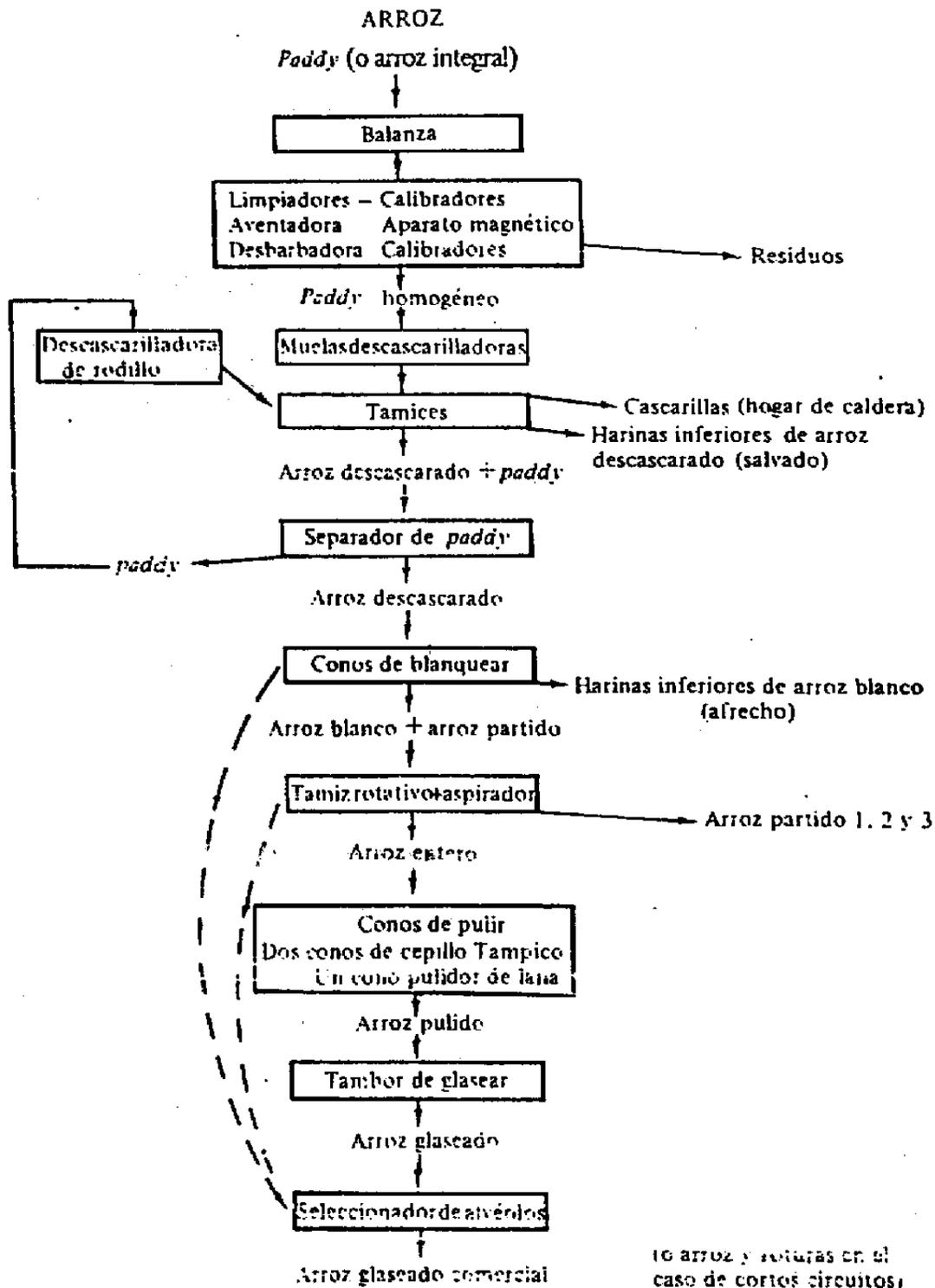


Fig. 3 Arroz: fases de tratamiento.

