



00345

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**AISLAMIENTO Y CULTIVO DE DIFERENTES  
CEPAS SILVESTRES DE *Pleurotus* spp. EN EL  
ESTADO DE MORELOS, MEXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS  
(BIOLOGIA VEGETAL)**

282364

**P R E S E N T A**

**BIOL. MA. DE LOURDES ACOSTA URDAPILLETA**

**DIRECTORA DE TESIS: M.en C. MERCEDES SOBAL CRUZ**



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.

## DEDICATORIA

**A mis padres :**

*Jorge y Pilar* por su incansable e invaluable apoyo en todo momento.

**A mi familia :**

*Rabindranath, Renán y Nidia*, por su amor, comprensión y apoyo incondicional, que me ayudaron a alcanzar esta meta.

## **Agradecimientos**

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi directora de tesis la M. en C. Mercedes Sobal Cruz por su valiosa asesoría brindada para la realización de este trabajo.

A los miembros del comité tutorial: la M. en B. Rebeca Ramírez, la M. en C. Mercedes Sobal y el M. en C. Ángel Moreno por sus observaciones y sugerencias durante la realización de la tesis.

A los sinodales que formaron parte del jurado

Dr. Teófilo Herrera Suárez  
Dr. Daniel Claudio Martínez-Carrera  
M. en C. Ángel Moreno Fuentes  
M. en B. Rebeca Ramírez Carrillo  
M. en C. Mercedes Sobal Cruz  
M. en C. Sigfrido Sierra Galván  
M. en C. Ricardo Valenzuela Garza

Por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a enriquecer el contenido del manuscrito original.

A mis compañeros del Laboratorio de Micología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos: Elizur Montiel, Edgar Martínez, Víctor Mora, Francisco Medrano, Luis López, Daniel Portugal, Noé Bautista, Rafael Venegas, Héctor Aguirre, Guillermo Olivares y Javier Jiménez, por el apoyo brindado en diferentes formas durante el desarrollo de esta investigación.

A mi compañera y amiga Graciela Bustos por su amistad y apoyo en todo momento.

A PROMEP por su apoyo al recibir una beca que me ayudó a concluir mis estudios de posgrado.

Finalmente y de manera especial a las autoridades de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos por las facilidades otorgadas para realizar mis estudios de posgrado.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Micología del Centro de Investigaciones Biológicas "Dr. J. Félix Frías Sánchez", de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, bajo la dirección de la M. en C. Mercedes Sobal Cruz, del Laboratorio de Biotecnología de Hongos Comestibles del Colegio de Posgraduados, *Campus Puebla*.

# ÍNDICE

PÁG.

<b>1. RESUMEN</b> .....	1
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
2.1. Características descriptivas del género <i>Pleurotus</i> (Fr.) P. Kumm.....	3
2.2. Distribución geográfica de <i>Pleurotus</i> spp. ....	5
2.3. Valor nutritivo .....	5
2.4. Ciclo de vida de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.:Fr.) P. Kumm.....	7
2.5. Fisiología y genética .....	9
2.6. Cultivo de hongos comestibles .....	10
2.7. Avances en la sistemática molecular del género <i>Pleurotus</i> .....	12
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	16
<b>4. OBJETIVO GENERAL</b> .....	18
4.1. Objetivos particulares .....	18
<b>5. HIPÓTESIS</b> .....	19
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	20
6.1. Material biológico .....	20
6.2. Evaluación de las cepas progenitoras e híbridas en el laboratorio .....	23
6.2.1. Características morfológicas del micelio.....	23
6.2.2. Velocidad de crecimiento .....	23
6.2.3. Producción de biomasa .....	24
6.2.4. Compatibilidad heterogénica .....	24
6.3. Evaluación de las cepas progenitoras e híbridas en campo .....	25
6.4. Condiciones ambientales de incubación y fructificación .....	26
6.5. Análisis estadístico .....	27
6.6. Aislamiento de monospóricos .....	28
6.7. Determinación de las clases de incompatibilidad .....	29
6.8. Obtención de híbridos .....	29
6.9. Criterios de selección de cepas progenitoras y de los híbridos obtenidos .....	30
<b>7. RESULTADOS</b> .....	31
7.1. Fase de laboratorio .....	31
7.1.1. Material biológico .....	31
7.1.2. Evaluación de las cepas progenitoras e híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	37
7.1.2.1. Características morfológicas del micelio.....	37
A) Cepas progenitoras .....	37
B) Cepas híbridas .....	38
7.1.2.2. Velocidad de crecimiento .....	38
A) Cepas progenitoras .....	38
B) Cepas híbridas .....	41

7.1.2.3. Producción de biomasa .....	42
A) Cepas progenitoras .....	42
B) Cepas híbridas .....	43
7.1.2.4. Compatibilidad heterogénica .....	44
7.1.3. Determinación de las clases de incompatibilidad .....	51
7.1.4. Selección de monospóricos representantes de los cuatro tipos de compatibilidad de cada cepa .....	54
7.1.5. Obtención de híbridos .....	55
7.1.6. Selección de híbridos .....	57
7.1.7. Determinación del potencial de entrecruzamiento de las cepas de <i>Pleurotus</i> spp. seleccionadas .....	58
7.2. Fase de campo .....	60
7.2.1. Evaluación de las características de fructificación de las cepas progenitoras e híbridas seleccionados de <i>Pleurotus</i> spp. ....	60
7.2.1.1. Inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo .....	60
A) Cepas progenitoras .....	60
B) Cepas híbridas .....	62
7.2.1.2. Características fenotípicas de los hongos cosechados .....	64
A) Cepas progenitoras .....	64
B) Cepas híbridas .....	66
7.2.1.3. Tasa de producción, eficiencia biológica y número de cosechas .....	69
A) Cepas progenitoras .....	69
B) Cepas híbridas .....	72
7.2.2. Condiciones ambientales de incubación y fructificación en el módulo experimental .....	76
A) Cepas progenitoras .....	76
B) Cepas híbridas .....	78
7.2.3. Comparación de las cepas progenitoras e híbridos de <i>Pleurotus</i> spp. con el testigo .....	80
7.3. Análisis estadístico .....	82
7.3.1. Correlación entre la eficiencia biológica y la velocidad de crecimiento .....	82
A) Cepas progenitoras.....	82
B) Cepas híbridas .....	83
7.3.2. Correlación entre la eficiencia biológica y la biomasa micelial .....	84
A) Cepas progenitoras.....	84
B) Cepas híbridas .....	85
<b>8. DISCUSIÓN .....</b>	<b>86</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>96</b>
<b>10. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>98</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>104</b>

## Índice de tablas

	PÁG.
Tabla 1. Especies del género <i>Pleurotus</i> reportados para México .....	6
Tabla 2. Número de esporadas almacenadas de diferentes especies del género <i>Pleurotus</i> spp. en el cepario HEMIM de la UAEM, de 1986 a 1998 .....	22
Tabla 3. Procedencia y registro del material biológico de <i>Pleurotus</i> spp. seleccionado para este estudio .....	32
Tabla 4. Caracterización morfológica de las 15 cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. seleccionadas en este estudio. Todas las cepas presentaron densidad abundante .....	37
Tabla 5. Caracterización morfológica de los 44 híbridos obtenidos de <i>Pleurotus</i> spp. ....	39
Tabla 6. Producción de biomasa micelial de las 15 cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp., a los 10 días de incubación a una temperatura de 28°C. ....	42
Tabla 7. Producción de biomasa micelial de los 44 híbridos de <i>Pleurotus</i> spp. evaluados en esta investigación .....	43
Tabla 8. Compatibilidad heterogénica obtenida del entrecruzamiento de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. ....	46
Tabla 9. Contacto norma I de entrecruzamiento mutuo (1) entre las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. seleccionadas para esta investigación .....	50
Tabla 10. Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-A de <i>Pleurotus</i> spp. ....	51
Tabla 11. Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-I de <i>Pleurotus</i> spp. ....	52
Tabla 12. Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-K de <i>Pleurotus</i> spp. ....	53
Tabla 13. Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-11 de <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>florida</i> . ....	54
Tabla 14. Monospóricos seleccionados como tipos para cada cepa progenitora de <i>Pleurotus</i> spp. ....	55
Tabla 15. Obtención de híbridos por entrecruzamiento de los monospóricos tipo de las 4 cepas seleccionadas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	56
Tabla 16. Asignación de clave a los híbridos de <i>Pleurotus</i> spp. ....	57
Tabla 17. Potencial de entrecruzamiento de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. seleccionadas para la obtención de híbridos. ....	59
Tabla 18. Características de fructificación (inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo) de las diferentes cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. ....	61
Tabla 19. Características de fructificación (inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo) de los híbridos de <i>Pleurotus</i> spp. cultivadas en el módulo experimental. ....	63



<b>Tabla 20.</b> Características fenotípicas de los esporóforos de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. (cultivadas en el módulo experimental) .....	65
<b>Tabla 21.</b> Características fenotípicas de los esporóforos de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. (cultivadas en el módulo experimental) .....	67
<b>Tabla 22.</b> Rendimiento de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. (eficiencia biológica, número de cosechas y tasa de producción) .....	69
<b>Tabla 23.</b> Clasificación de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. considerando su producción media de acuerdo a la prueba de Duncan .....	70
<b>Tabla 24.</b> Clasificación de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. considerando la producción media de acuerdo a la prueba de Tukey.....	71
<b>Tabla 25.</b> Peso promedio (g) por cosecha y en porcentaje de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. ....	72
<b>Tabla 26.</b> Rendimiento de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. (eficiencia biológica, número de cosechas y tasa de producción) .....	73
<b>Tabla 27.</b> Clasificación de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. considerando su eficiencia biológica de acuerdo a la prueba de Duncan .....	74
<b>Tabla 28.</b> Clasificación de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. considerando su producción media de acuerdo a la prueba de Tukey .....	75
<b>Tabla 29.</b> Peso promedio (g) por cosecha y en porcentaje de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	75
<b>Tabla 30.</b> Comparación de los diferentes parámetros evaluados entre cepas progenitoras e híbridos de <i>Pleurotus</i> spp. con una cepa de <i>Pleurotus ostreatus</i> var. <i>florida</i> utilizada como testigo. ....	81

## Índice de figuras

	PÁG.
<b>Figura 1.</b> Ciclo de vida del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i> (Tomado de Eger, 1978). .....	8
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo que describe la estrategia global del proyecto. ....	21
<b>Figura 3.</b> Sitios de recolección de los especímenes de <i>Pleurotus</i> spp. en el estado de Morelos. ....	33
<b>Figura 4.</b> Velocidad de crecimiento de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. ....	40
<b>Figura 5.</b> Velocidad de crecimiento de los híbridos de <i>Pleurotus</i> spp. a los 20 días de incubación. ....	41
<b>Figura 6.</b> Producción de biomasa micelial de los híbridos de <i>Pleurotus</i> spp. obtenidos en esta investigación .....	44
<b>Figura 7.</b> Formación de una barrera pigmentada con secreciones (HEMIM-11 x HEMIM-A) y de una barrera blanca (HEMIM-11 x HEMIM-K) entre las cepas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	48
<b>Figura 8.</b> Formación de una barrera pigmentada sin secreciones entre dos cepas de <i>Pleurotus</i> (HEMIM-11 x HEMIM-F). ....	48
<b>Figura 9.</b> Contacto normal de entrecruzamiento mutuo (1) que presentaron las cruza HEMIM-A x HEMIM-B y la formación de una barrera blanca entre las cepas nativas HEMIM-A x HEMIM-C de <i>Pleurotus</i> spp. ....	49
<b>Figura 10.</b> Halo de inhibición formado entre los micelios de las cruza nativas (HEMIM-F x HEMIM-C y HEMIM-G x HEMIM-C) de <i>Pleurotus</i> spp. ....	49
<b>Figura 11.</b> Período de colonización del sustrato y fructificación de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. ....	61
<b>Figura 12.</b> Período de colonización del sustrato y fructificación de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	63
<b>Figura 13.</b> Características ambientales (temperatura y humedad relativa) durante el ciclo de cultivo de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. ....	77
<b>Figura 14.</b> Características ambientales (temperatura y humedad relativa) durante el ciclo de cultivo de 11 cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. ...	79
<b>Figura 15.</b> Correlación entre velocidad de crecimiento y eficiencia biológica de cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> . ....	82
<b>Figura 16.</b> Correlación entre velocidad de crecimiento y eficiencia biológica de cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> .....	83
<b>Figura 17.</b> Correlación entre producción de biomasa y eficiencia biológica de cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> .....	84
<b>Figura 18.</b> Correlación entre producción de biomasa y eficiencia biológica de cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> .....	85

## Índice de apéndices

	PÁG.
<b>Apéndice A.</b> Revisión del género <i>Pleurotus</i> del herbario micológico (HEMIM) Dr. Gastón Guzmán del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. ....	105
<b>Apéndice B.</b> Características macro y microscópicas descriptivas de la recolección de especímenes frescos de <i>Pleurotus</i> spp. durante 1997.....	106
<b>Apéndice C.</b> Características macro y microscópicas (esporas) de los carpóforos silvestres utilizados para delimitar los grupos de <i>Pleurotus</i> aff. <i>djamour</i> . ....	112
<b>Apéndice D.</b> Características macro y microscópicas de las cepas progenitoras cultivadas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	113
<b>Apéndice E.</b> Diámetro mínimo y máximo del píleo (cm) de cada cosecha de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. evaluadas en esta investigación. ....	119
<b>Apéndice F.</b> Características macroscópicas de las cepas híbridas cultivadas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	120
<b>Apéndice G.</b> Diámetro mínimo y máximo del píleo (cm) de cada cosecha de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. evaluadas. ....	124
<b>Apéndice H.</b> Análisis de varianza de las cepas progenitoras de <i>Pleurotus</i> spp. ....	125
<b>Apéndice I.</b> Análisis de varianza de las cepas híbridas de <i>Pleurotus</i> spp. ....	126

## 1. RESUMEN

En la presente investigación se estudiaron 14 cepas dicarióticas de *Pleurotus* spp. (8 multiespóricas y 6 vegetativas) originarias de distintas regiones del estado de Morelos, comparándolas con una cepa extranjera utilizada como testigo. Se evaluó su comportamiento en laboratorio y campo para seleccionar las mejores cepas silvestres y obtener a futuro híbridos mejorados con potencial comercial a través de genética clásica. Los criterios de selección en laboratorio fueron: características morfológicas, velocidad de crecimiento, producción de biomasa y compatibilidad heterogénica; por otro lado, los parámetros evaluados en campo (utilizando paja de trigo como substrato) fueron: inicio de fructificación, tiempo de cosecha, ciclo de cultivo, características fenotípicas de los hongos cosechados, tasa de producción, eficiencia biológica y número de cosechas. De dicha evaluación se seleccionaron 3 cepas dicarióticas HEMIM-A, HEMIM-I y HEMIM-K, además del testigo (HEMIM-11). Se determinó el patrón de sexualidad de cada cepa seleccionada para la obtención de híbridos. Se encontraron un total de 6 factores A y 6 factores B para las cepas silvestres de *Pleurotus* spp. estudiadas, las cuales fueron compatibles en un porcentaje del 75% al 100%; por otro lado, al entrecruzar las cepas silvestres con el testigo (cepa comercial de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*) no hubo dicariorización. El entrecruzamiento de las cepas nativas seleccionadas (HEMIM-A, HEMIM-I y HEMIM-K) en todas las posibles combinaciones, produjo un porcentaje de dicariorización del 91.6%. Como resultado de los entrecruzamientos se obtuvo un total de 44 híbridos formados, de los cuales 11 híbridos se evaluaron y seleccionaron en campo, lo que representó un 25% del total del material obtenido. Mediante la selección dirigida de cepas progenitoras silvestres y la formación de híbridos a través de genética clásica, fue factible obtener y seleccionar cepas dicarióticas híbridas de *Pleurotus* spp. del estado de Morelos. Las cuales presentaron características con potencial comercial, ya que la eficiencia biológica pasó de un 90% en las cepas progenitoras a un 103% en las cepas híbridas, mejorando algunas de las características fenotípicas de los esporóforos cultivados sobre paja de trigo.

## 2. INTRODUCCIÓN

El cultivo de los hongos comestibles en México ha adquirido mucha importancia debido al problema de escasez de alimentos que existe en la actualidad en nuestro país. El estado de Morelos cuenta con una considerable variedad de tipos de vegetación y por lo tanto, con gran diversidad de especies fúngicas. Sin embargo, la contaminación, deforestación, incendios y otras causas han disminuido la producción de hongos silvestres comestibles.

Este trabajo tuvo como objetivo general caracterizar las cepas silvestres del hongo comestible *Pleurotus* spp., incrementar tanto el cepario de hongos comestibles (que represente el germoplasma nativo existente en el estado de Morelos), como la colección de esporadas almacenadas para que con dichos materiales se programen estudios sobre su caracterización y cultivo a nivel de campo, con el fin de buscar cepas nativas, resistentes a contaminantes, enfermedades, etc., y mejor adaptadas a las condiciones ambientales no tan sólo del estado de Morelos sino también del país. Y así poder desarrollar estrategias de selección dirigida de las cepas en estudio para la obtención a futuro de híbridos mejorados que aseguren la cantidad y calidad de los cuerpos fructíferos producidos a escala comercial.

## 2.1. Características descriptivas del género *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm

Según Hawksworth *et al.* (1995), el género *Pleurotus* tiene la siguiente posición taxonómica :

REINO :	Fungi
PHYLLUM:	Basidiomycota
CLASE:	Hymenomycetes
ORDEN:	Poriales
FAMILIA:	Lentinaceace
GENERO:	<i>Pleurotus</i>

En forma natural *Pleurotus* es un hongo comestible saprobio; algunas veces se comporta como parásito y se encuentra creciendo sobre diversos substratos tales como madera en descomposición, troncos vivos, o desechos agroindustriales. La palabra *Pleurotus* proviene del griego "pleuro" que significa "formado lateralmente", y el sufijo latino *otos*, oreja, con la desinencia latina *us* lo cual se refiere a la posición lateral del estípite respecto al sombrero y a la forma de éste (Stamets y Chilton, 1983; Ulloa y Herrera, 1994).

En México se le conoce con varios nombres comunes, tales como: seta, oreja blanca, oreja de izote, oreja de cazahuate y oreja de maguey (Guzmán, 1977), además de cuahuehuatl, cuauhiztac y xonocuahnanacatl (Martínez-Alfaro *et al.*, 1983).

En el estado de Morelos se le conoce como oreja de cazahuate, hongo de cazahuate y oreja blanca (Mora *et. al.*, 1990), según Portugal (2000) a este hongo se le llama además de los nombres reportados por Mora *et al.*, (1990), como cazahuate, oreja y techalonanacatl.

El género *Pleurotus* presenta cuerpo fructífero gimnocárpico; es decir, que durante su formación las láminas no están cubiertas por un velo. Presenta sombrero liso en forma de repisa, de 5-10 cm de ancho, blanquecino grisáceo o color café grisáceo. Láminas blanquecinas poco o nada unidas entre sí en la base. Las esporas pueden medir de 8 a 12  $\mu\text{m}$  x 3 a 4  $\mu\text{m}$  y son hialinas. Su carne es blanca y correosa, con olor y sabor agradable. El estípote es corto y lateral. Crece en zonas tropicales y subtropicales.

De acuerdo con Singer (1975) el género *Pleurotus* presenta cuerpo fructífero pleurotoide, pigmento ausente a casi ausente, cuando esta presente va de grisáceo, gris oscuro a color ocre, mas raramente azul, verde, amarillo o liláceo; himenóforo laminar; trama irregular, con hifas de pared delgada a pared gruesa (en el primer caso con velo presente y cistidios ausentes; en el segundo caso, velo presente o ausente y cistidios ausentes o presentes); esporada blanca o crema o muy frecuentemente pardusca pálida, esporas hialinas, lisas, cilíndricas, más cortas que largas, paredes delgadas no amiloides; basidio normal, cistidios frecuentes, queilocistidios usualmente presentes, subhimenio bien desarrollado diferenciado y extenso; estípote presente más raramente ausente en carpóforos sesiles; contexto carnoso a moderadamente correoso; trama del píleo inamiloide, hifas con numerosas

fíbulas. Crecen sobre madera, mas raramente sobre tejidos de otras plantas, tanto en hospederos vivos y muertos.

Vilgalys *et al.* (1993), menciona que el género *Pleurotus* presenta una gran variabilidad morfológica que puede ser atribuida a muchos factores, tales como condiciones ambientales, plasticidad fenotípica y variación genética.

## **2.2. Distribución geográfica de *Pleurotus* spp.**

A nivel nacional se han reportado 18 especies del género *Pleurotus* (Burrola y Frafán, 1996), de las cuales 6 se citan para el estado de Morelos. Además se revisó el Herbario Micológico Dr. Gastón Guzmán de la UAEM, en donde se encuentran depositadas de 5 de las 6 especies reportadas para Morelos, *Pleurotus djamour* (Fr.) Boedijn no se encuentra depositada en dicho herbario (Tabla 1). En el apéndice A se muestran los datos de la revisión de dicho herbario, en el cual se encuentra depositada *P. cornucopiae* (Paul.:Pers.) Gill. no así en la revisión bibliográfica.

## **2.3. Valor nutritivo**

En el aspecto alimenticio sobresale el valor nutricional de los hongos ya que constituyen una excelente fuente de proteínas por contener hasta 35% de éstas en base seca. Porcentaje por demás significativo, si se le compara con el 13.2% y 25.2%, del trigo y la leche, respectivamente. Aunado a lo anterior contienen vitaminas como la B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, C, D, niacina y ácido pantótenico,



así como, ácidos grasos insaturados y un contenido mínimo de calorías (Martínez-Carrera y Larqué-Saavedra, 1990). Particularmente *P. ostreatus*

**Tabla 1.** Especies del género *Pleurotus* reportados para México.

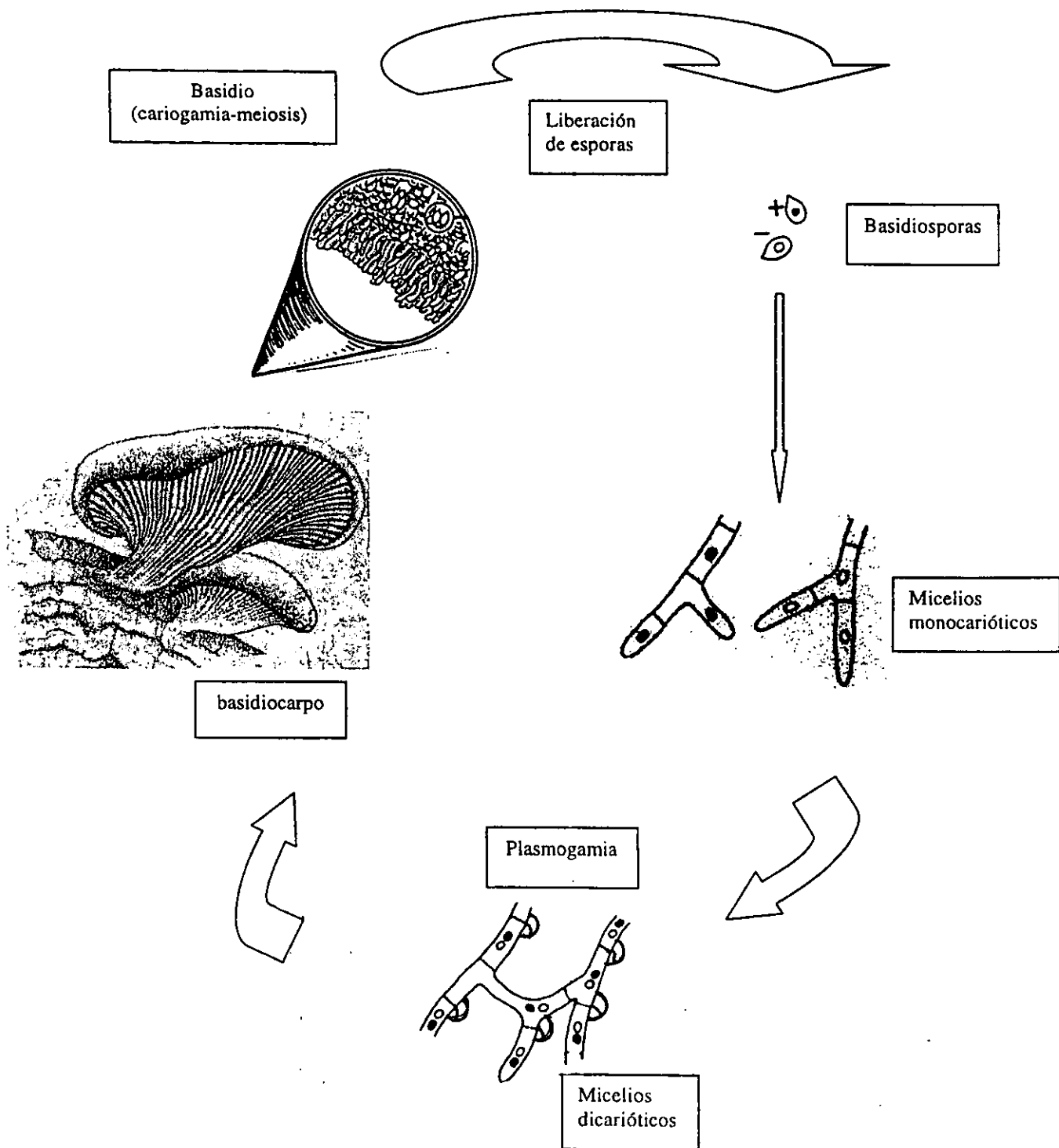
Especies citadas para México	Especies citadas para Morelos	Especies depositadas en el Herbario Dr. Gastón Guzmán de la UAEM.
<i>Pleurotus bajacalifornicus</i> Esteve-Raventus, Moreno y Ayala		
<i>Pleurotus cathepes</i> (Berk.) Sacc.		
<i>Pleurotus cornucopiae</i> (Paul.: Pers.) Gill.		X
<i>Pleurotus djamour</i> (Fr.) Boedijn	X	
<i>Pleurotus dryimus</i> (Pers.: Fr.) Kumm		
<i>Pleurotus elongatipes</i> Peck.		
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) P. Kumm	X	X
<i>Pleurotus sapidus</i> (Schulzer) Kalch		
<i>Pleurotus smithii</i> Guzmán	X	X
<i>Pleurotus eryngii</i> (D.C.: Fr.) Quéf		
<i>Pleurotus eugrammus</i> (Mont.) Dennis		
<i>Pleurotus flabellatus</i> (B. & Br.) Sacc.		
<i>Pleurotus floridanus</i> Sing.		
<i>Pleurotus hirtus</i> (Fr.) Sing.	X	X
<i>Pleurotus levis</i> (Berk. & Curt.) Sing.	X	X
<i>Pleurotus mexicanus</i> Guzmán.		
<i>Pleurotus opuntiae</i> Dur. Lev.		
<i>Pleurotus ostratoroseus</i> Sing.	X	X

UAEM = Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

(Jacq.:Fr.) P. Kumm tiene presentes todos los aminoácidos esenciales y comparativamente con el huevo de gallina, contiene mayor cantidad de leucina y ácido glutámico (Crisan y Sands, 1978).

## **2.4 Ciclo de vida de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm**

El ciclo de vida de *P. ostreatus* (Fig. 1) comienza con la germinación de una basidiospora, la cual establece un micelio primario o monocarión, que se caracteriza por tener un crecimiento indefinido. Este micelio primario interactúa con otro micelio primario compatible a través de la plasmogamia, para dar origen a un micelio secundario, llamado dicarión. El dicarión presenta dos núcleos haploides en cada compartimento hifal, cada uno proveniente de su respectivo micelio primario, también tiene un crecimiento indefinido y en cada septo pequeños apéndices llamados fíbulas, estructura por donde los núcleos migran. Cuando las condiciones son adecuadas, el micelio dicariótico puede diferenciarse para originar uno o varios cuerpos fructíferos, en cuyo himenio formado por un gran número de láminas, se localizan los basidios. Los basidios son estructuras especializadas en donde ocurre la fusión de los núcleos haploides a través de la cariogamia, formando así núcleos diploides. Posteriormente, dicho núcleo diploide sufre el proceso de meiosis, en este proceso el material genético se recombina y se segrega originando cuatro núcleos haploides, los cuales formarán parte de las cuatro basidiosporas localizadas en la parte externa del basidio (Raper, 1978). Cuando las



**Figura 1.** Ciclo de vida del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* (Tomado de Eger, 1978).

condiciones son apropiadas las basidiosporas vuelven a germinar iniciando de nuevo el ciclo.

## 2.5 Fisiología y genética

Sexualmente esta especie tiene un patrón de sexualidad heterotálico tetrapolar; es decir, la compatibilidad de los individuos está gobernada por dos pares de factores ( $A_1B_1$ ;  $A_2B_2$ ) presentes en diferentes cromosomas y sólo aquellos con factores diferentes serán compatibles (Eugenio y Anderson, 1968).

En una reacción compatible, el dicarion se establece como resultado de la fusión hifal o plasmogamia, la cual favorece el intercambio recíproco de citoplasma y núcleos. El dicarion se caracteriza por presentar en su micelio hifas más ramificadas que el micelio de los monocariones, por poseer fíbulas entre septo y septo y por la capacidad de formar cuerpos fructíferos en los cuales se realiza la meiosis. Para que ocurra el proceso de dicarionización o dicariosis en los cruzamientos compatibles, debe de ocurrir una serie de eventos secuenciales, a saber: 1) Fusión hifal, 2) Migración nuclear, 3) Asociación de los dos tipos de núcleos, 4) División conjugada, y 5) La iniciación y fusión de la fíbula.

