

21
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA



EVALUACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE
DIFERENTES CEPAS COMERCIALES
DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus spp.*
(setas).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A :
PATRICIA PAREDES QUIROZ



MEXICO, D. F.

1986

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

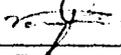
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente	M. en C. Biserka Sveshtarova Pekarkova
Vocal	Dr. Agustín López Munguía Canales
Secretario	Dr. Hermilo Leal Lara
1er. suplente	Q.A. Beatriz de Guadalupe Serrano López
2do. suplente	Dra. Amalia M. de G. Farrés González Saravia

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio 324 del Departamento de Alimentos y Biotecnología, Edif. E de la Facultad de Química de la UNAM.

Asesor del tema:	Dr. Hermilo Leal Lara	
Supervisor técnico	M. en B. Rebeca Ramírez Carrillo	
Sustentante:	Patricia Paredes Quiroz	

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Hermilo Leal Lara por haberme asesorado en la realización de este trabajo. Por su tiempo y dedicación.

Agradezco a la M. en B. Rebeca Ramírez Carrillo por su asesoría , su apoyo y gran ayuda en la culminación de este trabajo.

De la misma manera agradezco a todos los miembros del jurado su participación en la revisión de este trabajo.

Agradezco de igual forma al Departamento de Alimentos y Biotecnología , así como a la facultad de Química las facilidades brindadas.

**A mi Dios por permitirme la realización y
culminación de esta meta.**

A Papá* y Mamá* por todo el amor que me brindaron, por haberme dado la vida, así como por haberme dado las bases para crecer y prepararme como persona. Les dedico con todo mi amor este trabajo que sé que en algún lugar pueden observarlo.

A mis hermanos por su apoyo y confianza en todo momento.

A mis amigos y compañeros por la amistad y el apoyo recibidos.

INDICE

RESUMEN	3
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.	5
1.1. ASPECTOS GENERALES DE CULTIVO DE LOS HONGOS COMESTIBLES EN DESPERDICIOS LIGNOCELULÓSICOS.	8
1.2. DESPERDICIOS LIGNOCELULÓSICOS.	9
1.2.1. PROBLEMÁTICA DE LOS DESPERDICIOS LIGNOCELULÓSICOS.	9
1.2.2. COMPOSICIÓN Y UTILIZACIÓN BIOLÓGICA	9
1.3. BIOLOGÍA DE <i>Pleurotus spp.</i>	11
1.3.1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.	11
1.3.2. VALOR NUTRICIONAL.	12
1.4. FACTORES ECOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL GÉNERO <i>Pleurotus spp.</i>	15
1.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LOS HONGOS COMESTIBLES EN MÉXICO.	18
1.6. NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD NACIONALES E INTERNACIONALES PARA SETAS.	22
1.7. OBJETIVOS.	24
1.8. HIPÓTESIS.	25
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.	26
2.1. CEPAS FÚNGICAS.	27
2.2. MEDIOS DE CULTIVO.	27
2.2.1. MEDIO DE AGAR EXTRACTO DE MALTA.	27
2.2.2. MEDIO DE SEMILLA DE TRIGO (INOCULO DE GRANO).	28
2.2.3. SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS.	30
2.2.3.1. SUSTRATO ESTERILIZADO.	30
2.2.3.2. SUSTRATO PASTEURIZADO.	30
2.3. CONDICIONES DE CULTIVO.	31
2.3.1. CONDICIONES DE CULTIVO EN AGAR.	31
2.3.2. CONDICIONES DE CULTIVO EN MEDIO DE SEMILLA.	32
2.3.3. CONDICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPOROFOROS EN SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS.	32
2.3.3.1. INOCULACIÓN Y PROPAGACIÓN VEGETATIVA..	32
2.3.3.2. PRODUCCIÓN.	33
2.4. ANÁLISIS DE DATOS.	34
CAPITULO III. EXPERIMENTOS Y RESULTADOS.	36
3.1. DEFINICIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CULTIVO Y EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DEL SUSTRATO.	37
3.2. EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE DIFERENTES CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i> BAJO CONDICIONES DE OPERACIÓN CONTROLADAS.	56
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.	78
CAPITULO V. BIBLIOGRAFÍA.	83

RESUMEN.

Se evaluaron 15 cepas comerciales del hongo comestible *Pleurotus spp.*, las cuales se obtuvieron en su totalidad en el cepario del Departamento de Alimentos y Biotecnología de la UNAM. Dichas cepas provienen de distinto origen, es decir, hay algunas que proceden de Alemania, otras de Canadá, Francia, Polonia, Italia, India, EUA, y otras más del Estado de Veracruz o Morelos, (México) (Tabla 2.1), lo cual podría representar una variable importante en la obtención de los resultados. La evaluación de dichas cepas se llevó a cabo para seleccionar aquellas que reunieran las características más adecuadas para mejorar la competitividad de la producción comercial bajo las condiciones locales de cultivo, es decir las que pudieron establecerse dentro del cuarto de fructificación del laboratorio en donde se desarrolló este proyecto.

Se evaluó tanto la productividad como otras características asociadas a la producción, durante la realización de dos experimentos. Una variable más a estudiar fue el tratamiento térmico utilizado en la preparación del sustrato, evaluando dos procedimientos (pasteurización y esterilización), con la finalidad de observar la influencia que podrían ejercer sobre la productividad de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* La productividad no se vio influenciada por el tratamiento térmico empleado para la preparación del sustrato.

Ciertos parámetros de producción como el tiempo de incubación para el inicio de la fructificación, el tiempo de cosechado, el máximo rendimiento, el peso promedio y la

morfología de los hongos fueron monitoreados, observándose marcadas diferencias de dichas características detectadas en las distintas cepas. Se identificaron 6 cepas con características adecuadas, seleccionándose 2 de ellas, (IAP y PCM) por haber reunido de mejor manera los parámetros establecidos para la selección y mejoramiento de la producción comercial. Dichas cepas presentaron rendimientos de más del 100 % de eficiencia biológica (E.B.), en períodos cortos de producción (7 a 10 semanas) y esporoforos de tamaño mediano (9 a 10 g), de color blanco amarillento y consistencia firme.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha observado en México un creciente interés por la producción comercial de hongos comestibles, particularmente de *Pleurotus spp.* dadas las ventajas que ofrece por la posibilidad de producir alimentos de alto valor nutritivo a partir de residuos agrícolas que son considerados como desperdicios y contaminantes del medio ambiente. Debido a ello, la producción de este hongo, representa una opción industrial ecológicamente viable y de múltiples beneficios (Kurtzmann y Zadrazil, 1982, Zadrazil. *et al.*, 1974). Sin embargo, el crecimiento de esta industria se ha visto limitado por problemas de diferente tipo (Martínez Carrera *et al.*, 1984, Martínez Carrera y P. Morales, 1993). A nivel nacional, esta industria se caracteriza por su escaso desarrollo en número y en conocimiento tecnológico, lo que ocasiona una baja competitividad y rentabilidad. A la fecha, no se cuenta con estudios enfocados a la caracterización de las diferentes cepas comerciales de *Pleurotus spp.* que son utilizadas para el cultivo comercial. Se estima que con esta información podrían diseñarse estrategias para incrementar la capacidad de comercialización de este hongo, no únicamente a nivel nacional sino incluso en el mercado de exportación al verse involucrada la calidad del producto. Asimismo, podría incrementarse su demanda y productividad al cultivar cepas comerciales que produzcan esporoforos con características novedosas y de alta calidad, que hayan sido obtenidas a partir de programas de mejoramiento genético, una vez estudiadas las características de producción. Se pretende por ello en este trabajo, realizar un programa de selección dirigido, para evaluar distintas cepas de *Pleurotus spp.* estudiando las características

relacionadas con su productividad, para identificar aquellas con más altos rendimientos, inicio temprano de fructificación, tiempo optimizado de cosecha y esporoforos atractivos en base a su tamaño, color, textura y morfología, características que se estima son de gran importancia y que pueden contribuir en el incremento o mejoramiento de la comercialización de este hongo. Este tema no ha sido investigado a la fecha, pero resulta central en términos de los beneficios potenciales para esta industria y que requiere de recursos razonables para su desarrollo. Los resultados de este estudio favorecerían el crecimiento de esta industria, redundando en una mejoría de las condiciones para la producción comercial de *Pleurotus spp.*

Cabe destacar que se desea además, observar si existe diversidad en las características morfológicas de diferentes cepas de la misma especie de este hongo, así como entre especies diferentes, debido a que en la actualidad existe poca confiabilidad al hacer uso de características micro (como son el tamaño y forma de las esporas) y macroscópicas (color, forma, tamaño de los esporoforos), como elementos básicos para la diferenciación y clasificación de razas distintas de la misma especie de hongo, debido a que las características morfológicas se ven muy influenciadas por factores externos como son las condiciones ambientales, (Eger, G., Sui, F.L. y Leal-Lara, H., 1979).

Existe además una gran fluctuación de la productividad entre productores y entre los diferentes lotes de producción, lo cual también representa una fuente importante de variación, factores que serán estudiados en el presente trabajo.

1.1. ASPECTOS GENERALES DE CULTIVO DE LOS HONGOS COMESTIBLES EN DESPERDICIOS LIGNOCELULÓSICOS.

A últimas fechas, se ha observado en México un creciente interés por la producción comercial de hongos comestibles. Su cultivo representa diversas ventajas en la producción de alimentos, especialmente por el empleo de residuos agrícolas como sustrato para su crecimiento, tales como la paja de diversos cereales (arroz, cebada y trigo), bagazo de caña, henequén y algodón, pulpa de café y nopal, obteniéndose cosechas significativas de hongos (con rendimientos de 80-100%, aproximadamente) en un lapso de 60 días después de la inoculación. Como ventajas adicionales que presenta la industria de hongos comestibles, se encuentran el elevado valor proteínico de los hongos producidos, los altos rendimientos en áreas pequeñas y la obtención de una biomasa significativa en cortos períodos y a un costo relativamente bajo. Además, la operación no genera contaminantes nocivos al ecosistema.

El cultivo de *Pleurotus spp.*, resulta ser entonces una alternativa que ayudaría en forma significativa a aquellos países en donde es inherente la escasez de alimentos, especialmente en países del Tercer Mundo. Para el caso de México, proporciona una opción ecológica viable, no solamente en la producción de alimento al representar un potencial para mejorar la dieta en el área rural, sino también para manejar y utilizar en forma racional los desechos agrícolas en nuestro país.

1.2. DESPERDICIOS LIGNOCELULÓSICOS.

1.2.1. PROBLEMÁTICA DE LOS DESPERDICIOS LIGNOCELULÓSICOS.

En México se generan desperdicios lignocelulósicos en cantidades considerables, los cuales representan millones de toneladas. Estos desechos son producidos básicamente a partir de la actividad agrícola, esencialmente en la producción de maíz, frijol, sorgo, trigo, caña de azúcar, café y frutales. Adicionalmente, la actividad forestal representa otra fuente importante en la generación de estos desechos. Parte de estos desperdicios, se utilizan como compostas, forrajes y combustibles. Sin embargo, un gran porcentaje de ellos no tiene utilización, por lo que representan un serio problema de contaminación ambiental y altos costos para su manejo (Zadrazil, 1974). Resulta por ello de vital importancia, encontrar los mecanismos adecuados que permitan reciclar estos desechos en el ecosistema, aumentando las opciones de su utilización y tratando de disminuir a un mínimo el deterioro ambiental que pudiera ocasionarse en el lugar en donde son producidos, así como en donde serán utilizados (Martínez, et al., 1984).

1.2.2. COMPOSICIÓN Y UTILIZACIÓN BIOLÓGICA.

Los desechos agrícolas están constituidos principalmente por polímeros como la celulosa y la lignina. La celulosa es un polisacárido con enlaces β -1,4, que forma y determina la estructura de las membranas celulares de las especies vegetales. Constituye

una fuente energética de vital importancia en la alimentación de los herbívoros. Por su constitución, resulta difícilmente asimilable por algunos organismos vivos. La lignina, por su parte, es un polímero mixto de diferentes derivados del fenilpropano de molécula grande y muy ramificada, lo que la hace muy resistente al ataque de microorganismos. Constituye hasta el 25% de la madera seca.

La celulosa y la lignina se encuentran formando asociaciones que dan origen a lo que se conoce como complejos lignocelulósicos. Una característica de estos complejos, es su difícil biodegradación en la naturaleza, asociada a una baja digestibilidad al ser utilizados en la alimentación de los rumiantes, teniendo como resultado su ineficiente utilización como nutrientes. Esto se debe a que la lignina actúa como una barrera infranqueable que impide la utilización de la celulosa, por lo que la lignina debe degradarse a compuestos más simples para permitir así la liberación de la celulosa y su utilización por los animales.

Se han propuesto varios métodos para la utilización de los subproductos lignocelulósicos. Uno de ellos, es el empleo de organismos capaces de metabolizar la lignina, con la subsecuente liberación de la celulosa para obtener alimento para el consumo humano y/o animal. Los únicos seres vivos capaces de degradar la lignina de una forma eficiente son ciertos tipos de hongos, debido a que presentan los sistemas enzimáticos adecuados para hacerlo. Algunos de estos hongos son comestibles, destacando los del género *Pleurotus spp.* que por todo lo expuesto anteriormente, resultan ser de gran interés (Chang y Quimio, 1982). Existen numerosas especies de *Pleurotus* que

fructifican en medios artificiales de cultivo, pero para fines alimenticios se cultivan: *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. sapideus*, *P. flabellatus*, *P. eryngii*, *P. sajor caju* y *P. cornucopiae*.

1.3. BIOLOGÍA DE *Pleurotus* spp.

1.3.1. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.

Pleurotus spp. pertenece a los hongos comestibles de la familia de los Tricholomataceae (Agaricales). Es un hongo con sombrero liso, de 5-10 cm. de ancho, grisáceo o café grisáceo. Sus láminas son blancas o rosa amarillentas, poco o nada unidas entre sí en la base. No tiene pie o este es corto o mal definido. Su carne es blanca y correosa, con olor y sabor agradables. Crece en zonas tropicales, subtropicales y aún en zonas en donde la temperatura es inferior a los 15°C (Zadrazil, 1974). Es destructor de la madera y saprofito; y algunas veces se comporta como parásito. Dependiendo de las condiciones de crecimiento, las esporas al germinar pueden desarrollarse como un micelio blanco, café oscuro, gris o negro-grisáceo. Las esporas pueden medir de 8 a 12µm por 3 a 4 µm y son hialinas. El estípite es corto, lateral o excéntrico.

Es capaz de degradar tanto la lignina como la celulosa y en general todos los materiales que contengan estos complejos. Se caracteriza por tener la habilidad de degradar mediante enzimas hidrolíticas y oxidantes los materiales lignocelulósicos de la naturaleza, que tienen poco o ningún valor como alimento o forraje en su forma original.