Fuente: *Memento de Instrucción*

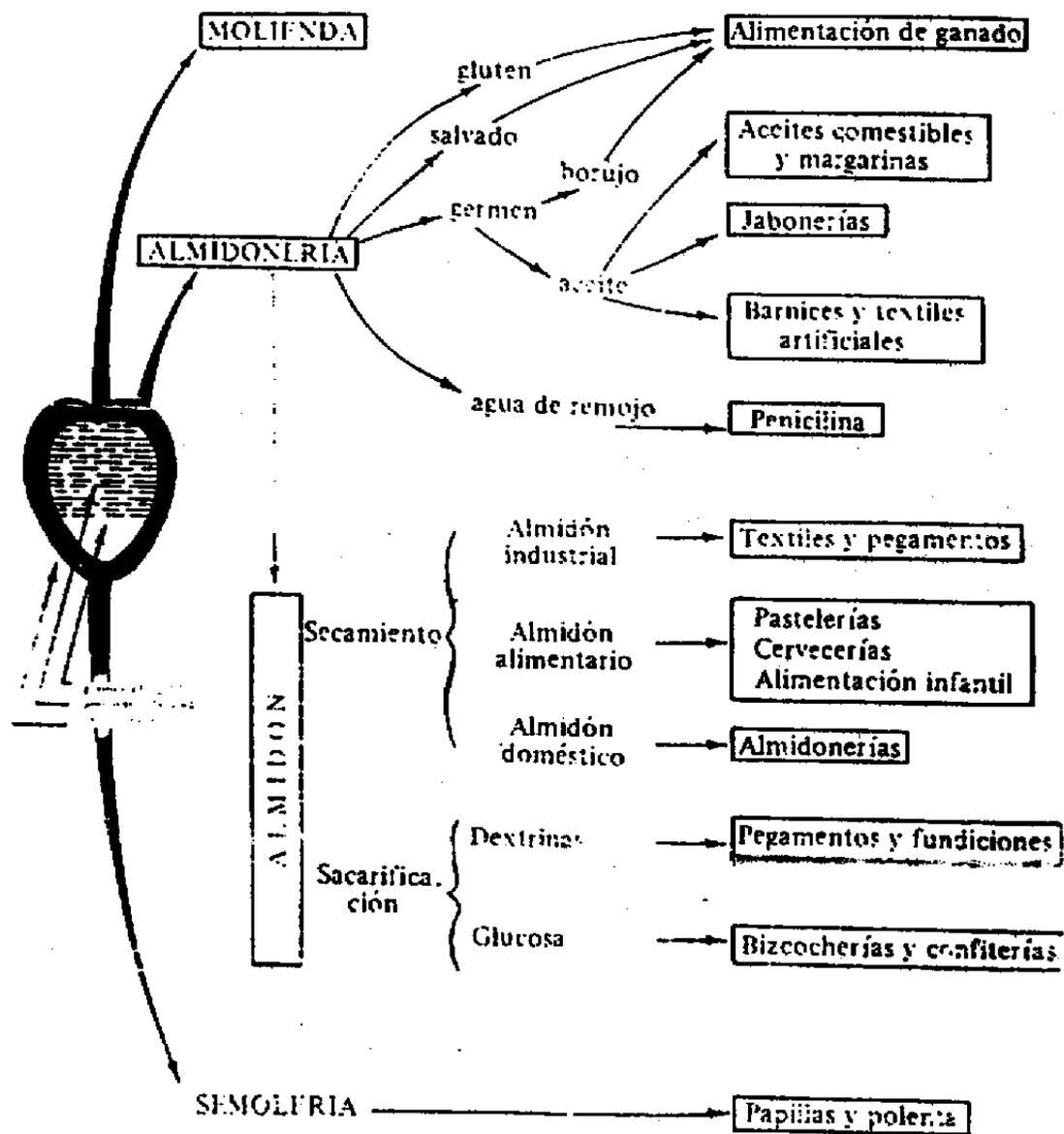


Fig. 4 Maíz: procesamiento industrial.