En el heterotalismo tetrapolar las esporas resultantes de la meiosis en el basidio, reciben diferente información genética en lo relativo a su mecanismo de incompatibilidad. Los genes que controlan la incompatibilidad entre los

micelios han sido determinados como factores A y B, los cuales están formados por dos series de alelos múltiples, de esta forma las esporas de cada basidio únicamente podrán llevar uno de los siguientes factores:  $A_1B_2$ ,  $A_2B_1$ ,  $A_1B_1$  ó  $A_2B_2$ . Bajo condiciones naturales, al germinar dichas esporas producirán micelios primarios que sólo serán compatibles cuando sus factores sean diferentes. Por lo tanto, sólo podrán obtenerse dicariones que continuarán el ciclo de vida, cuando se entrecrucen dos micelios con los factores  $A_1B_2 \times A_2B_1$  ó  $A_1B_1 \times A_2B_2$ .

## 2.6 Cultivo de hongos comestibles

Los hongos comestibles son de particular interés para el hombre, lo que ha dado lugar a que actualmente ya se cultiven 10 especies de hongos a nivel mundial. Se considera que 56 especies son susceptibles de ser cultivadas (Guzmán *et al.*, 1993). Este cultivo poco a poco se ha sofisticado hasta lograr ser una agroindustria altamente tecnificada. La producción de hongos cultivados se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas, por ejemplo, durante el período comprendido de 1989-1990 se alcanzaron producciones de 3,763,000 toneladas con un valor de 7.5 billones de dólares aproximadamente (Chang, 1991). En México, el cultivo de los hongos comestibles se inició desde mediados de la década de los 30's, sin embargo, a nivel industrial el cultivo data de 40 años a la fecha, cultivandose inicialmente el champiñón (*Agaricus* spp.), con técnicas y cepas extranjeras (Martínez-Carrera *et al.*, 1991).

A partir de 1974, los cultivadores de hongos introdujeron a México el cultivo de *Pleurotus* spp. hongo comercialmente conocidos como setas. Esta especie ha llamado la atención de los cultivadores debido a las ventajas que estos hongos presentan al desarrollarse sobre materiales económicamente accesibles tales como esquilmos y subproductos agroindustriales (Martínez-Carrera *et al.*, 1984).

Dada la disponibilidad de desechos agroindustriales y la alternativa que representa el cultivo de hongos comestibles, se ha despertado un gran interés por su cultivo comercial. En 1990, la producción anual estimada de *Pleurotus* spp. en México fue de alrededor de 356 toneladas (Martínez-Carrera *et al.*, 1993). Para 1997 la producción estimada fue de 1,825 toneladas, lo que representa un incremento del 413% durante este período (Sobal *et al.*, 1997). Sin embargo, el consumo *per cápita* de hongos comestibles en México es de sólo 0.1 kg (sólo de *Pleurotus* se alcanzaron a consumir 20 g); en cambio, en los Estados Unidos de Norteamérica éste fue de 0.95 kg y en Inglaterra y Canadá de más de 2 kg (Martínez-Carrera *et al.*, 1993). Royse y Zaki (1991), reportaron que la producción de hongos comestibles en los Estados Unidos se incrementó debido a la gran demanda en el mercado por parte del consumidor, por la alta rentabilidad del cultivo y la necesidad de contar con cepas que reúnan las características que se demandan en el mercado.

Un aspecto importante en el cultivo de los hongos es la posibilidad de desarrollar estrategias de selección y adaptación de las cepas a cultivar, ya

que de esta manera se garantiza la cantidad y calidad de los cuerpos fructíferos producidos a escala masiva. Dicha selección dirigida se lleva a cabo a través de un proceso biotecnológico a largo plazo, que indica un conocimiento detallado de la genética de la especie (Martínez-Carrera *et al.*, 1986). De esta manera, los trabajos de mejoramiento deben abocarse a una hibridación y selección dirigida de las progenies de las cepas bajo estudio.

## **2.7. Avances en la sistemática molecular del género *Pleurotus***

Existe actualmente confusión en la ubicación taxonómica del género *Pleurotus*, el problema reside en que hay una gran variabilidad morfológica que puede ser atribuida a muchos factores, tales como condiciones ambientales, plasticidad fenotípica y variación genética (Vilgalys *et al.*, 1993). Según Singer (1975) el género *Pleurotus* se puede dividir en 6 secciones, con un total de 39 especies y de acuerdo con Hawksworth *et al.* (1995) en el mundo existen alrededor de 59 especies de *Pleurotus*. Además, el concepto de especie es muy controversial ya que los caracteres morfológicos, tales como color del píleo, color y tamaño de esporas, empleados para separar las especies son muy influenciados por el medio (Petersen y Hughes, 1993).

Por estas razones se han iniciado estudios a nivel molecular para tratar de esclarecer la situación del género *Pleurotus*, sobre todo a fin de ubicar taxonómicamente las principales cepas comerciales que se cultivan en diferentes partes del mundo.

Durante dos décadas, los investigadores han usado el análisis enzimático para identificar diferentes genotipos entre los hongos basidiomicetos.

May y Royse (1988) estudiaron la variación enzimática de sesenta aislamientos de *Pleurotus* spp. y en base a dicha variación fue calculada la similitud genética sugiriendo que una base enzimática correlacionada con análisis morfológicos y bioquímicos ofrece una aproximación taxonómica más objetiva del género *Pleurotus*. Zervakis y Labarere (1992) detectaron una gran diversidad genética de *Pleurotus* por medio de análisis isoenzimático de 23 cepas en donde consideraron que se trataba de sólo 9 especies. Vilgalys y Sun (1994) realizaron apareamientos de cepas con diferente origen geográfico y encontraron 8 grupos interestériles o especies biológicas.

Posteriormente, Zervakis y Balis (1994) trabajaron con 77 dicariones correspondientes a 11 especies de *Pleurotus*, determinaron su variabilidad genética basada en el análisis de isoenzimas y presentaron sus relaciones filogenéticas. En dicho estudio se enfatizó que este tipo de análisis, (isoenzimas) combinado con hallazgos de estudios preliminares los cuales usan criterios principalmente morfológicos y fisiológicos permiten la elucidación de ciertos puntos en la sistemática de *Pleurotus*.

Por otra parte, estudios filogenéticos recientes han usado la variación encontrada en la secuencia genética del ADN ribosomal y mitocondrial. Matsumoto y Fukumasa-Nakai (1995) evaluaron la similitud de ADN mitocondrial entre 22 aislamientos silvestres de *P. ostreatus* de poblaciones



geográficamente distintas y hallaron que las cepas se podían segregar en 3 grupos basados en la similitud de su ADNm y que estos grupos se correlacionan con su distinto origen geográfico (Asia, Norte América y Europa), por lo que se sugiere que la distancia geográfica entre poblaciones naturales de *Pleurotus ostreatus* está correlacionada con su divergencia genética. Esta misma conclusión fue obtenida por Matsumoto *et al.* (1995) al analizar 33 aislamientos de poblaciones naturales de *P. ostreatus* (colectados de Japón, Europa, Estados Unidos de Norteamérica y Korea), mediante el análisis de isoenzimas las 33 cepas se asignaron en cuatro grupos, los cuales coincidieron con poblaciones distintas geográficamente.

Iracabal *et al.* (1995) trabajaron con el análisis del ADN ribosomal de 29 aislamientos (silvestre y comerciales) del género *Pleurotus* de distinto origen geográfico, su principal objetivo fue identificar los marcadores moleculares característicos de la especie que puedan ser usados en exámenes rutinarios para la identificación rápida de especies del género *Pleurotus*.

Vilgalys *et al.* (1996) por medio de apareamientos y estudios moleculares en donde utilizaron la subunidad más grande del ribosoma, encontraron una correlación entre el ARN y los grupos de intersterilidad e identificaron 15 especies biológicas, en donde a cada una se le asoció con una o más especies morfológicas. Estos autores señalan que todos los estos estudios se han realizado en taxa del hemisferio norte y que es necesario iniciar investigaciones sobre la variación genética del género *Pleurotus* del hemisferio

sur. Neda y Nakai (1995) presentaron un análisis filogenético utilizando el ARN de varias cepas de *Pleurotus* encontrando resultados similares a los de Vilgalys *et al.* (1996).

Estudios realizados por Bae *et al.* (1996) encontraron las relaciones filogenéticas entre varios aislamientos de *Pleurotus* spp. comparando las secuencias del ADN ribosomal. En ellos se destaca que estas técnicas parecen ser mucho más exactas y eficientes que muchos otros métodos biológicos convencionales para la identificación de especies.

Matsumoto y Fukumasa-Nakai (1996) estudiaron el patrón de herencia del ADN mitocondrial con el fin de entender la gran divergencia genética entre las poblaciones naturales de *Pleurotus ostreatus*. Los resultados mostraron que el ADN mitocondrial de *P. ostreatus* puede ser heredado tanto biparentalmente (via recombinación) como uniparentalmente, por lo que se sugiere que la recombinación del ADNm puede ser una importante fuente de variación entre las poblaciones naturales de *Pleurotus ostreatus*.

En recientes investigaciones llevadas a cabo por Gonzáles y Labarere (2000) utilizando 48 aislamientos pertenecientes a 16 especies de *Pleurotus*, se determinó el análisis filogenético (basado en la secuencia y estructura de la subunidad pequeña del ARN mitocondrial) el cual concuerda con las relaciones establecidas anteriormente por descripciones morfológicas y con estudios previos basados en el genoma nuclear o en isoenzimas. Mas aun,

dichos análisis resolvieron algunas ambigüedades en los estudios preliminares.

Cabe destacar que no existen trabajos sobre sistemática molecular del género *Pleurotus* en México. Sin embargo, Guzmán *et al.* (1993) utilizando criterios morfológicos hicieron notar las confusiones taxonómicas sobre la identificación de algunas especies de *Pleurotus* en México.

Actualmente Guzmán (2000) discute el problema de las identificaciones inexactas de algunas cepas comerciales y revisa 22 especies de *Pleurotus* citadas para México, de las cuales considera válidas únicamente 7 taxa. Dicho trabajo es una introducción hacia la monografía de las especies mexicanas del género *Pleurotus*.

### 3. ANTECEDENTES

De los primeros trabajos realizados en México sobre caracterización morfológica de algunas cepas de *Pleurotus ostreatus*, y sobre el cultivo de los hongos comestibles a nivel de laboratorio, sobresalen el de Martínez-Carrera (1984) y el de Sobal y Martínez-Carrera (1988), en los cuales se hicieron aislamiento de monospóricos y obtención de híbridos de seis cepas diferentes de *P. ostreatus*; aunque en este último no se obtuvo la eficiencia biológica de los mismos a nivel de planta productora. También han habido trabajos

dichos análisis resolvieron algunas ambigüedades en los estudios preliminares.

Cabe destacar que no existen trabajos sobre sistemática molecular del género *Pleurotus* en México. Sin embargo, Guzmán *et al.* (1993) utilizando criterios morfológicos hicieron notar las confusiones taxonómicas sobre la identificación de algunas especies de *Pleurotus* en México.

Actualmente Guzmán (2000) discute el problema de las identificaciones inexactas de algunas cepas comerciales y revisa 22 especies de *Pleurotus* citadas para México, de las cuales considera válidas únicamente 7 taxa. Dicho trabajo es una introducción hacia la monografía de las especies mexicanas del género *Pleurotus*.

### 3. ANTECEDENTES

De los primeros trabajos realizados en México sobre caracterización morfológica de algunas cepas de *Pleurotus ostreatus*, y sobre el cultivo de los hongos comestibles a nivel de laboratorio, sobresalen el de Martínez-Carrera (1984) y el de Sobal y Martínez-Carrera (1988), en los cuales se hicieron aislamiento de monospóricos y obtención de híbridos de seis cepas diferentes de *P. ostreatus*; aunque en este último no se obtuvo la eficiencia biológica de los mismos a nivel de planta productora. También han habido trabajos

adicionales sobre utilización de diferentes sustratos para el cultivo de este hongo.

Existen pocos trabajos sobre cultivo de hongos en el estado de Morelos, de los primeros trabajos realizados sobre la caracterización morfológica de cepas de *P. ostreatus* se encuentran los de Acosta-Urdapilleta *et al.* (1988; 1995) en donde se hicieron aislamientos vegetativos y multiespóricos de cepas nativas probadas a nivel de campo sobre bagazo de caña, olote y tamo de maíz, obteniendo eficiencias biológicas desde 15.7% a 186.0%, además se trabajó con esporadas almacenadas en refrigeración de 6 días a 61 meses, obteniéndose 14 cepas multiespóricas, aunque en este último trabajo no se cuantificó la eficiencia biológica de los mismos a nivel de planta productora.

A pesar de que existe un gran número de trabajos a nivel nacional sobre el cultivo de hongos comestibles, a la fecha existe únicamente una sola referencia sobre la evaluación de cepas con el propósito de selección, conservación y mejoramiento genético de cepas nativas de *Pleurotus* spp. en el estado de Morelos (Navarro *et al.*, 1996). En este trabajo se trató de producir la hibridación de tres cepas nativas de Morelos con tres cepas extranjeras de *P. ostreatus*, todos los cruzamientos realizados fueron negativos, caracterizándose únicamente las 3 cepas nativas empleadas y 16 híbridos nativos a nivel de campo.

Por otro lado, el Laboratorio de Micología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), cuenta con esporadas que van desde 1986 a la

fecha, dicho material ha sido colectado no sólo en el estado de Morelos, sino también en otros estados de la República Mexicana.

Con base en este planteamiento, se decidió continuar la línea de investigación tendiente a la domesticación de las cepas nativas de hongos comestibles. La presente investigación será una de las primeras en aspectos relacionados con la producción de hongos comestibles basadas en el aislamiento a través de la conservación de germoplasma silvestre, para la selección y mejoramiento genético de cepas nativas de *Pleurotus* spp. en el estado de Morelos.

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Obtener cepas nativas mejoradas de *Pleurotus* spp. en su patrón de producción, como menor tiempo para el inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo, mayor eficiencia biológica y tasa de producción, además de mejorar la consistencia y diámetro de los esporóforos, mediante la formación de híbridos a través de genética clásica.

##### **4.1. OBJETIVOS PARTICULARES**

- Aislar y caracterizar cepas silvestres de *Pleurotus* spp.
- Comparar cepas almacenadas (multiespóricas) y recién aisladas (vegetativas) en el módulo experimental de producción para identificar y

fecha, dicho material ha sido colectado no sólo en el estado de Morelos, sino también en otros estados de la República Mexicana.

Con base en este planteamiento, se decidió continuar la línea de investigación tendiente a la domesticación de las cepas nativas de hongos comestibles. La presente investigación será una de las primeras en aspectos relacionados con la producción de hongos comestibles basadas en el aislamiento a través de la conservación de germoplasma silvestre, para la selección y mejoramiento genético de cepas nativas de *Pleurotus* spp. en el estado de Morelos.

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Obtener cepas nativas mejoradas de *Pleurotus* spp. en su patrón de producción, como menor tiempo para el inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo, mayor eficiencia biológica y tasa de producción, además de mejorar la consistencia y diámetro de los esporóforos, mediante la formación de híbridos a través de genética clásica.

##### **4.1. OBJETIVOS PARTICULARES**

- Aislar y caracterizar cepas silvestres de *Pleurotus* spp.
- Comparar cepas almacenadas (multiespóricas) y recién aisladas (vegetativas) en el módulo experimental de producción para identificar y

seleccionar las cepas de *Pleurotus* spp. que presenten características de producción en paja de trigo.

- Obtener híbridos por medio de genética clásica de las cepas de *Pleurotus* spp. seleccionadas y determinar su potencial de entrecruzamiento.
- Determinar la producción de biomasa micelial y la velocidad de crecimiento de las cepas progenitoras e híbridas de *Pleurotus* spp.
- Seleccionar algunos híbridos de *Pleurotus* spp. y evaluar sus características de producción a nivel de planta productora.
- Evaluar una eventual correlación de las cepas progenitoras e híbridas entre la velocidad de crecimiento y la eficiencia biológica así como entre la biomasa micelial y la eficiencia biológica.
- Caracterización taxonómica macro y microscópica de los especímenes cultivadas como apoyo para la segregación de taxa infragenéricos no específicas.

## 5. HIPÓTESIS

1. A través de la genética clásica se obtendrán híbridos de *Pleurotus* spp. con mejores características que sus progenitores.



seleccionar las cepas de *Pleurotus* spp. que presenten características de producción en paja de trigo.

- Obtener híbridos por medio de genética clásica de las cepas de *Pleurotus* spp. seleccionadas y determinar su potencial de entrecruzamiento.
- Determinar la producción de biomasa micelial y la velocidad de crecimiento de las cepas progenitoras e híbridas de *Pleurotus* spp.
- Seleccionar algunos híbridos de *Pleurotus* spp. y evaluar sus características de producción a nivel de planta productora.
- Evaluar una eventual correlación de las cepas progenitoras e híbridas entre la velocidad de crecimiento y la eficiencia biológica así como entre la biomasa micelial y la eficiencia biológica.
- Caracterización taxonómica macro y microscópica de los especímenes cultivadas como apoyo para la segregación de taxa infragenéricos no específicas.

## 5. HIPÓTESIS

1. A través de la genética clásica se obtendrán híbridos de *Pleurotus* spp. con mejores características que sus progenitores.

2. Determinar si existe correlación entre la velocidad de crecimiento de las cepas de *Pleurotus* spp. progenitoras e híbridos y su eficiencia biológica obtenida en el módulo experimental de producción sobre paja de trigo.
3. Determinar si existe correlación entre la biomasa micelial de las cepas de *Pleurotus* spp. progenitoras e híbridas y su eficiencia biológica obtenida en el módulo experimental de producción sobre paja de trigo.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

En la figura 2, se presenta la estrategia global del proyecto.

### **6.1. Material biológico**

Para la realización de este trabajo se contó con una colección de esporadas silvestres del estado de Morelos, almacenadas desde 1986 a 1998 (Tabla 2), de donde se seleccionó el material biológico para esta investigación. Al realizar los aislamientos multiespóricos se escogió una esporada por año, a excepción de los años 1991 y 1996 en donde se tomaron dos esporadas. Esta selección se basó principalmente en la mejor densidad que presentaron las esporadas por año, y por otro lado el lugar de recolección.

2. Determinar si existe correlación entre la velocidad de crecimiento de las cepas de *Pleurotus* spp. progenitoras e híbridos y su eficiencia biológica obtenida en el módulo experimental de producción sobre paja de trigo.
3. Determinar si existe correlación entre la biomasa micelial de las cepas de *Pleurotus* spp. progenitoras e híbridadas y su eficiencia biológica obtenida en el módulo experimental de producción sobre paja de trigo.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

En la figura 2, se presenta la estrategia global del proyecto.

### **6.1. Material biológico**

Para la realización de este trabajo se contó con una colección de esporadas silvestres del estado de Morelos, almacenadas desde 1986 a 1998 (Tabla 2), de donde se seleccionó el material biológico para esta investigación. Al realizar los aislamientos multiespóricos se escogió una esporada por año, a excepción de los años 1991 y 1996 en donde se tomaron dos esporadas. Esta selección se basó principalmente en la mejor densidad que presentaron las esporadas por año, y por otro lado el lugar de recolección.

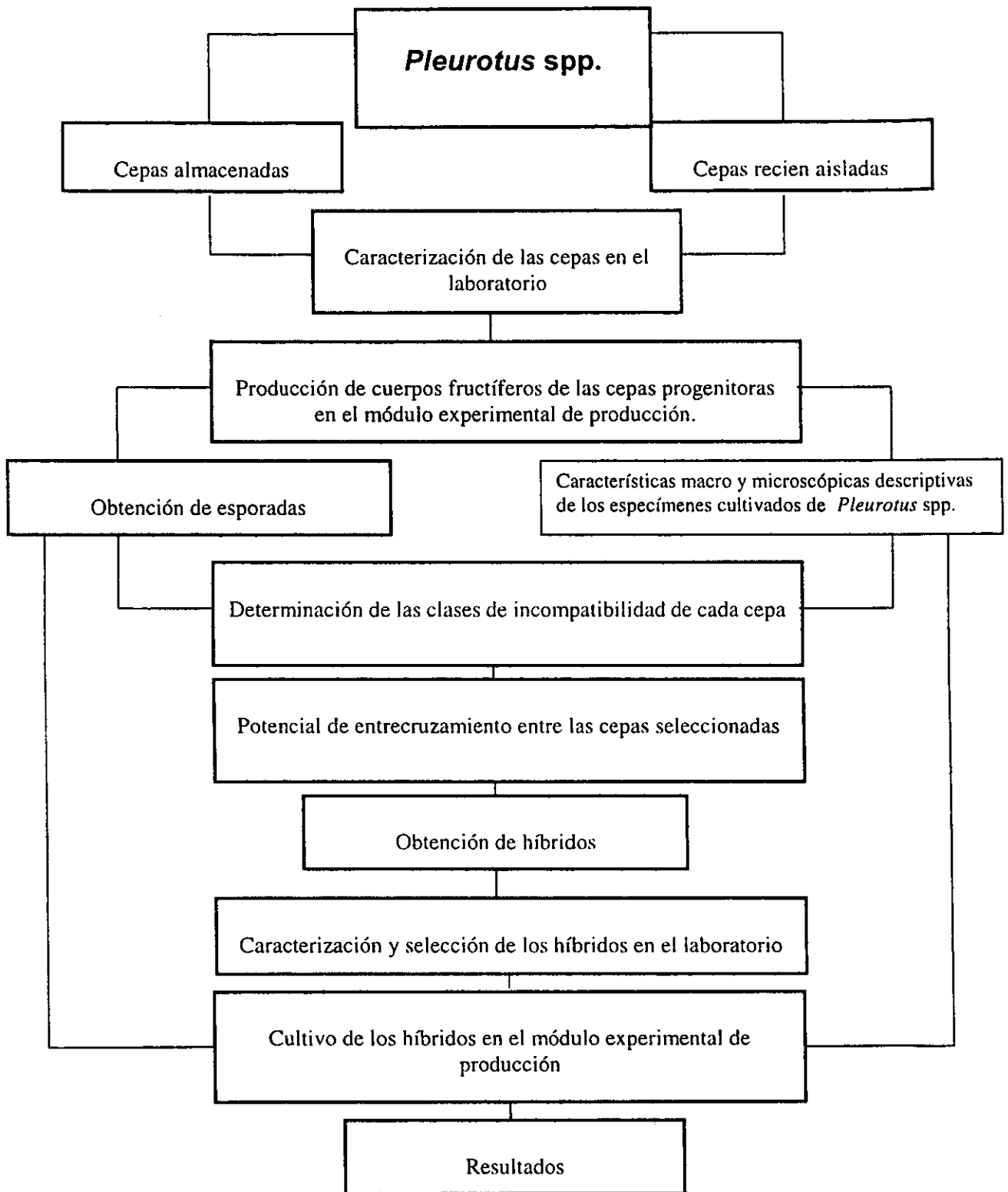


Figura 2. Diagrama de flujo que describe la estrategia global del proyecto.

**Tabla 2.** Número de esporadas almacenadas de diferentes especies del género *Pleurotus* spp. en el cepario HEMIM de la UAEM, de 1986 a 1998.

Especie	Años de recolección											TOTAL
	1986	1987	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
<i>Pleurotus</i> spp.	15	6	4	13	8	11	19	2	7	13	9	107
<i>Pleurotus smithii</i>	2											2
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i>				1	1						1	3
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>112</b>

UAEM= Universidad Autónoma del estado de Morelos.

HEMIM= Herbario Micológico de Morelos.

## Germinación de esporas

Se realizaron tres diluciones de las diferentes esporadas, las cuales (0.5 ml de solución) se inocularon en cajas de Petri que contenían 15 ml de medio de cultivo extracto de malta agar (EMA).

## Aislamientos vegetativos

Para obtener los aislamientos vegetativos se recolectó material silvestre en diversas regiones del estado de Morelos durante los meses de junio a septiembre de los años 1996 y 1997. El aislamiento vegetativo consistió en tomar un fragmento del contexto del cuerpo fructífero de aproximadamente 2 a 4 mm el cual se inoculó en cajas Petri con EMA. La cepa CP-11 (*Pleurotus ostreatus* var. *florida* Eger.) fue donada por el Colegio de Postgraduados Campus Puebla y utilizada como testigo.

## **Identificación de grupos taxonómicos de las cepas progenitoras**

Para la identificación de grupos del material biológico se tomó en cuenta las características macro y microscópicas de los carpóforos siguiendo los criterios de Cifuentes (1986). Para la medición de las esporas se realizaron preparaciones microscópicas en KOH al 5% y Melser (Largent, 1977).

### **6.2. Evaluación de las cepas progenitoras e híbridas en el laboratorio**

La evaluación de las cepas progenitoras e híbridas en esta etapa consistió en determinar las características morfológicas del micelio, velocidad de crecimiento lineal (mm/día), producción de biomasa micelial (g) y compatibilidad heterogénica.

#### **6.2.1. Características morfológicas del micelio**

Para la caracterización morfológica del micelio de las cepas se realizó considerando el color, la textura, el micelio aéreo y la densidad durante su desarrollo vegetativo en extracto de malta agar (EMA, BIOXON), después de incubar durante 15 días a 28°C en obscuridad.

#### **6.2.2. Velocidad de crecimiento**

Para determinar la velocidad de crecimiento, las cepas se sembraron por triplicado en cajas de Petri de 90 mm de diámetro con 20 ml de EMA y se mantuvieron en oscuridad a 28°C, la velocidad de crecimiento lineal se determinó midiendo con un vernier el número de milímetros avanzados

diariamente (cada 24 horas) por la colonia a partir del inóculo (5 mm) colocado en la parte central de la caja de Petri (Martínez-Carrera, 1984).

### **6.2.3. Producción de biomasa**

Esta determinación consistió en hacer crecer en EMA (20 ml por caja) todas las cepas por triplicado a temperatura de 28°C, las cepas progenitoras se incubaron durante 10 días y los híbridos durante 20 días, posteriormente se fundió el medio de cultivo por calentamiento en un horno de microondas (Whirlpool) durante 1.5 min/caja de Petri, la biomasa micelial fue separada por filtración en caliente usando papel filtro previamente pesado, el papel + el micelio se secaron a una temperatura de 65°C por 24 horas. El peso del micelio se obtuvo por diferencia de pesos (Sánchez y Viniegra-González, 1996).

### **6.2.4. Compatibilidad heterogénica**

Para determinar la compatibilidad heterogénica se entrecruzaron todas las cepas dicarióticas (parentales) evitando cruza recíprocas. Las cajas se mantuvieron en incubación a 28°C de 6 a 10 días. La evaluación consistió en determinar mediante observación macroscópica que tipo de interacción ocurre entre las cepas dicarióticas progenitoras tomando como base las observaciones hechas por Esser y Meinhardt (1984). Estos autores describen las reacciones que se pueden encontrar cuando se cruzan dicariones, en general pueden ocurrir dos tipos de interacciones positivas (1= contacto normal de entrecruzamiento mutuo y 2= fusión unidireccional) y dos tipos de

interacciones negativas (3= halo de inhibición y 4= formación de una barrera).

### **6.3. Evaluación de las cepas progenitoras e híbridas en campo**

Para la preparación de la semilla se utilizó trigo estéril previamente lavado y hervido en agua durante 20 minutos aproximadamente, posteriormente se drenó el exceso de humedad y se le adicionó 0.5% de  $\text{CaCO}_3$  y 2.0% de  $\text{CaSO}_4$ , colocándose en bolsas de polipapel 500 g de trigo ya preparado, éste se esterilizó a  $121^\circ\text{C}$  por 1 hora. Una vez que alcanzaron la temperatura ambiente, las bolsas fueron inoculadas con 50 g de trigo colonizado por cada una de las cepas a evaluar, todo el material sembrado se incubó a  $28^\circ\text{C}$  hasta su total colonización.

Para la producción de hongos se utilizó paja de trigo como substrato con un porcentaje de humedad del 70% a 75%, la siembra se realizó en bolsas de plástico de 40 x 60 cm perforadas con aproximadamente 40 a 60 orificios (Martínez-Carrera *et al.*, 1984). Cada bolsa tubo un peso de 4 kg de paja húmeda, la cantidad de inóculo fue del 5% y se sembraron 5 repeticiones por cada cepa evaluada. Durante este proceso se evaluaron las siguientes variables:

1. Aparición de la primera, segunda, tercera y cuarta cosecha (según su caso).
2. Tiempo de cosecha (semana/día).
3. Ciclo de cultivo (período de colonización del substrato + período de



fructificación en días).

4. Características fenotípicas de los hongos cosechados: forma, textura, consistencia, diámetro [máximo y mínimo del píleo (cm) durante las cosechas], coloración del carpóforo (tanto del margen, periferia inmediata al margen, parte central del píleo, himenóforo y estípote) utilizando las cartas de Munsell (1992), textura y consistencia del estípote y olor.
5. Eficiencia biológica (Tschierpe y Hartmann, 1977), determinándose con la siguiente fórmula:

$$EB = \frac{\text{Peso fresco de los cuerpos fructíferos obtenidos}}{\text{Peso seco del sustrato empleado al momento de la inoculación}} \times 100$$

6. Tasa de producción: se calculó de acuerdo con lo propuesto por Royse (1989) con base en la siguiente fórmula.

$$\text{Tasa de producción (TP)} = \frac{EB}{CC}$$

EB = Eficiencia biológica.

CC = Ciclo de cultivo [período de colonización del sustrato + período de fructificación (días)].

7. Susceptibilidad a contaminantes (mohos, bacterias e insectos).

#### **6.4. Condiciones ambientales de incubación y fructificación**

Durante el período de incubación de las cepas progenitoras e híbridos se registró la temperatura diaria máxima y mínima (°C).

Durante el período de fructificación de las cepas progenitoras e híbridos se registró la temperatura diaria máxima y mínima (°C). Se tomaron 4 lecturas al día (9:00, 12:00, 15:00 y 18:00 horas) tanto de humedad relativa (%) como de temperatura.

## 6.5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza a la eficiencia biológica y la producción media (g) obtenida de las cepas progenitoras e híbridas de *Pleurotus* spp. Esta prueba tuvo un nivel de significancia del 5%. También se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey y Duncan a un nivel de significancia del 5% (Reyes, 1978).