Durante este proceso de degradación, el hongo produce cuerpos fructíferos de alto contenido proteico y cantidades considerables de vitaminas y minerales que son empleados para el consumo humano.

1.3.2. VALOR NUTRICIONAL.

Tradicionalmente se ha considerado a los hongos como un alimento de alta calidad, con sabor y textura apreciable y sobre todo por su alto valor nutritivo. Esto es notable ya que constituyen una magnífica fuente de proteínas, por contener hasta un 35% en base seca. Este dato es significativo si se compara con el 13.2% del trigo y el 25.2% de la leche. La digestibilidad de la proteína in vitro es de 63-89%. En la Tablas 1.1 y 1.2, puede observarse la composición promedio de los esporoforos de *Pleurotus spp.*

No solo el contenido total de proteína es importante para determinar el valor nutritivo de los hongos y de cualquier otro alimento, sino también la proporción relativa de los aminoácidos, principalmente los esenciales. Los hongos contienen todos los aminoácidos esenciales que necesita el hombre para su nutrición, pues del total de los aminoácidos presentes en los esporoforos de *Pleurotus spp.*, 56% de ellos, está comprendido entre los aminoácidos esenciales. En la proteína de *Pleurotus spp.* se encuentran presentes fenilalanina, alanina y glicina en una concentración mayor que sus valores en la proteína del huevo. Sin embargo, los aminoácidos azufrados están en concentraciones limitadas. Esta diferencia es una característica general de todas las proteínas microbianas.

Los carbohidratos son los constituyentes que se encuentran en mayor porcentaje en las especies de *Pleurotus spp.*, con contenidos que van de 57.4 a 59.2%. La fibra cruda se encuentra en cantidades que van del 11.5 al 12% (Bano, 1967).

Del total de lípidos presentes, más del 80% son ácidos grasos insaturados y en particular, aproximadamente el 70% de estos, es ácido linoleico.

Entre las vitaminas presentes en los esporoforos de *Pleurotus spp.* se encuentran la B1, B2, C, D, Niacina y Ácido Pantoténico (Bano, 1979).

De los minerales presentes, el potasio se encuentra en mayor porcentaje con cantidades que van desde 3260 a 4660 mg/100 g, el fósforo se encuentra en cantidades que van de 760 a 1850 mg/100 g y el magnesio de 192 a 292 mg/100g en base seca (Bano, 1979).

TABLA 1.1. COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LOS ESPOROFOROS DE *Pleurotus spp.*

COMPONENTE	COMPOSICIÓN (g/100g de Peso Seco)
Proteína cruda	30.40
Grasa	2.20
Carbohidratos	57.60
Fibra Cruda	8.70
Fósforo	1.40

(BANO, 1967).

TABLA 1.2. CONTENIDO VITAMÍNICO PROMEDIO DE LOS ESPOROFOROS DE *Pleurotus spp.*

COMPONENTE	CONTENIDO (mg/100g de Peso Fresco)
Ac. Ascórbico (Vit C)	8.60
Tiamina (Vit B1)	0.12
Riboflavina (Vit B2)	0.52
Ac. Nicotínico(Comp. B)	5.82
Ac. Pantoténico (Vit B3)	2.83
Biotina	0.018

(BANO, 1967).

1.4. FACTORES ECOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL GÉNERO *Pleurotus* spp.

Pleurotus spp. se ha caracterizado por su gran velocidad de desarrollo vegetativo y habilidad para colonizar el sustrato. Bajo condiciones naturales, crece en árboles o en ramas leñosas muertas, en particular durante la temporada de lluvias. Las condiciones ambientales para el cultivo de *Pleurotus* spp. deben asemejarse tanto como sea posible a su medio natural. Los factores ecológicos clave para el desarrollo del cuerpo fructífero y la obtención de un elevado rendimiento son: La temperatura, la humedad y la ventilación, la cual definirá la concentración de O₂ y de CO₂ en el medio ambiente (Zadrazil, 1974). Dichos factores deberán mantenerse constantes durante todo el periodo de cultivo para optimizar la producción de este hongo.

TEMPERATURA. La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo de *Pleurotus* spp. es de 25 °C. Al disminuir ésta, decrece la intensidad de desarrollo y se detiene a 10°C, mientras que la tolerancia al calor alcanza su máximo a 40 °C (Leong, 1982). Por su parte, la fructificación tiene lugar en un amplio margen de temperatura que va desde 15 °C hasta 25 °C, dependiendo del tipo de cepa, sugiriéndose que a temperaturas más altas se obtienen mayores rendimientos, pero la consistencia de los esporoforos es menos robusta.

HUMEDAD. Con una humedad relativa del 70 al 80% se crean condiciones ideales para el crecimiento del micelio (Kurtzmann, 1982), mientras que para el desarrollo del cuerpo fructífero el óptimo está situado entre el 75 y 80%. Por otro lado, no se presenta la

fructificación a humedades menores al 65% y en atmósferas saturadas el desarrollo del basidiocarpo es anormal (Leong, 1982).

LUMINACIÓN. Se ha comprobado que la presencia o ausencia de luz no afecta significativamente el desarrollo vegetativo del micelio, mientras que la producción de cuerpos fructíferos sí se ve influenciada. No obstante, la luz es un factor determinante para la iniciación del desarrollo de los primordios, además de que la mayoría de las especies presentan un fototropismo positivo. Asimismo, se ha observado que las características del cuerpo fructífero (forma y tamaño del ple) dependen de la cantidad de luz que reciben (Leong, 1982).

AMBIENTE GASEOSO. La concentración de CO₂ es muy importante para el desarrollo de *Pleurotus spp.* Una concentración relativamente alta de 20 a 25% es útil para propiciar el crecimiento del micelio. Sin embargo, concentraciones superiores al 0.6% inhiben la formación de primordios. Por ello, 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 elimine constantemente el CO₂ formado por la misma respiración del hongo. Una ventilación deficiente se manifiesta en deformaciones del cuerpo fructífero. Se ha probado también que las altas concentraciones de CO₂ protegen a *Pleurotus* de microorganismos competidores que no crecen o mueren a concentraciones elevadas de este gas. El efecto benéfico del CO₂ sobre el crecimiento del micelio se lleva a cabo en condiciones semianaeróbicas, mientras que la carencia de oxígeno inhibe el

crecimiento. Las etapas de desarrollo de *Pleurotus* difieren radicalmente en sus requerimientos de oxígeno. El crecimiento vegetativo del micelio se realiza bajo condiciones semianaeróbicas, mientras que el desarrollo de los cuerpos fructíferos es un proceso definitivamente aerobio (Leong, 1982).

pH. Se ha determinado que a pH muy ácido (pH 4) se inhibe el crecimiento del micelio de *Pleurotus spp.* A valores mayores de pH, de 4 a 6, el crecimiento es favorable. Sin embargo, el pH para su desarrollo óptimo es de 6 a 6.5 (Zadrazil, 1974).

NUTRIENTES. Los principales nutrientes que se deben considerar para el cultivo de este hongo, son las fuentes de Carbono y Nitrógeno, además de las vitaminas, hormonas y sales minerales. El crecimiento de las setas es directamente dependiente de la cantidad de nutrientes presentes en el sustrato y de la capacidad de aprovechamiento de la cepa. La paja húmeda utilizada como sustrato para su crecimiento les provee a las setas de los siguientes nutrientes: celulosa, hemicelulosa, lignina, azúcares libres, nitrógeno, minerales y agua (Bano, et al., 1979).

En la tabla 1.3, se presentan los valores óptimos para el desarrollo micelial y la fructificación de *Pleurotus spp.* (Bello, 1993, Kurtzmann y Zadrazil, 1989, Sánchez, 1993).

TABLA 1.3. VALORES ÓPTIMOS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO DE *Pleurotus spp.*

FACTOR	CRECIMIENTO MICELIAR	FRUCTIFICACIÓN
TEMPERATURA	25-33°C	28°C
HUMEDAD RELATIVA	BAJA HUMEDAD	85%
HUMEDAD DEL SUSTRATO	70%	50%
pH DEL SUSTRATO	6.0-6.5	6.5-7.0
CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (BUENA VENTILACIÓN)	20-25% (AIRE NORMAL)	< 0.6% (BUENA VENTILACIÓN)
ILUMINACIÓN	NULA	SUFICIENTE PARA VER

1.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LOS HONGOS COMESTIBLES EN MÉXICO.

En la Tabla 1.4, se presenta una relación de la producción mundial de los hongos comestibles. En ella puede observarse que el género *Pleurotus spp.* ocupa un cuarto lugar dentro del total de dicha producción, con un 7.7% frente a un 56% correspondiente a la del champiñón y a un 14% del hongo shiitake. A partir de esto, puede observarse que es importante estudiar la problemática tanto del punto de vista comercial como tecnológico y científico para identificar los factores involucrados que permitirían incrementar la participación de *Pleurotus spp.* en el mercado nacional, como en el internacional de la producción de los hongos comestibles.

Existe un marcado interés en el potencial del mercado mexicano por parte de las empresas productoras de hongos comestibles ya que ven la posibilidad de un incremento

TABLA 1.4. PRODUCCION MUNDIAL DE HONGOS COMESTIBLES.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	PRODUCCION (TONx10 ³)	%
<i>Agaricus bisporus bitorquis</i>	Hongo en botón (Champiñón)	1 227	56.2
<i>Lentinus edodes</i>	Shiitake	314	14.4
<i>Volvariella volvacea</i>	Hongo de la paja	178	8.2
<i>Plourotus spp</i>	Hongo ostión	169	7.7
<i>Auricularia spp</i>	Hongo oreja de la madera	119	5.5
<i>Hammulina volutipes</i>	Hongo del invierno	100	4.6
<i>Treinnalla fuciformes</i>	Hongo oreja de plata	40	1.8
<i>Pholiota nameko</i>	Nameko	25	1.1
Otros		10	
Total		2 182	100

(Chang, 1986).

substancial en el consumo per cápita de hongos en nuestro país, que en la actualidad es de apenas 0.10 kg anuales, apreciablemente bajo si se compara con los 2.26 kg de Inglaterra, 2.04 kg de Canadá y 0.95 kg de E.U. Por medio de campañas publicitarias adecuadas, así como de un producto de mejor calidad, sería posible incrementar nuestro consumo per cápita cuando menos en un 500% (Martínez-Carrera, 1993).

Existen diferentes problemas a los que se enfrenta la industria nacional de los hongos comestibles que impiden su crecimiento. Algunos de los cuales están relacionados con aspectos de la comercialización y otros más, referentes a los escasos estudios de investigación. Junto a la agudización de la escasez de recursos económicos, se encuentran algunos problemas añejos, tales como la desconfianza de ciertos sectores de la población por considerarlos venenosos, así como la variable y en ocasiones baja calidad del producto. Por otro lado, no se cuenta con esporoforos de diferentes características organolépticas, como color, textura, consistencia y tamaño de los mismos. Se considera que en la medida en que se obtengan cepas comerciales altamente productivas, que ofrezcan características novedosas y de amplia aceptación en el mercado, se promoverá la producción y el consumo de este hongo. Probablemente, estos mismos elementos redundarían en un aumento en el potencial exportador ya que en la actualidad este ha sido muy limitado debido principalmente a la competencia comercial de las industrias asiáticas de Taiwan, China y Hong Kong, además de las elevadas cuotas arancelarias y aduanales a las que se enfrenta en Norteamérica y Canadá. Dichos mercados exigen productos de excelente calidad (tamaño, limpieza, etc.), así como suministros grandes y estables,

condiciones difíciles de cumplir en las condiciones actuales. Cabe mencionar también que la industria estadounidense manifestó desde un principio su posición respecto a la eventual firma del Tratado de Libre Comercio con México solicitando diferentes mecanismos para protegerse de una competencia por parte de nuestro país (Martínez-Carrera, 1993). Los principales mecanismos planteados fueron los siguientes:

1. Establecer estrictas reglas de origen para evitar que los hongos cultivados o procesados en un tercer país, pueden entrar al mercado a través de México en condiciones preferenciales.
2. Instrumentar mecanismos de ayuda por vía rápida, con el objeto de reducir al mínimo el daño ocasionado por una entrada substancial y repentina de hongos mexicanos a E.U.
3. Una degravación gradual de las importaciones mexicanas mayor a 10 años.

Existen además, diferencias significativas entre la industria de hongos comestibles estadounidense y la mexicana, debidas principalmente a que el apoyo gubernamental en México y el papel de las instituciones de investigación han sido prácticamente nulos. Aunado a esto, es notable también la falta de organización de la industria mexicana, la cual es muy heterogénea y está formada, por un lado, por tres grandes productores que controlan casi la totalidad de la oferta y el precio de los hongos en el mercado. Por otro lado, se encuentra un numeroso grupo de pequeños productores interesados en la producción a gran escala, pero que actúan aisladamente y carecen del capital y la tecnología necesarias. El común denominador de ambos grupos, es que han actuado en

forma aislada y sin estrategias comunes de mercado, situación que los hace extremadamente vulnerables en condiciones de competencia tecnológica y comercial. En contraposición, se observa que en Canadá y E.U., las industrias están muy organizadas, y mantienen contacto permanente con los institutos de investigación (Martínez-Carrera, 1993).

1.6. NORMAS TÉCNICAS NACIONALES E INTERNACIONALES DE CALIDAD PARA SETAS.

Para poder enfrentar todos los obstáculos comerciales antes mencionados, es importante conocer la existencia de normas de calidad relacionadas con la industria de los hongos comestibles, para estudiar los factores que permitan incrementar la calidad del producto y pueda éste ser más competitivo. En BANCOMEXT, se encuentran normas para conservas de setas y champiñones en las que se incluyen las siguientes especificaciones (A. Vicente, 1990):

Para setas:

A. Definiciones y denominaciones comerciales. Atendiendo a su norma de presentación, pueden ser:

1. Setas enteras. La seta deberá estar completa, es decir estar compuesta por carpóforo o sombrero y pedicelo o pie.
2. Cabezas de setas. Cuando el pedicelo tiene una longitud no superior al 50% del diámetro del carpóforo.

3. Setas trozadas o trozos de setas. Cuando contienen trozos de carpóforo y pedicelo, con una proporción mínima de carpóforo del 15% del peso escurrido.

4. Puré de setas. Es el producto obtenido de setas cocidas y tamizadas.

B. Condiciones y factores específicos. Las setas silvestres empleadas para conservas deberán pasar por un examen facultativo previo al troceado.