Fuente: *Momento de la economía*.

Cuadro 1 Anexos: ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS SUSTRATOS UTILIZADOS.

Sustratos	% Materia Seca	% Fibra Cruda	% Proteínas	% Cenizas
<i>Cascara de arroz</i>	89.7	44.3	3.4	21.0
<i>Pulpa de café (fresca)</i>	20.8	3.3	2.0	1.6
<i>Pulpa de café (abono)</i>	20.5	5.6	4.2	1.6
<i>Pulpa de café (desechada)</i>	93.3	15.8	8.2	7.5
<i>Tusa de maíz</i>	90.7	37.5	1.5	2.4
<i>Rastrojo de maíz con hierba</i>	94.8	40.2	8.0	8.1
<i>Olote molido</i>	91.9	38.9	2.4	1.6
<i>Olote molido con grano</i>	86.6	10.6	7.7	1.6
<i>Caña de maíz</i>	92.3	38.7	4.8	5.7
<i>Caña de maíz con hojas</i>	91.7	35.9	5.5	7.5
<i>Hoja de maíz deshidratada</i>	88.6	24.9	9.7	9.3

FUENTE: Tabla de Composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. 1986. INCAP.

TABLA DE PESOS DE CARPOFOROS FRESCOS POR UNIDAD EXPERIMENTAL

U. E.	SEMANA DE CORTE							TOTAL	% E.B.	% PR	AVG EB
	1	2	3	4	5	6	7				
T1R1	125.7	53.9	22.3	156.4	75.5	22.6	45.0	501.4	110.4	15.78	
T1R2	107.1	62.3	24.5	125.2	70.6	31.0	39.9	460.6	101.5	14.49	
T1R3	135.2	49.7	0	150.8	83.3	32.0	19.2	470.2	103.6	14.80	
T1R4	98.0	72.3	35.2	115.0	92.4	42.3	0.0	455.2	100.3	14.32	
T1R5	59.2	89.4	95.3	110.7	84.3	59.4	0.0	498.3	109.8	15.68	
T1R6	103.7	71.3	82.5	0.0	84.9	49.3	38.7	430.4	94.8	13.54	
T1R7	128.0	69.1	41.4	136.2	87.3	53.2	0.0	515.2	113.5	16.21	
T1R8	89.0	75.0	60.1	142.4	91.6	0.0	43.2	501.3	110.4	15.77	105.5
T2R1	89.7	42.4	64.3	90.0	59.6	36.5	0.0	382.5	84.3	12.04	
T2R2	77.3	49.8	0.0	93.4	62.7	40.3	30.2	353.7	77.9	11.13	
T2R3	59.7	0.0	87.3	57.3	60.0	39.3	67.4	371.0	81.7	11.67	
T2R4	97.4	52.0	39.4	72.4	80.8	0.0	77.5	419.5	92.4	13.20	
T2R5	76.3	50.0	56.3	92.7	49.5	64.3	0.0	389.1	85.7	12.24	
T2R6	49.7	83.4	63.2	42.1	0.0	54.7	67.2	360.3	79.4	11.34	
T2R7	68.7	45.4	36.7	76.2	89.4	31.2	22.9	370.5	81.8	11.66	
T2R8	32.3	125.7	0.0	92.6	49.3	56.0	24.7	380.6	83.8	11.98	83.3
T3R1	96.4	59.5	29.7	101.2	47.1	32.0	29.3	395.2	87.0	12.44	