Con la finalidad de determinar si existía correlación entre la velocidad de crecimiento (mm/día) y la eficiencia biológica (%) se calculó el coeficiente de correlación.

De igual forma, se aplicaron las mismas pruebas para determinar si existía correlación entre la biomasa micelial (g/caja Petri) y la eficiencia biológica (%) de las diferentes cepas progenitoras e híbridas de *Pleurotus* spp.

## 6.6. Aislamiento de monospóricos

De las esporadas de cada una de las cepas progenitoras seleccionadas para este estudio se tomó un segmento de 1 cm<sup>2</sup> aproximadamente y se pasó a un tubo de ensaye con 10 ml de agua destilada estéril, esta concentración se consideró como 1:10; de este tubo se tomó 1 ml y se transfirió a un segundo tubo que también contenía 10 ml de agua destilada estéril y cuya concentración se consideró como 1:100. Nuevamente se transfirió 1 ml de la segunda dilución a un tercer tubo para tener una concentración de 1:1000. Se tomó con una pipeta estéril 0.5 ml de la última y penúltima dilución y se sembraron en 15 ml de medio de cultivo EMA estéril. Estas cajas se incubaron a su temperatura óptima.

Después de cuatro días de incubación y una vez que las esporas germinaron se aislaron 30 micelios monospóricos con la ayuda de un microscopio esteroscópico y una aguja de disección estéril. A cada monospórico se le asignó un número progresivo que se mantuvo durante todo el experimento.

Cada micelio monospórico se dejó crecer alrededor de ocho días hasta alcanzar un diámetro de 1 cm aproximadamente, revisándose al microscopio para verificar la ausencia de fíbulas. Paralelamente, cada micelio se sembró por duplicado en viales (frascos de vidrio de 7 ml de capacidad) para su almacenamiento.

Posteriormente, se seleccionaron 12 monospóricos al azar por cepa, resemebrándose dos en cada caja de Petri con medio de cultivo. Las cajas y los viales se incubaron a su temperatura óptima.

### **6.7. Determinación de las clases de incompatibilidad**

Los 12 monospóricos seleccionados se entrecruzaron en todas sus combinaciones posibles, evitando las cruzas recíprocas, dando un total de 66 apareamientos por cada cepa (Eger, 1978). Se hicieron cuatro cruzas por caja de Petri y se incubaron a su temperatura óptima. Al cabo de 5-6 días de incubación, y una vez que los micelios se unieron se elaboraron preparaciones con azul de metileno, tomando micelio de la zona de contacto, así como de la periferia de las colonias para observarlas al microscopio. Un apareamiento se consideró positivo cuando se observaron fíbulas en los entrecruzamientos, y negativo cuando éstas estuvieron ausentes. De acuerdo al comportamiento de las cruzas, los monospóricos se ubicaron en sus cuatro clases de incompatibilidad correspondientes a los cuatro tipos de apareamiento.

### **6.8. Obtención de híbridos**

De cada una de las cepas progenitoras seleccionadas de *Pleurotus* spp., se tomaron cuatro micelios monospóricos al azar correspondientes a cada uno de los cuatro tipos de apareamiento formado. De esta manera cada entrecruzamiento entre dos cepas dio origen a 16 cruzas (cuatro monospóricos x cuatro monospóricos). De los apareamientos se hicieron preparaciones de la periferia y de la zona de entrecruzamiento para

determinar apareamientos positivos y negativos y definir así el potencial de entrecruzamiento entre las cepas progenitoras.

### **6.9. Criterios de selección de las cepas progenitoras y de los híbridos obtenidos**

Los criterios de selección para las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. fueron: tiempo de almacenamiento de la esporada, eficiencia biológica (%), tasa de producción (TP), biomasa micelial (g), características morfológicas de los esporóforos cosechados, y resistencia a contaminantes.

Los criterios de evaluación para seleccionar a las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. en el laboratorio consistieron en determinar sus características morfológicas creciendo en EMA (20 ml por caja a 28°C), la velocidad de crecimiento (mm/día) y la biomasa micelial (g). De los 44 híbridos formados se eligieron aquellos que presentaron los valores más altos en la evaluación de laboratorio (que representaron el 25%); para su posterior evaluación en el módulo experimental de producción.

## **7. RESULTADOS**

### **7.1. Fase de laboratorio**

#### **7.1.1. Material biológico**

De las 112 esporadas almacenadas ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) en el laboratorio de Micología se seleccionaron 9 de ellas correspondientes a los años 1986, 1987, 1990, 1991, 1993, 1994 y 1996. De 1991 y 1996, se seleccionaron dos esporadas, la procedencia y registro de las esporadas se muestra en la tabla 3. El tiempo de almacenamiento de las esporadas fue de entre 10 años 4 meses y recolecciones recientes de 5 meses.

Se pudieron obtener ocho cepas multiespóricas, quedando registradas dentro de cepario de hongos comestibles del laboratorio de Micología de la UAEM como: HEMIM-33, HEMIM-34, HEMIM-A, HEMIM-B, HEMIM-C, HEMIM-D, HEMIM-E y HEMIM-F para su manejo y evaluación; la esporada con 9 años 9 meses de almacenamiento (recolectada en 1987) no germinó. De las ocho cepas multiespóricas aisladas, tres de ellas correspondieron al municipio de Tepoztlán, dos al de Temixco y el resto pertenecen a los municipios de Cuernavaca, Yautepec y Tlaquiltenango (Fig. 3).

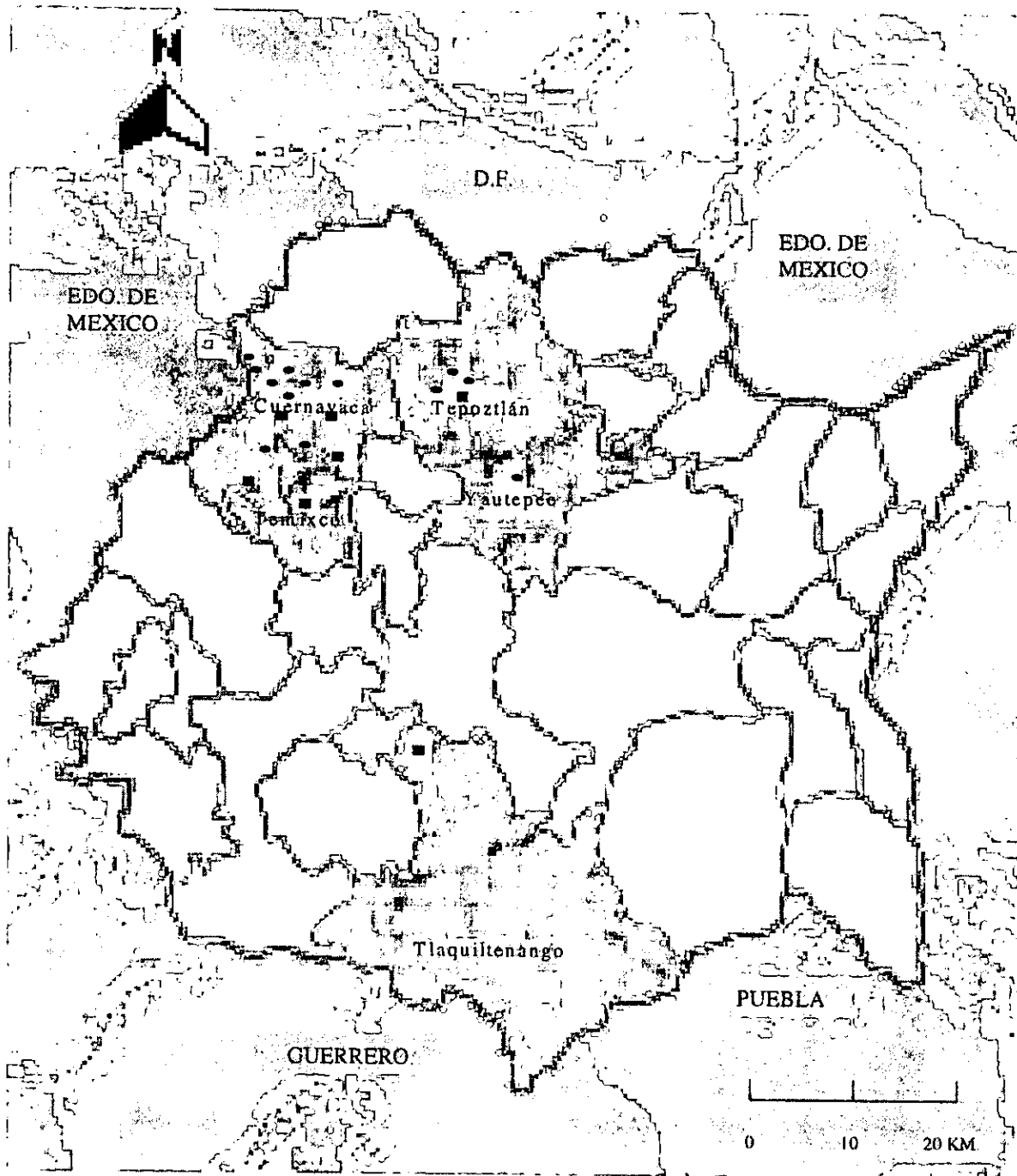
Del material silvestre recolectado (13 especímenes) durante los meses de junio a septiembre de 1997, se pudieron aislar 6 cepas vegetativas, quedando registrados con las claves HEMIM-G, HEMIM-H, HEMIM-I, HEMIM-J, HEMIM-K y HEMIM-L (Tabla 3). De esos especímenes se obtuvieron 6 cepas

**Tabla 3.** Procedencia y registro del material biológico de *Pleurotus* spp. seleccionado para este estudio.

Cepa	Año de recolección	T	Localidad	Substrato	Color de la esporada
<b>Material biológico almacenado</b>					
HEMIM-33	1991	4/4	Acatlipa, Temixco, Mor.	Laurel de la india ( <i>Ficus retusa</i> )	Crema
HEMIM-34	1991	4/5	Cuernavaca, Mor.	Tulipán africano ( <i>Spathodea campanulata</i> )	Crema
HEMIM-A	1986	10/4	Sta. Catarina, Tepoztlán Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Crema
HEMIM-B	1990	6/6	Sta. Catarina, Tepoztlán Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Blanquecina
HEMIM-C	1993	3/6	Sta. Catarina, Tepoztlán Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Crema
HEMIM-D	1994	2/5	Cocoyoc, Yautepec, Mor.	Ciruelo muerto ( <i>Prunus doméstica</i> )	Gris, crema
HEMIM-E	1996	0/6	Palmira, Temixco, Mor.	Laurel de la india ( <i>Ficus retusa</i> )	Gris, crema
HEMIM-F	1996	0/5	Huautla, Tlaquiltenango, Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Gris, crema
<b>Material biológico vegetativo (recolecciones recientes)</b>					
Cepa	Fecha de recolección		Localidad	Substrato	Color de la esporada
HEMIM-*G	Junio 31, 1997		Ocotitlán, Tepoztlán, Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	
HEMIM-* H	Julio 9, 1997		Jardines del CIB-UAEM, Cuernavaca, Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Blanca (2.5 Y8/1) Munsell
HEMIM-* I	Julio 11, 1997		Estacionamiento CIB-UAEM, Cuernavaca, Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Blanca (5Y8/1) Munsell
HEMIM-* J	Julio 14, 1997		Unidad Biomédica UAEM, Cuernavaca, Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Amarillo pálido (2.5Y8/2) Munsell
HEMIM-* K	Julio 15, 1997		Estacionamiento CIB-UAEM, Cuernavaca, Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Gris rosado (7.5YR 7/2) Munsell
HEMIM-* L	Julio 21, 1997		Campo Experimental, Cuernavaca, Mor.	Cazahuate muerto ( <i>Ipomoea</i> spp.)	Gris claro (10YR 7/1) Munsell

\*= Aislada vegetativamente.

T= Tiempo de almacenamiento de la esporada (año/mes).



**Figura 3.** Sitios de recolección de loss especímenes de *Pleurotus* spp. en el estado de Morelos.

- = 1996.
- = 1997.



vegetativas, 5 corresponden al municipio de Cuernavaca y una al de Tepoztlán (Fig. 3).

Los datos de recolección de los 13 especímenes silvestres recién recolectados fueron la dimensión, forma y color del píleo, himenóforo y estípite, así como observaciones sobre su olor, sabor, textura y hábito de crecimiento (Apéndice B). Los especímenes silvestres debidamente herborizados y etiquetados se encuentran depositados en el Herbario Micológico (Dr. Gastón Guzmán) de la U.A.E.M.

### **Grupos taxonómicos de donde proceden las cepas progenitoras**

En base a la revisión de las características macro y microscópicas de los carpóforos silvestres que dieron origen a las cepas vegetativas (HEMIM-G, HEMIM-H, HEMIM-I, HEMIM-J, HEMIM-K y HEMIM-L) se determinó que las cepas aisladas corresponden a *Pleurotus* aff. *djamour*, ya que coincide en general con las características descriptivas de *Pleurotus djamour* (Fr.) Boed. Que fue reportada para el estado de Morelos por Montoya-Bello *et al.* (1991) y Guzmán *et al.* (1993).

El material silvestre estudiado se segregó en tres grupos ("variedades") el grupo 1 se delimitó por las siguientes características: píleo de 2-9 cm de diámetro (medianos) de color blanco, blanquecino a amarillento, esporada blanca o amarillo pálido y esporas de 8-11 x 4-5  $\mu m$ . Los materiales que se encuentran en este grupo corresponden a las cepas HEMIM-H, HEMIM-I, y

HEMIM-J; además de las cepas HEMIM-B y HEMIM-E que se incluyeron en esta variedad por asociación, ya que no se cuenta con el material silvestre para su confrontación (Apéndice C).

Otro grupo de cepas ("variedad 2") se caracterizó por incluir esporóforos de 3-7.7 cm de diámetro (pequeños) blanco grisáceo, blanquecino o café pálido, esporada blanca o gris clara y esporas de 8-12 x 4-6  $\mu m$ , (más largas y anchas en comparación con la variedad 1 y 3). En este grupo se incluyen a la cepa HEMIM-G y las cepas HEMIM-A y HEMIM-C por asociación, ya que las dos últimas proceden de aislamientos multiespóricos y no se cuenta con material silvestre para su confrontación.

El último grupo ("variedad 3") está representado por los materiales que presentaron píleo de 3-15 cm de diámetro (grandes) con tonalidades más oscuras que la variedad 1 y 2, que van de gris a café grisáceo u oscuro, esporada gris con diferentes tonos (rosado, claro o crema) y esporas de 8-12 x 4-5  $\mu m$  quedan incluidas en este grupo las cepas HEMIM-F, HEMIM-K y HEMIM-L (Apéndice C).

En cuanto a la cepa HEMIM-D (de origen multiespórico) no se asoció a ningún grupo ya que presentó características distintas sobre todo en diámetro y coloración de píleo, además su desarrollo en laboratorio y cultivo sobre paja

de trigo, fue diferente en comparación con el resto de las cepas evaluados, por lo que se requieren más datos para su identificación.

Cabe destacar que los grupos taxonómicos ("variedades morfológicas") que se proponen, están influenciados por las variantes ambientales intrínsecas de la especie, tales como: época de recolección, substrato, intensidad luminosa, tipo de vegetación y localidad, factores que inciden en la expresión de una gran plasticidad de características fenotípicas de la especie.

Es importante destacar que las cepas HEMIM-A, HEMIM-B, HEMIM-C, HEMIM-D y HEMIM-E procedentes de aislamientos multiespóricos, no cuentan con material silvestre, por lo que para asignarlas a un grupo taxonómico, se evaluaron en base a las características de las fructificaciones en cultivo, la localidad de recolección y ciertas afinidades con los grupos que se lograron definir en base al material silvestre. Esta asociación por lo anterior esta sujeta a gran incertidumbre, por lo cual se recomienda recolectar en el futuro materiales en esas zonas y hacer estudios taxonómicos más completos de esos materiales.

## 7.1.2. Evaluación de las cepas progenitoras e híbridas de *Pleurotus* spp.

### 7.1.2.1. Características morfológicas del micelio

#### A) Cepas progenitoras

En la tabla 4 se presenta el color, la textura, el micelio aéreo y la densidad de las 15 cepas progenitoras evaluadas de *Pleurotus* spp. En cuanto al color las cepas presentaron diferentes tonos desde amarillentos para la cepa HEMIM-L, naranjas para las cepas HEMIM-D, HEMIM-F y HEMIM-G, y un tono mamey únicamente para la cepa HEMIM-E, el resto de las cepas fueron blancas.

**Tabla 4.** Caracterización morfológica de las 15 cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. seleccionadas en este estudio. Todas las cepas presentaron densidad abundante.

Cepas multiespóricas	VC	T	Color	Textura	Micelio aéreo
HEMIM-33	8.1	11	Blanco	Algodonosa	Regular
HEMIM-34	6.4	14	Blanco	Lanosa	Regular
HEMIM-A	8.1	11	Blanco	Lanosa algodonosa	Abundante
HEMIM-B	5.0	18	Blanco	Lanosa*	Escaso
HEMIM-C	5.6	16	Blanco	Aterciopelada	Escaso
HEMIM-D	3.1	29	Blanco con tonos naranjas	Aterciopelada algodonosa	Regular
HEMIM-E	8.1	11	Mamey	Lanosa algodonosa	Regular
HEMIM-F	5.0	18	Blanco con tonos naranjas	Aterciopelada*	Escaso
<b>Cepas vegetativas</b>					
HEMIM-G	3.7	24	Blanco tonos naranjas	Aterciopelada*	Regular
HEMIM-H	4.0	22	Blanco	Algodonosa*	Abundante
HEMIM-I	6.0	15	Blanco	Plumosa	Regular
HEMIM-J	5.0	18	Blanco	Algodonosa, lanosa*	Abundante
HEMIM-K	4.5	20	Blanco	Lanosa	Regular
HEMIM-L	9.0	10	Blanco tonos amarillentos	Algodonosa y zonada	Abundante
<b>Testigo</b>					
HEMIM-11	10.0	9	Blanco	Algodonosa	Abundante

VC = Velocidad de crecimiento (mm/día).

T = Tiempo en cubrir la caja (días).

\* = Agregaciones hifales.

Por otro lado, también se presentaron diferentes texturas entre las que destacaron la lanosa, algodonosa, aterciopelada, plumosa y zonada. El micelio aéreo varió de abundante, regular o escaso dependiendo de la cepa. Todas las cepas tuvieron una densidad abundante (Tabla 4); las cepas HEMIM-B, HEMIM-F, HEMIM-G, HEMIM-H y HEMIM-J presentaron agregaciones hifales sobre todo en la parte central de la caja de Petri.

## **B) Cepas híbridas**

La caracterización morfológica de los 44 híbridos de *Pleurotus* spp. se muestra en la tabla 5. De estos híbridos, 17 presentaron coloración crema con tonos amarillentos, 14 híbridos tuvieron color blanco con tonos amarillentos, 6 con color crema, 3 presentaron color blanco, otros 3 fueron blancos con tonos cremas y uno fue amarillento. Por otro lado, la textura de la mayoría de las cepas (31 híbridos, o sea el 70.45%) fue zonada; es decir, presentaron dos texturas distintas, sobresaliendo la textura lanosa. El micelio aéreo y la densidad varió de escaso, regular a abundante dependiendo del híbrido evaluado, destaca el micelio aéreo abundante en 33 híbridos de los 44 formados, y la densidad abundante en 25 híbridos, las cepas híbridas 5, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 37 y 39, presentaron agregaciones hifales.

### **7.1.2.2. Velocidad de crecimiento**

#### **A) Cepas progenitoras**

La velocidad de crecimiento de las cepas multiespóricas nativas varió de 3.1 mm/día para la cepa HEMIM-D hasta 8.1 mm/día para las cepas HEMIM-A y

Tabla 5. Caracterización morfológica de los 44 híbridos obtenidos de *Pleurotus* spp.

H	VC	DC	Color	Textura	Micelio aéreo	Densidad
1	0.22	4.4	Crema con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
2	0.20	4.0	Blanco con tonos amarillentos	Algodonosa y aterciopelada	Regular	Escasa
3	0.25	5.0	Crema con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
4	0.36	7.2	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa	Abundante	Abundante
5	0.17	3.4	Crema	Aterciopelada y algodonosa*	Regular	Regular
6	0.21	4.2	Blanco	Algodonosa y lanosa	Abundante	Abundante
7	0.31	6.2	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
8	0.42	8.4	Crema con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
9	0.13	2.6	Blanco con tonos amarillentos	Algodonosa	Abundante	Abundante
10	0.27	5.4	Crema con tonos amarillentos	Algodonosa	Abundante	Abundante
11	0.20	4.0	Crema con tonos amarillentos	Aterciopelada y algodonosa	Abundante	Regular
12	0.20	4.0	Crema	Algodonosa	Abundante	Abundante
13	0.20	4.0	Crema con tonos amarillentos	Lanosa	Abundante	Abundante
14	0.13	2.6	Crema con tonos amarillentos	Aterciopelada y algodonosa	Regular	Abundante
15	0.21	4.2	Crema con tonos amarillentos	Lanosa	Abundante	Abundante
16	0.42	8.4	Blanco con tonos crema	Algodonosa	Abundante	Abundante
17	0.22	4.4	Crema con tonos amarillentos	Lanosa*	Regular	Regular
18	0.22	4.4	Crema con tonos amarillentos	Aterciopelada y algodonosa	Abundante	Regular
19	0.24	4.8	Blanco con tonos amarillentos	Algodonosa y lanosa*	Abundante	Regular
20	0.20	4.0	Crema con tonos amarillentos	Aterciopelada y lanosa*	Abundante	Regular
21	0.44	8.8	Crema con tonos amarillentos	Aterciopelada y lanosa*	Regular	Regular
22	0.24	4.8	Amarillentos	Aterciopelada	Escaso	Escasa
23	0.22	4.4	Crema	Aterciopelada y lanosa	Regular	Regular
24	0.22	4.4	Blanco con tonos amarillentos	Aterciopelada y lanosa*	Escaso	Escasa
25	0.30	6.0	Crema con tonos amarillentos	Algodonosa y aterciopelada*	Abundante	Abundante
26	0.27	5.4	Crema con tonos amarillentos	Algodonosa y lanosa*	Abundante	Regular
27	0.33	6.6	Blanco con tonos amarillentos	Algodonosa y lanosa*	Abundante	Abundante
28	0.23	4.5	Crema	Lanosa*	Abundante	Abundante
29	0.38	7.6	Blanco con tonos crema	Algodonosa y lanosa	Abundante	Regular
30	0.29	5.8	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Regular	Regular
31	0.33	6.8	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
32	0.22	4.4	Crema con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Regular
33	0.26	5.2	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
34	0.22	4.4	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
35	0.13	2.6	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa y algodonosa	Abundante	Regular
36	0.14	2.8	Blanco	Algodonosa y aterciopelada	Regular	Regular
37	0.29	5.8	Crema	Lanosa*	Abundante	Abundante
38	0.45	9.0	Blanco	Lanosa y algodonosa	Abundante	Abundante
39	0.32	6.4	Blanco con tonos amarillentos	Algodonosa*	Abundante	Abundante
40	0.28	5.6	Blanco con tonos crema	Lanosa y aterciopelada	Abundante	Regular
41	0.26	5.2	Crema	Algodonosa	Abundante	Abundante
42	0.26	5.2	Crema con tonos amarillentos	Lanosa y aterciopelada	Regular	Regular
43	0.42	8.4	Blanco con tonos amarillentos	Lanosa y aterciopelada	Abundante	Abundante
44	0.45	9.0	Crema con tonos amarillentos	Lanosa y aterciopelada	Abundante	Abundante

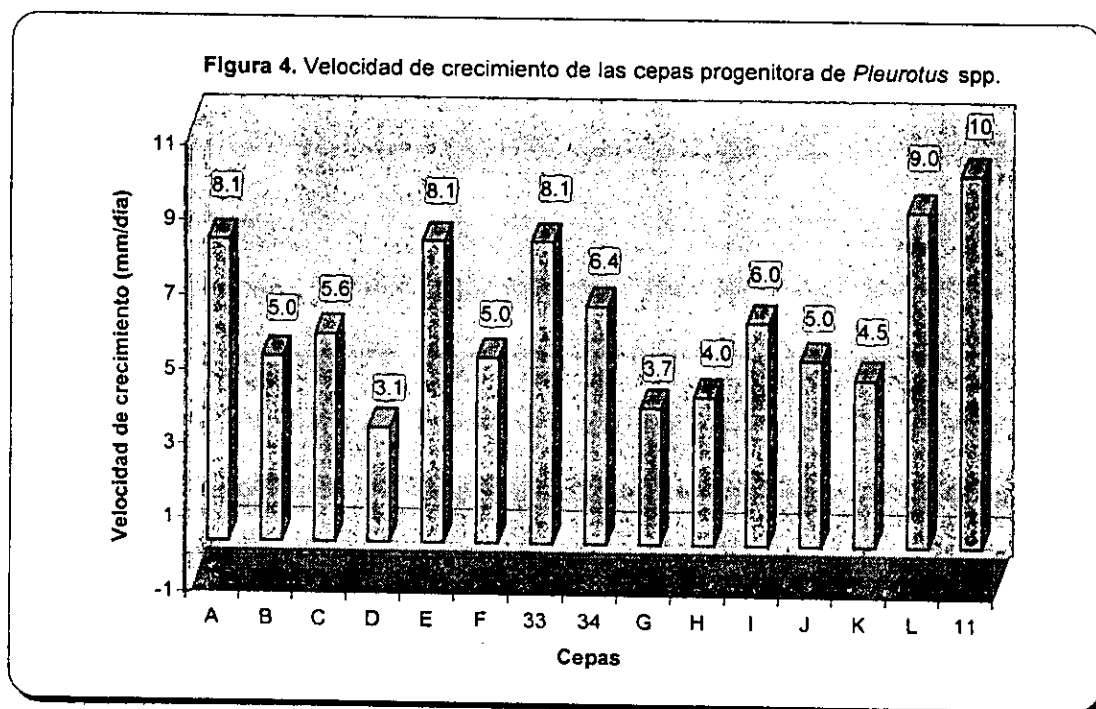
H = Híbrido.

VC = Velocidad de crecimiento (mm/día).

DC = Diámetro de la colonia alcanzado (cm) a los 20 días de incubación.

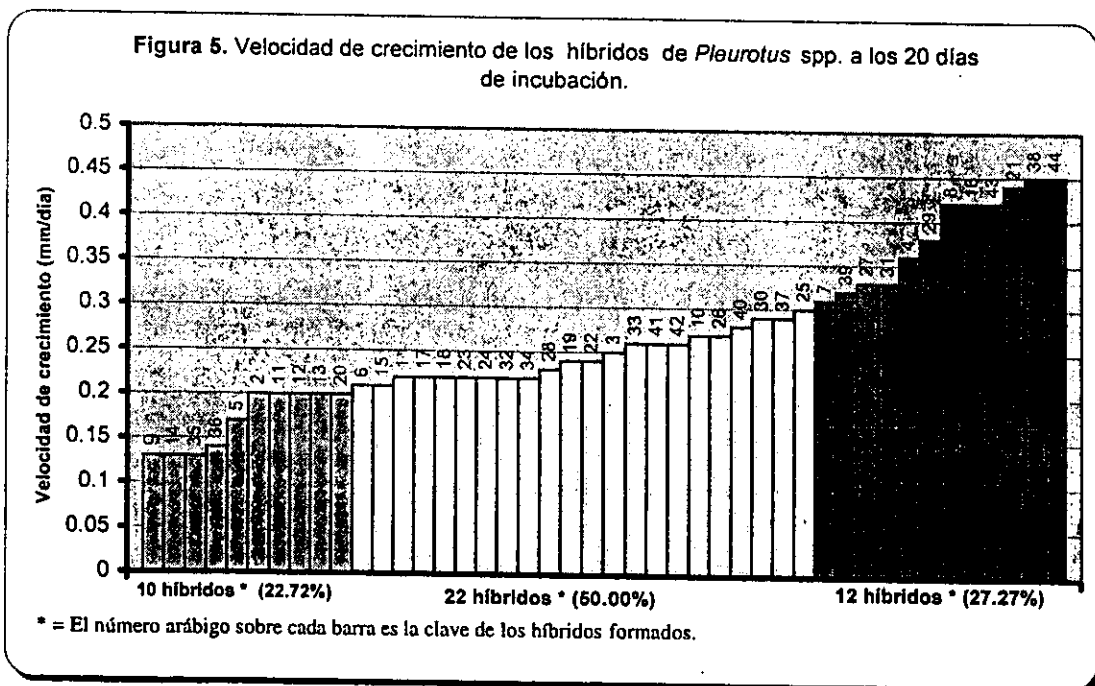
\* = Agregaciones hifales.

HEMIM-33, requiriendo de 29 a 11 días para cubrir la caja de Petri, respectivamente. Las cepas vegetativas nativas presentaron una velocidad de crecimiento que fue de 3.7 mm/día para la cepa HEMIM-G a 9.0 mm/día para la cepa HEMIM-L, requiriendo entre 24 y 10 días, respectivamente, para alcanzar el diámetro de la caja de Petri. La velocidad de crecimiento de la cepa testigo (HEMIM-11) fue de 10 mm/día, utilizando tan solo 9 días para llenar la caja de Petri (Fig. 4).



## B) Cepas híbridas

La velocidad de crecimiento de las cepas híbridas formadas de *Pleurotus* spp., se caracterizó por ser lenta e irregular, por lo mismo sólo se incubaron 20 días. En general los datos variaron desde 0.13 mm/día a 0.45 mm/día (Tabla 5). Cabe destacar que 10 híbridos (que correspondieron al 22.72%) presentaron una velocidad de crecimiento de 0.13 mm/día a 0.20 mm/día, 22 híbridos (que representaron el 50.0%) los valores oscilaron entre 0.21 y 0.30 mm/día, y el 27.27% de los híbridos restantes (12 cepas) alcanzaron la mayor velocidad de crecimiento que fue de 0.31 mm/día a 0.45 mm/día. Los híbridos con mayor velocidad de crecimiento fueron en orden progresivo el 4, 7, 8, 16, 21, 27 29, 31, 38, 39, 43 y 44 (Fig. 5).