C. Leyendas específicas.

D. Categorías comerciales.

Para superar la problemática antes planteada y lograr una producción rentable y exitosa, la industria mexicana de hongos comestibles deberá enfrentarse a un proceso que implica la formación de cuadros científicos y técnicos especializados, lo que redundará en un profundo conocimiento de las técnicas de producción y por consecuencia en una mayor capacidad de comercialización. Un factor adicional que apoyaría un avance hacia este objetivo sería el contar con las cepas adecuadas de las especies cultivadas en México, seleccionadas y mejoradas para la producción comercial y con una mayor aceptación en los mercados nacional e internacional.

1.7 OBJETIVOS

Debido a que en los estudios existentes sobre las cepas comerciales de *Pleurotus* spp. se carece de algún objetivo o programa de selección, con el presente proyecto se pretende estudiar y evaluar la productividad de diferentes cepas comerciales de este hongo, para identificar las cepas que produzcan esporoforos de alta calidad, con altos rendimientos para una óptima producción a nivel comercial y características morfológicas aceptables para el consumidor. La selección de las cepas se realizará tomando en cuenta las siguientes características :

- Alto rendimiento
- Inicio temprano de fructificación
- Tiempo optimizado de cosecha (Período corto de máximo rendimiento).
- Tamaño de esporoforos (mediano: 10-20 g y homogéneo y constante a lo largo del período de producción)
- Color
- Consistencia y textura de los esporoforos (alta resistencia al manejo)
- Morfología (Forma de los esporoforos y tamaño de pie mínimo -mínimo desperdicio-)

Para alcanzar el objetivo antes expuesto, se plantean los siguientes objetivos particulares, que se pretende sean alcanzados en el transcurso del proyecto.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Reunir cepas de distinto origen del hongo comestible *Pleurotus spp.* para estudiar su productividad.
2. Establecer las condiciones ambientales de cultivo idóneas bajo las cuales se evaluará el desarrollo y crecimiento de cada una de las cepas seleccionadas.
3. Estudiar el efecto que tiene sobre la productividad el tratamiento térmico dado al sustrato en el cual serán inoculadas las diferentes cepas de *Pleurotus spp.*
4. Evaluar la productividad de cada una de las cepas de *Pleurotus spp.* mediante el registro diario del peso obtenido bajo las mismas condiciones de cultivo.
5. Estudio de las características morfológicas de cada una de las cepas para el inicio de su diferenciación.

1.8. HIPÓTESIS.

La productividad de las diferentes cepas evaluadas de *Pleurotus spp.* se verá influenciada tanto por factores propios de las cepas, como son: la capacidad total de producción (información genética), así como por los factores externos debidos a las condiciones ambientales a las que estén expuestas, y eventualmente al tratamiento térmico utilizado en la preparación del sustrato.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. CEPAS FÚNGICAS.

Para llevar a cabo la evaluación de la productividad, se emplearon un total de 15 cepas de distinto origen del hongo comestible *Pleurotus spp.*, utilizando algunas de sus especies comerciales más comunes, entre las que se utilizaron *P. ostreatus*, *P. florida*, *P. pleos*, *P. sajor caju*, y *P. sapideus*. En la Tabla 2.1 se presentan las cepas utilizadas enlistando el número de cepa, su clave interna y procedencia correspondientes. Algunas de ellas son híbridos o subcultivos de sectores regenerados de otras cepas obtenidas por el Dr. Leal. (Facultad de Química, U.N.A.M., Departamento de Biotecnología y Alimentos), por la Dra. Eger y por el Dr. Rangaswani. Unas cepas provienen de Canadá, Alemania, Polonia e Italia y otras más del estado de Veracruz o del de Morelos (México).

Todas las cepas estudiadas fueron obtenidas del cepario del Departamento de Alimentos y Biotecnología de la UNAM. (Laboratorio 324 Edif. E, Fac. de Química).

2.2. MEDIOS DE CULTIVO.

2.2.1. MEDIO DE AGAR EXTRACTO DE MALTA.

Para su preparación, se pesan 7.5 g de extracto de malta y 10 g de agar (BIOXON) y se colocan en un matraz erlenmeyer de un litro. Se adicionan gradualmente 500 ml de

TABLA 2.1. CEPAS UTILIZADAS DE *Pleurotus spp.*

CEPA	CLAVE INTERNA	ORIGEN
P4	<i>Pleurotus ostroatus</i> Brood	Alemania
P5	<i>Pleurotus ostrontus</i> DPQ	Canadá
P7	<i>Pleurotus florida</i> Brood	Alemania
P8	<i>Pleurotus florida</i> Eger	Francia
P10	Gyuko H-1	Polonia
P11	INIREB-8	Veracruz
P13	M.B.	Alemania (Eger)
P14	8x3	Alemania (Eger)
P15	<i>Pleurotus ptoos</i>	Italia
P17	<i>Pleurotus ostroatus</i> PRL300	Canadá
P18	<i>leurotus sajor caju</i> PRL272	INDIA
P19	<i>Pleurotus sapideus</i>	E.U.A.
I8P	I8P	EDO. VERACRUZ
IAP	IAP	EDO. VERACRUZ
PCM	PCM	EDO. MORELOS

agua destilada, procurando disolver los reactivos. Se deja reposar durante 20 minutos. Posteriormente, el medio se esteriliza en autoclave a 121°C y 1 atm de presión durante 15 minutos, después de lo cual se vacían 20 ml del mismo en cajas petri estériles. Una vez solidificado el medio, se incuban las cajas a 28°C durante 24 horas, para prueba de esterilidad. Las cajas estériles se guardan en bolsas de polietileno hasta su uso para evitar contaminaciones y deshidratación del medio.

2.2.2. MEDIO DE SEMILLA DE TRIGO (INOCULO DE GRANO).

Se conoce como inóculo de grano al crecimiento micelial obtenido en granos estériles de algún cereal como trigo, centeno o mijo, el cual se utiliza para sembrar la cepa deseada en un sustrato determinado. Este material se utiliza para la inoculación de sustratos destinados a la producción de hongos comestibles.

Para su preparación, el grano de trigo es lavado y cocido en agua durante una hora aproximadamente. A continuación se drena el agua caliente y se enfría el grano a chorro de agua. El grano frío se pesa y se mezcla con 1.3% de CaSO_4 y 0.3% de CaCO_3 para ajustar el pH. Posteriormente, se llenan bolsas de polipapel con 500 g del trigo preparado y se esterilizan en autoclave a 121 °C y 1 atm de presión durante 1 hora. Una vez a temperatura ambiente, las bolsas con el trigo estéril son inoculadas con los cultivos miceliares propagados en el agar extracto de malta.

2.2.3. SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS.

Se evaluaron dos procesos diferentes en la preparación del sustrato, la esterilización y la pasteurización, con la finalidad de observar la influencia que pudiera tener el tratamiento térmico sobre la productividad de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.*

2.2.3.1. SUSTRATO ESTERILIZADO

Para la preparación de este material se utilizó paja de trigo picada en trozos de 5 cm. de longitud aproximadamente, la cual fue hidratada sumergiéndola en agua a temperatura ambiente durante 12 horas. Pasado este tiempo, el exceso de agua fue drenado, después de lo cual, la paja presentó un contenido de humedad de 70% aproximadamente. Se procedió entonces a empacar 1500 g de la paja drenada en bolsas de polipapel, esterilizándose a continuación en autoclave a 121 °C y 1 atm de presión durante 2 horas. El sustrato fue inoculado cuando se hubo enfriado a temperatura ambiente.

2.2.3.2. SUSTRATO PASTEURIZADO.

La pasteurización de la paja de trigo se llevó a cabo a granel, es decir, en un solo lote, para lo cual la paja picada en trozos de 5 cm. de longitud, fue humedecida a saturación y apilada en montones de aproximadamente 2 metros de altura. Se dejó reposar un día, después de lo cual se colocó en una cisterna (fosa) de 2.5 x 250 m² y se pasteurizó

mediante la inyección de vapor hasta alcanzar una temperatura de 80°C durante una hora. Al día siguiente, el sustrato pasteurizado fue empacado en bolsas de plástico con 1500 g de sustrato, cuyas dimensiones aproximadas eran de 15 cm de alto por 30 cm de ancho en el caso del primer experimento y con 5000 g de sustrato para el segundo experimento, con dimensiones de 30 cm de alto por 30 de ancho aproximadamente.

2.3. CONDICIONES DE CULTIVO.

2.3.1. CONDICIONES DE CULTIVO DE AGAR.

Debido a que las cepas de *Pleurotus spp* se encuentran originalmente en refrigeración en el cepario del Departamento de Alimentos de la UNAM, condiciones que resultan extremas para las cepas, es necesario recuperar los cultivos, es decir, que estos se encuentren aptos para ser utilizados. Esto se logra mediante la resiembra de los cultivos originales en medio nuevo de agar extracto de malta, y su posterior incubación, lo cual permite que el cultivo se regenere y se encuentre en condiciones óptimas para su utilización. Se realizaron resiembras consecutivas del micelio de cada cepa en las cajas que contenían el medio estéril, con la finalidad de obtener cultivos puros de cada una de ellas, eliminando de esta manera, toda contaminación que pudiera estar presente. Una vez inoculadas las cajas con medio de agar extracto de malta se incubaron a 28°C, hasta que el micelio invadió toda la caja (10 días aproximadamente), después de lo cual, el cultivo estaba listo para ser inoculado en la semilla de trigo.

2.3.2. CONDICIONES DE CULTIVO EN MEDIO DE SEMILLA.

Las bolsas que contenían el trigo preparado fueron inoculadas con el micelio obtenido en medio de agar extracto de malta (cultivos puros), el cual fue cortado en cubos de 1 cm. de lado aproximadamente, para facilitar su distribución en las bolsas con semilla, después de lo cual fueron incubadas a 28 °C hasta que estuvieron completamente invadidas con el micelio (aproximadamente 10 días), estando entonces listas para la inoculación de los sustratos lignocelulósicos.

2.3.3. CONDICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPOROFOROS EN SUSTRATOS LIGNOCELULÓSICOS.

2.3.3.1. INOCULACIÓN Y PROPAGACIÓN VEGETATIVA.

Las bolsas con sustrato ya esterilizado o pasteurizado, fueron inoculadas con semilla de la cepas respectivas en una proporción de 3% en peso fresco para el primer experimento y de 5% para el segundo. Las bolsas ya inoculadas, fueron introducidas en el cuarto de incubación a una temperatura de 28 °C, sin iluminación, en donde tuvo lugar la propagación vegetativa del micelio en el sustrato lignocelulósico preparado, hasta su completa invasión.

2.3.3.2. PRODUCCIÓN.

Después de 15 días aproximadamente de que las bolsas fueron incubadas, aparecieron los primeros brotes en el micelio (primordios), trasladándose las bolsas al cuarto de fructificación en donde las condiciones ambientales serían más exigentes, pues en él se desarrollarían los cuerpos fructíferos sobre los bloques de sustrato. La temperatura en dicho cuarto se mantuvo entre 15 y 20 °C y la humedad relativa entre el 90 y el 95%. Además, se iluminó el cuarto unas 12 horas diarias y se ventiló regularmente para mantener el contenido de CO₂ por debajo del 0.06%. Los bloques con sustrato fueron colocados de manera aleatoria dentro del cuarto de cultivo, buscando que las condiciones ambientales afectaran de igual forma a todas las cepas.

Para acelerar la fructificación, los bloques fueron destapados y se regaron y airearon. El riego debía efectuarse periódicamente, cuidando de que la humedad se mantuviera constante y uniforme en el sustrato. Una vez que el hongo empezaba a desarrollarse, se regaba el bloque, dejando de hacerse 3 días antes de la cosecha. La cosecha se realizó en el momento en que los esporoforos alcanzaron su máximo tamaño, mientras mantenían aún una apariencia fresca. Se registró el número y el peso de los hongos obtenidos por bolsa y por día de corte, para evaluar la productividad de cada una de las cepas.

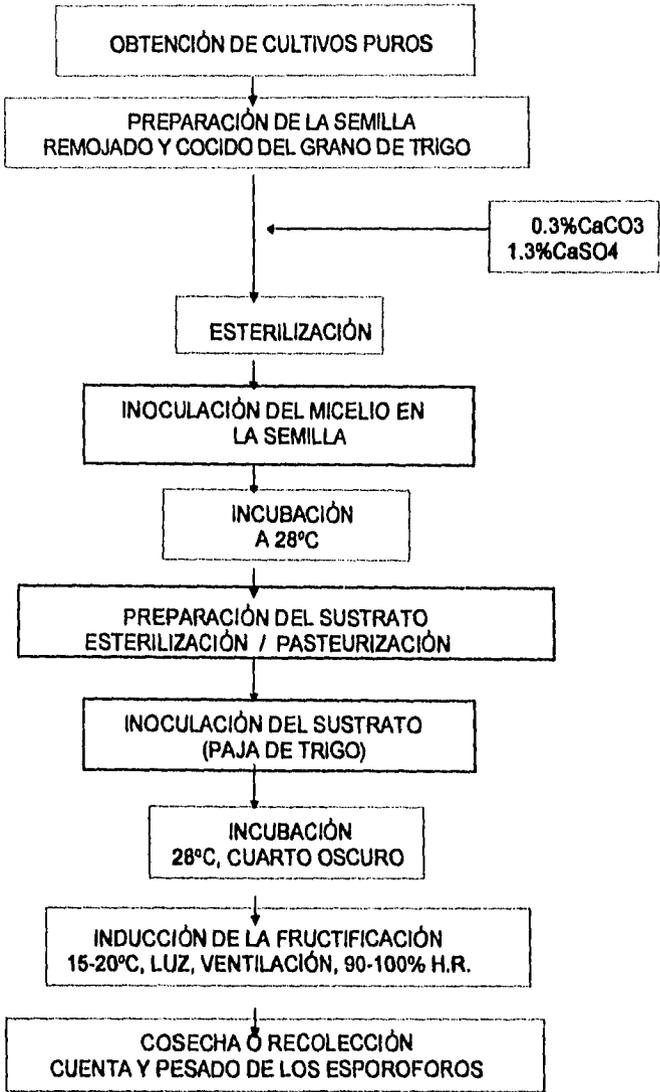
La eficiencia biológica fue calculada mediante la siguiente fórmula (Gómez, 1987):

$$\text{Eficiencia Biológica} = \frac{\text{Peso total de hongos frescos}}{\text{Peso del sustrato seco}} \times 100$$

2.4. ANÁLISIS DE DATOS.

Los datos experimentales fueron analizados estadísticamente, efectuando pruebas de rango múltiple en cada uno de los parámetros estudiados para establecer las diferencias significativas existentes, buscando con ello integrar cada una de las características estudiadas en diferentes rangos o posiciones que permitieran una evaluación detallada de cada cepa.

DIAGRAMA DE FLUJO REALIZADO PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus* spp.