T3R2	79.8	57.2	42.4	28.6	0.0	107.3	78.3	393.6	86.7	12.39	
T3R3	85.4	45.6	32.1	97.8	45.0	39.8	35.7	381.4	84.0	12.00	
T3R4	48.7	89.7	56.6	12.4	54.3	72.3	0.0	334.0	73.8	10.51	
T3R5	36.2	85.9	47.2	0.0	101.2	68.3	58.6	397.4	87.5	12.50	
T3R6	59.0	68.6	73.4	36.3	46.1	65.7	59.3	408.4	90.0	12.85	
T3R7	131.6	68.9	0.0	65.3	59.8	48.6	29.3	403.5	88.9	12.70	
T3R8	93.2	58.6	49.1	0.0	85.4	79.5	48.2	414.0	91.2	13.03	86.1
T4R1	145.0	80.0	32.3	120.6	75.8	29.9	22.6	508.2	111.5	15.93	
T4R2	97.3	105.7	75.0	0.0	59.1	43.2	89.5	469.8	103.5	14.78	
T4R3	49.3	64.2	121.3	69.8	49.5	0.0	82.7	436.8	96.2	13.74	
T4R4	95.8	55.3	129.2	42.1	86.2	0.0	59.0	471.4	103.6	14.32	
T4R5	89.0	103.0	72.5	39.7	0.0	54.7	63.2	422.1	93.0	13.28	
T4R6	57.4	96.7	89.3	0.0	56.4	86.0	93.2	479.0	105.5	15.07	
T4R7	49.6	98.1	79.2	107.3	32.9	67.2	59.3	493.6	108.7	15.53	
T4R8	67.3	47.8	59.2	63.5	45.3	29.5	73.1	385.7	85.0	12.14	100.9
T5R1	156.4	92.7	37.2	137.9	85.1	50.3	32.0	591.6	130.3	18.62	
T5R2	59.8	97.1	89.4	125.2	69.8	94.2	23.2	558.7	123.1	17.58	
T5R3	67.8	126.9	73.6	49.8	73.0	54.6	63.2	508.9	112.1	16.01	
T5R4	95.2	79.6	87.4	131.7	81.4	64.9	39.6	579.8	127.7	18.24	
T5R5	136.7	68.9	0.0	47.9	85.7	69.4	45.8	454.4	100.1	14.30	
T5R6	89.3	138.2	69.4	87.3	65.7	59.4	41.8	551.1	121.4	17.34	
T5R7	79.1	105.8	77.5	80.8	121.7	49.3	0.0	514.2	113.3	16.18	
T5R8	94.2	128.7	0.0	68.4	87.3	57.2	65.9	501.7	110.5	15.79	117.3
T6R1	73.5	128.9	26.3	25.7	79.5	127.3	98.1	559.3	123.2	17.60	
T6R2	56.3	132.4	63.9	0.0	48.0	89.3	102.3	492.2	108.4	15.49	
T6R3	45.3	69.7	92.4	79.5	65.1	77.4	42.0	471.4	103.8	14.83	
T6R4	125.3	65.0	0.0	49.2	79.5	64.1	93.4	476.5	105.0	14.99	
T6R5	64.2	99.2	63.1	0.0	86.2	67.2	55.8	435.7	96.0	13.71	
T6R6	96.5	122.8	0.0	33.6	86.4	101.0	67.2	507.5	111.8	15.97	
T6R7	59.2	78.3	103.5	47.7	89.3	57.4	25.0	480.4	101.4	14.48	
T6R8	89.2	48.5	87.2	42.6	56.1	22.3	65.0	410.9	90.5	11.71	
T6R8	89.2	48.5	87.2	42.6	56.1	22.3	65.0	410.9	90.5	11.71	

OPTIONS NODATE;

DATA dos;

INPUT trat rep total porceb porcpr;

CARDS;