### 7.1.2.3. Producción de biomasa

#### A) Cepas progenitoras

Las cepas multiespóricas presentaron valores de biomasa entre 0.1219 g a 0.3036 g correspondiente a las cepas HEMIM-D y HEMIM-C, respectivamente. Por otro lado, las cepas vegetativas presentaron una biomasa que varió de 0.0777 g a 0.2626 g, correspondiente a las cepas HEMIM-I y HEMIM-K, respectivamente. La cepa testigo (HEMIM-11) produjo 0.1929 g de biomasa, cabe destacar que las cepas nativas HEMIM-A, HEMIM-B, HEMIM-C, HEMIM-F, HEMIM-33, HEMIM-34, HEMIM-H, HEMIM-K y HEMIM-L, produjeron mayor cantidad de biomasa que la cepa testigo (Tabla 6).

**Tabla 6.** Producción de biomasa micelial de las 15 cepas progenitoras de *Pleurotus* spp., a los 10 días de incubación a una temperatura de 28°C.

Cepas	Biomasa (g/caja Petri)*
<b>Multiespóricas</b>	
HEMIM-A	0.2584 ± 0.0736
HEMIM-B	0.2623 ± 0.1005
HEMIM-C	0.3036 ± 0.0977
HEMIM-D	0.1219 ± 0.0594
HEMIM-E	0.1312 ± 0.0517
HEMIM-F	0.2626 ± 0.0649
HEMIM-33	0.2139 ± 0.0618
HEMIM-34	0.2412 ± 0.0931
<b>Vegetativas</b>	
HEMIM-G	0.1720 ± 0.0752
HEMIM-H	0.2208 ± 0.0631
HEMIM-I	0.0777 ± 0.0246
HEMIM-J	0.1807 ± 0.0403
HEMIM-K	0.2626 ± 0.0353
HEMIM-L	0.2593 ± 0.0512
<b>Testigo</b>	
HEMIM-11	0.1929 ± 0.0863

\* = Peso promedio de cuatro repeticiones.

## B) Cepas híbridas

En la tabla 7 se muestran los datos de producción de biomasa de los 44 híbridos de *Pleurotus* spp., los valores obtenidos variaron desde 0.0083 g a 0.4223 g (híbridos 35 y 4, respectivamente). Cabe destacar que 14 híbridos (correspondientes al 31.8%) presentaron valores de biomasa micelial menores a 0.1 g, la mayoría de las cepas (17 híbridos) que representaron el 38.6% tuvieron una biomasa superior a 0.1g y hasta 0.17 g, el 29.5% restante (13 cepas) alcanzaron pesos entre 0.2 g a 0.4 g de biomasa micelial, estos valores fueron mayores que los que presentó la cepa HEMIM-11, considerada como testigo. El mayor peso alcanzado lo obtuvo el híbrido 4 formado por los entrecruzamientos de las cepas HEMIM-I y HEMIM-A (Fig. 6).

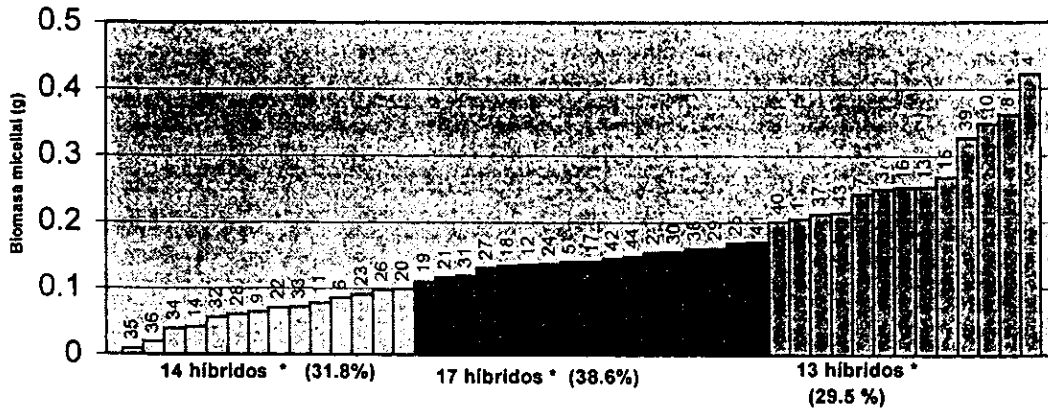
**Tabla 7.** Producción de biomasa micelial de los 44 híbridos de *Pleurotus* spp. evaluados en esta investigación.

H	Biomasa * (g/caja Petri)	H	Biomasa * (g/caja Petri)	H	Biomasa * (g/caja Petri)	H	Biomasa * (g/caja Petri)
1	0.2056 ± 0.07	12	0.1363 ± 0.13	23	0.0907 ± 0.03	34	0.0390 ± 0.04
2	0.1552 ± 0.02	13	0.2535 ± 0.01	24	0.1371 ± 0.08	35	0.0083 ± 0.02
3	0.2500 ± 0.17	14	0.0418 ± 0.03	25	0.1688 ± 0.02	36	0.0195 ± 0.027
4	0.4223 ± 0.09	15	0.2680 ± 0.12	26	0.0976 ± 0.01	37	0.2126 ± 0.07
5	0.1408 ± 0.03	16	0.2525 ± 0.03	27	0.1316 ± 0.04	38	0.1605 ± 0.03
6	0.0855 ± 0.08	17	0.1411 ± 0.06	28	0.0609 ± 0.02	39	0.3265 ± 0.03
7	0.2421 ± 0.04	18	0.1348 ± 0.01	29	0.1609 ± 0.02	40	0.2014 ± 0.02
8	0.3615 ± 0.09	19	0.1108 ± 0.06	30	0.1559 ± 0.10	41	0.1700 ± 0.07
9	0.0644 ± 0.03	20	0.0989 ± 0.02	31	0.1197 ± 0.05	42	0.1456 ± 0.05
10	0.3484 ± 0.05	21	0.1171 ± 0.02	32	0.0565 ± 0.04	43	0.2148 ± 0.06
11	0.0778 ± 0.03	22	0.0707 ± 0.05	33	0.0717 ± 0.05	44	0.1490 ± 0.02

\* = Peso promedio de tres repeticiones.

H = Híbrido.

**Figura 6.** Producción de biomasa micelial de los híbridos de *Pleurotus* spp. obtenidos en esta investigación.



\* = El número arábigo sobre cada barra es la clave de los híbridos formados.

#### 7.1.2.4 Compatibilidad heterogénica

Al entrecruzar entre ellas mismas las 15 cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. se produjo un total de 105 cruza, las cuales se evaluaron siguiendo los criterios de Esser y Meinhardt (1984), en donde ellos mencionan 4 tipos de comportamiento cuando los dicariones se ponen en contacto. El primero es el contacto normal de entrecruzamiento mutuo (1), que sucede cuando la zona de contacto muestra numerosas fusiones hifales vía la formación de anastomosis. Después de un tiempo el borde entre los dos micelios se vuelve difícilmente reconocible.

El 2° es la fusión unidireccional, ocurre cuando después del contacto entre las terminaciones hifales, un micelio crece sobre el otro, en general esto no inhibe

la fusión hifal. El 3° es la formación de un halo de inhibición o zona de inhibición, este fenómeno puede ser causado por la acción unilateral o interacción mutua debida a la excreción y difusión de sustancias inhibitorias formando una línea libre de hifas.

Por último, el 4° es la formación de barreras o llamado también entrecruzamiento mutuo e inhibición, que sucede cuando dos micelios que se ponen en contacto inician una reacción antagónica. En contraste con el halo de inhibición por difusión de sustancias, la formación de la barrera requiere contacto citoplasmático vía fusión hifal, sin embargo, no hay intercambio de núcleos y en la mayoría de los casos las dos colonias forman fusiones hifales anormales y frecuentemente letales, las terminaciones hifales pueden ramificarse profusamente y una línea clara de contacto aparece a medida que se incrementa la edad del cultivo. Dependiendo de la especie, la barrera puede ser blanca, pigmentada, con o sin secreciones. Los autores sugieren que esta versatilidad puede ser usada como una herramienta para la posible determinación de la especie, ya que se sabe que la incompatibilidad heterogénica ocurre sólo entre diferentes razas geográficas de la misma especie.

En la tabla 8 se muestra el tipo de compatibilidad heterogénica encontrada entre las cepas progenitoras estudiadas, el contacto normal de entrecruzamiento mutuo (1) se presentó en 39 casos correspondientes a un 37.14%, la formación de un halo de inhibición (3) se dio en 34 cruzas (32.38%)

**Tabla 8.** Compatibilidad heterogénica obtenida del entrecruzamiento de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.

C E P A S D I C A R I Ó T I C A S															NÚMERO DE RESPUESTAS POR TIPO DE COMPATIBILIDAD				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	33	34	11*	1	3	4	
A	-	1	4	3	3	3	3	3	1	1	1	4**	1	3	4***	5	6	3	
B		-	3	1	1	4	3	3	1	3	4	1	4	3	4***	4	5	4	
C			-	1	1	3	3	3	1	4	4	4	4	3	3	3	5	4	
D				-	1	1	3	4	1	1	3	1	3	4	3	5	4	2	
E					-	3	3	3	3	1	1	4	4	1	3	3	5	2	
F						-	3	1	4	1	1	1	1	3	4***	5	2	2	
G							-	1	1	3	3	4	4	1	3	3	3	2	
H								-	1	4	1	1	3	1	4**	4	1	2	
I									-	1	1	1	1	1	4	5	0	1	
J										-	3	3	4	4**	4**	0	2	3	
K											-	1	4	4**	4	1	0	3	
L												-	4	4	4***	0	0	3	
33													4**	4	4***	0	0	3	
34													-	1	3	1	1	0	
11*														-	4***	0	0	1	
																TOTAL	39	34	32
																%	37.14	32.38	30.47

\* = Testigo.

1= Contacto normal de entrecruzamiento mutuo.

3 = Inhibición (zona libre de hifas o halo de inhibición).

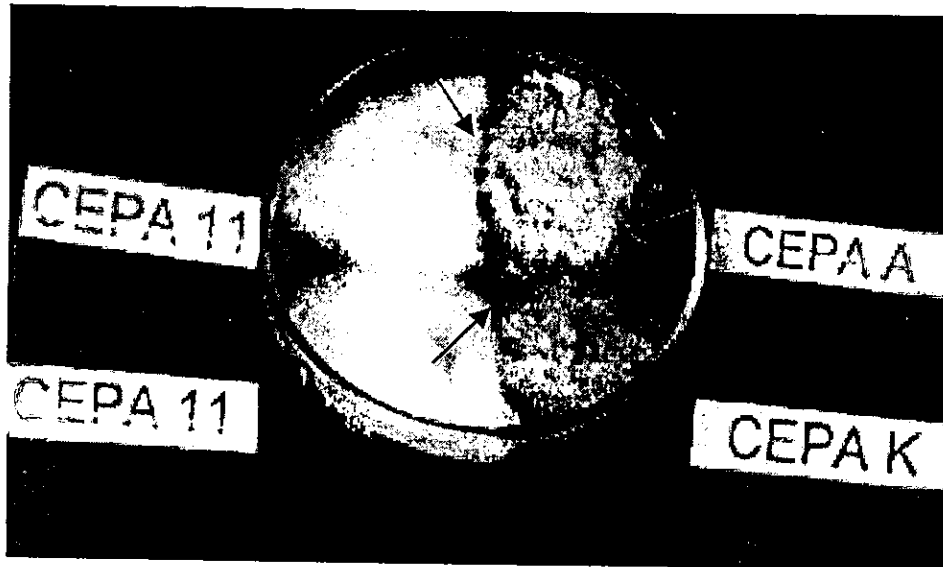
4 = Formación de barrera blanca (entrecruzamiento mutuo e inhibición).

4\*\* = Barrera pigmentada.

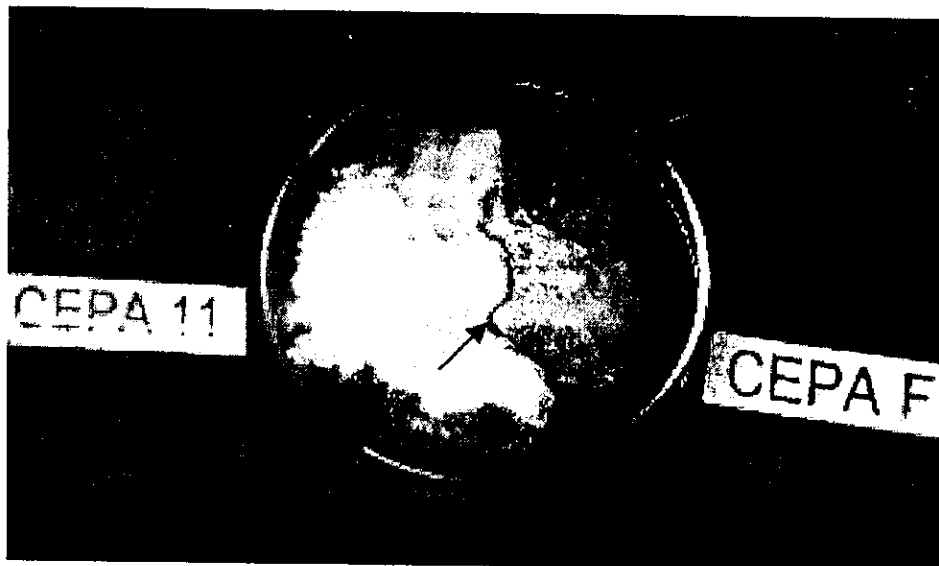
4\*\*\* = Barrera con secreciones.

y la formación de barreras (4) tuvo un porcentaje de 30.47, dado por 32 cruzas negativas. Las barreras formadas variaron de blancas a pigmentadas y en algunos casos presentaron secreciones (Figs. 7 y 8). El contacto normal de entrecruzamiento mutuo (1) se muestra en la figura 9 (cruza HEMIM-A x HEMIM-B) en donde se observó que la unión de los dicariones activan la zona de contacto entre las colonias. Por otro lado, en la figura 10 se muestra la inhibición que ocurre cuando dos micelios entran en contacto y se forma una zona libre de hifas llamada halo de inhibición (HEMIM-F x HEMIM-C y HEMIM-G x HEMIM-C). La fusión unidireccional (2) no se presentó en ninguna de las cruzas.

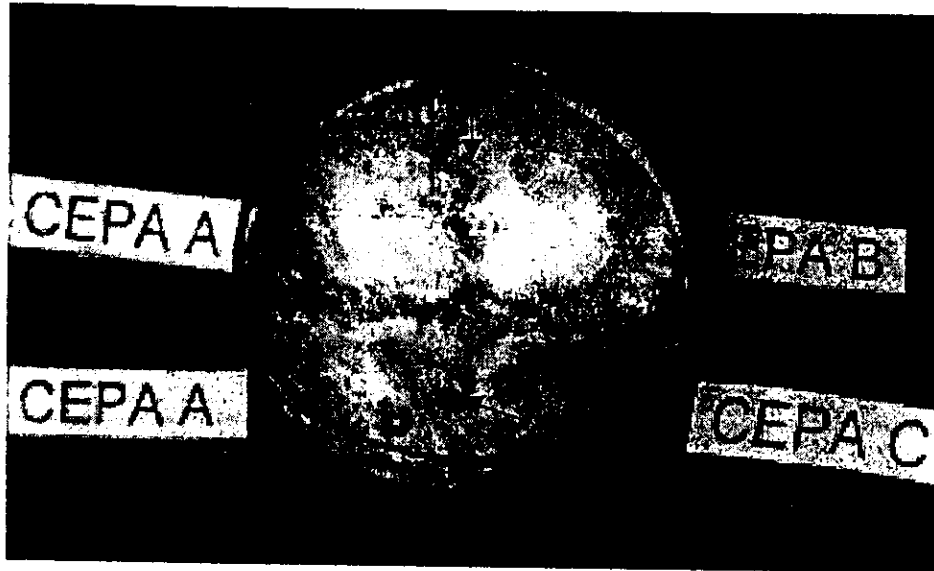
En la tabla 9 se mencionan las cepas que presentaron únicamente contacto normal de entrecruzamiento mutuo (1), mostrando los grupos de cepas que presentaron compatibilidad heterogénica. El número de cepas compatibles varió de 0 para el testigo (HEMIM-11) a 11 para la cepa vegetativa HEMIM-I. Sobresale la cepa HEMIM-I por su capacidad de entrecruzamiento positivo con once de las quince cepas evaluadas, a saber: HEMIM-A, HEMIM-B, HEMIM-C, HEMIM-D, HEMIM-G, HEMIM-H, HEMIM-J, HEMIM-K, HEMIM-L, HEMIM-33 y HEMIM-34. Por otro lado, la HEMIM-11 (*Pleurotus ostreatus* var. *florida* Eger) no fue compatible con ninguna de las cepas nativas envaluadas de *Pleurotus* spp. ya que siempre mostró un halo inhibitorio (3) o la formación de una barrera (4) con todas las cepas nativas.



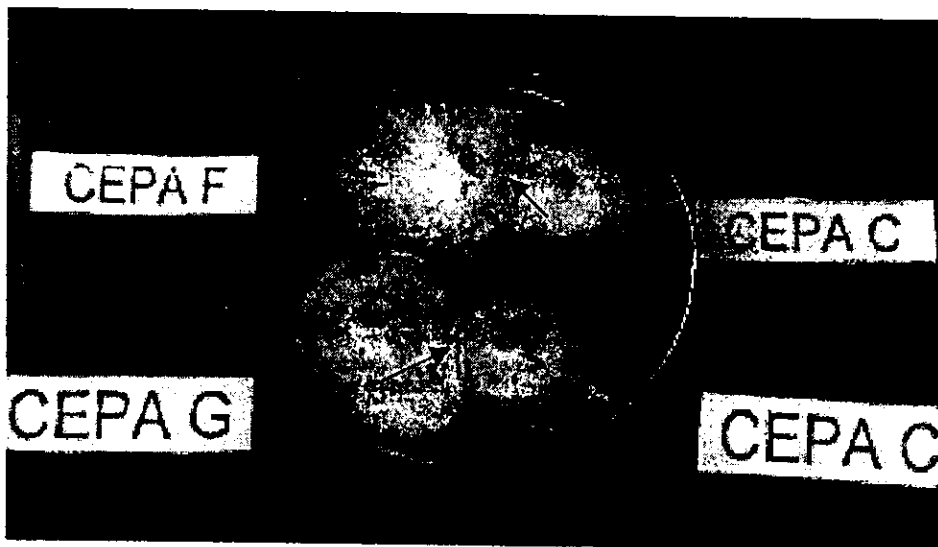
**Figura 7.** Formación de una barrera pigmentada con secreciones (HEMIM-11 x HEMIM-A) y una barrera blanca (HEMIM-11 x HEMIM-K) entre las cepas de *Pleurotus* spp.



**Figura 8.** Formación de una barrera pigmentada sin secreciones entre dos cepas de *Pleurotus* spp. (HEMIM-11 x HEMIM-F).



**Figura 9.** Contacto normal de entrecruzamiento mutuo (1) que presentaron las cruzas HEMIM-A x HEMIM-B y la formación de una barrera blanca entre las cepas nativas HEMIM-A x HEMIM-C de *Pleurotus* spp.



**Figura 10.** Halo de inhibición formado entre los micelios de las cruzas nativas (HEMIM-F x HEMIM-C y HEMIM-G x HEMIM-C) de *Pleurotus* spp.



**Tabla 9.** Contacto normal de entrecruzamiento mutuo (1) entre las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. seleccionadas para esta investigación.

	CEPAS											Cepas con las que se observó compatibilidad			Total de apareamientos compatibles				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	33	34		11*			
A		+								+	+	+					Ax	B, I, J, K, 33	5
B	+			+	+					+			+				Bx	A, D, E, I, L	5
C				+	+					+							Cx	D, E, I	3
D		+	+		+	+				+	+		+				Dx	B, C, E, F, I, J, L	7
E		+	+	+							+	+			+		Ex	B, C, D, J, K, 34	6
F					+				+	+	+	+	+				Fx	D, H, J, K, L, 33	6
G									+	+					+		Gx	H, I, 34	3
H							+	+		+		+	+		+		Hx	F, G, I, K, L, 34	6
I	+	+	+	+				+	+		+	+	+	+	+		Ix	A, B, C, D, G, H, J, K, L, 33, 34	11
J	+			+	+	+				+							Jx	A, D, E, F, I	5
K	+				+	+			+	+			+				Kx	A, E, F, H, I, L	6
L		+		+		+			+	+		+					Lx	B, D, F, H, I, K	6
33	+					+				+					+		33x	A, F, I, 34	4
34					+		+	+	+				+				34x	E, G, H, I, 33	5
11*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				0

- = Negativo.

+ = Positivo.

\* = Testigo.

### 7.1.3. Determinación de las clases de incompatibilidad

Con base en los resultados obtenidos anteriormente se seleccionaron 3 cepas nativas y se continuó trabajando con la cepa HEMIM-11 (testigo) de *Pleurotus ostreatus* var. *florida* Eger. Se determinaron las clases de incompatibilidad de las cepas progenitoras HEMIM-A, HEMIM-I, HEMIM-K y HEMIM-11.

Cuando se entrecruzaron los 12 monospóricos de la cepa HEMIM-A, se obtuvieron 13 cruzas y 53 incompatibles, lo que significó un 19.7% de cruzas positivas (Tabla 10). Basándose en este comportamiento, se ubicó el monospórico 1 en la clase I, el cual fue compatible con los monospóricos 9, 10 y 21, de la clase IV. En la clase II quedaron los monospóricos 2, 3, 8, 16 y 25, que fueron compatibles con los monospóricos 5 y 26 de la clase III (Tabla 10).

Tabla 10. Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-A de *Pleurotus* spp.

		MONOSPÓRICOS											
		1	2	3	4	5	8	9	10	16	21	25	26
MONOSPÓRICOS	1												
	2	-											
	3	-	-										
	4	-	-	-									
	5	-	+	+	-								
	8	-	-	-	-	+							
	9	+	-	-	-	-	-						
	10	+	-	-	-	-	-	-					
	16	-	-	-	-	+	-	-	-				
	21	+	-	-	-	-	-	-	-	-			
	25	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-		
	26	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	Clases de incompatibilidad Monospóricos
1	2 3 8 16 25	5 26	9 10 21	

Al intracruzar los monospóricos de la cepa HEMIM-I se obtuvieron 16 cruzas positivas y 50 negativas, lo que significó un 24.24% de cruzas positivas (Tabla 11). Con este comportamiento, el monospórico 18 quedó ubicado en la clase de incompatibilidad I, siendo compatible con los monospóricos 1, 2, 8 y 12 correspondientes a la clase IV. Por otro lado, los monospóricos 3, 9 y 10 fueron compatibles con los monospóricos 4, 5, 6 y 7 pertenecientes a las clases II y III, respectivamente (Tabla 11).

Tabla 11. Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-I de *Pleurotus* spp.

		MONOSPÓRICOS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	18
M O N O S P Ó R I C O S	1												
	2	-											
	3	-	-										
	4	-	-	+									
	5	-	-	+	-								
	6	-	-	+	-	-							
	7	-	-	+	-	-	-						
	8	-	-	-	-	-	-	-					
	9	-	-	-	+	+	+	+	-				
	10	-	-	-	+	+	+	+	-	-			
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	18	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

I	II	III	IV	Clases de incompatibilidad Monospóricos
18	3 9 10	4 5 6 7	1 2 8 12	

La tabla 12 muestra el comportamiento que presentaron los intracruzamientos de los 12 monospóricos pertenecientes a la cepa HEMIM-K, en donde se obtuvieron 16 cruzas positivas y 50 negativas, correspondiendo a un 24.24% de apareamientos positivos. Con base en estos resultados los monospóricos 1 y 3 quedaron ubicados en la clase I, siendo compatibles con los

monospóricos 6 y 10 pertenecientes a la clase IV. Por otro lado, los monospóricos 2, 5, 8 y 9 quedaron ubicados en la clase II, los cuales fueron compatibles con los monospóricos 7, 11 y 12 ubicados en la clase III (Tabla 12).

Tabla 12. Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-K de *Pleurotus* spp.

		MONOSPÓRICOS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M O N O S P Ó R I C O S	1												
	2	-											
	3	-	-										
	4	-	-	-									
	5	-	-	-	-								
	6	+	-	+	-	-							
	7	-	+	-	-	+	-						
	8	-	-	-	-	-	-	+					
	9	-	-	-	-	-	-	+					
	10	+	-	+	-	-	-	-	-				
	11	-	+	-	-	+	-	-	+	+			
	12	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	

I	II	III	IV	Clases de incompatibilidad
1	2	7	6	
3	5	11	10	Monospóricos
	8	12		
	9			

En los intracruzamientos correspondientes a la cepa, HEMIM-11, 12 apareamientos fueron compatibles lo que representó el 18.18% de cruza positivas, a parte de las 54 cruza incompatibles o negativas (Tabla 13). Con base en estos resultados los monospóricos 1 y 4 quedaron ubicados en la clase de incompatibilidad I que a su vez fueron compatibles con los monospóricos 6, 9, 10 y 12 que corresponden a la clase IV. Por otra parte, los

monospóricos 2, 3, 5 y 11 se ubicaron en la clase II y fueron compatibles con el monospórico 8 ubicado en la clase III (Tabla 13 ).

**Tabla 13.** Determinación de las clases de incompatibilidad de la cepa HEMIM-11 de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*.

		MONOSPÓRICOS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M O N O S P Ó R I C O S	1												
	2	-											
	3	-	-										
	4	-	-	-									
	5	-	-	-	-								
	6	+	-	-	+	-							
	7	-	-	-	-	-	-						
	8	-	+	+	-	+	-	-					
	9	+	-	-	+	-	-	-	-				
	10	+	-	-	+	-	-	-	-	-			
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		
	12	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	

I	II	III	IV	Clases de incompatibilidad
1	2	8	6	
4	3		9	Monospóricos
	5		10	
	11		12	

#### 7.1.4. Selección de monospóricos representantes de los cuatro tipos de compatibilidad de cada cepa

Una vez determinado el patrón de sexualidad de las 3 cepas nativas y el testigo, se seleccionó al azar un monospórico representativo de cada clase de incompatibilidad, considerado como monospórico tipo. Los monospóricos seleccionados de cada una de las cepas progenitoras que se estudiaron se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14.** Monospóricos seleccionado como tipos para cada cepa progenitora de *Pleurotus* spp.

Cepa	CI	Monospórico	Cepa	CI	Monospórico
HEMIM-A	I	1	HEMIM-K	I	3
	II	3		II	5
	III	5		III	11
	IV	21		IV	10
HEMIM-I	I	18	HEMIM-II	I	4
	II	3		II	5
	III	4		III	8
	IV	12		IV	9

CI = Clases de incompatibilidad.

### 7.1.5. Obtención de híbridos

Los cruzamientos de cada uno de los monospóricos tipo representantes de las 4 clases de incompatibilidad de las cepas HEMIM-A, HEMIM-K y HEMIM-I se muestra en la tabla 15. El entrecruzamiento de las cepas nativas en todas sus posibilidades produjo un porcentaje de dicarionización del 91.7%, lo cual significó un total de 44 cruza positivas.

Al entrecruzar las cepas HEMIM [A x I] dio un total de 16 cruza positivas, lo que representó un 100% de compatibilidad. De los resultados obtenidos al cruzar las cepas HEMIM [I x K], se obtuvieron 12 híbridos, lo que significó un 75% de compatibilidad. De los cruzamientos de las cepas HEMIM [A x K] se obtuvieron 16 híbridos, representando un 100% de compatibilidad (Tabla 15).

Al entrecruzar la cepa testigo HEMIM [11 x A], [11 x I] y [11 x K] no se obtuvo ninguna cruce positiva, por lo que se deduce que puede tratarse de especies diferentes (Tabla 15).

**Tabla 15.** Obtención de híbridos por entrecruzamiento de los monospóricos tipo de las 4 cepas seleccionadas de *Pleurotus* spp.

		HEMIM-I				HEMIM-K				HEMIM-11				*		
		I 18	II 3	III 4	IV 12		I 3	II 5	III 11	IV 10		I 4	II 5	III 8	IV 9	**
HEMIM-A	I 1	+	+	+	+		+	+	+	+		-	-	-	-	
	II 3	+	+	+	+		+	+	+	+		-	-	-	-	
	III 5	+	+	+	+		+	+	+	+		-	-	-	-	
	IV 21	+	+	+	+		+	+	+	+		-	-	-	-	
					HEMIM-I											
					I 18	+	+	+	+		-	-	-	-		
					II 3	+	-	+	-		-	-	-	-		
					III 4	+	+	+	+		-	-	-	-		
					IV 12	+	-	+	-		-	-	-	-		
									HEMIM-K							
									I 3	-	-	-	-			
									II 5	-	-	-	-			
									III 11	-	-	-	-			
									IV 10	-	-	-	-			

\* = Clase de incompatibilidad.

\*\* = No. de monospórico.

A los 44 híbridos formados se les asignó un número progresivo (del 1 al 44) para su manejo y evaluación. La relación de los híbridos obtenidos y su procedencia (cepa y número de monospórico utilizado) se indican en la tabla 16.

Tabla 16. Asignación de clave a los híbridos de *Pleurotus* spp.