CAPITULO III

EXPERIMENTOS Y RESULTADOS

Para identificar a las cepas más adecuadas para la producción comercial de *Pleurotus spp.* bajo las condiciones locales de cultivo que pudieron establecerse dentro del laboratorio donde se desempeñó este trabajo, resultaba necesario evaluar tanto la productividad como otras características asociadas a la producción de las diferentes cepas. Para ello, se realizaron dos experimentos de producción, utilizando un total de 15 cepas comerciales. Se evaluó el efecto de dos procedimientos para la preparación del sustrato, la esterilización y la pasteurización y su influencia sobre la productividad de las diferentes cepas. Asimismo, se llevó a cabo un seguimiento de ciertos parámetros de producción como son: el tiempo de incubación, inicio de la fructificación, tiempo de cosechado, máximo rendimiento y peso promedio de los hongos.

3.1. DEFINICIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CULTIVO Y EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DEL SUSTRATO.

Para iniciar este proyecto, debían primeramente definirse las condiciones experimentales necesarias para obtener resultados reproducibles. Se necesitaba especificar la forma de preparación de los bloques con sustrato (tratamiento térmico de preparación, tiempo de tratamiento, cantidad de sustrato en las bolsas de cultivo, etc.) y el manejo de las condiciones ambientales del cuarto de cultivo. Se consideró también importante que en este experimento inicial, se evaluara el efecto que tiene sobre la productividad, el utilizar dos procesos diferentes para la preparación del sustrato: la

esterilización y la pasteurización.

En este experimento, se utilizaron 12 cepas de *Pleurotus spp.*: P4, P5, P7, P8, P10, P11, P13, P14, P15, P17, P18 y P19. (Ver Tabla 2.1 del Materiales y Métodos). La producción de cultivos puros en agar de las cepas utilizadas, la preparación del material de inoculación (inoculo de grano), así como los procedimientos seguidos para la preparación del sustrato, se describen en el Capítulo de Materiales y Métodos.

Después del proceso de pasteurización, el sustrato fue empacado en bolsas de plástico (1500 g por bolsa). Se realizaron 3 réplicas por cepa con este sustrato, utilizándose 45 g de semilla por bolsa (3% en peso) de la cepa correspondiente, para su inoculación.

Para la preparación de sustrato esterilizado, una vez que las materias primas se habían humedecido, alcanzando un 70% de humedad, se empacaron 1500 g del mismo en cada bolsa de plástico procesándoseles de acuerdo a Materiales y Métodos. En el caso de este sustrato, se prepararon 5 réplicas por cepa. Se observó que después de la esterilización, el peso de las bolsas por lo general era menor, presentándose pesos finales entre 1140 y 1550 g, debido probablemente a pérdidas de sustrato de las bolsas, durante la esterilización. Debido a lo anterior, se realizaron los ajustes necesarios para que cada una de las bolsas fuera inoculada con un 3% del peso fresco del sustrato.

Las bolsas ya inoculadas, fueron incubadas a 28 °C dentro del cuarto de incubación

hasta la completa invasión del micelio sobre el sustrato. Ocurrido esto, las bolsas fueron trasladadas al cuarto de cultivo, colocándoseles de manera aleatoria dentro del mismo e induciendo a la fructificación. Durante todo el período de producción, se registró el peso diario de los hongos obtenidos en cada una de las bolsas. Debido a las variaciones que se registraron en la humedad y en el peso final de las bolsas con el sustrato esterilizado, se realizaron las conversiones necesarias de los datos de producción para reportarlos sobre una misma base de sustrato inoculado, expresándoseles en relación a 1500 g de sustrato fresco con 70% de humedad.

Bajo las mismas condiciones de producción, dos de las doce cepas de *Pleurotus spp.* utilizadas (P4 y P7), no fructificaron sobre ninguno de los dos tipos de sustrato. En la Tabla 3.1, se reportan los días transcurridos para el inicio de la fructificación de cada una de las cepas con los dos diferentes tratamientos. Puede observarse, que la cepa P11 no fructificó en el sustrato esterilizado, mientras que en el pasteurizado fructificó a los 24 días.

De acuerdo al Análisis estadístico realizado, las cepas que presentaron un menor tiempo de fructificación fueron para el sustrato pasteurizado: P18, P13, P11 y P5, con 20, 22, 24 y 27 días, mientras que para el esterilizado lo fueron: P5, P18, P13, P15, P17 y P10 con 24, 28, 31, 34, 34 y 38 días respectivamente. Las cepas con un inicio de fructificación intermedio, fueron para el sustrato pasteurizado P17, P15, P19 y P8 con 47, 50, 52 y 60 días y para el esterilizado: P8 y P19 con 43 y 52 días. Y las cepas que presentaron una fructificación tardía fueron para el sustrato pasteurizado: P14 y P10, con 63 y 73 días

TABLA 3.1 DIAS TRANSCURRIDOS PARA EL INICIO DE LA FRUCTIFICACIÓN DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATOS PASTEURIZADO Y ESTERILIZADO.

CEPA	INICIO DE LA FRUCTIFICACION (DIAS)
SUSTRATO PASTEURIZADO	
P18	21±0.9 a*
P13	22±1.0 a
P11	24±3.7 a
P5	27±1.0 a
P17	47±3.6 b
P15	51±7.4 b
P19	52±17.0 b
P8	61±0.6 c
P14	64±0.6 d
P10	73±3.5 e
SUSTRATO ESTERILIZADO	
P11	
P5	24±4.3 a*
P18	28±0.0 a
P13	31±0.0 a
P15	34±1.1 a
P17	34±5.8 a
P10	38±3.8 a
P8	43±3.6 b
P19	53±15.4 c
P14	57±21.4 d

*Letras idénticas muestran que no existen diferencias significativas entre ellas.

respectivamente, mientras que para el sustrato esterilizado: P14 con 56 días.

En las Tablas 3.2 y 3.3 se reportan las producciones semanales de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* en g de hongo fresco por 1.5 Kg de sustrato fresco para los dos tipos de sustratos a lo largo de las 7 semanas que duró la producción. En general, puede observarse que el mayor porcentaje de la producción se obtiene durante las primeras semanas y va disminuyendo considerablemente conforme avanza el tiempo. Las producciones totales, es decir, las acumuladas al final de las 7 semanas, van desde 26.7g para la cepa P14, hasta 164 g para P19 sobre el sustrato pasteurizado, mientras que sobre el sustrato esterilizado, las producciones van desde 50.8 g para P19 hasta 146.8 g para P17.

En las Tablas 3.4 y 3.5 se reportan las producciones semanales acumuladas, en g de hongo fresco por 1.5 kg de sustrato fresco, correspondientes a cada una de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* Se realizó un Análisis estadístico con Pruebas de Rango Múltiple con la finalidad de encontrar el período mínimo de producción, es decir, el tiempo en que se alcanza el máximo rendimiento significativo con cada cepa, después del cual ya no es conveniente continuar la producción pues la cosecha adicional no produce un aumento significativo. Dichos rendimientos significativos se sitúan para algunas cepas, en un período temprano de producción (de 1 a 3 semanas) mientras que para otras corresponde a un período tardío (de 5 a 7 semanas). Las cepas que presentaron su rendimiento máximo en un período temprano de producción fueron: P8, P10, P14, P15, P17 y P19 sobre el

TABLA 3.2 PRODUCCION SEMANAL (g HONGO FRESCO/1.5 kg DE SUST. FRESCO*) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO PASTEURIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	61.7±30.6	52.1±51.0	142.0±80.7	84.0±49.6	73.8±31.1	25.4±29.0	28.9±64.6	92.3±126.3	76.0±7.2	63.4±87.9
2	8.8±7.1	0.0±0.0	0.0±0.0	9.2±20.6	0.0±0.0	0.8±1.8	32.7±73.2	44.8±100.1	27.2±19.0	3.0±6.9
3	0.0±0.0	0.6±1.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	66.5±94.1	0.0±0.0	10.0±13.7	60.9±84.0
4	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	2.3±5.2	0.0±0.0	16.8±16.0	8.4±18.8
5	41.8±14.6	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	4.2±9.5	0.0±0.0
6	38.4±85.9	0.0±0.0	0.0±0.0	10.3±14.0	22.9±14.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	11.2±9.0	0.0±0.0
7	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	5.6±12.5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	28.2±63.0
TOTAL	150.7±106	52.7±51.6	142±80.7	103.5±36.2	102.2±52.1	26.7±30.2	132.4±74.7	137.1±125	145.5±21.3	164.0±25.2

*Humedad del sustrato:77%.

TABLA 3.3 PRODUCCION SEMANAL (g HONGO FRESCO/1.5 kg DE SUST.FRESCO*) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO ESTERILIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	24.2±40.5	7.5±12.9	38.1±66.0		85.7±15.5	2.4±4.2	74.3±63.4	62.1±69.7	56.2±9.0	28.0±48.5
2	24.6±21.3	88.7±25.3	95.2±86.8		14.4±2.4	2.0±3.5	26.3±45.5	73.7±63.9	7.2±3.3	0.0±0.0
3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	4.0±0.9	0.0±0.0
4	11.2±19.3	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	15.1±26.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	9.2±15.9
5	0.0±0.0	6.8±11.8	0.0±0.0		12.0±4.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	12.5±12.2
6	16.1±15.1	0.0±0.0	7.2±7.0		0.0±0.0	17.9±15.5	0.0±0.0	6.8±11.8	0.0±0.0	0.0±0.0
7	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	14.6±9.2	0.0±0.0	4.2±7.3	0.0±0.0	1.0±1.8
TOTAL	76.2±53.7	103.0±13.2	140.5±32.9		112.1±21.0	51.9±12.6	100.6±27.2	146.8±38.2	67.5±12.7	50.8±56.4

*Humedad del sustrato: 80%.

47

47

TABLA 3.4 PRODUCCION SEMANAL ACUMULADA (g HONGO FRESCO/1.5kg DE SUST. FRESCO*) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO PASTEURIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	81.7±30.6 a	52.2±51.0 a	142.0±80.7 a	84.0±49.6 a	73.8±31.1 a	25.9±29.0 a	28.9±64.6 a	92.3±126.3 a	76.0±7.2 a	63.4±87.9 a
2	70.5±25.8 a	52.2±51.0 a	142.0±80.7 a	93.2±30.9 a	73.8±31.1 a	26.7±30.2 a	61.6±84.6 a	137.1±125.2 a	103.2±25.9 b	66.5±91.4 a
3	70.5±25.8 a	52.7±51.6 a	142.0±80.7 a	93.2±30.9 a	73.8±31.1 a	26.7±30.2 a	130.1±74.0 b	137.1±125.2 a	113.2±17.1 b	127.4±72.8 b
4	70.5±25.8 a	52.7±51.6 a	142.0±80.7 a	93.2±30.9 a	73.8±31.1 a	26.7±30.2 a	132.4±74.7 b	137.1±125.2 a	130.0±15.8 c	135.8±78.9 b
5	112.3±38.6 a	52.7±51.6 a	142.0±80.7 a	93.2±30.9 a	73.8±31.1 a	26.7±30.2 a	132.4±74.7 b	137.1±125.2 a	134.3±15.8 c	135.8±78.9 b
6	150.7±106.1 b	52.7±51.6 a	142.0±80.7 a	103.5±36.2 b	96.6±41.6 b	26.7±30.2 a	132.4±74.7 b	137.1±125.2 a	145.5±21.3 d	135.8±78.9 b
7	150.7±106.1 b	52.7±51.6 a	142.0±80.7 a	103.5±36.2 b	102.2±52.1 b	26.7±30.2 a	132.4±74.7 b	137.1±125.2 a	145.5±21.3 d	164.0±25.2 b

*Humedad del sustrato:77%.

**Letras idénticas entre semanas, para una misma cepa muestran que no existen diferencias significativas entre ellas.

TABLA 3.5 PRODUCCIÓN SEMANAL ACUMULADA (g HONGO FRESCO /1.5 kg DE SUST. FRESCO*) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO ESTERILIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	24.4±40.5 a	7.5±12.9 a	38.1±66.0 a		85.7±15.5 a	2.4±4.2 a	74.3±63.4 a	52.1±69.7 a	56.2±9.0 a	28.0±48.5 a
2	49.0±19.3 a	96.1±19.0 b	133.3±31.8 b		100.0±16.8	4.4±7.7 a	100.6±27.2 a	135.7±20.8 a	63.5±12.2 b	28.0±48.5 a
3	49.0±19.3 a	96.1±19.0 b	133.3±31.8 b		100.0±16.8	4.4±7.7 a	100.6±27.2 a	135.7±20.8 a	67.5±12.7 c	28.0±48.5 a
4	50.1±38.6 b	96.1±19.0 b	133.3±31.8 b		100.0±16.8	19.5±33.8 a	100.6±27.2 a	135.7±20.8 a	67.5±12.7 c	37.2±42.9 a
5	50.1±38.6 b	103.0±13.2 b	133.3±31.8 b		112.1±21.0 c	19.5±33.8 a	100.6±27.2 a	135.7±20.8 a	67.5±12.7 c	49.7±54.7 b
6	76.2±53.7 c	103.0±13.2 b	140.5±32.9 b		112.1±21.0 c	37.4±18.3 b	100.6±27.2 a	142.6±31.3 b	67.5±12.7 c	49.7±54.7 b
7	76.2±53.7 c	103.0±13.2 b	140.5±32.9 b		112.1±21.0 c	51.9±12.6 c	100.6±27.2 a	146.8±38.2 b	67.5±12.7 c	50.8±56.4 b

*Humedad del sustrato: 80%

**Letras idénticas entre semanas, para una misma cepa muestran que no existen diferencias significativas entre ellas.

sustrato pasteurizado (Tabla 3.4) y P8, P10, P15 y P18 sobre el sustrato esterilizado (Tabla 3.5). Por su parte, las cepas que presentaron su máximo rendimiento significativo en un período de producción tardío fueron: P5, P11, P13 y P18 para el sustrato pasteurizado y P5, P13, P14, P17 y P19 para el sustrato esterilizado.

En términos de los rendimientos obtenidos, en el sustrato pasteurizado se registraron valores que van desde 25.9 g para P14 en la primera semana, hasta 150.7 g para P5 en la quinta semana. En el sustrato esterilizado se observan rendimientos desde 49.7 g para P19 en la quinta semana hasta 142.6 g para P17 en la sexta semana. Al comparar ambas tablas, es posible observar que ciertas cepas presentan mayores rendimientos sobre el sustrato pasteurizado que sobre el esterilizado, mientras que para otras cepas sucede lo contrario. Así, las cepas P5, P10, P13, P15, P18 y P19 fueron más productivas sobre el sustrato pasteurizado, mientras que las cepas P8, P14 y P17 lo fueron sobre el sustrato esterilizado.

En las Tablas 3.6 y 3.7 se reporta para las diferentes cepas de *Pleurotus spp.*, el peso promedio semanal (g) de los esporoforos cosechados en cada uno de los sustratos. Estos datos se obtuvieron al dividir el peso total cosechado entre el número de hongos obtenidos, para cada semana de producción. No fue posible establecer una correlación entre el peso promedio de los esporoforos (máximo o mínimo) con cierta semana de producción.