1	1	501.40	110.44	15.78
1	2	460.60	101.45	14.49
1	3	470.20	103.57	14.80
1	4	455.20	100.26	14.32
1	5	498.30	109.76	15.68
1	6	430.40	94.80	13.54
1	7	515.20	113.48	16.21
1	8	501.30	110.42	15.77
2	1	382.50	84.25	12.04
2	2	353.70	77.91	11.13
2	3	371.00	81.72	11.67
2	4	419.50	92.40	13.20
2	5	389.10	85.70	12.24
2	6	360.30	79.36	11.34
2	7	370.50	81.61	11.66
2	8	380.60	83.83	11.98
3	1	395.20	87.05	12.44
3	2	393.60	86.70	12.39
3	3	381.40	84.01	12.00
3	4	334.00	73.57	10.51
3	5	397.40	87.53	12.50
3	6	408.40	89.96	12.85
3	7	403.50	88.88	12.70
3	8	414.00	91.19	13.03
4	1	506.20	111.50	15.93
4	2	469.80	103.48	14.78
4	3	436.80	96.21	13.74
4	4	471.40	103.83	14.83
4	5	422.10	92.97	13.28
4	6	479.00	105.51	15.07
4	7	493.60	108.72	15.53
4	8	385.70	84.96	12.14
5	1	591.60	130.31	18.62
5	2	558.70	123.06	17.58
5	3	508.90	112.09	16.01
5	4	579.80	127.71	18.24
5	5	454.40	100.09	14.30
5	6	551.10	121.39	17.34
5	7	514.20	113.26	16.18
5	8	501.70	110.51	15.79
6	1	559.30	123.19	17.60
6	2	492.20	108.41	15.49
6	3	471.40	103.83	14.83
6	4	476.50	104.96	14.99
6	5	435.70	95.97	13.71
6	6	507.50	111.78	15.97
6	7	460.40	101.41	14.49
6	8	410.90	90.51	12.93

;PROC PRINT;

RUN;

PROC GLM;

CLASS trat;

MODEL total porceb porcpr=trat;

MEANS trat/tukey;

CONTRAST "test vs todos" trat -5 +1 +1 +1 +1 +1;

CONTRAST "t2t3 vs t4t5t6" trat 0 -3 -3 +2 +2 +2;

CONTRAST "t2 vs t3" trat 0 +1 -1 0 0 0;

CONTRAST "t4 vs t5t6" trat 0 0 0 -2 +1 +1;

CONTRAST "t5 vs t6" trat 0 0 0 0 +1 -1;

RUN;

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class Levels Values

TRAT 6 1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 48

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: TOTAL

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	136107.37166667	27221.47433333	21.32	0.0001
Error	42	53635.62750000	1277.03875000		
Corrected Total	47	189742.99916667			

R-Square	C.V.	Root MSE	TOTAL Mean
0.717325	7.895134	35.73567895	452.62916667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	5	136107.37166667	27221.47433333	21.32	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	5	136107.37166667	27221.47433333	21.32	0.0001

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PORCEB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	6603.29149375	1320.65829875	21.32	0.0001
Error	42	2601.87383750	61.94937708		
Corrected Total	47	9205.16533125			

R-Square	C.V.	Root MSE	PORCEB Mean
0.717346	7.894625	7.87079266	99.69812500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	5	6603.29149375	1320.65829875	21.32	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	5	6603.29149375	1320.65829875	21.32	0.0001

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PORCPR

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	134.69302500	26.93860500	21.31	0.0001
Error	42	53.10527500	1.28441131		
Corrected Total	47	187.79830000			

R-Square	C.V.	Root MSE	PORCPR Mean
0.717222	7.895106	1.12446045	14.24250000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	5	134.69302500	26.93860500	21.31	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	5	134.69302500	26.93860500	21.31	0.0001

General Linear Models Procedure

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

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= 42 MSE= 1277.039

Critical Value of Studentized Range= 4.222

Minimum Significant Difference= 53.34

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	532.55	8	5
B	479.08	8	1
B	476.74	8	6
B	458.08	8	4
C	390.94	8	3
C	378.40	8	2

General Linear Models Procedure

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

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= 42 MSE= 61.94938
 Critical Value of Studentized Range= 4.222
 Minimum Significant Difference= 11.748