		HEMIM-I				HEMIM-K				HEMIM-II				*
		I 18	II 3	III 4	IV 12	I 3	II 5	III 11	IV 10	I 4	II 5	III 8	IV 9	**
HEMIM-A	I	1	2	3	4	17	18	19	20	-	-	-	-	
	II	3	5	6	7	21	22	23	24	-	-	-	-	
	III	5	9	10	11	25	26	27	27	-	-	-	-	
	IV	21	13	14	15	29	30	31	32	-	-	-	-	
		HEMIM-I				HEMIM-K				HEMIM-II				
		I	18	33	34	35	36	-	-	-	-	-	-	
		II	3	37	-	38	-	-	-	-	-	-	-	
		III	4	39	40	41	42	-	-	-	-	-	-	
		IV	12	43	-	44	-	-	-	-	-	-	-	
						HEMIM-K				HEMIM-II				
						I	3	-	-	-	-	-	-	
						II	5	-	-	-	-	-	-	
						III	11	-	-	-	-	-	-	
						IV	10	-	-	-	-	-	-	

\* = Clase de incompatibilidad.

\*\* = No. de monospórico.

### 7.1.6. Selección de híbridos

Para la selección del material biológico se tomaron híbridos que presentaron los valores más altos de velocidad de crecimiento [12 híbridos, representado por el 27.27% (Fig. 5)], y también se consideró a los híbridos que presentaron los mayores valores de biomasa micelial [13 híbridos representando el 29.5% (Fig. 6)]. Así, 6 de los híbridos seleccionados coincidieron para ambas pruebas (velocidad de crecimiento y biomasa), siendo los híbridos 4, 7, 8, 16, 39 y 43, tres híbridos seleccionados por velocidad de crecimiento (cepas 21, 38 y 44) y, dos híbridos 10 y 15 elegidas por su biomasa micelial, lo que da un total de 11 cepas híbridas seleccionadas, que representaron el 25% del total de los 44 híbridos formados.



Cabe destacar que de los 11 híbridos seleccionados para su evaluación en el módulo experimental de producción, la mayoría corresponden a las cruza de las cepas HEMIM[A x I], con 6 híbridos, 4 híbridos provienen de la cruza HEMIM[I x K] y únicamente un híbrido de la cruza HEMIM[A x K].

#### **7.1.7. Determinación del potencial de entrecruzamiento de las cepas de *Pleurotus* spp. seleccionadas**

El comportamiento al entrecruzar las cepas progenitoras en todas sus posibilidades produjo un porcentaje de dicariorización del 91.7%, lo que significó un total de 44 cruza positivas. Con respecto a los alelos obtenidos, a los monospóricos de la cepa HEMIM-A le correspondieron los siguientes alelos: al monospórico 1 se le asignó el tipo de apareamiento  $A_1 B_1$ , al 3 el  $A_2 B_1$ , al 5 el  $A_1 B_2$  y al 21 el  $A_2 B_2$ . Para la cepa HEMIM-I al monospórico 18 se le asignaron los alelos  $A_3 B_3$ , al 3 el  $A_4 B_3$ , al 4 el  $A_3 B_4$  y al 12 el  $A_4 B_4$ . Los alelos para la cepa HEMIM K quedaron de la siguiente manera, al monospórico 3 se le asignaron los alelos  $A_5 B_5$ , al 5 el  $A_4 B_5$ , al 11 el  $A_5 B_6$  y al 10 el  $A_4 B_6$  (Tabla 17).

Tabla 17. Potencial de entrecruzamiento de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. seleccionadas para la obtención de híbridos.

* ** ***			HEMIM-I				HEMIM-K				HEMIM-11				
			A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	A <sub>5</sub> B <sub>5</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>5</sub>	A <sub>5</sub> B <sub>6</sub>	A <sub>4</sub> B <sub>6</sub>	I	II	III	IV	
			18	3	4	12	3	5	11	10	4	5	8	9	
HEMIM-A	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	I	1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	II	3	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	III	5	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	IV	21	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
			HEMIM-I				HEMIM-K				HEMIM-11				
			A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	I	18	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
			A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	II	3	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
			A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	III	4	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
			A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	IV	12	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
							HEMIM-K				HEMIM-11				
							I	A <sub>5</sub> B <sub>5</sub>	3	-	-	-	-	-	-
							II	A <sub>4</sub> B <sub>5</sub>	5	-	-	-	-	-	
							III	A <sub>5</sub> B <sub>6</sub>	11	-	-	-	-	-	
							IV	A <sub>4</sub> B <sub>6</sub>	10	-	-	-	-	-	

\* = Tipo de apareamiento.

\*\* = Clase de incompatibilidad.

\*\*\* = No. de monospórico.

Se encontró un total de 6 factores A y 6 factores B para las cepas nativas de *Pleurotus* spp. seleccionadas para la formación de híbridos y para un estudio posterior de su progenie.

El resultado de entrecruzar las cepas nativas con la cepa testigo (HEMIM-11) en todas sus posibilidades no fue positivo, por lo que el porcentaje de dicariorización fue del 0% (Tabla 17).

## **7.2. Fase de campo**

### **7.2.1. Evaluación de las características de fructificación de las cepas progenitoras e híbridas seleccionados de *Pleurotus* spp.**

#### **7.2.1.1. Inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo**

##### **A) Cepas progenitoras**

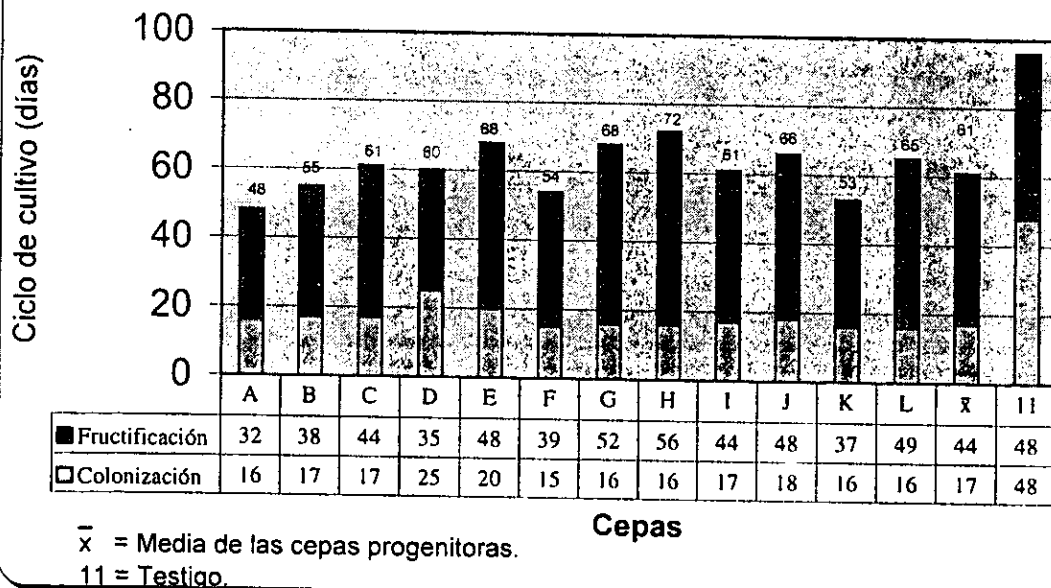
En la tabla 18 se reportan los días transcurridos para el inicio de la fructificación de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. Se puede observar que el tiempo varió entre 15 y 48 días. Las cepas que fructificaron más rápido fueron la HEMIM-F, HEMIM-A, HEMIM-G, HEMIM-H, HEMIM-K, HEMIM-L, HEMIM-B, HEMIM-C, HEMIM-I y HEMIM-J (entre 15 y 18 días), el resto de las cepas produjeron su primera cosecha entre los 20 y 25 días (cepas HEMIM-E y HEMIM-D). La cepa que más tardó en fructificar fue la testigo HEMIM-11 con 48 días (Figura 11).

**Tabla 18.** Características de fructificación (inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo) de las diferentes cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.

Cepa	Tipo de cepa	1ª Cosecha (días)	Tiempo de cosecha (semana/días)	Ciclo de cultivo (días) (C + F)
HEMIM-A	M	16 ± 0.00	4/4	48 ± 1.00
HEMIM-B	M	17 ± 1.73	5/3	55 ± 6.36
HEMIM-C	M	17 ± 1.09	6/2	61 ± 6.05
HEMIM-D	M	25 ± 4.12	5/0	60 ± 3.80
HEMIM-E	M	20 ± 5.35	6/6	68 ± 5.35
HEMIM-F	M	15 ± 1.09	5/4	54 ± 4.52
HEMIM-G	V	16 ± 1.09	7/3	68 ± 9.66
HEMIM-H	V	16 ± 0.54	8/0	72 ± 3.39
HEMIM-I	V	17 ± 0.54	6/2	61 ± 4.30
HEMIM-J	V	18 ± 2.23	6/6	66 ± 6.51
HEMIM-K	V	16 ± 0.00	5/2	53 ± 4.52
HEMIM-L	V	16 ± 0.00	7/0	65 ± 3.31
HEMIM-11	T	48 ± 1.30	6/6	96 ± 4.74

Tipo de cepa: M = Multiespórica.  
V = Vegetativa.  
T = Testigo.  
Ciclo de cultivo: C = Colonización.  
F = Fructificación.

**Figura 11.** Período de colonización del sustrato y fructificación de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.



En cuanto al tiempo de cosecha de las diferentes cepas se observó que osciló de 4 semanas 4 días (HEMIM-A) a 8 semanas para la HEMIM-H (Tabla 18).

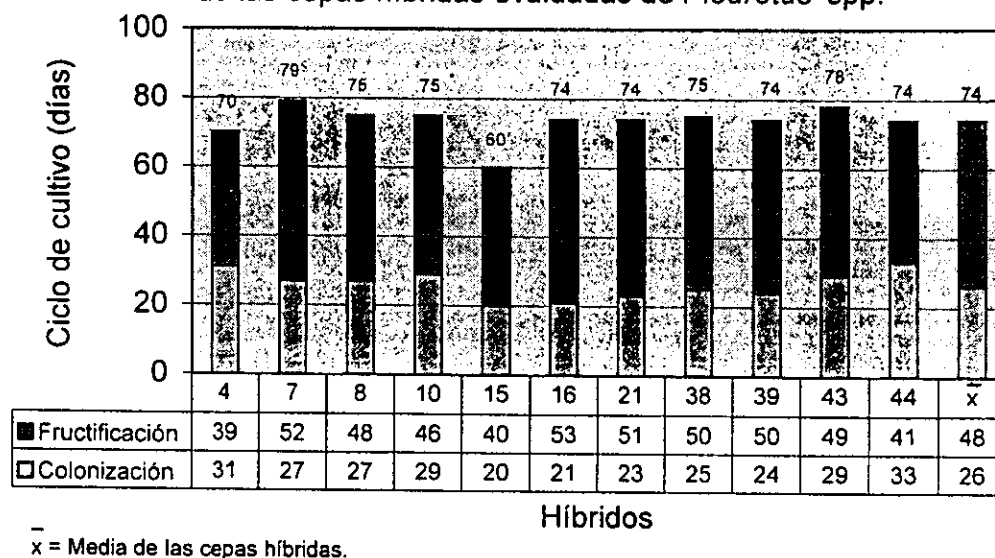
Cabe señalar que las cepas HEMIM-33 y HEMIM-34 presentaron problemas de contaminación durante la fase de incubación, por lo que las bolsas fueron desechadas, el resto de las cepas no presentó este problema. El ciclo de cultivo (período de colonización + período de fructificación) osciló de 48 días para la cepa HEMIM-A a 96 días para la cepa HEMIM-11 (Tabla 18).

Es relevante señalar que el ciclo de cultivo medio de las cepas nativas fue de 61 días (17 días de colonización más 44 de fructificación), mientras que, el testigo tardó 48 días para ambos períodos dando un ciclo de cultivo de 96 días (Figura 11).

## **B) Cepas híbridas**

Las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. presentaron su primera cosecha entre los 20 y 33 días después de la siembra (cepa híbrida 15 y 44, respectivamente), (Figura 12). En cuanto al tiempo de cosecha de las diferentes cepas híbridas evaluadas, éste osciló de 5 semanas 4 días (híbrido 4) a 7 semanas 4 días (híbrido 16) (Tabla 19). El ciclo de cultivo de los híbridos tuvo una duración máxima de 79 días (híbrido 7) y una mínima con 60 días (híbrido 15). El ciclo de cultivo medio de los 11 híbridos probados fue de 74 días (26 días de colonización y 48 días de fructificación) (Figura 12).

**Figura 12.** Período de colonización del sustrato y fructificación de las cepas híbridas evaluadas de *Pleurotus* spp.



**Tabla 19.** Características de fructificación (inicio de la fructificación, tiempo de cosecha y ciclo de cultivo) de los híbridos de *Pleurotus* spp. cultivados en el módulo experimental.

Híbrido	Primera cosecha (días)	Tiempo de cosecha (semana/día)	Ciclo de cultivo (días) (C + F)
4	31 ± 5.35	5/4	70 ± 6.41
7	27 ± 6.37	7/3	79 ± 3.28
8	27 ± 1.5	6/6	75 ± 2.58
10	29 ± 1.5	6/4	75 ± 4.72
15	20 ± 1.41	5/5	60 ± 2.28
16	21 ± 1.64	7/4	74 ± 7.89
21	23 ± 2.04	7/2	74 ± 7.39
38	25 ± 3.91	7/1	75 ± 4.58
39	24 ± 3.64	7/1	74 ± 3.57
43	29 ± 2.86	7/0	78 ± 2.44
44	33 ± 9.78	5/6	74 ± 5.98

C = Colonización del sustrato.

F = Fructificación.

## 7.2.1.2. Características fenotípicas de los hongos cosechados

### A) Cepas progenitoras

En la tabla 20 se presentan algunas características fenotípicas de importancia (forma, textura, estípote y color del píleo) que presentaron los esporóforos producidos por las diferentes cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. En el apéndice D se presenta de manera detallada todas las características morfológicas de cada cepa estudiada (silvestre o cultivada). Estas características variaron de una cepa a otra, pero se mantuvieron constantes durante el período de cosecha en cada una de las cepas. Las cepas produjeron cuerpos fructíferos de formas diversas, la más común fue de repisa semicircular aunque también en forma de trompeta y repisa petaloide. En cuanto a la textura del píleo, ésta varió de quebradiza a no quebradiza, de delgada a carnosa y de suave a correosa. El estípote presentó variaciones en el tamaño y grosor, la consistencia del píleo para casi el 50% de las cepas nativas fue correosa. Solamente la HEMIM-A, HEMIM-B, HEMIM-F, HEMIM-33, HEMIM-G, HEMIM-J, HEMIM-K y HEMIM-L presentaron una combinación que incluía una consistencia carnosa, casi similar a las características del testigo.

En cuanto a la coloración de los cuerpos fructíferos de las distintas cepas progenitoras, la mayoría presentaron tonalidades claras que van de blanquecino, blanco grisáceo, gris claro, amarillo pálido y café pálido, a excepción de la cepa HEMIM-D que mostró una coloración café oscura (10

**Tabla 20.** Características fenotípicas de los esporóforos de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. (cultivadas en el módulo experimental).

Cepa	Forma del pileo	Consistencia del pileo	Estípite	Color de la esporada [según cartas de Munsell (1992)]	Color del pileo [según cartas de Munsell (1992)]	Olor
HEMIM-A	Repisa y trompeta	Quebradiza, carnosa y suave	Corto y delgado	blanco (2.5 Y 8/1) M	Café pálido (10 YR 6/3) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-B	Repisa semicircular	Quebradiza, carnosa y suave	Corto y correoso	blanco (10 YR 8/1) M	blanco (5 Y 8/1) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-C	Repisa semicircular	No quebradiza, delgada, correosa	Corto y correoso	blanco (5 Y 8/1) M	blanco grisáceo (2.5 Y 8/1) claro M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-D	Repisa y trompeta	No quebradiza, delgada, suave	Corto y grueso	gris claro (2.5 Y 7/2) M	Café oscuro (10 YR 8/3) M	Ligero olor a pescado
HEMIM-E	Repisa semicircular	Quebradiza, delgada y poco correosa	poco desarrollado correoso	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	blanco (2.5 Y 8/1) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-F	Repisa petaloide	Quebradiza, carnosa y suave	Corto y correoso	gris claro (5 Y 7/1) M	café obscuro (10 YR 5/2) M	Característico a hongo silvestre suave
HEMIM-33	Repisa semicircular	Quebradiza, carnosa y suave	Corto y correoso	blanco (2.5 Y 8/1) M	gris claro (5 Y 7/2) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-34	Repisa semicircular	No quebradiza, delgada y suave	Corto y correoso	gris claro (5 Y 7/2) M	amarillo pálido (2.5 Y 8/2) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-11*	Repisa y trompeta semicircular	Poco quebradiza, carnosa y suave	Largo, grueso y poco correoso	gris claro (5 YR 7/1) M	amarillo pálido (2.5 Y 8/2) M	Fungico, suave, agradable
HEMIM-G	Repisa semicircular	Poco quebradiza, carnosa y suave	Corto y correoso	gris claro (10 YR 7/1) M	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-H	Repisa semicircular	Quebradiza, delgada y correosa	Corto y correoso	gris claro (2.5 Y 7/1) M	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-I	Repisa semicircular	Quebradiza, delgada y suave	Corto y correoso	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-J	Repisa semicircular	Poco quebradiza, carnosa y suave	Corto, poco grueso y correoso	blanco (2.5 Y 8/1) M	Gris claro (5 Y 7/2) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-K	Repisa y trompeta	Poco quebradiza, carnosa y suave	Corto y correoso	blanco (5 Y 8/1) M	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	Característico a hongo silvestre
HEMIM-L	Repisa y trompeta	Quebradiza, carnosa y suave	Corto y correoso	gris claro (5 Y 7/1) M	Gris claro (5 Y 7/2) M	Característico a hongo silvestre

M = Munsell.

\* = Testigo.



YR 8/3, Munsell) la cual permaneció al desarrollarse los esporóforos. En el apéndice D se presenta la coloración del píleo (tanto del margen, periferia inmediata al margen y tonalidades hacia el estípite). La mayoría de las cepas progenitoras tuvieron esporadas color gris claro y blancas aunque también se obtuvieron esporadas amarillo pálido (Tabla 20).

El diámetro mínimo y máximo del píleo durante las cuatro cosechas varió de 3.0 cm (cepa HEMIM-D) a 14.5 cm (cepa HEMIM-C). En el apéndice E se registró la variación del diámetro medio, máximo y mínimo del píleo durante las cosechas de cada cepa. Las fructificaciones en casi todas las cepas progenitoras presentaron olor característico a hongo silvestre, éste varió de suave a fuerte, a excepción de la cepa HEMIM-D que tuvo ligero olor a pescado. La cepa testigo (HEMIM-11) presentó olor fúngico suave y agradable.

## **B) Cepas híbridas**

Las cepas híbridas produjeron cuerpos fructíferos de formas diversas, la más común fue de repisa semicircular y trompeta aunque también en forma de repisa petaloide y repisa flabeliforme. La mayoría de los híbridos presentaron una consistencia suave, carnosa y quebradiza (híbridos 38, 10, 43, 44, 7, 39 y 21) el resto de las cepas fueron correosas, delgadas y flexibles, o alguna combinación de ellas. El estípite de todos los híbridos fue corto y correoso y la mayoría presentó pubescencias sobre todo en la base (Tabla 21). En el

**Tabla 21.** Características fenotípicas de los esporóforos de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. (cultivadas en el módulo experimental).

Híbrido	Forma del píleo	Consistencia del píleo	Estípite	Color de la esporada [según cartas de Munsell (1992)]	Color del píleo [según cartas de Munsell (1992)]	Olor
4	Repisa flabeliforme	Poco carnosa, correosa flexible, delgada	Corto, correoso	gris claro (10 YR 7/1) M	gris claro (5 Y 7/2) M	Fúngico, poco apreciable
7	Repisa petaloide	Suave carnosa poco quebradiza	Corto, correoso, pubescente	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	amarillo pálido (2.5 Y 8/2) M	Anisado
8	Repisa semicircular y trompeta	Suave, de poco carnosa a carnosa, flexible	Correoso, corto	blanco (2.5 Y 8/1) M	café gris claro (10 YR 6/2) M	Fúngico, poco apreciable
10	Repisa semicircular	Suave, carnosa no quebradiza	Corto, correoso, pubescente	blanco (2.5 Y 8/1) M	gris claro (2.5 Y 7/2) M	Característico a hongo silvestre
15	Repisa petaloide	De suave a semicorreosa, poco carnosa, no quebradiza	Corto, césil, correoso, pubescente	blanco (5 Y 8/1) M	gris claro (5 Y 7/2) M	Característico a hongo silvestre
16	Repisa semicircular y trompeta	Ligeramente carnosa, quebradiza, correosa	Corto, correoso, pubescente	gris claro (2.5 Y 7/1) M	blanco (10 YR 8/1) M	Característico a hongo a silvestre
21	Repisa semicircular	Poco carnosa, suave ligeramente quebradiza	Corto, correoso, pubescente	blanco (5 Y 8/1) M	café pálido (10 YR 8/2) M	Característico a hongo silvestre
38	Trompeta	Quebradiza, suave, carnosa	Corto, correoso, ligeramente pubescente	amarillo pálido (5 Y 8/2) M	amarillo pálido (2.5 7/3) M	Agradable, dulce
39	Repisa semicircular y trompeta	Quebradiza, suave ligeramente carnosa	Corto, casi sésil, correoso, pubescente	blanco (10 YR 8/1) M	blanco (7.5 YR 8/1) M	Poco apreciable
43	Repisa semicircular	Suave, poco carnosa a carnosa, poco quebradiza	Corto, correoso, pubescente	gris claro (5 Y 7/2) M	amarillo pálido (2.5 Y 7/3) M	Característico a hongo silvestre
44	Repisa semicircular	Suave, carnosa ligeramente quebradiza	Corto, correoso	blanco (2.5 Y 8/1) M	amarillo pálido (2.5 Y 8/2) M	Característico a hongo silvestre

M= Munsell.

apéndice F se describen en extenso las características morfológicas de cada híbrido evaluado.

La coloración de los cuerpos fructíferos de las cepas híbridas mostró variaciones, de los 11 híbridos estudiados 4 presentaron tonos amarillo pálido, 3 tonalidades gris-claro, 2 fueron blancos y 2 presentaron tonalidades cafés (Tabla 21). En cuanto a la coloración de las esporadas obtenidas de los híbridos cultivados variaron de blancas para 6 cepas, gris claro en 3 cepas, y amarillo pálido en 2 cepas. En el apéndice F se muestran de manera detallada la coloración del píleo, estípite y esporada utilizando las cartas de Munsell (1992).

El diámetro mínimo y máximo del píleo durante las cosechas varió de 2.6 cm (híbrido 15) a 13.4 cm (híbrido 10). En el apéndice G se registra la variación del diámetro medio, mínimo y máximo del píleo durante cada cosecha en los híbridos evaluados. En 6 híbridos el olor fue característico a hongo silvestre, en el resto de las cepas el olor varió de poco apreciable, dulce y anisado (Tabla 21).

### 7.2.1.3. Tasa de producción, eficiencia biológica y número de cosechas

#### A) Cepas progenitoras

En lo que se refiere a la tasa de producción (TP) de las cepas silvestres, ésta varió de 0.87 a 1.87 (cepas HEMIM-D y HEMIM-A, respectivamente), con una TP media de 1.3; el testigo (HEMIM-11) presentó una TP de 0.95 (Tabla 22). La tasa media de producción de las tres cepas seleccionadas (HEMIM-A, HEMIM-I y HEMIM-K) fue de 1.6.

**Tabla 22.** Rendimiento de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. (eficiencia biológica, número de cosechas y tasa de producción).

Cepa	C o s e c h a s * (g)				Total (g)	E B * (%)	TP
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>			
HEMIM-11**	265.2	292.8	216.4	146.8	921.2	92.1 ± 15.96	0.95 ± 0.121
HEMIM-A	245.0	116.8	270.8	268.8	902.0	90.2 ± 4.10	1.87 ± 0.066
HEMIM-B	144.4	323.4	252.0	145.2	865.0	86.5 ± 8.12	1.58 ± 0.199
HEMIM-C	195.2	259.6	221.2	276.8	952.0	95.2 ± 13.80	1.56 ± 0.029
HEMIM-D	242.8	98.0	156.0	27.6	524.0	52.4 ± 17.85	0.88 ± 0.315
HEMIM-E	149.6	163.6	181.6	114.0	608.8	60.8 ± 8.31	0.90 ± 0.171
HEMIM-F	277.2	218.0	233.2	182.0	910.0	91.0 ± 14.50	1.69 ± 0.301
HEMIM-G	346.8	179.2	195.2	169.2	890.4	89.0 ± 22.98	1.30 ± 0.176
HEMIM-H	310.0	156.0	222.6	65.4	754.0	75.4 ± 20.21	1.05 ± 0.319
HEMIM-I	364.4	180.2	192.6	112.8	850.0	85.0 ± 9.50	1.40 ± 0.204
HEMIM-J	208.0	166.8	175.2	160.0	710.0	71.0 ± 6.8	1.078 ± 0.175
HEMIM-K	350.8	215.6	247.6	156.0	970.0	97.0 ± 19.54	1.84 ± 0.400
HEMIM-L	333.2	211.0	209.4	86.4	840.0	84.0 ± 16.50	1.30 ± 0.295
				$\bar{x}$	814.0	81.4	1.37

\* = Peso promedio de 5 repeticiones.

EB = Eficiencia biológica.

TP = Tasa de producción.

\*\* = Testigo.

La eficiencia biológica de las cepas progenitoras varió de 52.4% a 97% (cepas HEMIM-D y HEMIM-K, respectivamente). La cepa testigo HEMIM-11 obtuvo un 92.1% de eficiencia biológica (Tabla 22).

El análisis de varianza (diseño aleatorio) que se efectuó a la eficiencia biológica reveló que existen diferencias ( $\alpha = 0.01$ ) altamente significativas entre las cepas de *Pleurotus* spp. estudiadas (Apéndice H), por lo que se aplicó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), la cual reveló la existencia de 4 grupos de cepas estadísticamente diferentes, el grupo de cepas con mayor eficiencia biológica lo integran las cepas HEMIM-K, HEMIM-C, HEMIM-11, HEMIM-F, HEMIM-A, y HEMIM-G, en el grupo de menor eficiencia biológica se encuentran las cepas HEMIM-D y HEMIM-E, existen dos grupos de cepas con eficiencia biológica intermedia (Tabla 23).

**Tabla 23.** Clasificación de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. considerando su eficiencia biológica de acuerdo a la prueba de Duncan.

C e p a	Eficiencia biológica (%)	Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
HEMIM-K	97.0	a*
HEMIM-C	95.2	a
HEMIM-11	92.1	a
HEMIM-F	91.0	a
HEMIM-A	90.2	a
HEMIM-G	89.0	a
HEMIM-B	86.5	b
HEMIM-I	85.0	b
HEMIM-L	84.0	b
HEMIM-H	75.4	c
HEMIM-J	71.0	c
HEMIM-E	60.8	d
HEMIM-D	52.4	d

\* = Letras idénticas muestran que no hay diferencias significativas entre ellas.

Por otro lado, el análisis de varianza (factorial aleatorio) que se efectuó a la producción media reveló que existen diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) en la producción de hongos frescos entre las cepas de *Pleurotus* spp. (Apéndice H). Debido a esto se aplicó la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), la cual reveló que las cepas HEMIM-K, HEMIM-C y HEMIM-11, con producción media de 242.4g, 238.2g y 230.3g respectivamente, fueron estadísticamente diferentes al resto de las cepas probadas (Tabla 24).

**Tabla 24.** Clasificación de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. considerando la producción media de acuerdo a la prueba de Tukey.

C e p a	Producción media (g)	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )
HEMIM-D	131.10	a*
HEMIM-E	152.20	a
HEMIM-J	177.50	a
HEMIM-H	188.50	a
HEMIM-L	212.45	a
HEMIM-I	212.50	a
HEMIM-B	216.25	a
HEMIM-G	222.60	a
HEMIM-A	226.50	a
HEMIM-F	227.60	a
HEMIM-11**	230.30	b
HEMIM-C	238.20	b
HEMIM-K	242.40	b

\* = Letras idénticas muestran que no hay diferencias significativas entre ellas.

\*\* = Testigo.

Cabe destacar que a través de la comparación de medias de la eficiencia biológica se pudieron separar 4 grupos de cepas estadísticamente distintos

mientras que utilizando la comparación de medias de la producción promedio solo se obtuvieron 2 grupos de cepas estadísticamente diferentes.

En cuanto al número de cosechas todas las cepas progenitoras produjeron cuatro cosechas. En general la primera cosecha presentó más peso (con una media de 265.62 g) correspondiente al 32.85% del total de la producción disminuyendo en la segunda, tercera y cuarta cosecha con porcentajes de producción de 25.4%, 24.5% y 17.24%, respectivamente (Tabla 25). Es importante destacar que en las 3 primeras cosechas se obtuvo el 82.75% del total de la producción.

Con el análisis estadístico (factorial aleatorio) se determinaron diferencias altamente significativas entre cosechas ( $\alpha = 0.01$ ).

**Tabla 25.** Peso promedio (g) por cosecha y en porcentaje de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.

Cosecha	Producción promedio (g)	%
4	139.41	17.24
3	198.00	24.50
2	205.31	25.40
1	265.62	32.85
Total	308.34	100

## **B) Cepas híbridas**

En lo que se refiere a la tasa de producción de las cepas híbridas, ésta varió de 0.96 (híbrido 44) a 1.76 (híbrido 15) con una TP media de 1.4 para todos

los híbridos. Cabe destacar que este valor fue más alto que el presentado por las cepas progenitoras que les dieron origen (con una TP media de 1.3).

La eficiencia biológica de las cepas híbridas varió de 71.5% a 125.9% cepas 44 y 10 respectivamente (Tabla 26).

**Tabla 26.** Rendimiento de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. (eficiencia biológica, número de cosechas y tasa de producción).