Los datos anteriores están expresados de diferente manera en las Tablas 3.8 y 3.9, en donde se muestra la evolución del peso promedio de los esporoforos cosechados a lo

TABLA 3.6 PESO PROMEDIO SEMANAL (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUST. PASTEURIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	1.76±2.2	2.3±3.2	3.3±3.2	10.5±15.5	3.8±3.3	3.5±4.2	1.814.0	4.8±7.3	6.2±2.6	3.7±5.1
2	0.6±0.4	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.2±0.4	2.7±6.1	1.8±4.0	2.9±2.9	3.1±6.9
3	0.0±0.0	0.3±0.6	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	2.1±2.8	0.0±0.0	1.7±2.9	2.6±3.6
4	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.6±1.3	0.0±0.0	2.9±2.8	2.1±4.7
5	4.7±1.7	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.4±3.2	0.0±0.0
6	3.8±8.6	0.0±0.0	0.0±0.0	0.8±1.2	3.0±4.6	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	4.9±4.7	0.0±0.0
7	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.0±2.3

TABLA 3.7 PESO PROMEDIO SEMANAL (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO ESTERILIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	4.0±6.8	7.5±12.9	3.8±6.6		2.6±0.5	2.4±4.2	13.6±16.9	18.5±26.3	2.3±0.7	2.8±4.8
2	0.4±0.4	8.1±3.8	5.1±5.0		3.2±1.7	0.5±0.9	0.0±0.0	10.2±14.4	0.7±0.6	0.0±0.0
3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	0.0±0.0	3.7±6.4	0.0±0.0	1.1±0.9	0.0±0.0
4	1.4±2.4	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	1.5±2.6	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	1.8±3.2
5	0.0±0.0	1.4±2.4	0.0±0.0		7.2±4.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	7.1±0.9
6	4.7±1.6	0.0±0.0	4.9±4.2		0.0±0.0	2.6±2.2	0.0±0.0	1.4±2.4	0.0±0.0	0.0±0.0
7	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	3.5±2.6	0.0±0.0	4.2±7.3	0.0±0.0	1.0±1.8

TABLA 3.8 EVOLUCION DEL PESO UNITARIO PROMEDIO (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO PASTEURIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	1.76±2.2	2.3±3.2	3.3±3.2	10.3±15.5	3.8±3.3	3.5±4.2	1.8±4.0	4.7±7.1	6.2±2.5	3.7±5.1
2	1.4±1.6	2.3±3.2	3.3±3.2	10.3±15.5	3.8±3.3	2.8±2.9	4.4±6.2	6.5±6.7	4.6±1.8	3.9±5.4
3	1.4±1.6	3.3±3.3	3.3±3.2	10.3±15.5	3.8±3.3	2.8±2.9	6.5±4.9	6.5±6.7	4.2±1.3	6.5±4.1
4	1.4±1.6	3.3±3.3	3.3±3.2	10.3±15.5	3.8±3.3	2.8±2.9	6.2±4.7	6.5±6.7	4.1±1.1	6.3±3.8
5	1.6±1.4	3.3±3.3	3.3±3.2	10.3±15.5	3.8±3.3	2.8±2.9	6.2±4.7	6.5±6.7	4.1±1.2	6.3±3.8
6	2.0±1.5	3.3±3.3	3.3±3.2	9.7±15.3	2.7±1.7	2.8±2.9	6.2±4.7	6.5±6.7	4.3±1.3	6.3±3.8
7	2.0±1.5	3.3±3.3	3.3±3.2	9.7±15.3	2.7±1.7	2.8±2.9	6.2±4.7	6.5±6.7	4.3±1.3	7.4±1.9

TABLA 3.9 EVOLUCION DEL PESO UNITARIO PROMEDIO (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO ESTERILIZADO.

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>									
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15	P17	P18	P19
1	3.7±6.3	7.3±12.7	3.7±6.3		2.6±0.5	2.4±4.2	13.6±16.9	18.3±25.9	2.3±0.7	2.8±4.8
2	4.1±6.0	8.7±4.5	8.7±3.1		2.6±0.7	0.9±1.5	13.6±16.9	13.9±14.8	1.8±0.8	2.8±4.8
3	4.1±6.0	8.7±4.5	8.1±4.1		2.6±0.7	0.9±1.5	15.7±15.0	13.9±14.8	1.7±0.5	2.8±4.8
4	2.9±4.0	8.7±4.5	8.7±3.1		2.6±0.7	1.3±2.2	15.7±15.0	13.9±14.8	1.7±0.5	4.6±4.3
5	2.9±4.0	8.7±4.5	8.7±3.1		2.7±0.8	1.3±2.2	15.7±15.0	13.9±14.8	1.7±0.5	6.9±1.3
6	2.4±2.9	8.7±4.5	6.6±1.3		5.4±4.0	3.9±0.5	15.7±15.0	9.3±6.9	1.7±0.5	6.9±1.3
7	2.4±2.9	8.7±4.5	6.6±1.3		4.5±5.1	3.6±0.7	15.7±15.0	9.3±6.9	1.7±0.5	6.8±1.1

largo del cultivo. Para ello, se dividió el peso acumulado entre el número total de hongos cosechados hasta la semana de producción correspondiente. En estas Tablas se encuentran enmarcados los valores de peso promedio correspondientes al período de máximo rendimiento que fue establecido en las Tablas 3.4 y 3.5. En el sustrato pasteurizado, se observan pesos promedio que van desde 2 g para P5, hasta 9.7 g para P11, mientras que sobre el sustrato esterilizado los pesos promedio van desde 1.7 g para P18, hasta 13.6 g para P15. Cabe mencionar, que los datos enmarcados no representan necesariamente el valor mayor del peso unitario promedio registrado para cada una de las cepas, más bien son los valores correspondientes al período de máximo rendimiento en el cual es recomendable concluir la producción.

En las Tablas 3.10 y 3.11, se conjuntan las características de fructificación que corresponden al período de máximo rendimiento significativo para las diferentes cepas sobre cada tipo de sustrato. Se enlistan los periodos para el inicio de la fructificación (días), la producción (g de hongo por 1.5 kg de sustrato fresco), la eficiencia biológica (%), el tiempo de cosechado (semanas) y el peso unitario promedio (g).

Para el sustrato pasteurizado se reportan producciones que van desde 25.9 g para la cepa P14 (7.5% de eficiencia biológica) hasta 150.7 g para la P5 (43.7%). Las cepas más productivas fueron P5, P18, P10, P15, P19 y P11, con eficiencias biológicas de 43.7, 42.2, 41.2, 37.7, 36.9 y 30.1 % respectivamente y las menos productivas fueron: P14, P8, P17 y P13 con eficiencias biológicas de 7.5, 15.1, 26.7, y 28.1 % respectivamente.

TABLA 3.10 CARACTERÍSTICAS DE FRUCTIFICACIÓN EN EL MÁXIMO RENDIMIENTO SIGNIFICATIVO, DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO PASTEURIZADO.

CEPAS	INICIO DE LA FRUCTIFICACION (Días)	PRODUCCION g hongo/1.5 kg sust.fresco	EFICIENCIA BIOLÓGICA (%)	TIEMPO DE COSECHADO (Semanas)	PESO UNITARIO PROMEDIO (g)
P18	21	145.5	42.2	6	4.3
P13	22	96.6	28.1	6	2.7
P11	24	103.5	30.1	6	9.7
P5	27	150.7	43.7	6	2
P17	47	92.3	26.7	1	4.7
P15	51	130.1	37.7	3	6.5
P19	52	127.4	36.9	3	6.5
P8	61	52.2	15.1	1	2.3
P14	64	25.9	7.5	1	3.5
P10	73	142.1	41.2	1	3.3

TABLA 3.11 CARACTERISTICAS DE FRUCTIFICACIÓN EN EL MÁXIMO RENDIMIENTO SIGNIFICATIVO, DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.* SOBRE SUSTRATO ESTERILIZADO.

CEPAS	INICIO DE LA FRUCTIFICACION (Días)	PRODUCCION g hongo/1.5 kg sust.fresco	EFICIENCIA BIOLOGICA (%)	TIEMPO DE COSECHADO (Semanas)	PESO UNITARIO PROMEDIO (g)
P11					
P5	24	76.2	19.9	6	2.4
P18	28	67.5	19.1	3	1.7
P13	31	112.1	30.2	5	2.7
P15	34	74.3	20.4	1	13.6
P17	34	142.6	31.2	6	9.3
P10	38	133.3	38.6	2	8.7
P8	43	96.1	25.5	2	8.7
P19	53	49.7	14.2	5	6.9
P14	57	51.9	14.9	7	3.6

En lo que respecta al sustrato esterilizado, se observan producciones que van desde 49.7 g para P19 (14.2%) hasta 133.3 g para P10 (38.6%). Las cepas más productivas fueron P10, P17, P13 y P8 con eficiencias biológicas de 38.6, 31.2, 30.2 y 25.5% respectivamente. Las menos productivas fueron P19, P14, P18, P5 y P15 con eficiencias de 14.2, 14.9, 19.1, 19.9 y 20.4% respectivamente.

Los resultados obtenidos no indican la existencia de diferencias en la producción de una misma cepa sobre el sustrato esterilizado o pasteurizado. No obstante, no se observó una clara tendencia a la producción de mayores rendimientos con alguno de estos dos tipos de sustrato, por lo que cualquiera de los dos tratamientos puede emplearse indistintamente.

Es posible realizar una clasificación preliminar de las cepas evaluadas de acuerdo a los rendimientos registrados. Así, se observó que la cepas P10, P13, P15 y P17 presentaron altos rendimientos sobre ambos tipos de sustratos. Por otro lado, las cepas P5, P18 y P19 presentaron altos rendimientos sobre el sustrato pasteurizado, pero bajos en el sustrato esterilizado. De manera inversa, la cepa P8 presentó altos rendimientos en el sustrato esterilizado pero bajos en el sustrato pasteurizado.

Durante la realización de este primer experimento, pudieron establecerse las condiciones ambientales que permitían un control en la operación de producción de las

cepas evaluadas, debido a que se requiere de un estricto control de dichas condiciones para que la producción de los cuerpos fructíferos sea lo más confiable posible y pueda aprovecharse al máximo la capacidad total de las cepas, asegurando de alguna manera que no intervenga ningún factor externo. Las condiciones ambientales determinadas como ideales para la producción local, fueron las siguientes:

Temperatura: 15-20°C, humedad relativa: 90-95%, condiciones que requerían de un control automático.

Iluminación: la necesaria para poder ver y ventilación adecuada (para asegurar el intercambio gaseoso). Resultaba también necesario regar diariamente los bloques con sustrato, pues la humedad que se generaba en el cuarto resultaba insuficiente. Contribuyendo de igual manera al mantenimiento de la humedad, se utilizó un vaporizador, el cual se mantenía encendido varias horas del día. Así mismo, se procuraba mantener siempre húmedo el suelo del cuarto del cultivo. Todos estos factores debían controlarse y mantenerse durante todo el período de producción.

3.2. EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus* spp. BAJO CONDICIONES DE OPERACIÓN CONTROLADAS.

Una vez que ya se habían establecido en el experimento anterior las condiciones experimentales más adecuadas, tanto en el manejo de los materiales utilizados, de los sustratos, así como del control adecuado de las condiciones ambientales en el cuarto de cultivo (humedad, ventilación, temperatura, riego, etc.), se planteó realizar un nuevo experimento para determinar de una manera más precisa la capacidad de producción de las cepas estudiadas. Debido a que los bloques con 1500 g de sustrato que fueron realizados en el primer experimento, perdían fácilmente la humedad, se decidió aumentar la cantidad de sustrato en cada bolsa de 1500 a 5000 g para resolver la dificultad encontrada de mantener la humedad del sustrato en un nivel adecuado para la producción de esporoforos, lo cual repercute considerablemente sobre los rendimientos obtenidos. Se decidió también utilizar únicamente la pasteurización como tratamiento de preparación del sustrato, por las ventajas que presenta sobre la esterilización en términos de una mayor facilidad y rapidez de preparación así como un mejor control del peso y humedad del sustrato en las bolsas, factores importantes para la producción de los esporoforos.

Para este segundo experimento, se emplearon las 15 cepas de *Pleurotus* spp, utilizando 3 más que en el experimento anterior: I8P, IAP y PCM. (Ver Tabla 2.1 del Capítulo de Materiales y Métodos). Para la preparación de los cultivos puros, del material de inoculación así como del sustrato, se llevaron a cabo los mismos procedimientos mencionados en el capítulo de Materiales y Métodos, con la excepción de que se utilizaron

250 g de semilla para inocular cada una de las bolsas con 5000 g de sustrato pasteurizado, realizándose 4 réplicas por cepa. Durante toda la etapa de producción, se registró el peso diario de los hongos producidos en cada una de las bolsas.

Al igual que en el primer experimento, las cepas P4 y P7 no fructificaron en ninguna de sus réplicas. Estas cepas volvieron a utilizarse en este segundo experimento, aún después de no haber obtenido fructificación durante el primero, con la finalidad de confirmar que no se hubiera debido a un error experimental o de manejo. Se estima que el que estas cepas no hayan fructificado pudo deberse a que requerían de diferentes condiciones ambientales a las establecidas, o de un control más específico de las mismas.

En la Tabla 3.12, se reportan los días transcurridos para el inicio de la fructificación de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* Se realizó un análisis estadístico con Pruebas de Rango Múltiple para poder establecer las diferencias significativas existentes entre las cepas y conocer cuales de ellas presentan una fructificación temprana y cuales una fructificación tardía. Las cepas de fructificación temprana fueron: P18, I8P, P13, P5 e IAP, con 21, 22, 25, 27 y 28 días respectivamente. Las de fructificación intermedia fueron: P11, P15, P17, P19, P14 y PCM, con 41, 43, 43, 43, 46 y 49 días. Y las de fructificación tardía fueron: P8 y P10, con 53 y 54 días respectivamente.

En las Tablas 3.13 y 3.14 se reportan las producciones semanales (g de hongo fresco/5 kg de sustrato fresco) de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* durante las 20

TABLA 3.12 DÍAS TRANSCURRIDOS PARA EL INICIO DE LA FRUCTIFICACION DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

CEPA	INICIO DE LA FRUCTIFICACION	
	(DÍAS)	
P18	21±1.7	a*
I8P	23±0.9	a
P13	26±3.4	a
P5	28±3.5	a
IAP	28±3.3	a
P11	41±8.2	b
P15	43±6.3	b
P17	43±1.9	b
P19	44±7.5	b
P14	46±13.4	b
PCM	49±3.1	b
P8	54±6.1	c
P10	54±4.5	c

*Letras idénticas muestran que no existen diferencias significativas entre ellas.