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	117.303	8	5
B	105.523	8	1
B	105.008	8	6
B	100.898	8	4
C	86.111	8	3
C	83.348	8	2

The SAS System

General Linear Models Procedure

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

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= 42 MSE= 1.264411
 Critical Value of Studentized Range= 4.222
 Minimum Significant Difference= 1.6784

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	16.7575	8	5
B	15.0738	8	1
B	15.0013	8	6
B	14.4125	8	4
C	12.3025	8	3
C	11.9075	8	2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: TOTAL

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
test vs todos	1	6714.06816667	6714.06816667	5.26	0.0269
t2t3 vs t4t5t6	1	104738.28204167	104738.28204167	82.02	0.0001
t2 vs t3	1	628.75562500	628.75562500	0.49	0.4867
t4 vs t5t6	1	11566.12520833	11566.12520833	9.06	0.0044
t5 vs t6	1	12460.14062500	12460.14062500	9.76	0.0032

The SAS System

10

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PORCEB

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
test vs todos	1	325.66410375	325.66410375	5.26	0.0269
t2t3 vs t4t5t6	1	5081.25240042	5081.25240042	82.02	0.0001
t2 vs t3	1	30.55325625	30.55325625	0.49	0.4864
t4 vs t5t6	1	561.15363333	561.15363333	9.06	0.0044
t5 vs t6	1	604.66810000	604.66810000	9.76	0.0032

The SAS System

11

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PORCPR

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
test vs todos	1	6.63337500	6.63337500	5.25	0.0271
t2t3 vs t4t5t6	1	103.62204167	103.62204167	81.95	0.0001
t2 vs t3	1	0.62410000	0.62410000	0.49	0.4862
t4 vs t5t6	1	11.47585208	11.47585208	9.08	0.0044
t5 vs t6	1	12.33765625	12.33765625	9.76	0.0032

Cuadro 2 Anexos: ARREGLO DE CONTRASTES ORTOGONALES

	PESO FRESCO DE CARPOFOROS TOTAL / TRAT						
	3832.6	3027.2	3127.5	3664.6	4260.4	3813.9	
CONTRASTES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sumatoria
T1 vs Todos	-5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0
T2, T3 vs T4,T5,T6	0.0	-3.0	-3.0	2.0	2.0	2.0	0.0
T2 vs T3	0.0	-1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T4 vs T5,T6	0.0	0.0	0.0	-2.0	1.0	1.0	0.0
T5 vs T6	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	1.0	0.0

Cuadro 3 Anexos: RESULTADOS DE CONTRASTES.

CONTRASTES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sumatoria
T1 vs Todos	-19163.0	3027.2	3127.5	3664.6	4260.4	3813.9	1269.4
T2, T3 vs T4,T5,T6	0.0	-9081.6	-9382.5	7329.2	8520.8	7627.8	5013.7
T2 vs T3	0.0	-3027.2	3127.5	0.0	0.0	0.0	100.3
T4 vs T5,T6	0.0	0.0	0.0	-7329.2	4260.4	3813.9	745.1
T5 vs T6	0.0	0.0	0.0	0.0	-4260.4	3813.9	-446.5



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "UTILIZACION DE RASTROJOS DE MAIZ (Zea mays L.) Y CASCARILLA DE ARROZ (oryza sativa L.) COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE Pleurotus ostreatus".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: DONALD ALFREDO GARCIA RAMOS

CARNET No: 9440690

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Lic. Julio G. Chinchilla Vettorazzi
Licda. Olga Leticia Mena Marinelli

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.

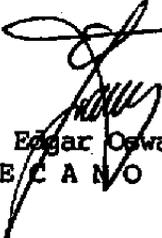

Lic. Romeo Alfonso Pérez Morales
ASESOR

Lic. Romeo Alfonso Pérez Morales
QUIMICO-BIOLOGO
COLEGIADO 888


Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE


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



cc: Control Académico
IIA.
Archivo
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>