Híbrido	Cosechas* (g)				Total (g)	EB (%)	TP
	1a.	2a.	3a.	4a.			
4	330.16	279.10	177.62	121.58	908.46	90.84 ± 29.37	1.29 ± 0.354
7	362.64	354.96	274.94	203.30	1215.78	121.57 ± 31.33	1.53 ± 0.382
8	342.32	366.36	231.76	230.50	1170.94	117.09 ± 5.103	1.56 ± 0.108
10	478.96	358.04	312.86	109.24	1259.10	125.91 ± 16.17	1.67 ± 0.248
15	535.18	278.60	244.60	20.20	1058.58	105.85 ± 16.58	1.76 ± 0.223
16	489.76	237.86	219.16	136.26	1083.04	108.29 ± 20.07	1.48 ± 0.393
21	260.56	127.88	266.30	189.30	844.04	84.4 ± 25.03	1.15 ± 0.363
38	255.74	384.62	269.92	219.70	1129.98	112.99 ± 26.37	1.52 ± 0.432
39	176.18	329.16	263.40	148.90	917.64	91.76 ± 17.23	1.24 ± 0.288
43	335.90	281.02	217.82	237.06	1071.8	107.18 ± 23.58	1.37 ± 0.277
44	246.10	210.74	194.00	64.50	715.94	71.59 ± 24.86	0.96 ± 0.354
				$\bar{x}$	1034.00	103.4	1.41

\* = Peso promedio de 5 repeticiones.

EB = Eficiencia biológica.

TP = Tasa de producción.

El análisis de varianza (diseño de bloques) de la eficiencia biológica reveló que existen diferencias altamente significativas ( $\alpha = 0.01$ ) en la producción de hongos frescos entre las diferentes cepas híbridas de *Pleurotus* spp. evaluadas (Apéndice I). Al aplicar la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) reveló 4 grupos estadísticamente distintos (Tabla 27).



**Tabla 27.** Clasificación de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. considerando su eficiencia biológica de acuerdo a la prueba de Duncan.

Híbrido	Eficiencia biológica (%)	Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
10	125.91	a*
7	121.57	b
8	117.09	b
38	112.99	c
16	108.29	c
43	107.18	c
15	105.85	c
39	91.76	d
4	90.84	d
21	84.40	d
44	71.59	d

\* = Letras idénticas muestran que no hay diferencias significativas entre ellas.

El híbrido HEMIM-10, con eficiencia biológica de 125.91% resulto ser estadísticamente diferente al resto de los híbridos evaluados. El grupo de híbridos de menor eficiencia biológica lo integran las cepas HEMIM-39, HEMIM-4, HEMIM-21 y HEMIM-44, además existen dos grupos de cepas con eficiencia biológica intermedia, el primero esta integrado por los híbridos HEMIM-7 y HEMIM-8 (con eficiencias bilógicas de 121.57% y 117.09% respectivamente) y el segundo grupo lo componen los híbridos HEMIM-38, HEMIM-16, HEMIM-43 y HEMIM-15 (Tabla 27).

Por otro lado el análisis de varianza (factorial en bloques) que se efectuó a la producción media (g) de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. reveló que existen diferencias altamente significativas (Apéndice I). Al aplicar la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) mostró la existencia de 3 grupos estadísticamente distintos. El híbrido HEMIM-10 (con producción media de 314.77g) resulto ser estadísticamente mayor que el resto de los híbridos probados, el segundo grupo lo integran los híbridos

HEMIM-7, HEMIM-8 y HEMIM-38 y en el grupo de menor producción media se encuentran los híbridos HEMIM-16, HEMIM-43, HEMIM-15, HEMIM-39, HEMIM-4, HEMIM-21 y HEMIM-44 (Tabla 28).

**Tabla 28.** Clasificación de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. considerando su producción media de acuerdo a la prueba de Tukey.

Híbridos	Producción media (g)	Prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )
10	314.77	a*
7	303.96	b
8	292.49	b
38	282.49	b
16	210.76	c
43	267.95	c
15	264.64	c
39	229.41	c
4	227.11	c
21	211.01	c
44	178.98	c

\* = Letras idénticas muestran que no hay diferencias significativas.

En cuanto al número de cosechas todas las cepas híbridas estudiadas produjeron hasta cuatro cosechas, siendo la primera cosecha la que obtuvo mayor peso, (con una media de 346.68g correspondiente al 33.52% de la producción total), disminuyendo sucesivamente en la segunda, tercera y cuarta cosecha, con porcentajes de producción de 28.2%, 23.5% y 14.77%, respectivamente (Tabla 29).

**Tabla 29.** Peso promedio (g) por cosecha y en porcentaje de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp.

Cosecha	Producción promedio (g)	%
4	152.77	14.77
3	242.99	23.50
2	291.66	28.20
1	346.68	33.52
TOTAL	1034.10	100.00

Es importante destacar que en las 3 primeras cosechas se obtuvo el 85.22% del total de la producción.

## **7.2.2. Condiciones ambientales de incubación y fructificación en el módulo experimental**

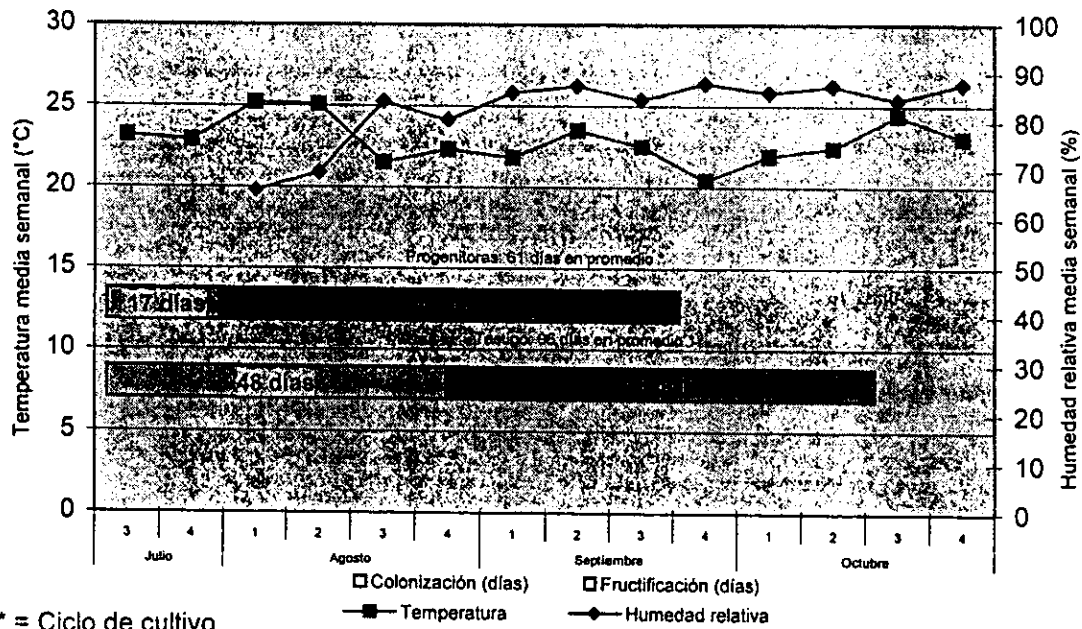
### **A) Cepas progenitoras**

La temperatura media semanal durante el período de incubación de las cepas progenitoras varió de 22.9°C a 23.2°C, presentando una máxima de 24°C y una mínima de 22.0°C. Durante el período de fructificación la temperatura media semanal osciló de 20.4°C a 25.2°C, con una temperatura máxima media de 24.0°C y una mínima de 17.7°C.

La humedad relativa media semanal durante el período de fructificación de las cepas progenitoras se mantuvo entre 65.9% y 87.9%, con una humedad relativa media de 82.6%.

En la figura 13 se observan las condiciones ambientales de incubación y fructificación (temperatura y humedad relativa) a las que fueron sometidas las cepas evaluadas y el ciclo de cultivo medio de las cepas progenitoras y el testigo. Se aprecia una marcada diferencia entre el inicio de fructificación de las cepas progenitoras (17 días) y la cepa testigo (48 días), esta diferencia puede deberse al origen geográfico del material biológico estudiado y a la época de cultivo, favoreciendo a todas las cepas progenitoras provenientes de diferentes regiones del estado de Morelos, y afectando a la cepa testigo

**Figura 13.** Características ambientales (temperatura y humedad relativa) durante el ciclo de cultivo de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.



(*Pleurotus ostreatus* var. *florida*) proveniente del extranjero. Zervakis y Balis (1992), demostraron la influencia de la temperatura de diferentes especies de *Pleurotus* sobre la producción temprana de hongos, probando que *Pleurotus ostreatus* requirió de menos días para el inicio de la fructificación a 15°C que a una temperatura de 22°C.

En este trabajo la temperatura de fructificación en el módulo experimental varió de 20°C a 25°C, lo que probablemente pudo influir en la cepa testigo, tanto en el periodo de colonización del sustrato (48 días) como en el de fructificación (48 días), por lo que el ciclo de cultivo de la cepa testigo fue el más largo (96 días) en comparación con las cepas progenitoras (61 días).

Es relevante destacar la importancia de utilizar estos parámetros de selección en la evaluación de cepas silvestres ya que podrían competir o substituir a las cepas extranjeras, ayudando a eliminar gastos considerables originados por la importación de dichas cepas y por las modificaciones arquitectónicas y de ingeniería necesarias en las plantas de cultivo, las que no serían requeridas al utilizar cepas silvestres con buenos rendimientos y sobre todo adaptadas a las condiciones ambientales de la región.

## **B) Cepas híbridas**

La temperatura media semanal durante el período de incubación de las cepas híbridas varió de 21°C a 22°C, presentando una máxima de 23°C y una mínima de 20°C. Durante el período de fructificación la temperatura media semanal osciló entre los 17°C a los 20.4 °C, con una temperatura máxima media de 23°C y una mínima de 11.4 °C.

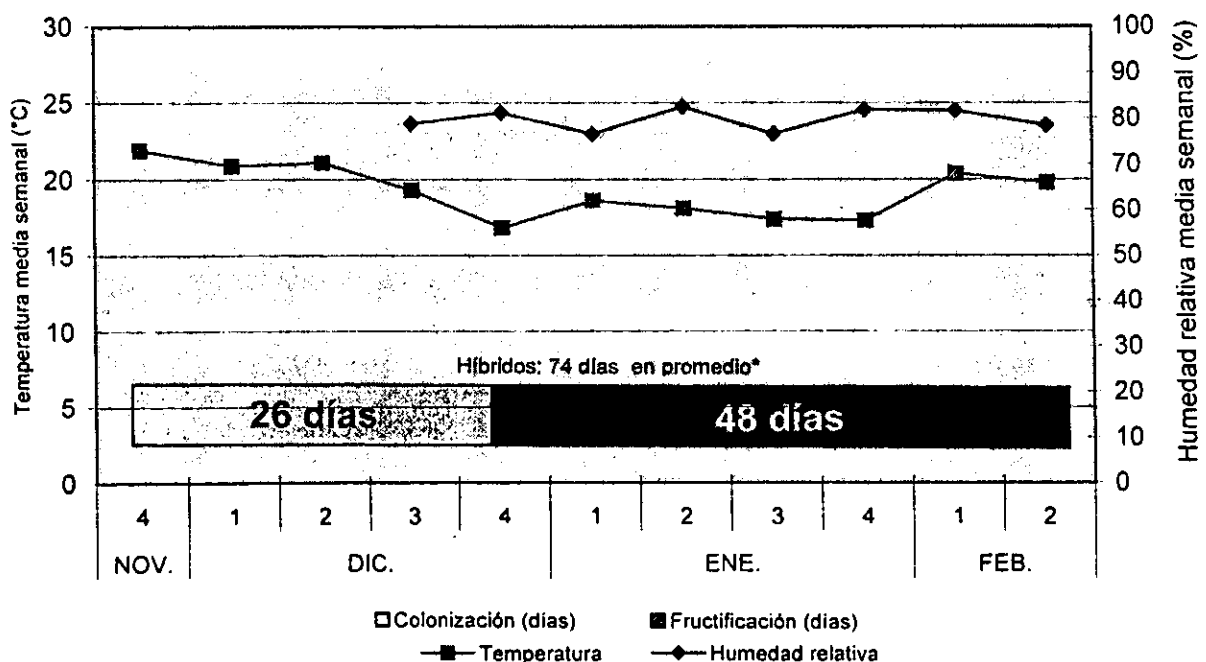
La humedad relativa media semanal durante el período de fructificación de las cepas híbridas se mantuvo entre 76.6% y 82.5%, con una humedad relativa media de 80% (Figura 14).

En la figura 14 se observa el ciclo de cultivo medio de los híbridos evaluados de *Pleurotus* spp. sometidos a las condiciones ambientales prevalcientes en el módulo experimental. Se aprecia que tanto el inicio de fructificación (26 días) como el periodo de cosecha (45 días) fue más largo en los híbridos en comparación con las cepas progenitoras (17 días para el inicio de fructificación y 44 días para el periodo de cosecha). Estas diferencias pueden deberse a las condiciones ambientales prevalcientes en el módulo experimental, ya que las cepas progenitoras fueron evaluados durante los meses de agosto, septiembre y octubre y los híbridos durante los meses de diciembre, enero y febrero.

**ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA**

En la misma figura se observa que la temperatura oscilo entre 17°C y 20°C, con una humedad relativa media de 80% durante la evaluación de los híbridos, estos valores

**Figura 14.** Características ambientales (temperatura y humedad relativa) durante el ciclo de cultivo de 11 cepas híbridas de *Pleurotus* spp.



\* = Ciclo de cultivo.

fueron menores a los registrados durante la evaluación de las cepas progenitoras [con temperaturas de 20°C a 25°C y humedad relativa media de 82.6% (Fig. 13)].

### **7.2.3. Comparación de las cepas progenitoras e híbridos de *Pleurotus* spp. con el testigo**

Al comparar la velocidad de crecimiento de las diferentes cepas de *Pleurotus* spp. evaluadas, el testigo obtuvo el valor más alto (10 mm/día) en comparación con las cepas progenitoras e híbridos, sin embargo, en cuanto a la biomasa micelial el mayor valor lo obtuvieron las cepas híbridas.

El inicio de la fructificación de las cepas progenitoras seleccionadas y progenitoras fue de 16 días y 17 días; mientras que, en los híbridos y el testigo se incrementó hasta 26 días y 48 días, respectivamente. El tiempo de cosecha fue ligeramente menor para las cepas progenitoras seleccionadas (5 semanas 2 días) pero en las cepas progenitoras y en los híbridos éste varió sólo por un día (6 semanas, 2 días para los parentales y de 6 semanas, 3 días para los híbridos). Cabe destacar que el testigo (HEMIM-11) fue el que requirió más tiempo en la etapa de fructificación. El tiempo requerido para completar el ciclo de cultivo para las cepas progenitoras y seleccionadas fue de 61 días y 54 días; mientras que, para los híbridos y el testigo fue de 74 días y 96 días respectivamente.

En cuanto al diámetro medio del píleo las tres cepas progenitoras seleccionadas para la formación de los híbridos presentaron valores ligeramente mayores que el resto de las cepas. La mayor eficiencia biológica se obtuvo con los híbridos (103.4%),

superando al grupo de las progenitoras (81.4%), a las mismas progenitoras seleccionadas (90.7%), y también a la cepa testigo que produjo un 92.1% de eficiencia biológica. El número de cosechas se mantuvo constante para todas las cepas. En relación a la tasa de producción, parámetro que relaciona la eficiencia biológica con el tiempo requerido para alcanzarla, se observó que los valores más altos los obtuvieron las cepas progenitoras seleccionadas y los híbridos producidos con 1.6 y 1.4, respectivamente, la cepa testigo obtuvo una tasa de producción de 0.95, debido a que tardó más tiempo en producir los primeros hongos.

Por todo lo anterior podemos concluir que a partir del estudio de cepas silvestres, la formación de híbridos y su continua selección, es factible obtener un banco de germoplasma que incluya cepas silvestres con mejores características para la producción comercial que las que presentó en esta investigación la cepa extranjera utilizada como testigo (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*), la cual fue superada en los 7 parámetros evaluados en campo por las cepas progenitoras seleccionadas y sus híbridos, utilizando paja de trigo como sustrato (Tabla 30).

**Tabla 30.** Comparación de los diferentes parámetros evaluados entre cepas progenitoras e híbridos de *Pleurotus* spp. con una cepa de *Pleurotus ostreatus* var. *florida* utilizada como testigo.

Parámetro evaluado	Cepas			
	Progenitoras (14)	Progenitoras seleccionadas (3)	Híbridos (11)	Testigo (1)
Velocidad de crecimiento (mm/día)	5.82	6.2	0.37	10.0
Biomasa micelial (g)	0.21	0.19	0.26	0.19
Inicio de fructificación (días)	17.4	16.3	26.2	48
Tiempo de cosecha (semana/días)	6/2	5/2	6/3	6/6
Ciclo de cultivo (días)	61	54	74	96
Diámetro medio del píleo (cm)	4.15 - 9.15	7.15 - 9.25	5.95 - 9.05	4.1 - 10.9
Eficiencia biológica (%)	81.4	90.73	103.4	92.1
Tasa de producción (EB/días)	1.3	1.6	1.4	0.95

EB = Eficiencia biológica.

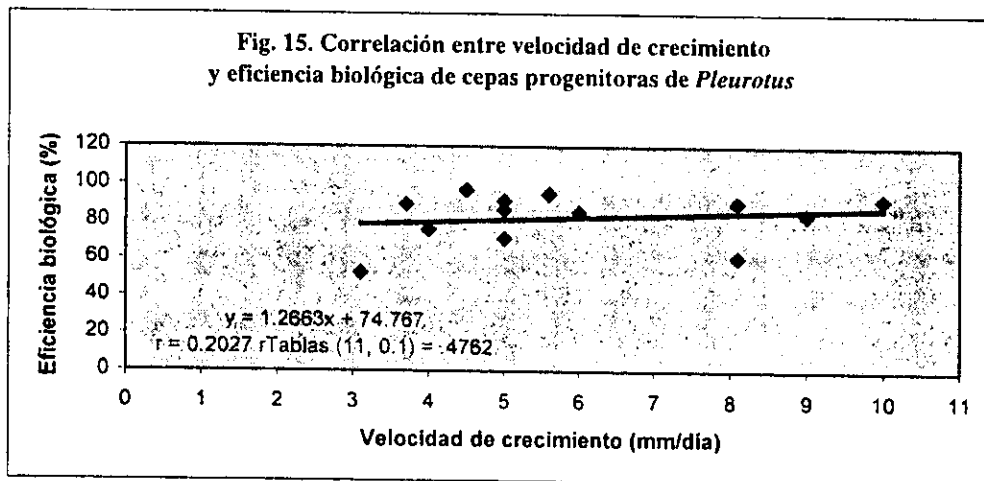


### 7.3. Análisis estadístico

#### 7.3.1. Correlación entre la eficiencia biológica y la velocidad de crecimiento

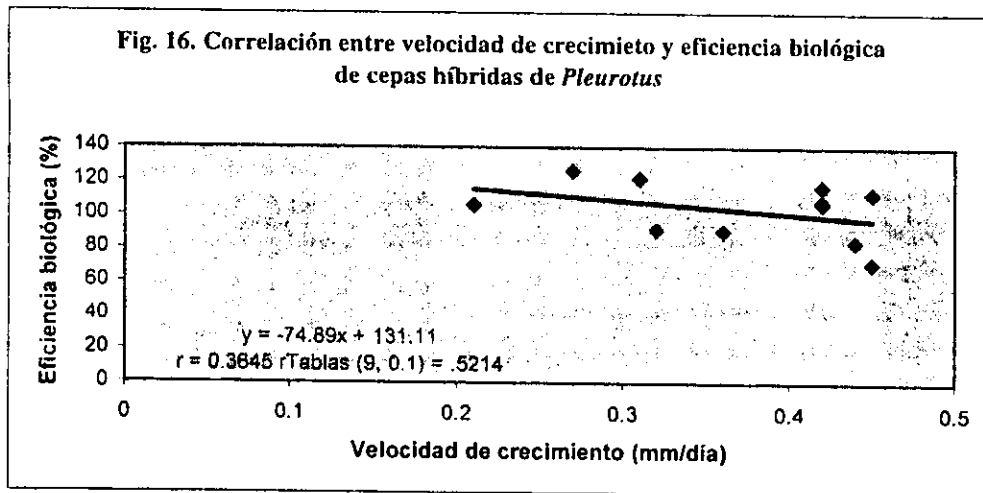
##### A) Cepas progenitoras

Con la finalidad de determinar la correlación entre la velocidad de crecimiento y la eficiencia biológica se determinó el índice de correlación. Se encontró un coeficiente de correlación de  $r=0.20$ , (Fig. 15). Al comparar la  $r$  calculada con la de tablas mostró que no hubo significancia estadística en dichas diferencias. De estos resultados se interpretó que estadísticamente ( $\alpha = 0.01$ ) la velocidad de crecimiento no está correlacionada con la eficiencia biológica de las diferentes cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.



## B) Cepas híbridas

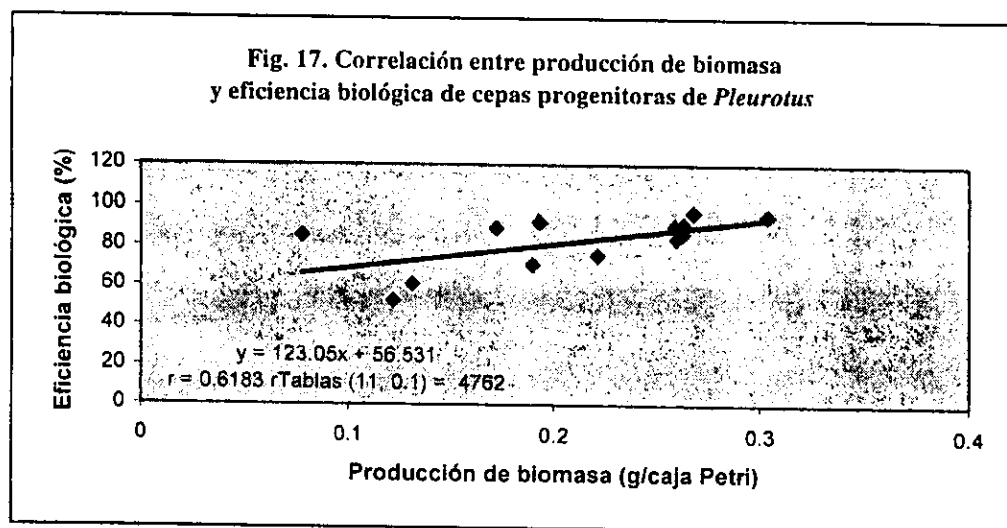
De igual forma se determinó el coeficiente de correlación entre la velocidad de crecimiento y la eficiencia biológica en las cepas híbridas, se obtuvo un valor de  $r=0.36$ , (Fig. 16), y mediante la comparación con la  $r$  de tablas se demostró que no hubo significancia estadística. Con estos resultados se pudo apreciar que la velocidad de crecimiento no está correlacionada con la eficiencia biológica de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. De esta forma mediante el análisis estadístico se descarta la hipótesis.



### 7.3.2. Correlación entre la eficiencia biológica y la biomasa micelial

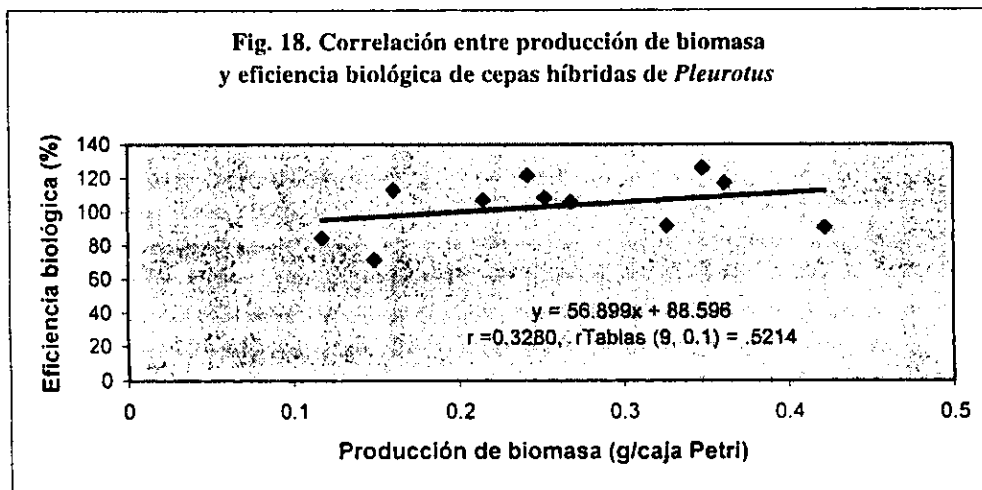
#### A) Cepas progenitoras

Al realizar la correlación entre la biomasa micelial y la eficiencia biológica, se obtuvo un valor de coeficiente de correlación de  $r=0.61$ , y al comparar con la  $r$  de tablas hay diferencia significativa (Fig. 17). Por lo que se interpretó que estadísticamente ( $\alpha=0.01$ ) la biomasa micelial está correlacionada con la eficiencia biológica de las diferentes cepas de *Pleurotus* spp. De esta forma mediante el análisis estadístico se afirma la hipótesis planteada.



## B) Cepas híbridas

El valor de correlación entre la biomasa micelial y la eficiencia biológica de las cepas híbridas fue de  $r=0.32$ ; sin embargo, al comparar con la  $r$  de tablas no mostró diferencias estadísticamente significativas (Fig. 18). Por lo que se interpretó que la biomasa micelial no está correlacionada con la eficiencia biológica de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp.



## 8. DISCUSIÓN

La caracterización de las cepas progenitoras (morfología micelial similar en cuanto a textura, color y densidad de las colonias) concuerda con lo reportado por Acosta-Urdapilleta *et al.* (1988) y Navarro *et al.* (1996) para cepas nativas de Morelos. La velocidad de crecimiento de las cepas silvestre (3.1-9 mm/día) fue relativamente más lenta en comparación con la cepa testigo (10 mm/día).

La morfología micelial de los 44 híbridos evaluados mostraron diferencias con respecto a las cepas progenitoras en cuanto a color y densidad, ya que la mayoría de los híbridos presentaron tonos amarillentos y su densidad varió de abundante a regular y escasa. La velocidad de crecimiento de los híbridos fue menor (0.13 a 0.45 mm/día) a los valores presentados por las cepas progenitoras, estas diferencias se deben probablemente a la marca del medio de cultivo utilizado para la evaluación de los híbridos (EMA, Bioxón para las cepas progenitoras, y EMA, Difco para los híbridos). Algunos autores mencionan que la velocidad de crecimiento se ve influenciada por los medios de cultivo empleados (Martínez-Carrera, 1984., Hernández-Ibarra *et al.*, 1995; Sobal *et al.*, 1989 y Santiago-Martínez *et al.*, 1995).

La velocidad de crecimiento de las cepas ha sido utilizado como parámetro por Martínez-Carrera (1984); Martínez-Carrera *et al.* (1986); Sobal y Martínez-Carrera (1988); Acosta-Urdapilleta *et al.* (1988) y Navarro *et al.* (1996) para evaluar cepas de especies de *Pleurotus*; sin embargo, no se había determinado la correlación que pudiera existir con la eficiencia biológica obtenida en campo, (ya que no fué el objetivo de estos trabajos) y de esta manera apoyar la selección a nivel de campo

para las cepas con altos rendimientos obtenidos durante la cosecha en función con su velocidad de crecimiento a nivel de laboratorio.

Con base en los resultados obtenidos no se encontró una correlación significativa entre la velocidad de crecimiento y la eficiencia biológica tanto para las cepas progenitoras como para los híbridos obtenidos de *Pleurotus* spp.; es decir, la velocidad de crecimiento de las cepas probadas en este estudio no influyó directamente en la eficiencia biológica; por lo que, no se consideró un buen parámetro de evaluación en laboratorio para la selección de cepas que pudieran tener altos rendimientos.

Otro de los parámetros utilizados para la selección de cepas fue la biomasa micelial, Sánchez y Viniegra-González (1996) y Arias-García (1998), lograron identificar cepas de *Pleurotus* spp. a nivel de laboratorio con altos rendimientos en función de su resistencia a la 2DG (desoxiglucosa) a una concentración de 0.1g/l. Sánchez y Viniegra-González (1996), cuantificaron la biomasa micelial a los 10 días de incubación de las cepas a 25°C creciendo sobre agar bacteriológico (Difco) enriquecido con sales minerales. Arias-García (1998), evaluó la biomasa micelial de las cepas que crecieron sobre medio de almidón y diferentes sales minerales a los 7 días de incubación a 28°C en oscuridad.

En el presente estudio se evaluó la biomasa micelial de las cepas que crecieron sobre EMA (Bioxón) a 10 días de incubación (para las cepas progenitoras) y 20 días de crecimiento para los híbridos utilizando EMA (Difco), todos a 28°C en oscuridad.

Los valores de biomasa micelial obtenidos por Sánchez y Viniegra-González (1996), variaron de 0.002 g a 0.012 g por caja de Petri; mientras que los evaluados por Arias-García (1998) oscilaron entre 0.002 g a 0.0176 g. Los resultados aquí obtenidos superan a los mencionados anteriormente, ya que la biomasa micelial de las cepas progenitoras varió de 0.12 g a 0.30 g; mientras que, las cepas híbridas oscilaron entre 0.008 g a 0.42 g.

Al realizar la correlación entre la biomasa micelial y la eficiencia biológica de las cepas híbridas no se detectó una correlación significativa. Sin embargo, dicha correlación sí fue significativa entre la biomasa micelial y la eficiencia biológica de las cepas progenitoras. Es necesario hacer más estudios con cepas de *Pleurotus* spp. de diferentes procedencias y orígenes para poder sustentar más este punto. Cabe destacar también que si bien a través del parámetro biomasa micelial se puedan identificar tentativamente cepas que pudieran presentar alta producción de carpóforos, ésto no nos asegura que las cepas seleccionadas produzcan hongos con características fenotípicas aptas para el mercado comercial.