TABLA 3.13 PRODUCCION SEMANAL (g HONGO FRESCO/ 5 Kg SUST.FRESCO *) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>						
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15
1	348±249	305±373	755±226	114±228	610±69	167±162	97±171
2	21±43	248±288	0±0	268±275	132±187	31±37	130±196
3	98±100	0±0	0±0	139±242	37±74	99±198	0±0
4	91±182	142±171	279±194	138±93	77±90	22±26	128±128
5	0±0	147±294	75±150	25±32	14±29	100±200	90±104
6	82±80	83±167	0±0	55±79	68±27	0±0	47±95
7	1±3	98±144	93±110	48±56	63±26	244±295	5±10
8	154±184	116±136	41±49	72±47	27±54	1±3	81±163
9	39±78	13±18	0±0	0±0	101±45	77±92	14±29
10	100±109	33±61	0±0	11±22	0±0	64±128	5±9
11	54±59	18±37	50±50	13±27	16±19	7±15	45±31
12	53±34	48±34	33±5	16±22	0±0	34±36	0±0
13	0±0	16±32	19±17	0±0	52±59	34±27	0±0
14	57±38	12±9	4±5	15±29	0±0	65±81	0±0
15	34±39	11±18	13±26	0±0	57±34	74±66	43±62
16	12±15	0±0	1±2	0±0	0±0	31±42	0±0
17	36±41	0±0	0±0	15±30	0±0	14±29	0±0
18	9±14	0±0	0±0	0±0	0±0	23±27	0±0
19	21±28	0±0	0±0	0±0	23±26	0±0	0±0
20	0±0	0±0	0±0	0±0	15±30	0±0	0±0
TOTAL	1218±15	1297±18	1365±20	964±152	1298±16	1094±24	691±102

*HUMEDAD DEL SUSTRATO: 73.2% .

TABLA 3.14 PRODUCCION SEMANAL (g HONGO FRESCO/5 Kg SUST. FRESCO *) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>					
	P17	P18	P19	I8P	IAP	PCM
1	447±215	625±142	144±95	641±44	502±293	479±373
2	89±134	203±60	34±43	26±52	167±335	5±10
3	62±97	30±60	0±0	165±70	202±181	58±116
4	5±11	30±60	130±90	0±0	0±0	302±111
5	19±39	56±65	0±0	12±25	147±29	0±0
6	15±30	0±0	0±0	95±109	27±55	0±0
7	55±101	41±49	23±29	0±0	16±32	224±212
8	187±112	0±0	59±71	56±65	78±33	49±98
9	0±0	76±94	36±72	94±88	0±0	55±45
10	60±65	56±64	0±0	0±0	28±57	0±0
11	28±85	1±2	0±0	0±0	76±39	67±51
12	65±83	0±0	0±0	0±0	0±0	6±13
13	25±20	27±34	0±0	4±9	44±33	69±59
14	21±43	30±26	2±5	0±0	28±23	13±26
15	25±30	29±35	28±48	53±53	3±6	16±21
16	20±18	17±25	22±45	21±43	25±22	22±31
17	41±54	0±0	0±0	9±18	8±17	0±0
18	0±0	3±5	0±0	20±40	10±21	0±0
19	0±0	0±0	0±0	18±36	0±0	0±0
20	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
TOTAL	1174±100	1229±205	481±152	1217±183	1359±139	1369±197

*Humedad del sustrato:73.2%.

semanas de producción. Se reporta además la producción total (la acumulada al finalizar las 20 semanas) para cada cepa. Estas producciones van desde 481 g para P19 hasta 1369 g para PCM. Nuevamente se observó que el mayor porcentaje de la producción total se obtiene durante las primeras semanas, disminuyendo conforme avanza el tiempo.

En las Tablas 3.15 y 3.16 se reportan las producciones semanales acumuladas (g de hongo fresco/5 kg de sustrato fresco) para cada una de las cepas, indicándose la media y su desviación estándar. Se realizó un análisis estadístico con Pruebas de Rango Múltiple para definir las diferencias significativas entre semanas, para una misma cepa y así establecer el período mínimo necesario para alcanzar el máximo rendimiento significativo para cada una de ellas, después del cual no conviene seguir la producción, pues el peso adicional obtenido de los hongos ya es insignificante. Estos rendimientos van desde 309 g para P19 en la cuarta semana hasta 1171 g para IAP en la décima semana. Se observa en general, que después de la onceava semana de corte no conviene continuar la producción ya que la cantidad de esporoforos cosechados posteriormente se torna insignificante. No obstante, se observa que para cepas como P19, a la cuarta semana ya se ha alcanzado el máximo rendimiento.

En las Tablas 3.17 y 3.18 se presenta el peso promedio semanal (g) de los esporoforos de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* Estos datos dan una indicación del tamaño de los hongos, pues se refieren al peso obtenido en cada semana de producción, entre el número de hongos correspondientes. Se observa en general, que el peso

TABLA 3.15 PRODUCCION SEMANAL ACUMULADA (g HONGO FRESCO/5 kg DE SUST. FRESCO) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>						
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15
1	348±249 a*	305±373 a	755±226 a	114±228 a	610±69 a	167±162 a	97±171 a
2	370±209 a	553±163 b	755±226 a	382±255 b	743±140 b	198±138 a	227±185 b
3	469±295 b	553±163 b	755±226 a	522±35 c	780±144 c	297±225 b	252±223 c
4	561±168 c	696±296 c	1034±171 b	660±91 d	857±222 c	320±200 c	356±154 d
5	561±165 c	843±286 d	1109±162 c	686±112 e	872±242 c	420±227 d	446±225 e
6	643±177 d	927±123 e	1109±162 c	741±64 f	941±261 d	420±227 d	494±146 f
7	645±178 d	1025±141 f	1203±229 c	789±106 g	1004±191 e	664±344 e	499±138 f
8	799±164 e	1142±133 f	1244±201 c	862±147 g	1031±155 f	666±343 e	581±176 f
9	838±120 f	1156±148 f	1244±201 c	862±147 g	1133±159 g	743±282 f	595±152 f
10	938±149 g	1189±96 f	1295±236 c	874±146 g	1133±159 g	807±282 f	601±143 f
11	993±144 h	1208±91 f	1295±236 c	887±151 g	1150±156 g	815±275 f	647±92 f
12	1046±145 h	1257±93 f	1328±239 c	904±158 g	1150±156 g	849±304 f	647±92 f
13	1046±145 h	1273±89 f	1347±225 c	904±158 g	1202±214 g	884±303 f	647±92 f
14	1104±139 h	1286±88 f	1351±228 c	949±178 g	1202±214 g	950±314 f	647±92 f
15	1138±144 h	1297±86 f	1364±202 c	949±178 g	1260±181 g	1024±259 f	691±102 f
16	1151±137 h	1297±86 f	1365±203 c	949±178 g	1260±181 g	1056±234 f	691±102 f
17	1187±149 h	1297±86 f	1365±203 c	964±152 g	1260±181 g	1070±221 f	691±102 f
18	1197±139 h	1297±86 f	1365±203 c	964±152 g	1260±181 g	1094±247 f	691±102 f
19	1218±159 h	1297±86 f	1365±203 c	964±152 g	1283±174 g	1094±247 f	691±102 f
20	1218±159 h	1297±86 f	1365±203 c	964±152 g	1298±160 g	1094±247 f	691±102 f

*Letras idénticas entre semanas para una misma cepa, muestran que no hay diferencias significativas entre ellas.

TABLA 3.16 PRODUCCION SEMANAL ACUMULADA (g DE HONGO FRESCO/5 kg DE SUST. FRESCO) DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>					
	P17	P18	P19	I8P	IAP	PCM
1	447±215 a*	625±142 a	144±95 a	641±44 a	502±293 a	479±373 a
2	537±89 b	829±119 b	178±72 b	667±54 b	670±183 a	484±372 a
3	600±139 b	859±82 c	178±72 b	832±46 c	872±108 b	542±283 a
4	606±132 b	869±143 d	309±127 c	832±46 c	872±108 b	844±349 b
5	625±119 b	946±119 e	309±127 c	845±52 c	1020±126 c	844±349 b
6	641±98 b	946±119 e	309±127 c	940±161 d	1047±107 c	844±349 b
7	696±114 c	988±100 f	332±97 c	940±161 d	1064±97 d	1068±287 c
8	884±70 d	988±100 f	392±146 c	996±183 e	1142±11 e	1118±225 c
9	884±78 d	1054±173 g	428±165 c	1090±133 f	1142±11 e	1173±243 c
10	944±138 e	1120±174 g	428±165 c	1090±133 f	1171±101 f	1173±243 c
11	973±120 f	1121±171 g	428±165 c	1090±133 f	1247±121 f	1241±205 c
12	1039±152 f	1121±171 g	428±165 c	1090±133 f	1247±121 f	1248±217 c
13	1065±171 f	1148±200 g	428±165 c	1095±130 f	1292±93 f	1317±189 c
14	1086±146 f	1179±174 g	431±168 c	1095±130 f	1311±114 f	1330±215 c
15	1112±141 f	1208±184 g	459±127 c	1148±80 f	1314±112 f	1347±216 c
16	1132±140 f	1225±207 g	481±152 c	1170±163 f	1339±122 f	1369±197 c
17	1174±100 f	1225±207 g	481±152 c	1179±162 f	1348±118 f	1369±197 c
18	1174±100 f	1229±205 g	481±152 c	1189±201 f	1359±139 f	1369±197 c
19	1174±100 f	1229±205 g	481±152 c	1217±183 f	1359±139 f	1369±197 c
20	1174±100 f	1229±205 g	481±152 c	1217±183 f	1359±139 f	1369±197 c

*Letras idénticas entre semanas para una misma cepa, muestran que no hay diferencias significativas entre ellas.

TABLA 3.17 PESO PROMEDIO SEMANAL (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>						
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15
1	2.6±1.8 a*	5.6±3.9 b	71.2±34.3 c	0.9±1.7 a	23.5±22.5 b	5.2±7.0 a	4.2±5.6 a
2	0.6±1.2 a	3.3±3.9 a	0.0±0.0 a	3.7±4.1 b	1.9±2.2 a	1.4±1.9 a	7.1±8.8 a
3	3.8±1.6 b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	4.1±3.5 c	0.7±1.3 a	2.7±5.3 a	3.0±6.0 a
4	1.2±1.5 a	3.9±5.4 a	15.4±19.3 b	2.3±2.1 a	3.4±4.0 a	6.2±5.0 a	7.2±5.0 a
5	0.0±0.0 a	2.1±4.2 a	2.8±5.5 a	2.7±3.4 a	0.7±1.4 a	3.7±7.4 a	12.0±14.6 b
6	4.1±1.7 c	2.3±4.6 a	0.0±0.0 a	1.4±1.8 a	4.0±1.0 a	0.0±0.0 a	3.7±7.3 a
7	1.6±3.3 a	2.3±3.8 a	4.0±4.6 a	1.6±2.2 a	1.4±2.8 a	11.2±13.0 b	5.2±10.3 a
8	2.4±2.8 a	5.8±7.0 b	2.9±3.6 a	2.9±0.8 a	0.6±1.1 a	1.4±2.8 a	3.2±6.5 a
9	1.1±2.2 a	1.6±2.1 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	2.5±0.8 a	13.0±14.0 c	7.4±14.8 a
10	4.3±1.9 c	1.5±1.8 a	3.6±2.8 a	0.6±1.2 a	0.0±0.0 a	4.0±8.0 a	5.8±9.4 a
11	2.9±2.0 a	0.7±1.4 a	0.0±0.0 a	0.7±1.4 a	3.8±4.8 a	2.6±5.2 a	4.2±8.3 a
12	3.9±1.4 c	3.4±2.7 a	2.6±1.1 a	2.2±2.6 a	0.0±0.0 a	5.3±4.9 a	0.0±0.0 a
13	0.0±0.0 a	1.6±3.3 a	1.7±1.2 a	0.0±0.0 a	3.9±3.3 a	3.8±3.9 a	0.0±0.0 a
14	3.4±1.1 b	3.1±2.3 a	3.0±5.0 a	6.7±3.0 d	0.0±0.0 a	6.3±5.7 a	0.0±0.0 a
15	2.3±2.8 a	0.9±1.1 a	0.9±1.7 a	0.0±0.0 a	4.7±3.3 a	5.0±3.6 a	13.6±16.4 b
16	1.9±2.5 a	0.0±0.0 a	0.4±0.9 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	2.3±2.6 a	0.0±0.0 a
17	3.0±3.5 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.8±1.6 a	0.0±0.0 a	1.2±2.4 a	0.0±0.0 a
18	1.9±2.9 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.9±2.2 a	0.0±0.0 a
19	3.8±4.8 b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.7±2.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
20	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	3.8±7.7 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a

*Letras idénticas entre semanas, para una misma cepa muestran que no hay diferencias significativas entre ellas.

TABLA 3.18 PESO PROMEDIO SEMANAL (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>					
	P17	P18	P19	IBP	IAP	PCM
1	11.1±4.0 a*	7.3±2.2 a	11.7±9.2 c	7.9±1.1 b	12.8±6.0 e	10.6±6.2 e
2	13.3±17.7 a	3.8±2.9 a	4.9±5.6 a	8.7±17.4 c	4.0±8.1 a	1.7±3.5 a
3	8.6±10.9 a	1.1±2.1 a	9.1±18.1 a	2.5±1.4 a	5.3±3.6 a	8.3±16.6 d
4	1.1±2.3 a	10.1±20.1 b	9.1±6.6 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	6.7±1.3 b
5	3.2±6.5 a	1.4±1.7 a	0.0±0.0 a	1.6±3.2 a	7.4±0.6 b	0.0±0.0 a
6	15.4±30.8 b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.6±1.9 a	1.5±3.0 a	0.0±0.0 a
7	7.0±8.1 a	3.0±3.7 a	5.3±6.1 a	0.0±0.0 a	3.2±6.5 a	7.3±6.1 c
8	27.9±11.4 c	0.0±0.0 a	8.0±11.3 a	3.3±4.7 a	7.1±1.4 a	1.1±2.2 a
9	0.0±0.0 a	4.2±5.0 a	5.1±10.3 a	2.8±1.1 a	0.0±0.0 a	2.9±1.0 a
10	7.2±8.2 a	2.2±2.6 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	4.1±8.2 a	0.0±0.0 a
11	2.2±2.5 a	0.7±1.4 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	7.7±1.6 b	3.9±2.5 a
12	1.9±2.2 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.6±1.2 a
13	3.4±3.6 a	3.1±3.9 a	0.0±0.0 a	1.1±2.2 a	11.2±10.3 d	3.1±2.2 a
14	2.0±4.0 a	5.0±3.5 a	1.3±2.5 a	0.0±0.0 a	8.7±8.0 c	2.6±5.3 a
15	3.6±4.8 a	2.9±3.5 a	11.3±15.7 b	9.0±9.9 d	1.0±2.0 a	2.1±2.6 a
16	4.0±4.3 a	2.8±4.2 a	3.2±6.4 a	1.8±3.6 a	5.5±6.4 a	2.2±3.2 a
17	2.7±3.2 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	3.0±6.0 a	2.9±5.8 a	0.0±0.0 a
18	0.0±0.0 a	1.4±1.7 a	0.0±0.0 a	2.9±5.8 a	2.6±5.3 a	0.0±0.0 a
19	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.4±2.7 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
20	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a

*Letras idénticas entre semanas, para una misma cepa muestran que no existen diferencias significativas entre ellas.

promedio aumenta y disminuye sin orden a lo largo del período de producción para cada una de las cepas. El análisis estadístico realizado no indicó una correlación del máximo peso promedio con cierta(s) semana(s) de producción para las diferentes cepas, es decir, no se detectó una tendencia a producir hongos grandes en cierta etapa de producción.

En las Tablas 3.19 y 3.20 se presentan estos mismos valores de peso promedio semanal indicando el resultado de la evaluación estadística para determinar en cada una de las semanas de producción, las diferencias significativas existentes en el peso promedio de cada una de las cepas de *Pleurotus spp.* Dicho análisis resultó también negativo.

En las Tablas 3.21 y 3.22, los datos anteriores se presentan ahora como un registro de la evolución del peso promedio (g) de los esporoforos de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* Para ello, se dividió el peso acumulado, entre el número total de hongos cosechados en cada período de producción. En dichas tablas, se presenta enmarcado el valor del peso promedio acumulado que corresponde al período de máximo rendimiento significativo, que fue establecido en las Tablas 3.15 y 3.16 para cada una de las cepas, observándose pesos unitarios promedio en un rango de 3.9 g para P5, hasta 24 g para P10. Cabe mencionar que estos valores no representan los pesos promedio máximos de cada una de las cepas, más bien corresponden a los del período de máximo rendimiento establecido para cada una de ellas. Puede también observarse que algunas cepas presentan un peso unitario promedio uniforme a lo largo del período de producción, como es el caso de las cepas P5, P8, P17 y P18, es decir, con estas cepas se obtienen hongos

TABLA 3.19 PESO PROMEDIO SEMANAL (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>						
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15
1	2.6±1.8 a*	5.6±3.9 a	71.2±34.3 c	0.9±1.7 a	23.5±22.6 b	5.2±6.9 a	4.2±5.6 a
2	0.6±1.2 a	3.3±3.9 a	0.0±0.0 a	3.7±4.1 a	1.9±2.2 a	1.4±1.8 a	7.1±8.8 a
3	3.8±1.6 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	4.1±3.6 a	0.7±1.3 a	2.7±5.3 a	3.0±6.0 a
4	1.2±1.5 a	3.9±5.4 a	15.4±19.3 b	2.3±2.1 a	3.4±4.0 a	6.2±5.0 a	7.2±5.0 a
5	0.0±0.0 a	2.1±4.2 a	2.8±5.5 a	2.7±3.4 a	0.7±1.4 a	3.7±7.4 a	12.0±14.6 b
6	4.1±1.7 a	2.3±4.6 a	0.0±0.0 a	1.4±1.8 a	4.0±1.0 a	0.0±0.0 a	3.7±7.3 a
7	1.6±3.3 a	2.3±3.8 a	4.0±4.6 a	1.6±2.2 a	1.4±2.8 a	11.2±13.0 b	5.2±10.3 a
8	2.4±2.8 a	5.8±7.0 a	2.9±3.6 a	2.9±0.8 a	0.6±1.1 a	1.4±2.8 a	3.2±6.5 a
9	1.1±2.2 a	1.6±2.1 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	2.5±0.8 a	12.9±14.0 b	7.4±14.8 a
10	4.3±1.9 a	1.5±1.8 a	3.6±2.8 a	0.6±1.2 a	0.0±0.0 a	4.0±8.0 a	5.9±9.4 a
11	2.9±2.0 a	0.7±1.4 a	0.0±0.0 a	0.7±1.4 a	3.8±4.8 a	2.6±5.2 a	4.2±8.3 a
12	3.9±1.4 c	3.4±2.7 b	2.6±1.1 a	2.2±2.6 a	0.0±0.0a	5.3±4.9 d	0.0±0.0 a
13	0.0±0.0 a	1.6±3.3 a	1.7±1.2 a	0.0±0.0 a	3.9±3.3 a	3.8±3.9 a	0.0±0.0 a
14	3.4±1.1 a	3.1±2.3 a	3.0±5.0 a	5.7±3.0 b	0.0±0.0 a	6.3±5.7 a	0.0±0.0 a
15	2.3±2.8 a	0.9±1.0 a	0.9±1.7 a	0.0±0.0 a	4.7±3.3 a	5.0±3.6 a	13.6±16.4 b
16	1.9±2.5 a	0.0±0.0 a	0.4±0.8 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	2.3±2.6 a	0.0±0.0 a
17	3.0±3.5 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.8±1.6 a	0.0±0.0 a	1.2±2.4 a	0.0±0.0 a
18	1.9±2.9 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.9±2.2 a	0.0±0.0 a
19	3.8±4.3 b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.7±2.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
20	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	3.8±7.7 b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a

*Letras idénticas entre cepas, para una misma semana muestran que no existen diferencias significativas entre ellas.

TABLA 3.20 PESO PROMEDIO SEMANAL (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>					
	P17	P18	P19	I8P	IAP	PCM
1	11.1±4.0 a*	7.3±2.2 a	11.7±9.2 a	7.9±1.1 a	12.8±6.0 a	10.6±6.2 a
2	13.3±17.7 b	3.7±2.9 a	4.9±5.6 a	8.7±17.4 a	4.0±8.1 a	1.7±3.5 a
3	8.6±10.9 a	1.1±2.1 a	9.1±18.1 a	2.5±1.4 a	5.3±3.7 a	8.3±16.6 a
4	1.1±2.3 a	10.1±20.1 a	9.1±6.6 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	6.7±1.3 a
5	3.2±6.5 a	1.4±1.7 a	0.0±0.0 a	1.6±3.2 a	7.4±0.6 a	0.0±0.0 a
6	15.4±30.8 b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.6±1.9 a	1.5±3.0 a	0.0±0.0 a
7	7.0±8.1 a	3.0±3.7 a	5.3±6.2 a	0.0±0.0 a	3.2±6.5 a	7.3±6.1 a
8	24.9±11.2 c	0.0±0.0 a	8.0±11.3 b	3.3±4.7 a	7.1±1.4 a	1.1±2.2 a
9	0.0±0.0 a	4.2±5.0 a	5.2±10.3 a	2.8±1.1 a	0.0±0.0 a	2.9±1.0 a
10	7.2±8.3 b	2.2±2.6 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	4.1±8.2 a	0.0±0.0 a
11	2.2±2.5 a	0.7±1.4 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	7.7±1.6 b	3.9±2.5 a
12	1.9±2.2 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.6±1.2 a
13	3.4±3.7 a	3.1±3.9 a	0.0±0.0 a	1.1±2.2 a	11.2±10.3 b	3.1±2.2 a
14	2.0±4.0 a	5.0±3.5 a	1.3±2.5 a	0.0±0.0 a	8.7±8.0 c	2.6±5.3 a
15	3.6±4.8 a	2.9±3.5 a	11.3±15.7 a	9.0±9.9 a	1.0±2.0 a	2.1±2.6 a
16	4.1±4.3 a	2.8±4.2 a	3.2±6.4 a	1.8±3.6 a	5.5±5.4 b	2.2±3.2 a
17	2.7±3.2 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	3.0±6.0 a	2.9±5.8 a	0.0±0.0 a
18	0.0±0.0 a	1.4±1.7 a	0.0±0.0 a	2.9±5.8 a	2.6±5.3 a	0.0±0.0 a
19	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	1.4±2.7 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
20	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a

*Letras idénticas entre cepas, para una misma semana muestran que no hay diferencias significativas entre ellas.

TABLA 3.21 EVOLUCION DEL PESO UNITARIO PROMEDIO (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>						
	P5	P8	P10	P11	P13	P14	P15
1	2.6±1.8	5.6±3.9	51.2±41.6	0.9±1.7	23.5±22.5	5.2±6.9	5.4±4.8
2	3.2±0.7	7.5±1.2	51.2±41.6	4.1±3.8	10.5±3.5	5.2±6.9	10.2±7.3
3	3.3±0.9	7.5±1.2	51.2±41.6	6.1±2.9	9.2±3.4	4.3±5.2	11.5±6.4
4	3.4±0.8	7.1±1.3	24.0±18.4	5.3±2.5	9.2±3.4	7.6±5.0	11.4±5.9
5	3.4±0.8	7.4±1.0	24.0±18.4	4.9±2.4	9.0±3.5	8.6±4.5	12.4±5.8
6	3.5±0.7	7.7±1.1	24.0±18.4	4.5±1.7	8.3±3.3	8.6±4.5	13.2±4.6
7	3.5±0.7	7.2±0.9	17.4±7.5	4.3±1.7	8.2±3.3	10.9±3.9	13.3±4.5
8	3.7±0.6	7.4±1.0	16.8±8.1	4.0±1.3	7.0±1.0	10.9±3.9	12.4±3.0
9	3.8±0.6	7.2±1.1	16.8±8.1	4.0±1.3	6.0±0.7	11.2±3.9	12.6±2.6
10	3.8±0.4	7.1±1.2	13.6±3.7	3.9±1.2	6.0±0.7	11.5±3.5	12.7±2.6
11	3.9±0.4	6.8±0.7	13.6±3.7	3.9±1.2	6.0±0.7	11.5±3.5	13.0±2.2
12	3.8±0.4	6.7±0.8	11.8±3.5	3.8±1.2	6.0±0.7	11.3±3.4	13.0±2.2
13	3.8±0.4	6.7±0.8	11.2±3.9	3.8±1.2	5.9±0.7	10.5±3.0	13.0±2.2
14	3.8±0.4	6.6±0.8	11.1±3.8	3.9±1.2	5.9±0.7	10.4±2.7	13.0±2.2
15	3.8±0.4	6.4±0.6	10.9±3.9	3.9±1.2	5.7±0.4	10.0±2.3	13.4±1.9
16	3.8±0.4	6.4±0.6	10.9±4.0	3.9±1.2	5.7±0.43	9.8±2.5	13.4±1.9
17	3.8±0.4	6.4±0.6	10.9±4.0	3.9±1.2	5.7±0.4	9.7±2.5	13.4±1.9
18	3.8±0.4	6.4±0.6	10.9±4.0	3.9±1.2	5.7±0.4	9.3±2.1	13.4±1.9
19	3.9±0.5	6.4±0.6	10.9±4.0	3.9±1.2	5.6±0.5	9.3±2.1	13.4±1.9
20	3.9±0.5	6.4±0.6	10.9±4.0	3.9±1.2	5.7±0.6	9.3±2.1	13.4±1.9

TABLA 3.22 EVOLUCION DEL PESO UNITARIO PROMEDIO (g) DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus spp.*

SEMANA	CEPAS DE <i>Pleurotus spp.</i>					
	P17	P18	P19	I8P	IAP	PCM
1	11.1±4.0	7.4±2.4	11.7±9.2	7.9±1.1	12.6±6.0	10.6±6.2
2	12.4±3.9	5.6±2.5	8.9±6.0	8.2±1.4	14.1±5.0	10.6±6.2
3	12.8±3.8	5.6±2.5	18.0±12.2	5.4±0.6	10.7±2.0	13.6±12.1
4	12.7±3.9	5.6±2.5	13.6±3.9	5.4±0.6	10.7±2.0	8.8±3.1
5	12.7±3.9	5.5±2.6	13.6±3.9	5.4±0.6	9.9±1.2	8.8±3.1
6	13.1±4.6	5.5±2.6	13.6±3.9	5.2±0.7	9.8±1.2	8.8±3.1
7	13.3±4.5	5.6±2.6	13.0±3.4	5.2±0.7	9.8±1.2	9.0±3.5
8	13.8±3.5	5.6±2.6	12.4±1.1	5.2±0.7	9.6±1.2	8.8±3.7
9	13.8±3.5	5.5±2.4	12.7±1.2	4.9±0.5	9.6±1.2	7.6±2.0
10	13.1±2.8	5.5±2.4	12.7±1.2	4.9±0.5	9.7±1.2	7.6±2.0
11	12.4±2.6	5.5±2.4	12.7±1.2	4.9±0.5	9.5±1.3	7.3±1.7
12	11.2±2.1	5.5±2.4	12.7±1.2	4.9±0.5	9.5±1.3	7.2±1.7
13	10.8±2.1	5.5±2.3	12.7±1.2	4.9±0.5	9.5±1.2	6.8±1.2
14	10.7±2.1	5.6±2.3	12.8±1.2	4.9±0.5	9.5±1.2	6.8±1.2
15	10.6±2.3	5.5±2.2	13.6±1.2	5.0±0.6	9.5±1.2	6.7±1.1
16	10.4±2.4	5.5±2.3	13.6±1.2	5.0±0.6	9.3±1.0	6.6±0.9
17	10.1±2.3	5.5±2.3	13.6±1.2	5.0±0.5	9.3±1.0	6.6±0.9
18	10.1±2.3	5.5±2.2	13.6±1.2	5.0±0.6	9.4±1.0	6.6±0.9
19	10.1±2.3	5.5±2.2	13.6±1.2	5.0±0.6	9.4±1.0	6.6±0.9
20	10.1±2.3	5.5±2.2	13.6±1.2	5.0±0.6	9.4±1.0	6.6±0.9

de tamaño similar durante todas las semanas de producción. Por otro lado, otras cepas presentan durante las diferentes semanas de corte, variaciones muy marcadas en el peso de los hongos cosechados, como es el caso de las cepas P10, P11, P13, P14, P15, P19, I8P, IAP y PCM.

En la Tabla 3.23, se resumen las características de fructificación correspondientes a la capacidad total de producción y a la de máximo rendimiento significativo de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* Puede observarse que a excepción de la cepa P13, que requirió de 20 semanas, todas las demás cepas requieren entre 15 y 18 semanas para alcanzar la capacidad total de producción. Al comparar el tiempo de cosechado y la eficiencia biológica de las diferentes cepas para ambos períodos, se observa que ciertas cepas presentan un incremento considerable en la eficiencia biológica de la capacidad total de producción, con respecto a la eficiencia biológica del período de máximo rendimiento, lo que podría hacer atractivo el prolongar el período de cosechado. Entre estas cepas se encuentra la cepa P17 para la cual se aumentaría su eficiencia biológica de 72 a 87% con 6 semanas adicionales de producción, que las correspondientes al período de máximo rendimiento. Para las cepas P5 y P8, se requieren 8 semanas más para aumentarla de 74 a 90% y de 76 a 96 % respectivamente. Puede también observarse que hay 3 cepas en las cuales se rebasa el 100% de su capacidad total de producción. Estas cepas son: PCM (101.8%), P10 (101.5%) e IAP (101.1%). Por el contrario, la cepa cuya capacidad total no alcanzó ni un 50% fue la P19, que registró únicamente un 35.7% de eficiencia biológica.