Debido a la complejidad taxonómica de las especies del género *Pleurotus* y a la necesidad de poder formar híbridos nativos para su domesticación y cultivo, se evaluó la incompatibilidad heterogénica como otra herramienta en los estudios de genética clásica. Esser y Meinhardt (1984), sugirieron que la incompatibilidad heterogénica puede ser usada como una herramienta para la posible determinación de la especie, ya que se sabe que dicha incompatibilidad ocurre sólo entre diferentes razas geográficas de la misma especie. Yindeeyoungyeon y Triratana (1992), estudiaron las interacciones hifales de cultivos dicarióticos entre cepas de *Lentinula*

edades en donde cepas de diferente origen se dividieron en grupos basados en su compatibilidad somática.

Existen pocos estudios en donde se emplee la incompatibilidad heterogénica como estrategia de evaluación de *Pleurotus* spp. Anderson *et al.* (1973) y Bresinsky *et al.* (1977) reportan barreras interespecíficas dentro de dicho género. Vilgalys *et al.* (1993), propusieron al menos 15 grupos diferentes de *Pleurotus* spp. que presentaron una gran variabilidad morfológica por su plasticidad fenotípica y variación genética. Los resultados de Arias-García (1998) concordaron con los obtenidos por estos autores, observando un amplio rango de variación en cada uno de los parámetros evaluados en las cepas de *Pleurotus* spp. utilizadas.

En el presente estudio se encontraron tres de los cuatro tipos principales de interacciones que ocurrieron al entrecruzar los dicariones de las 15 cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. Se observó que las cepas nativas de *Pleurotus* spp. de Morelos presentaron incompatibilidad heterogénica en mayor o menor grado, el número de cepas compatibles varió de 3 a 11. Debido a que la cepa HEMIM-I fue compatible con 11 de las 15 cepas evaluadas, dicha cepa fue seleccionada para la obtención de híbridos, aunque su eficiencia biológica fue de sólo 85% y una TP de 1.39, comparada con un 97% de EB para la HEMIM-K y una TP del 1.87 para la HEMIM-A.

Cabe destacar que el testigo (HEMIM-11 cepa comercial de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*) no fue compatible con ninguna de las cepas nativas del estado de Morelos, lo que coincide con Esser y Meinhardt (1984), quienes mencionan que la



incompatibilidad heterogénica se presenta al entrecruzar cepas procedentes de diferente origen geográfico.

Como resultado de la evaluación de las cepas progenitoras en laboratorio y campo se seleccionaron 4 cepas dicarióticas, la HEMIM-A, por su elevada tasa de producción (1.87), la HEMIM-I, por su alta compatibilidad con casi todas las cepas, y la HEMIM-K, por presentar mayor eficiencia biológica (97%), además del testigo (HEMIM-11).

Otros criterios que sirvieron para la selección de la cepa HEMIM-A fueron: el tiempo de almacenamiento (más de 10 años), el tiempo de cosecha (32 días) y su biomasa micelial (0.25 g).

Las cepas HEMIM-K, HEMIM-C, HEMIM-11, HEMIM-F, HEMIM-A y HEMIM-G resultaron ser las más altas en eficiencia biológica (diferentes significativamente al resto de las cepas por la prueba de Duncan con un  $\alpha$  de 0.05); sin embargo, sólo se seleccionó a la cepa nativa HEMIM-K debido a que sus carpóforos presentaron mejores características morfológicas cuando se cultivaron a nivel de campo, en comparación con el resto de las cepas.

Las cepas seleccionadas HEMIM-A, HEMIM-K y el testigo (HEMIM-11) presentaron valores altos de biomasa micelial 0.25, 0.26 y 0.19 g, respectivamente, a diferencia de la cepa HEMIM-I que presentó el valor más bajo de biomasa micelial (0.07g).

Para la formación de híbridos se determinó el patrón de sexualidad de cada cepa seleccionada. Se encontraron en total 6 factores A y 6 factores B para las cepas

nativas de *Pleurotus* spp. estudiadas. Dicho multialelismo se ha observado y estudiado en otros hongos heterotálicos (Raper, 1966). Aunque el principal criterio de selección para la cepa HEMIM-I fue su alto grado de compatibilidad con la mayoría de las cepas probadas, ésta presentó alelos comunes ( $A_1$ ) con la cepa HEMIM-K.

Las cepas silvestres estudiadas de *Pleurotus* spp. fueron compatibles en porcentajes del 75% al 100%, estos porcentajes coinciden con los reportados por Navarro *et al.* (1996) al estudiar 3 cepas silvestres de *Pleurotus* del estado de Morelos, esto puede indicar que las cepas involucradas probablemente pertenezcan a poblaciones muy relacionadas, y que en algún momento se han hibridizado (Sobal y Martínez-Carrera, 1988).

Los entrecruzamientos entre las cepas mexicanas (HEMIM-A, HEMIM-I y HEMIM-K) con la extranjera (HEMIM-11) fueron negativos, este mismo patrón coincide con estudios similares de otros países, en los cuales se han entrecruzado cepas de *Pleurotus* spp. de diferente origen geográfico (Bresinsky *et al.*, 1977; Vilgalys *et al.*, 1993). Se trata, en consecuencia, de un fenómeno común entre las poblaciones de este género aunque relativamente poco estudiado.

Por otro lado, en el presente trabajo se propuso obtener la primera generación de híbridos mejorados de *Pleurotus* spp. a través de selección de cepas nativas con genética clásica. Los patrones de producción de las diferentes cepas (progenitoras e híbridas) en paja de trigo fueron caracterizados de acuerdo a los siguientes parámetros; inicio de fructificación, tiempo de cosecha, ciclo de cultivo,

características fenotípicas de los esporóforos, tasa de producción, eficiencia biológica y número de cosechas.

Existen varios trabajos en donde se reporta el inicio de la fructificación de *Pleurotus* sobre paja de trigo; Arias-García (1998) encontró un grupo de cepas de fructificación temprana (entre 21 y 32 días), y otro de fructificación tardía (entre 41 y 54 días). Paredes *et al.* (1996), encontraron cepas con fructificación temprana (de 21 a 38 días), intermedia (de 47 a 53 días) y tardía de (57 a 73 días). Cedano *et al.* (1993) y Upadhyay y Vijay (1991) reportaron que *Pleurotus* inició la fructificación después de 31 días hasta los 55-60 días de incubación. Las cepas nativas evaluadas en este estudio presentaron su primera fructificación entre los 15 y 33 días después de la siembra, considerándolas como cepas de fructificación temprana con base en lo propuesto por Arias-García (1998).

En cuanto al tiempo de cosecha (semanas/días) de diferentes cepas de *Pleurotus*, sobre paja de trigo Paredes *et al.* (1996) reportaron un rango de 4/0 a 11/0, y Arias-García (1998) encontró un tiempo de cosecha entre 4/0 y 13/0. El tiempo de cosecha para las cepas evaluadas en el presente estudio fue entre 4/4 a 8/0 semanas, a pesar de que se emplearon cepas diferentes, y las condiciones ambientales de producción no fueron las mismas; aún así se obtuvieron datos muy semejantes a los trabajos citados. Gutiérrez *et al.* (1996), al estudiar cepas de *Pleurotus* sobre paja de arroz, registró un ciclo de cultivo de 43 días en el substrato control, y de 32 días para el substrato tratado con fitohormonas (valores muy por debajo de los registrados en este estudio para las cepas progenitoras e híbridas de *Pleurotus*).

En el caso del ciclo de cultivo de las cepas progenitoras, se obtuvo una media de 61 días (17 días de incubación + 44 días de fructificación); mientras que, los híbridos evaluados, alcanzaron un valor medio de 74 días (26 días de colonización + 48 días de fructificación), esta diferencia se pudo deber a las condiciones de humedad y/o temperatura a las que fueron sometidas, ya que las cepas progenitoras se evaluaron durante los meses agosto, septiembre y octubre para su caracterización y obtención de esporadas y los híbridos se evaluaron posteriormente durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Zervakis y Balis (1992), demostraron que distintas especies de *Pleurotus* se ven influenciadas tanto en su producción temprana como en su eficiencia biológica por la temperatura en la que se cultivan. Es importante destacar la relevancia de utilizar este parámetro dentro de los criterios de selección de cepas nativas, ya que se ha observado una marcada diferencia al compararlas con las cepas extranjeras (la cepa HEMIM-11 tardó 96 días, 48 días de colonización + 48 días de fructificación). Desde el punto de vista comercial esto constituye una ventaja debido a que se obtendrían ciclos más cortos por año utilizando cepas nativas, y por lo tanto más cosechas.

Las cepas progenitoras seleccionadas (HEMIM-A, HEMIM-I, HEMIM-K y el testigo) presentaron consistencia suave y carnosa (a excepción de la cepa HEMIM-I que fue suave y delgada), la forma varió de repisa semicircular y/o trompeta con pie corto delgado y correoso, con coloración café y amarillo pálido y olor fúngico característico a hongos silvestres. Los híbridos nativos obtenidos presentaron consistencia suave y carnosa en un 63.6%, con pie corto, delgado y correoso, con tonalidades diversas prevaleciendo el amarillo pálido y con olor característico a hongos silvestres. En

general algunos híbridos presentaron características fenotípicas más adecuadas para la producción comercial. Algunas de estas características coinciden parcialmente con las reportadas por Paredes *et al.* (1996) y Navarro *et al.* (1996) quienes detectaron tanto cepas de consistencia dura, correosa y suave al evaluar cepas silvestres y comerciales de *Pleurotus* spp. sobre paja de trigo y cebada. Hernández-Ibarra *et al.* (1995), al estudiar 5 cepas nativas de *Pleurotus* spp. del estado de Chiapas evaluó (entre otros parámetros) las características de los carpóforos cosechados sobre pulpa de café, registrando consistencias suaves, correosas a ligeramente correosas. Con base en los resultados obtenidos en este estudio y la literatura consultada al parecer una de las características de las cepas silvestres que podrían afectar su aceptación en el mercado es la consistencia correosa, por lo que resulta interesante hibridizarlas con otras cepas para que produzcan esporóforos de consistencia suave.

En cuanto al diámetro medio del píleo (cm), Hernández-Ibarra *et al.* (1995) reportó un rango entre 4.95 cm a 9.23 cm para cepas de *Pleurotus* spp. cultivadas en pulpa de café. Mata y Gaitán-Hernández (1995), al estudiar cepas de *Pleurotus* cultivadas en hojas de caña de azúcar, registraron que la mayoría de los esporóforos presentaron un diámetro entre los 5.0 cm y 9.9 cm. Gutiérrez *et al.* (1996), al cultivar *Pleurotus* spp. sobre paja de arroz encontró carpóforos con diámetros entre 6 cm a 8 cm. No se encontró ningún reporte del diámetro del píleo de *Pleurotus* spp. sobre paja de trigo, en el presente estudio se midió el diámetro medio de las cepas progenitoras e híbridos de *Pleurotus* spp. variando de 4.15 cm a 9.5 cm (cepas progenitoras) y de 5.95 cm a 9.05 cm (para las cepas híbridas) utilizando dicho substrato.

En lo que se refiere a la tasa de producción (TP), Hernández-Ibarra *et al.* (1995), evaluaron cepas de *Pleurotus* spp. del estado de Chiapas y registraron una TP de 2.21 empleando pulpa de café como sustrato. Arias-García (1998) evaluó cepas de *Pleurotus* spp. sobre paja de trigo y obtuvo una TP para las cepas progenitoras de 0.48, reportando que dicha tasa de producción se elevó hasta 1.2 para las cepas híbridas. Sin embargo, en el presente estudio la TP para las cepas progenitoras fue de 1.6 y de 1.4 para las cepas híbridas.

Por otro lado, en lo referente a la eficiencia biológica se observó que los híbridos evaluados obtuvieron un promedio de 103.4%, superando el 90.7% de los progenitores, este mismo patrón lo reportó Arias-García (1998) al evaluar cepas progenitoras e híbridos de *Pleurotus* spp. sobre paja de trigo. Los resultados aquí encontrados superan ampliamente a lo reportado por Navarro *et al.* (1996), cuyas eficiencias biológicas obtenidas para las cepas nativas progenitoras fue de un 43% y de un 35% para cepas híbridas de *Pleurotus* spp. creciendo en paja de cebada.

Todas las cepas evaluadas (híbridas y progenitoras) produjeron hasta la cuarta cosecha, siendo la primera y segunda cosechas las de mayor peso, disminuyendo en la tercera y cuarta cosechas, como lo mencionan otros autores (Mata y Gaitán-Hernández, 1995; Gutiérrez *et al.*, 1996; Cedano *et al.*, 1993; Arias-García, 1998 y Acosta-Urdapilleta *et al.*, 1988). Estos datos adquieren relevancia en el cultivo comercial, ya que sería poco rentable mantener una muestra después de tres cosechas.

## 9. CONCLUSIONES

- ◆ La colección de esporadas de *Pleurotus* spp. almacenadas (+/- 5°C) resulta ser una buena alternativa para la conservación del germoplasma silvestre, ya que se pudieron aislar cepas a partir de esporadas de más de 10 años de almacenamiento.
- ◆ Las cepas silvestres progenitoras evaluadas en este estudio corresponden a *Pleurotus aff. djamour*.
- ◆ La velocidad de crecimiento (VC) de las cepas de *Pleurotus* spp. presentó una correlación no significativa con la eficiencia biológica obtenida en campo, por lo que seleccionar cepas utilizando únicamente este criterio no asegura que se obtengan altos rendimientos.
- ◆ No se puede concluir de manera definitiva sobre la correlación entre la biomasa micelial y la eficiencia biológica, pero se sugiere como un parámetro más objetivo para la selección de cepas con altos rendimientos de *Pleurotus* spp. en el laboratorio.
- ◆ La cepa testigo HEMIM-11 (cepa comercial de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*) presentó incompatibilidad heterogénica (tipo de interacción 3 y 4) con las cepas nativas de *Pleurotus* spp. del estado de Morelos.
- ◆ En los entrecruzamientos se encontraron en total 6 factores A y 6 factores B para las cepas nativas de *Pleurotus* spp. evaluadas. Este comportamiento indicó que las cepas de igual procedencia podrían pertenecer a poblaciones

diferentes, aunque algunas de ellas muy relacionadas debido a la presencia de factores comunes.

- ◆ Las cepas nativas de *Pleurotus* spp. fueron hibridizables en un 91.6%.
- ◆ Mediante la selección dirigida de cepas progenitoras y la formación de híbridos a través de genética clásica fue factible obtener y seleccionar cepas dicarióticas híbridas de *Pleurotus* spp. de características con potencial comercial, ya que aumentaron la eficiencia biológica (de 90 a 103%) y mejoraron las características fenotípicas de los esporóforos.
- ◆ Cabe destacar la importancia de contar con un programa de mejoramiento genético de cepas que combine diferentes parámetros de selección, utilizando como herramienta base la genética clásica y de continuar estudiando el comportamiento de las cepas por varias generaciones, para así contar con más argumentos para la selección. Posteriormente, estas caracterizaciones servirán para completar los estudios de genética molecular que ayudarán aun más a la selección y mejoramiento de las cepas silvestres.
- ◆ Con un programa de esta magnitud se estaría en la posibilidad de explorar otras aplicaciones, como la producción de compuestos aromáticos (para la industria del perfume y la cosmetología), o compuestos activos en las industrias de los alimentos y de los productos medicinales. Con estas perspectivas el cultivo de los hongos comestibles tendría mejores aplicaciones y más valor agregado y por lo tanto, más fuentes de divisas.



## 10. LITERATURA CITADA

- Acosta-Urdapilleta, L., G. Bustos y D. Portugal, 1988. Aislamiento y caracterización de cepas de *Pleurotus ostreatus* y su cultivo en residuos agroindustriales en el Estado de Morelos. *Rev. Mex. Mic.* 4: 13-20.
- Acosta-Urdapilleta, L., N. Bautista, L. López, D. Portugal, E. Montiel y V. M. Mora, 1995. Aislamiento de esporas a baja temperatura y su influencia sobre el desarrollo micelial de cepas multiespóricas de *Pleurotus ostreatus*. *Micol. Neotrop. Apl.* 8: 65-75.
- Anderson, N. A., S. S. Wang y J. W. Schwandt, 1973. The *Pleurotus ostreatus-sapidus* species complex. *Mycologia* 65: 28-35.
- Arias-García, A., 1998. Selección de cepas de *Pleurotus ostreatus* para el cultivo comercial por apareamientos entre neo-haplontes. Tesis de Maestría, UNAM.
- Bae, S., H. Seong, S. Lee, S. Go, M. Eun y I. Rhee, 1996. Phylogenetic Relationships Among *Pleurotus* species Inferred from Sequence Data of PCR Amplified ITS II Region in Ribosomal DNA. *Kor. J. Mycol.* 24: 155 - 165.
- Bresinsky, A., O. Hilber y H. P. Mulitoris, 1977. The genus *Pleurotus* as an aid for understanding the concept of species in basidiomycetes. In: Cléménçon, H. (Ed.), *Herbette Symposium Lausanne*.
- Burrola, A.C. y H. Farfan, 1996. Aislamiento, caracterización y cultivo de los hongos silvestres del género *Pleurotus* (Fr.) Kummer (Basidiomycotina, Agaricales) en el estado de México. Tesis de Licenciatura, UAEM.
- Cedano, M., M. Martínez, C. Soto-Velazco y L. Guzmán-Dávalos, 1993. *Pleurotus ostreatoroseus* (Basidiomycotina, Agaricales) in Mexico and its growth in agroindustrial wastes. *Cryp. Bot.* 3: 297-302.
- Cifuentes B., J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez, 1986. *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Hongos. Depto. De Botánica. Instituto de Biología. U.N.A.M., pp 55-64.
- Crisan, F. V. y A. Sands, 1978. Nutritional value. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (Eds.). *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Chang, S. T., 1991. *Mushroom biology and mushroom production*. *Mush. J. Tropics* 11: 45-52.

- Eger, G., 1978. Biology and breeding of *Pleurotus*. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (Eds.). *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Eugenio, C. P. y N. A. Anderson, 1968. The genetics and cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Mycologia* 60: 627-634.
- Esser, K. y F. Meinhardt, 1984. *Cellular interaction. Barrage formation in fungi*. Springer-Verlag, Berlin.
- González, P. y J. Labarere, 2000. Phylogenetics relationships of *Pleurotus* species according to the sequence and secondary structure of the mitochondrial small-subunit rRNA V4, V6 and V9 domains. *Microbiol.* 146: 209 - 221.
- Gutiérrez, I., Y. Pérez, M. Klibansky, B. Altuna y L. González, 1996. Aplicación de fitohormonas al cultivo de *Pleurotus*. *Micol. Neotrop. Apl.* 9: 107-115.
- Guzmán, G., 1977. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinantes*. Limusa, México.
- Guzmán, G., 2000. Problemas taxonómicos en *Pleurotus* y su diversidad y usos en México. I simposio Latinoamericano de Cultivo de Hongos Comestibles. Xalapa, Ver., México.
- Guzmán, G., L. Montoya, D. Salmones y V.M. Bandala, 1993. Studies of the genus *Pleurotus* (Basidiomycotina), II. *P. Djamour* in Mexico and in other Latin-American countries, taxonomic confusions, distribution and semi-industrial culture. *Crypt. Bot.* 3:213-220.
- Guzmán, G., G. Mata, D. Salmones, C. Soto-Velazco y L. Guzmán-Dávalos, 1993. *El cultivo de los hongos comestibles*. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Hawksworth, D.L., P.M. Kirk, B.C. Sutton y D.N. Pegler, 1995. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi*. CAB International.
- Hernández-Ibarra, H., J. E. Sánchez-Vázquez y L. A. Calvo-Bado, 1995. Estudio de 5 cepas nativas de *Pleurotus* spp. de la región de Tapachula, Chiapas. México. *Rev. Mex. Mic.* 11: 29-38.
- Iracabal, B., G. Zerrakis y J. Labarere, 1995. Molecular systematics of the genus *Pleurotus*: analysis of restriction polymorphisms in ribosomal DNA. *Microbiology* 141: 1479 - 1490.
- Largent, D., D. Johnson y R. Watling, 1977. *How to identify mushrooms to genus III microscopic features*. River Press Inc.

- Martínez-Alfaro, M.A., E. Pérez-Silva y E. Aguirre, 1983. Etnomicología y exploraciones etnomicológicas en la sierra Norte de Puebla. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 18: 51-64.
- Martínez-Carrera, D., 1984. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre desechos agrícolas. I. Obtención y caracterización de cepas nativas en diferentes medios de cultivo sólido en el laboratorio. *Biótica* 9: 243-248.
- Martínez-Carrera, D. y A. Larqué-Saavedra, 1990. Biotecnología en la producción de hongos comestibles. *Ciencia y Desarrollo* 95: 53-64.
- Martínez-Carrera, D., M. Quirarte, C. Soto, D. Salmones y G. Guzmán, 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 207-219.
- Martínez-Carrera, D., M. Sobal y M. Quirarte, 1986. Obtención y caracterización de híbridos de cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus*. *Rev. Mex. Mic.* 2: 227-238.
- Martínez-Carrera, D., P. Morales, M. Sobal y A. Larqué-Saavedra, 1993. ¿Reconversión de la industria de los hongos? *Tecnoindustria* 7: 52-59.
- Martínez-Carrera, D., R. Leben, P. Morales, M. Sobal y A. Larqué-Saavedra, 1991. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. *Ciencia y Desarrollo* 96: 33-43.
- Mata G. y R. Gaitán-Hernández, 1995. Cultivo de *Pleurotus* en hojas de caña de azúcar. *Rev. Mex. Mic.* 11: 17-22.
- Matsumoto, T., K. Mimura y Y. Fukumasa-Nakai, 1995. Isozyme variation and genetic relatedness among natural populations of *Pleurotus ostreatus*. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 41: 487 - 497.
- Matsumoto, T. y Y. Fukumasa-Nakai, 1995. Mitochondrial DNA restriction fragment length polymorphisms and phenetic relationships in natural populations of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Mycol. Res.* 99 (5): 562 - 566.
- Matsumoto, T. y Y. Fukumasa-Nakai, 1996. Mitochondrial DNA inheritance in sexual crosses of *Pleurotus ostreatus*. *Curr. Genet.* 30: 549 - 552.
- May, B., D. Royse, 1988. Interspecific allozyme variation within the fungal genus *Pleurotus*. *Micol. Soc.* 90 (1), 19 - 36.
- Montoya-Bello, L., G. Guzmán, D. Salmones y V.M. Bandala, 1991. *Pleurotus djamour* en América Latina. Confusiones taxonómicas y cultivos. Memorias del 4° Congreso Nacional de Micología. P. 93. Tlaxcala, Tlax. México.

- Mora, P.V., L. López., N. Bautista., D. Portugal y E. Montiel, 1990. Hongos comestibles silvestres que se venden en los principales mercados del estado de Morelos. Univ. Aut. de Morelos. *Universidad Ciencia y Tecnología* 1: 21-26.
- Munsell, 1992. *Soil color charts*. Macbeth Division of Kallmorgen Instruments Corp. Newburgh, Nueva York.
- Navarro, M., M. Sobal y L. Acosta-Urpadilleta, 1996. Estudio comparativo de algunos híbridos de *Pleurotus ostreatus* en Morelos, México. *Micol. Neotrop. Apl.* 9: 117-124.
- Neda, H. y T. Nakai, 1995. Phylogenetic analysis of *Pleurotus* based on data from partial sequences of 18 Sr DNA and ITS-1 regions. *Mushroom Sci* 14: 161-168.
- Paredes, P., H. Leal, R. Ramírez y A. Arias-García, 1996. Criterios de selección de cepas de *Pleurotus* spp. para mejorar la competitividad de la producción comercial. *Micol. Neotrop. Apl.* 9: 67-79.
- Petersen, R. H. y K. W. Hughes, 1993. Intercontinental interbreeding collection of *Pleurotus pulmonarius*, with notes on *P. ostreatus* and other species. *Sydowia* 45: 139 - 152.
- Portugal, P.D., 2000. Etnomicología del estado de Morelos. Tesis de Maestría, UNAM.
- Raper, C., 1978. Sexuality and breeding. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (Eds.). *The biology and cultivation of edible mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Raper, J. R., 1966. *Genetics of sexuality in higher fungi*. The Ronald Press, Nueva York.
- Reyes, C. P., 1978. *Diseño de experimentos aplicados*. Trillas, México.
- Royse, D. J. y S. A. Zaki, 1991. Yield stimulation of *Pleurotus flabellatus* by dual nutrient supplementation of pasteurized wheat straw. *Science and Cultivation of Edible Fungi*. Balkema, Rotterdam.
- Royse, D. J., 1989. Factors influencing the production rate of shiitake. *Mush. J. Tropics*. 9: 27-138.
- Sánchez, C. y G. Viniegra-González, 1996. Detection of highly productive strains of *Pleurotus ostreatus* by their tolerance to 2-deoxy-D-glucose in starch-based media. *Micol. Res.* 100: 455-461.

- Santiago-Martínez, G., L. Varela, A. Estrada-Torres y V. Cuauxilo, 1995. Efecto de seis medios de cultivo sobre el crecimiento de tres cepas de *Pisolithus tinctorius*. *Rev. Mex. Mic.* 11:57-68.
- Singer, R., 1975. *The Agaricales in Modern Taxonomy*. 3°. Ed. Koelts Scientific Books, Koenigstein.
- Sobal, M. y D. Martínez-Carrera, 1988. Potencial de entrecruzamiento de diversas cepas de *Pleurotus ostreatus* aisladas a partir de diferentes sustratos. *Mic. Neotrop. Apl.* 1: 21-27.
- Sobal, M., P. Morales y D. Martínez-Carrera, 1989. Efecto del pH sobre el crecimiento de diversas cepas mexicanas y extranjeras de hongos comestibles en el laboratorio. *Micol. Neotrop. Apl.* 2: 19-39.
- Sobal, M., P. Morales, W. Martínez, D. N. Pegler y D. Martínez-Carrera, 1997. Cultivation of *Lentinus levis* in Mexico. *Micol. Neotrop. Apl.* 10: 63-71.
- Stamets, P. y J. S. Chilton, 1983. *The mushroom cultivator, a practical guide to growing mushrooms at home*. Agarikon Press, Olympia.
- Tschierpe, H. J. y K. Hartmann, 1977. A comparison of different growing methods. *Mushroom Journal* 60: 404-416.
- Ulloa, M. y T. Herrera, 1994. Etimología e iconografía de géneros de hongos. Cuadernos (21). Instituto de Biología UNAM.
- Upadhyay, R. C. y B. Vijay, 1991. Cultivation of *Pleurotus* species during winter in India. *Mush. Sci.* 13: 533-536.
- Vilgalys, R., J. Moncalvo, S. Liou y M. Volvovsek, 1996. Recent Advances in Molecular Systematics of the Genus *Pleurotus*. *Mushroom Biology and Mushroom Products*, Royse.
- Vilgalys, R., A. Smith y B. L. Sun, 1993. Intersterility groups in the *Pleurotus ostreatus* complex from the continental United States and adjacent Canada. *Can. J. Bot.* 71: 113-128.
- Vilgalys, R. y B. L. Sun, 1994. Ancient and recent patterns of geographic speciation in the oyster mushroom *Pleurotus* revealed by phylogenetic analysis of ribosomal DNA sequences. *Proceedings of the National Academy of Science, USA* 91: 4599 - 4603.
- Yindeeyoungyeon, W. y S. Triratana, 1992. Hyphal interaction among dikaryotic pairings of *Lentinula edodes*. *Micol. Neotrop. Apl.* 5: 17-27.

- Zervakis, G. y C. Balis, 1992. Comparative study on the cultural characters of *Pleurotus* species under the influence of different substrate and fruiting temperatures. *Micol. Neotrop. Apl.* 5: 39-47.
- Zervakis, G. y C. Balis, 1994. Genetic variability and systematics of eleven *Pleurotus* species based on isozyme analysis. *Mycol. Res.* 98 (3): 329 - 341.
- Zervakis, G., y J. Labarere, 1992. Taxonomic relationships within the fungal genus *Pleurotus* as determined by isoelectric focusing analysis of enzyme patterns. *J. Gen. Microbiol.* 138: 635 - 645.