TABLA 3.23 CARACTERISTICAS DE FRUCTIFICACION EN EL MAXIMO RENDIMIENTO SIGNIFICATIVO Y EN LA CAPACIDAD TOTAL DE PRODUCCION DE DIFERENTES CEPAS DE

Pleurotus spp.

CEPAS	INICIO DE LA FRUCTIFICACION (DIAS)	MAXIMO RENDIMIENTO SIGNIFICATIVO			CAPACIDAD TOTAL DE PRODUCCION		
		TIEMPO DE COSECHADO (SEMANAS)	EFICIENCIA BIOLOGICA (%)	PESO PROMEDIO (g)	TIEMPO DE COSECHADO (SEMANAS)	EFICIENCIA BIOLOGICA (%)	PESO PROMEDIO (g)
P19	44	4	22.9	13.6	16	35.7	13.6
P15	44	6	36.8	13.2	15	51.4	13.4
P14	46	9	55.2	11.2	18	81.3	9.3
P11	41	7	58.7	4.3	17	71.7	3.9
P17	44	11	72.3	12.4	17	87.3	10.1
P5	28	11	73.8	3.9	19	90.5	3.9
P8	54	7	76.2	7.2	15	96.4	6.4
P18	22	9	79.1	5.5	18	91.4	5.5
PCM	49	7	79.4	9.1	16	101.8	6.6
I8P	23	9	81.1	4.9	19	90.5	5.1
P10	54	5	82.4	24.1	16	101.5	10.9
P13	28	9	84.2	6.1	20	96.5	5.7
IAP	28	10	87.1	9.7	18	101.1	9.4

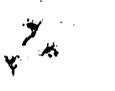
También puede observarse en esta tabla, que las cepas que presentan los mayores pesos promedio al período de máximo rendimiento significativo son P10, P19, P15, P17, IAP y PCM, con valores que van desde 9.1 g para PCM hasta 24.1 g para P10. Se observa que se obtienen valores similares del peso promedio registrados en el período de máximo rendimiento y sus correspondientes para el período de la capacidad total de producción de casi todas las cepas, a excepción de P10 en la cual el peso promedio decrece en un 50% aproximadamente.

En las Tablas 3.24 y 3.25 se reportan algunas características morfológicas de importancia de los esporoforos producidos por las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* como son: el color, la forma, grosor y textura de los esporoforos y el tamaño del tallo. Estas características variaron de una cepa a otra, pero se mantenían constantes para cada una de ellas durante todo el período de producción. En el caso de las cepas P15 y P19, al aparecer los primordios, éstos presentaban un color muy oscuro, casi negro, el cual adquirió una tonalidad amarillenta al formarse los esporoforos. En las demás cepas, se observaron tonalidades que iban del blanco al amarillo y hasta un café oscuro correspondiente a la cepa P13. Asimismo, se observaron formas diversas de los esporoforos producidos, desde la más común como lo es la de ostras, hasta algunas formas que semejaban campanas, sombreros o trompetas (Tabla 3.25). Se encontraron cepas que producían esporoforos delgados y frágiles, los que con el simple manejo se deshacían. Sin embargo, algunas otras producían esporoforos con carne dura y firme. Se observó también que algunas cepas producían esporoforos con tallos grandes y gruesos,

TABLA 3.24 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS ESPOROFOROS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus* spp.

CEPA	COLOR	FORMA	GROSOR Y TEXTURA	TAMAÑO DEL TALLO
P5	Amarillo claro	Acampanados	delgados	Corto
P8	Blancos-amarillentos	Ostras	delgados	Corto
P10	Blanco-grisáceos	Trompetas	consistentes	Demasiado grande y grueso
P11	Blanco-amarillentos	Ostras	delgados y frágiles	Corto y delgado
P13	Café oscuro	Ostras	delgados y frágiles	Corto y delgado
P14	Blanco-amarillentos	Acampanados	gruesos	Corto y grueso
P15	Amarillentos	Sombreros	duros y correosos	Corto y grueso
P17	Amarillentos	Acampanados	delgados	Grande y grueso
P18	Blanco-amarillentos	Ostras	delgados y frágiles	Corto y delgado
P19	Blanco-amarillentos	Sombreros	duros y correosos	Corto y grueso
IAP	Blanco-amarillentos	Ostras	delgados	Corto
PCM	Blanco-amarillentos	Ostras	duros	Mediano y grueso
I8P	Blanco-grisáceos	Ostras	delgados	Corto

TABLA 3.25 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE DIFERENTES CEPAS DE *Pleurotus* spp.

CEPA	MORFOLOGÍA	CEPA	MORFOLOGÍA
P4	NO FRECTIFILCO	P17	
P6		P18	
P7	NO FRECTIFILCO	P19	
P8		IAP	
P10		PCM	
P11		I8P	
P13			
P14			
P16			

lo cual representaría un desperdicio significativo en la producción comercial.

Considerando los rendimientos, la eficiencia biológica, el tiempo de cosechado, y el peso promedio, las cepas que presentaron mejores características para una producción comercial fueron P8, P10, P13, P18, IAP y PCM, quedando descartadas P19, P15 y P14 por presentar producciones bajas. Las cepas P5, y P17, aunque presentan eficiencias biológicas aceptables, requieren períodos de producción prolongados (11 semanas), por lo que no son incluidas en la selección final. Aquí debe hacerse notar que, no obstante que la cepa P10 es la segunda más productiva, se considera que sus esporoforos presentan ciertas características morfológicas que podrían limitar su uso comercial de manera directa, ya que son relativamente toscos, excesivamente grandes y con un tallo grande y correoso. Su aceptación en el mercado requiere entonces de ser evaluada con un estudio específico de aceptación por el consumidor. No obstante, resultaría de interés hibridizar estas características con las de otras cepas para obtener cepas que produzcan esporoforos de buen tamaño, con apariencia y consistencia intermedias.

De las cepas restantes, no obstante que la P8, P13 y P18 presentan altos rendimientos (90 y 96% de la capacidad total de producción), la IAP y la PCM cumplen en mayor medida con los parámetros establecidos al inicio del proyecto para mejorar la competitividad de la producción comercial ya que presentan eficiencias biológicas mayores del 100% en períodos cortos de producción (7 a 10 semanas), esporoforos de tamaño mediano (9 a 10 g), de color blanco amarillento, consistencia firme y morfología aceptable.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la primera etapa de la realización de este trabajo, fue posible definir el manejo adecuado de las condiciones ambientales, que fueron clave para llevar a cabo la evaluación de la productividad de las cepas de *Pleurotus spp.* Sin embargo, hubo algunos problemas que se presentaron durante la realización experimental, uno de los cuales fue el control del peso y la humedad de las réplicas durante la preparación del sustrato (tratamiento térmico), en particular en el esterilizado. Se observó además, que mientras que en el primer experimento, el período de producción se prolongó hasta 7 semanas debido a dificultades para controlar la humedad del sustrato de las bolsas, en el segundo experimento se logró que el período de producción se prolongara hasta 20 semanas, con lo cual fue posible estudiar en mayor detalle la evolución de la productividad de las diferentes cepas de *Pleurotus spp.* Asimismo, las eficiencias biológicas que durante el primer experimento alcanzaron como máximo un 44% para P5 sobre el sustrato pasteurizado, en el segundo experimento sobrepasaron el 100% para diferentes cepas (PCM, P10 e IAP).

Se realizó una clasificación preliminar de las cepas evaluadas de acuerdo a los rendimientos que presentaron durante el primer experimento. Se observó así, que las cepas P5, P18 y P19 presentaron altos rendimientos sobre el sustrato pasteurizado pero bajos en el esterilizado, por el contrario, la cepa P8 presentó buen rendimiento en el sustrato esterilizado pero bajo en el pasteurizado, mientras que para las cepas restantes,

puede observarse sin haber realizado análisis estadístico, que la diferencia de producción entre ambos sustratos no parece ser significativa. Sin embargo, no pudo identificarse de manera clara la influencia que el tratamiento térmico pudiera haber presentado sobre la productividad de las diferentes cepas, es decir se deseaba observar si alguno de los tratamientos empleados para la preparación del sustrato, provocaba que la productividad se incrementara con respecto a la registrada sobre el otro sustrato, en la mayoría de las cepas, lo cual no fue posible. Todo lo anterior puede explicarse a partir de que durante la preparación del sustrato se provoca diferencia en la disponibilidad de carbohidratos solubles que pueden permitir un incremento en la productividad de las cepas ocasionado por la exposición al calor. Se esperaba que durante la esterilización, la productividad de la mayoría de las cepas fuera mayor que la correspondiente a la del sustrato pasteurizado, debido a que durante la primera, hay más exposición del sustrato al calor, así como mayor tiempo (121 °C / 2 horas), que el referente al de la pasteurización (80 °C / 1 hora), provocando que haya hidrólisis de algunas moléculas que permitan una mayor cantidad de carbohidratos que pueden ser utilizados por el hongo y por lo tanto obtener mayores rendimientos que los referentes a la pasteurización (Gaudeau, 1991). Los resultados no mostraron una tendencia a obtener mayores producciones de un sustrato sobre el otro. Sin embargo, por las facilidades de manejo que presentó la utilización de sustrato pasteurizado, se decidió emplear la pasteurización como tratamiento de preparación del sustrato para los experimentos subsecuentes.

Como punto importante, se observó la diversidad que presentaron las características

de las diferentes cepas de la misma especie de este hongo comestible. Este aspecto ha sido muy poco estudiado, presentándose en la actualidad una gran confusión acerca del uso de características morfológicas micro y macroscópicas, como elementos básicos para diferenciar razas distintas de la misma especie de hongo (Eger, G., Sui, F.L. y Leal-Lara, H., 1979).

En un segundo experimento, a partir de la experiencia obtenida en la etapa previa de la investigación, se contó con un mayor control sobre el manejo de las condiciones experimentales y ambientales, lo cual fue determinante para obtener los resultados que permitieron seleccionar las cepas que presentaban las características que cumplían de mejor manera con los objetivos planteados al inicio del proyecto. Las cepas PCM (cepa proveniente del Estado de Morelos) e IAP (Estado de Veracruz) fueron las seleccionadas por presentar altos rendimientos, así como por producir esporoforos con características morfológicas adecuadas para la comercialización como son el color, tamaño, forma y consistencia, que permiten prever una mejor aceptación por el consumidor. Estas dos cepas presentaron eficiencias biológicas mayores del 100 % y produjeron esporoforos con forma de ostras y de color blanco-amarillento, con pesos promedio relativamente altos (aproximadamente 10 g), manteniéndose este tamaño a lo largo del periodo de producción, lo cual representa una gran ventaja de comercialización al obtener hongos de tamaño similar durante todo el periodo de producción.

Cabe destacar que a partir de la caracterización de estas cepas, podría iniciarse un

programa de mejoramiento genético para obtener cepas que produzcan esporoforos donde se conjunten algunas de las características detectadas en las cepas evaluadas. Así dependiendo de las necesidades y demandas del mercado, podría plantearse el obtener cepas que produzcan esporoforos con formas diversas, ya sea como las que semejan campanas o sombreros, con esporoforos más excéntricos o radiales, y de una mejor consistencia para lograr una vida de anaquel más prolongada. Probablemente, el color de los esporoforos también podría jugar un papel muy importante en estimular la demanda por el producto. Podrán entonces cubrirse demandas específicas detectadas en el mercado, ya sea a nivel del consumidor final, del comercializador nacional o del mercado de exportación, lo cual redundaría en una mejoría de las condiciones para la producción comercial de *Pleurotus spp.*

CAPITULO V

BIBLIOGRAFÍA

1. BANO, Z. 1967. Studies on mushrooms with particular reference to cultivation and submerged propagation on *Pleurotus flabellatus* Ph. D. Thesis, University of Mysore, India.
2. BANO, Z.; RAJARATHNAM, S. 1979. Some important studies on *Pleurotus* mushroom technology. Central Food Technological reseach Institute Mysore India.
3. BELLO, M.R. 1993. Criterios para el diseño de una planta productora de *Pleurotus* Segundo curso de hongos comestibles. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Tapachula , Chiapas, México, Memorias.
4. CHANG, S. T. & T. H. QUIMIO 1982. *Tropical mushrooms. Biological Nature and Cultivation Methods*. The Chinese University of Hong Kong, Shatin, N.T. Hong Kong ISBN 962-201-264-7.
5. EGER, G., FONG, S.L. Y LEAL-LARA H. 1979. Contribution to the discussion on the species concept in the *Pleurotus ostreatus* Complex. *Mycologia*, Vol. LXXI, No. 3, pp. 557-588
6. HOUDEAU G., OLIVIER J.M., LIBMOND S.Y BAWADIKJI, H. 1991. Improvement of *Pleurotus* cultivation. *Science and cultivation of Edible Fungi*. Vol. 2. p.p. 549-554.
7. GÓMEZ, R. B. C. 1987. TESIS Producción del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre desechos de la industria azucarera y forestal. Facultad de Química UNAM.
8. KURTZMANN, R. H. y F. ZADRAZIL. 1989. Physiologycal and taxonomic considerations of cultivation of *Pleurotus* mushroom. En Chang, S. T. & H. Quimio.

Tropical mushroom, biological nature and cultivation methods. Hong Kong. The Chinese University Press. p.p.299-343.

9. LEONG, P.C. 1982. Cultivation of *Pleurotus* mushroom on cotton waste substrate In Singapore. En Chang, S. T. & H. Quimio. *Tropical mushroom, biological nature and cultivation methods*. Hong Kong The Chinese University Press. p.p. 349-359.
10. MARTINEZ-CARRERA, D. y P. MORALES, M. SOBAL, A. LARQUÉ- SAAVEDRA. 1993. ¿Reconversión de la industria de los hongos? *Tecnoindustria*. Diciembre 1993. p.p.52-59.
11. MARTINEZ-CARRERA, D., M. QUIRARTE, C. SOTO, D. SALMONES y G. GUZMÁN. 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*. 19:207-219.
12. Sánchez, V. J. E. 1993. Tecnología para la producción de *Pleurotus*. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Tapachula, Chiapas, México, Memorias. 1993.
13. ZADRAZIL, F. 1974. The ecology and Industrial Production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. In *Mushrooms Science IX*, Tokyo, 1974.