# APÉNDICES

**APÉNDICE A.** Revisión del género *Pleurotus* del herbario micológico (HEMIM) Dr. Gastón Guzmán del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

ESPECIE	LOCALIDAD	FECHA	RECOLECTOR	REGISTRO
<i>Pleurotus cornucopiae</i>	Montecasino, Huitzilac	Julio 5, 1981	L. López	236
<i>Pleurotus ostratoroseus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Octubre 14, 1982	D. Portugal	476
<i>Pleurotus smithii</i>	Col. Del Bosque Cuernavaca	Agosto 5, 1982	V. Mora	416
<i>Pleurotus levis</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Junio 3, 1979	D. Portugal	69
<i>Pleurotus hirtus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Octubre 8, 1978	D. Portugal	43
<i>Pleurotus sp.</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Junio 1, 1982	V. Mora	385
<i>Pleurotus sp.</i>	Col. Lomas pinar Cuernavaca	Junio 17, 1982	E. Montiel	286
<i>Pleurotus sp.</i>	Col. Lomas pinar Cuernavaca	Junio 17, 1982	E. Montiel	278
<i>Pleurotus ostratoroseus</i>	Col. Buenavista Cuernavaca	Septiembre 10, 1982	E. Montiel	425
<i>Pleurotus ostratoroseus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Octubre 27, 1979	D. Portugal	88
<i>Pleurotus sp.</i>	Col. Lomas pinar Cuernavaca	Junio 20, 1982	E. Montiel	291
<i>Pleurotus ostratoroseus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Octubre 7, 1980	D. Portugal	278
<i>Pleurotus sp.</i>	Col. Lomas pinar Cuernavaca	Junio 8, 1982	L. López	329-B
<i>Pleurotus sp.</i>	Col. Lomas pinar Cuernavaca	Junio 25, 1982	R. Monroy	80
<i>Pleurotus ostreatus</i>	N. de la UAEM, Cuernavaca	Octubre 14, 1982	V. Mora	572
<i>Pleurotus ostreatus</i>	C. Experimental UAEM, Cuernavaca	Noviembre 14, 1982	R. Monroy	36
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Agosto 29, 1980	D. Portugal	163
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Noviembre 6, 1981	D. Portugal	367
<i>Pleurotus ostreatus</i>	E. de la UAEM, Cuernavaca	Agosto 24, 1980	V. Mora	227
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Septiembre 6, 1980	D. Portugal	187
<i>Pleurotus ostreatus</i>	N. de la UAEM, Cuernavaca	Agosto 10, 1981	V. Mora	312
<i>Pleurotus ostreatus</i>	N. de la UAEM, Cuernavaca	Octubre 4, 1980	J. Jiménez	4
<i>Pleurotus ostreatus</i>	N. de la UAEM, Cuernavaca	Septiembre 5, 1978	L. López	66
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Carr. Cuer - Tepoztlán	Septiembre 28, 1981	L. López	228
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Julio 8, 1981	D. Portugal	323
<i>Pleurotus ostreatus</i>	N. de la UAEM, Cuernavaca	Mayo 25, 1992	L. López	294
<i>Pleurotus ostreatus</i>	N. de la UAEM, Cuernavaca	Octubre 25, 1981	L. López	266
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Col. Lomas pinar Cuernavaca	Junio 17, 1982	E. Montiel	282
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Julio 1, 1982	D. Portugal	399
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Ma. Ahucatitlan Cuernavaca	Octubre 15, 1980	B. Peñaloza	9
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palenque Chiapas	Mayo 2, 1979	D. Portugal	64
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Junio 28, 1982	D. Portugal	384
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Junio 22, 1978	L. López	21
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Octubre 2, 1977	V. Mora	25
<i>Pleurotus ostreatus</i>	C. Experimental UAEM, Cuernavaca	Septiembre 25, 1981	R. Monroy	34
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Septiembre 28, 1978	D. Portugal	33
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Quilamula Tlalquitenango	Agosto 20, 1981	L. López	203
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Sta. Catarina, Tepoztlán	Septiembre 26, 1978	D. Portugal	32



**APÉNDICE B.** Características macro y microscópicas descriptivas de las recolecciones de especímenes frescos de *Pleurotus* spp. durante 1997.

<b>CEPA G</b>	
Localidad:	Sto. Domingo Ocotitlán, Tepoztlán, Morelos.
Fecha:	Junio 31, 1997.
Colector:	D. Portugal.
Altitud:	1800
Tipo de vegetación:	Perturbada de pino ( <i>Pinus</i> ) y - encino ( <i>Quercus</i> ), con presencia de árboles de cazahuate ( <i>Ipomoea</i> spp.)
<b>Características macroscópicas</b>	
Pileo	De 30-77 mm de diámetro, de forma cóncava a manera de repisa, color blanquecino con tonalidades crema, liso, seco, margen ondulado.
Himenóforo	Laminar, continuas al pie (decurrente) de color blanquecino, con bordes dentados.
Estípote	Corto, de 7-24 x 4-10 mm, lateral blanquecino, liso, de consistencia correosa.
Contexto	Blanco, ligeramente suave, olor fúngico fuerte, sabor agradable.
Esporas	De 8-11 (-12) x 4-5 (6) $\mu$ m, oblongo-elipsoides y cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas y de pared delgada.

<b>SIN REGISTRO</b>	
Localidad:	Sto. Domingo Ocotitlán, Tepoztlán Morelos.
Fecha:	Junio 25, 1997.
Colector:	D. Portugal.
Altitud:	1850
Tipo de vegetación:	Bosque tropical, selva baja caducifolia.
<b>Características macroscópicas</b>	
Pileo	De 40-190, petaloide, de color blanquecino grisáceo, liso, seco, margen lacerado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino, con bordes desgarrados.
Estípote	Corto de 15-25 x 6-30 mm lateral, blanquecino y correoso.
Contexto	Suave, con fuerte olor fúngico y sabor agradable.
Esporada	Blanca (2.5Y 8/1) Munsell.

IN REGISTRO	
Localidad:	N. de Sta. Catarina, Tepoztlán, Morelos.
Fecha:	Junio 26, 1997.
Colector:	D. Portugal.
Altitud:	1750
Tipo de vegetación:	Bosque tropical, selva baja caducifolia.
Características macroscópicas	
Píleo	15-60 mm de diámetro, de forma semicircular, petaloide, de color blanquecino a gris claro, con tonalidades más oscuras hacia el centro, borde ondulado, seco.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino a amarillento, claro, láminas delgadas juntas entre sí, con bordes ligeramente crenados.
Estípite	Corto, lateral, correoso.
Contexto	Suave con olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Amarillo pálido (5Y8/2) Munsell.

SIN REGISTRO	
Localidad:	Centro Vacacional Oaxtepec, Yautepec, Morelos.
Fecha:	Julio 8, 1997.
Colector:	D. Portugal.
Altitud:	1330
Tipo de vegetación:	Introducida.
Características macroscópicas	
Píleo	150-30 mm de diámetro, en forma de repisa flabeliforme, borde lobulado, de color blanquecino amarillento con tonalidades gris tenue, seco.
Himenóforo	Laminar, continuas al pie, juntas entre sí, delgadas, de bordes ligeramente crenadas, de color blanquecinas a cremas.
Estípite	Corto, casi sésil.
Contexto	Suave, olor y sabor fúngico, suave y agradable.
Esporada	Blanca (5Y8/1) Munsell.

CEPA H	
Localidad:	CIB, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 9, 1997.
Colector:	D. Portugal.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Jardín.
Características macroscópicas	
Píleo	De 85-25 mm de diámetro, de forma de repisa semicircular de color amarillento, con tonos grisáceos, superficie lisa, margen ondulado, seco.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino, láminas enteras.
Estípite	Lateral, corto casi sésil, blanquecino, correoso.
Contexto	Ligeramente carnoso, olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Blanca (2.5Y8/1) Munsell.
Esporas	De (-7) 8-10 x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides y cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas y de pared delgada.

CEPA I	
Localidad:	CIB, UAEM, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 11, 1997.
Colector:	L. Acosta.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Perturbada, relictus de cazahuate ( <i>Ipomoea</i> spp.).
Características macroscópicas	
Píleo	De 90-10 mm de diámetro, en forma de repisa semicircular, con margen entero, color blanquecino a amarillento con tonalidades gris tenue a obscuro en especímenes adultos, seco, margen entero.
Himenóforo	Laminar, láminas juntas entre sí, continuas al pie, blanquecinas a amarillentas.
Estípite	Lateral, muy corto, connato, blanquecino amarillento, correoso.
Contexto	Suave, olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Blanca (5Y8/1) Munsell.
Esporas	De 8-11.0 (-12.0) x 4-5 $\mu m$ , cilíndricas y oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas y de pared delgada.

CEPA J	
Localidad:	Unidad biomédica, UAEM, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 14, 1997.
Colector:	G. Bustos.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Zona perturbada, relictus de cazahuate ( <i>Ipomoea</i> spp.).
Características macroscópicas	
Píleo	80-20 mm de diámetro, de forma semicircular, petaloide, de color blanquecino con tonalidades café claras a grisáceas hacia el margen, seco, margen ligeramente ondulados
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino a ligeramente grisáceo, láminas juntas entre sí, borde ligeramente crenado.
Estípite	Lateral, corto blanquecino, correoso.
Contexto	Suave, olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Amarilla pálida (2.5Y8/2) Munsell.
Esporas	De 8 - 10 (-11) x 4 - 5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides y cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas y de pared delgada.

CEPA K	
Localidad:	CIB UAEM, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 15, 1997.
Colector:	L. Acosta.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Perturbado, relictus de cazahuate ( <i>Ipomoea</i> spp.).
Características macroscópicas	
Pileo	De 150 a 30 mm de diámetro, en forma de repisa color gris claro, seco.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino, con bordes lisos, láminas juntas.
Estípite	Lateral, muy corto, casi sésil, correoso.
Contexto	Suave y ligeramente carnosos, olor fúngico característico a hongo silvestre, sabor agradable.
Esporada	Gris rosada (7.5YR7/2) Munsell.
Esporas	De 8-10 (-11) x 4-5 $\mu$ m, cilíndricas y oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas y de pared delgada.

SIN REGISTRO	
Localidad:	Ahuatepec, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 13, 1997.
Colector:	D. Portugal.
Altitud:	1820
Tipo de vegetación:	Vegetación alterada de pino ( <i>Pinus</i> ).
Características macroscópicas	
Pileo	De 20 a 40 mm de diámetro, en forma de repisa semicircular, blanquecino a grisáceo, más oscura hacia el borde, liso, seco, margen ondulado de tipo petaloide.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino ligeramente crema, láminas juntas entre sí con presencia de lamélulas.
Estípite	Corto de 0.3 mm de largo, lateral, con tonos blanquecinos, la base del estípite es afelpada.
Contexto	Poco carnosos, olor fúngico agradable, sabor característico.
Esporada	Blanco (2.5Y8/1) Munsell.

SIN REGISTRO	
Localidad:	Alrededores del Campo Experimental, UAEM, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 17, 1997.
Colector:	E. Montiel.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Zona de cultivo.
Características macroscópicas	
Pileo	De 30 a 60 mm de diámetro, en forma de repisa, color blanquecino con tonalidades grisáceas, más oscuras hacia la periferia, superficie lisa, borde ondulado tipo petaloide, seco.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino con tonalidades ligeramente rosadas, láminas juntas entre sí, con borde ligeramente crenado.
Estipite	Corto, casi sésil de 0.4 mm de largo, lateral, blanquecino, correoso.
Observaciones	Crece en troncos secos de caahuate, gregarios. Olor fúngico agradable, poco carnoso.
Contexto	Poco carnoso olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Gris rosado (7.5YR 7/2) Munsell.

SIN REGISTRO	
Localidad:	Alrededores del Campo Experimental, UAEM, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 17, 1997.
Colector:	E. Montiel.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Zona de cultivo.
Características macroscópicas	
Pileo	De 20 a 55 mm de diámetro, de forma semicircular, de color blanquecino con tonalidades gris tenue en toda la superficie, superficie lisa, con margen ligeramente ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino a crema.
Estipite	Corto, sésil, lateral, blanquecino a crema, correoso, ligeramente afelpado.
Contexto	Poco carnoso, olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Gris claro (5Y 7/1) Munsell.

CEPA L	
Localidad:	Norte del Campo Experimental, UAEM, Cuernavaca, Morelos.
Fecha:	Julio 21, 1997.
Colector:	E. Montiel.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Zona de cultivo, vegetación perturbada " <i>relictus</i> de cazahuate" ( <i>Ipomoea</i> spp.).
Características macroscópicas	
Pileo	De 140 a 40 mm de diámetro, en forma de repisa semicircular, petaloide con bordes ondulado, seco de color café a gris claro, y más oscuro en el centro.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino a grisáceo, láminas juntas entre sí, bordes ligeramente crenado.
Estípite	Muy corto, casi sésil, lateral, gris claro, correoso.
Observaciones	Carnoso suave, crecen de manera connada sobre troncos de cazahuate muerto, olor fúngico agradable.
Contexto	Carnoso, suave, olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Gris claro (10YR 7/1) Munsell.
Esporas	De (8-) 9-12 x 4-5 $\mu$ m, cilíndricas y oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas y de pared delgada.

SIN REGISTRO	
Localidad:	CIB - UAEM.
Fecha:	9 de septiembre 1997.
Colector:	D. Portugal.
Altitud:	1840
Tipo de vegetación:	Vegetación perturbada " <i>relictus</i> de cazahuate" ( <i>Ipomoea</i> spp.).
Características macroscópicas	
Pileo	De 30-100 mm de diámetro, en forma de repisa, con borde liso a ligeramente ondulado, el pileo es higrófono de color café claro con tonos mas oscuros hacia el centro. Poco carnoso, suave y delgado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, café claro, láminas juntas con abundantes lamélulas crenadas.
Estípite	Muy corto casi sésil, lateral, correoso.
Contexto	Poco carnoso, suave y delgado, olor y sabor fúngico agradable.

**APÉNDICE C.** Características macro y microscópicas (esporas) de los carpóforos silvestres utilizados para delimitar los grupos de *Pleurotus* aff. *djamour*.

Características	GRUPO 1					GRUPO 2			GRUPO 3			SIN GRUPO
	M. SILVESTRES			M. CULTIVADO		SILVESTRE	M. CULTIVADO		M. SILVESTRE			M. CULTIVADO
	HEMIM - H	HEMIM-I	HEMIM-J	HEMIM-B*	HEMIM-E*	HEMIM-G	HEMIM-A*	HEMIM-C*	HEMIM-F	HEMIM-K	HEMIM-L	HEMIM-D
Diámetro del esporóforo	2.5-8.5 cm	1-9 cm	2-8 cm	4.6-12.4 cm	3.3-9.3 cm	3-7.7 cm	3.5-10.8 cm	4.3 - 14.5 cm	3-6 cm	3-15 cm	4-14 cm	3-5.3 cm
Color basidioma	Amarillento	Blanquecino	Blanquecino	Blanco	Amarillento	Blanquecino crema	Café pálido	Blanco grisáceo	Café oscuro	Gris	Café oscuro	Café oscuro
Color de la esporada	Blanca	Blanca	Amarilla pálida	Blanca	Amarilla pálida	Gris clara	Blanca	Blanca	Gris crema	Gris rosada	Gris claro	Gris claro
Esporas	(7-)8-10x4-5 $\mu m$	8-11(-12)x4-5 $\mu m$	8-10(-11)x4-5 $\mu m$	(8-)9-10x4-5 $\mu m$	8-10x4-5 $\mu m$	8-11(-12)x4-5(-6) $\mu m$	(9-)10-12x4-6 $\mu m$	(8-)9-12x4-5(-6) $\mu m$	8-10x4-5 $\mu m$	8-10(-11)x4-5 $\mu m$	(8-)9-12x4-5 $\mu m$	8-10x4-5 $\mu m$
	= localidad					= localidad			= localidad			
	= substrato					= substrato			= substrato			

M = Material.

\* = Cepas incluidas por asociación

**APÉNDICE D.** Características macro y microscópicas de las cepas progenitoras cultivadas de *Pleurotus* spp.

<b>Cepa A</b>	
Pileo	De 3.5 a 10.8 cm de diámetro, en forma de repisa y corneta, el color de la periferia inmediata al margen café pálido (10YR613), Munsell, hacia el estípite presenta textura afelpadas, superficie higrófana solo en el margen de color aprox. amarillo pálido (5Y812) Munsell, margen irregular petaloide, ligeramente enroscado hacia arriba. Algunos especímenes presentan un borde formando una meseta.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino a crema, láminas juntas y enteras.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino, a crema correoso.
Contexto	Carnoso, suave, quebradizo, con olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Blanca (2.5Y8/1) Munsell.
Esporas	De (9-) 10-12 x 4-6 $\mu m$ , cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa B</b>	
Pileo	De 4.6 a 12.4 cm de diámetro en forma de repisa semicircular, de color blanco (5Y8/1) Munsell, hacia el estípite presenta textura escamosa pивinosa de color café grisáceo (7.5YR5/2) Munsell. Superficie higrófana solo en el borde de color aprox. amarillo pálido (5Y8/2) Munsell, margen con lóbulos grandes.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color marfil, láminas juntas, ligeramente crenadas, con lamelulas abundantes.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino, connato, correoso.
Contexto	Carnoso, suave, quebradizo con olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Blanca (10YR8/1) Munsell.
Esporas	De (8-) 9-10 x 4-5 $\mu m$ , cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.



<b>Cepa C</b>	
Píleo	De 4.2 a 14.5 cm de diámetro en forma de repisa semicircular, de color blanco grisáceo (2.5Y8/1) Munsell, hacia el centro presenta tonos verde grisáceo claro (28C2) Methuen a manera de estrias a betas radiales. Presenta textura lisa en el borde y rugosa hacia el centro con tonos café grisáceo claro (7.5YR6/2) Munsell, el margen es higrófono aprox. ( $4_{10}$ , $C_{10}$ , $M_{10}$ ) Küppers, ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino a amarillento, láminas juntas y enteras.
Estípote	Corto, lateral, blanquecino a amarillento, connato, correoso.
Contexto	Ligeramente carnosa, correoso flexible con olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Blanca (5Y8/1) Munsell.
Esporas	De (8-) 9-12 x 4-5 (-6) $\mu m$ , cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa D</b>	
Píleo	De 3.0 a 5.3 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular y trompeta, café obscuro (10YR8/3) Munsell, hacia el centro presenta tono blanco (10YR8/1) Munsell, y afelpado, presenta estrias radiales sobre todo en la periferia de color café negrusco (10YR4/2) Munsell, textura ligeramente escamosa o rugosa, seco, con borde ligeramente ondulado, la cual se dobla o enrosca hacia arriba.
Himenóforo	Laminar, decurrente, láminas juntas, enteras de color café muy pálido (2.5 Y8/2) Munsell.
Estípote	Corto, grueso, lateral, blanquecino y connato, correoso.
Contexto	Suave, delgado, flexible, con ligero olor a pescado.
Esporada	Gris clara (2.5Y7/2) Munsell.
Esporas	De 8-10 (-11) x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa E</b>	
Color	De 3.3 a 9.3 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular, blanco (2.5Y8/1) Munsell, hacia el centro presenta rugosidades a manera de estrias radiales de color café oscuro (2.5Y6/2) Munsell, sobre todo en especímenes jóvenes, superficie seca con margen ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino a amarillento, láminas crenadas y juntas entre sí.
Estípite	Desarrollado de 20 a 50 mm de largo y de 5 a 20 mm de ancho, lateral, blanquecino correoso. (algunas especímenes sin pie).
Contexto	Ligeramente carnoso, poco correoso y quebradizo con olor y sabor fúngico característico a hongo silvestre.
Esporada	Amarillo pálido (2Y8/2) Munsell.
Esporas	De 8-10 x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa F</b>	
Píleo	De 4.7 a 11.9 cm de diámetro en forma de repisa semicircular petaloide café obscuro (10YR5/2) Munsell, Textura escamosa sobre todo en la parte central, con margen lobulado, higrófono de color aprox. Café claro (5Y7/3) Munsell.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino a crema, láminas juntas y crenadas a crema, láminas juntas y crenadas.
Estípite	Corto casi sésil lateral blanquecino connato y correoso.
Contexto	
Esporada	Gris claro (5Y7/1) Munsell.
Esporas	De 8-10 x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas y de pared delgada.

<b>Cepa G</b>	
Píleo	De 4.8 a 14.2 cm de diámetro de forma de repisa semicircular amarillo pálido (5Y7/3) Munsell, bordes ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino a crema láminas juntas ligeramente crenadas.
Estípite	Corto casi sésil, lateral, blanquecino, connato, correoso.
Contexto	Carnoso, suave, ligeramente quebradizo.
Esporada	Gris clara (10YR7/1) Munsell.
Esporas	De 8-11 (-12) x 4-5 (-6) $\mu m$ , oblongo-elipsoides y cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa H</b>	
Pileo	De 3.9 a 11.8 cm de diámetro en forma de repisa semicircular, y algunos especímenes en forma de trompeta, amarillo pálido (5Y8/2) Munsell, hacia el centro presenta estrías radiales amarillo pálido (2.5Y7/3) Munsell, hacia el estípite presenta textura afelpada de color blanquecino, margen ondulado e higrófono de color amarillo pálido (2.5Y7/3) Munsell.
Himenóforo	Laminar, decurrente, amarillo pálido a crema, láminas juntas entre sí.
Estípite	Corto, lateral, connato, blanco (5Y8/1) Munsell.
Contexto	Poco carnoso, correoso, quebradizo, olor y sabor característico a hongo silvestre.
Esporada	Gris claro (2.5Y7/1) Munsell.
Esporas	De (7-) 8-10 x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides y cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa I</b>	
Pileo	De 4.1 a 12.9 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular, amarillo pálido (2Y8/2) Munsell, hacia el centro presenta estrías radiales de color gris claro (2.5Y7/2), Munsell, margen liso y ligeramente ondulado, higrófono con tonos amarillo pálido (2.5Y 7/4) Munsell.
Himenóforo	Laminar, decurrente, láminas enteras, blanquecino a crema.
Estípite	Poco desarrollado, lateral, blanquecino a crema connato y correoso.
Contexto	Ligeramente carnoso, suave y quebradizo, olor y sabor fúngico agradable.
Esporada	Amarillo pálido (5Y8/2) Munsell.
Esporas	De 8-11 (-12) x 4-5 $\mu m$ , cilíndricas, y oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa J</b>	
Pileo	De 4.4 a 11.1 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular, café amarillento claro (2.5 Y6/3) Munsell, textura lisa en el borde a ligeramente escamosa hacia el centro, margen liso a ligeramente ondulado, higrófono de color gris claro (5Y 7/2) Munsell.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino a crema, láminas separadas, enteras.
Estípite	Ligeramente grueso, carnoso, lateral, correoso, blanquecino.
Contexto	Suave, carnoso, olor y sabor fúngico agradable, característico a hongo silvestre.
Esporada	Blanca (5Y8/1) Munsell.
Esporas	De 8-10 (-11) x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides y cilíndricas, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa K</b>	
Pileo	De 4.4 a 14.1 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular y algunos especímenes en forma de trompeta, amarillo pálido (5Y8/2) Munsell, textura lisa en el margen y ligeramente escamosa hacia el centro, con estrias radiales de tonos café amarillento claro (2.5Y6/3) Munsell, margen ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, crema, láminas enteras, separadas.
Estípite	Poco desarrollado, lateral, blanquecino, afelpado, connato, y correoso.
Contexto	Suave, carnoso, olor y sabor fúngico agradable, característico a hongo silvestre.
Esporada	Blanca (5Y8/1) Munsell.
Esporas	De 8-10 (-11) x 4-5 $\mu m$ , cilíndricas y oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa L</b>	
Pileo	De 4.3 a 12.5 cm de diámetro, en forma de repisa y algunos de trompeta, gris claro (5Y7/2) Munsell, textura lisa en el borde y presenta estrias radiales sobre todo hacia el centro de color gris claro (10YR7/2) Munsell, más oscuras que el pileo, margen lobulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, gris blanquecino, láminas juntas entre sí, ligeramente crenadas.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino connato, correoso.
Contexto	Carnoso, suave, quebradizo, con olor y sabor fúngico característico a hongo silvestre.
Esporada	Gris claro (5Y7/1) Munsell.
Esporas	De (8-) 9-12 x 4-5 $\mu m$ , cilíndricas, y oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa 11</b>	
Pileo	De 4.1 a 10.9 cm de diámetro, en forma de repisa y trompeta., amarillo pálido (2.5Y8/2) Munsell, hacia el estípite es amarillo pálido (5Y8/4) Munsell, liso, la superficie del borde es higrófana café claro (5Y7/3) Munsell, margen ligeramente ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de crema a blanquecino, láminas crenadas, juntas entre sí, con abundantes lamélulas.
Estípite	Desarrollado de 20 a 30 mm de largo y aproximadamente 10mm de diámetro, lateral, hacia la base presenta textura afelpada, carnosos, poco correoso.
Contexto	Carnosos, suave y ligeramente quebradizo, con olor y sabor ligero y agradable.
Esporada	Gris clara (5YR7/1) Munsell.

<b>Cepa 33</b>	
Pileo	De forma de repisa amarillento café (5Y7/2) Munsell, hacia el centro presenta estrías radiales café oscuro (2.5Y6/3) Munsell, textura ligeramente escamosa, algunos especímenes presentan margen higrófano amarillo pálido (5Y8/3) Munsell, con borden ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrentes, láminas blanquecinas a amarillentas, juntas entre sí, crenadas.
Estípite	Costo, lateral, blanquecino a amarillento, correoso.
Contexto	Carnosos, suave, quebradizo, con olor y sabor fúngico característico a hongos silvestres.
Esporada	Blanca (2.5Y8/1) Munsell.
Esporas	De (7-) 8-10 x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

<b>Cepa 34</b>	
Pileo	De forma de repisa amarilla pálido (2.5Y8/2) Munsell, hacia el estípite presenta tonalidades blancas (2.5Y8/1) Munsell, margen higrófano, liso.
Himenóforo	Laminar, decurrente, lateral, blanquecino, láminas enteras juntas entre sí con abundantes lamélulas.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino, correoso.
Contexto	Ligeramente carnosos, suave, quebradizo, con olor y sabor fúngico característico a hongo silvestre.
Esporada	Gris claro (5Y7/2) Munsell.
Esporas	De 8-10 x 4-5 $\mu m$ , oblongo-elipsoides, hialinas, inamiloides, lisas, y de pared delgada.

**APÉNDICE E.** Diámetro mínimo y máximo del píleo (cm) de cada cosecha de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp. evaluadas en esta investigación.

Cepa	Primera cosecha	Segunda cosecha	Tercera cosecha	Cuarta cosecha	- X
HEMIM-A	4-14	4-10	3.1-9.4	3.0-10.0	3.5-10.8
HEMIM-B	5-12.4	5-9.8	4.8-14.0	3.6-13.7	4.6-12.4
HEMIM-C	5-15.5	5-14	4-15.7	2.8-13.0	4.2-14.5
HEMIM-D	3-6.6	3.4			3.0-5.3
HEMIM-E	4-10.6	3.5-10.1	2.7-8.9	3.1-7.8	3.3-9.3
HEMIM-F	6-13	5.5-13.6	4.4-12.8	3.1-8.5	4.7-11.9
HEMIM-G	6.7-16.9	5.0-13.0	3.7-13.9	4.0-13.0	4.8-14.2
HEMIM-H	3.7-11.0	3.8-12.6	4.1-10.6	4.0-13.0	3.9-11.8
HEMIM-J	7.7-11.3	3.8-11.3	3.3-12.3	3.0-9.5	4.4-11.1
HEMIM-I	3.9-13.3	6.2-16.9	3.8-10.6	2.7-8.9	4.1-12.9
HEMIM-K	4.9-15.9	5.9-16.9	4.5-14.9	2.6-8.9	4.4-14.1
HEMIM-L	4.4-11.9	4.8-13.8	4.5-14.5	3.6-9.8	4.3-12.5
HEMIM-11*	4.8-10.6	4.4-12.8	4.3-10.5	3.2-10.0	4.1-10.9

\* =Testigo

**APÉNDICE F.** Características macroscópicas de las cepas híbridas cultivadas de *Pleurotus* spp.

<b>Híbrido 4</b>	
Pileo	De 3.5 a 10.1 cm de diámetro, de forma flabeliforme gris claro (5Y7/2) Munsell, textura afelpada sobre todo hacia el centro, algunos especímenes presentan carácter higrófono de aprox. 13mm en el borde de color gris claro (2.57/1) Munsell, con bordes ondulados.
Himenóforo	Laminar, decurrente, láminas juntas entre sí, con presencia de lamélulas, blanquecino.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino, correoso.
Contexto	Poco carnoso, delgado, correoso, flexible, con olor fúngico a humedad y sabor agradable.
Esporada	Aprox. gris clara (10YR7/1) Munsell.

<b>Híbrido 7</b>	
Pileo	De 4.3 a 12.9 cm de diámetro, de forma petaloide y semicircular amarillo pálido (2.5Y8/2) Munsell, textura ligeramente afelpada, con estrías concéntricas de color aprox. amarillo pálido (2.5Y7/3) Munsell, a gris rosado (7.5YR7/2) Munsell. Con margen lobulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, crema, láminas gruesas, separadas entre sí, con pequeñas lamélulas.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino a crema, pubescente en la base, correoso.
Contexto	Carnoso, suave, poco quebradizo, olor anisado y sabor fúngico agradable.
Esporada	Aprox. amarillo pálido (5Y8/2) Munsell.

<b>Híbrido 8</b>	
Pileo	De 3.7 a 13.1 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular a embudo gris claro (2.5Y7/2) Munsell, hacia el centro presenta carácter higrófono de color aprox. café gris claro (10YR8/2) a café muy pálido (10YR8/2) Munsell, textura lisa a semifibrosa, con margen lobulados.
Himenóforo	Laminar, decurrente, crema, láminas cerosas, frías, con lamélulas.
Estípite	Corto, lateral, cespitoso, correoso.
Contexto	Carnoso a poco carnoso, suave, flexible, con olor fúngico poco apreciable y sabor agradable.
Esporada	Aprox. blanca (2.5Y8/1) Munsell.

<b>Híbrido 10</b>	
Pileo	De 4.7 a 13.4 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular, de color aprox. gris claro (2.5 Y 7/2) Munsell, presentó estrías concéntricas de color aprox. café amarillento claro (2.5 Y 6/3) Munsell, cuando adulto presentó pubescencias blanquecinas hacia el centro, seco, con margen entero a ligeramente ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, láminas juntas entre sí con pequeñas lamélulas, blanquecino.
Estípite	Corto, casi sésil, lateral, blanquecino, pubescente, correoso.
Contexto	Suave, carnoso, no quebradizo, con olor fúngico característico a hongo silvestre y sabor agradable.
Esporada	Aprox. blanca (2.5 Y 8/1) Munsell.

<b>Híbrido 15</b>	
Pileo	De 2.6 a 9.3 cm de diámetro, en forma de repisa petaloide de color aprox. gris claro ( 5 Y 7/2) Munsell, hacia el centro presentó tonalidades aprox. amarillo pálido ( 5 Y 7/3) Munsell, textura afelpada, seco hacia el centro e higrófono en el margen, borde ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino, láminas juntas entre sí con lamélulas.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino, correoso.
Contexto	De suave a micorreosa, ligeramente carnoso, no quebradizo, olor fúngico fuerte, característico a hongo silvestre, sabor agradable.

<b>Híbrido 16</b>	
Pileo	De 3.9 a 12.6 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular, blanco (109YR8/1) Munsell, con estrías radiales sobre todo en el centro del pileo de color aprox. gris rosado (7.5YR7/2) Munsell, textura ligeramente pubescente y astringente sobre todo en el centro, margen liso, lobulado y algunos especímenes borde entero y carácter higrófono.
Himenóforo	Laminar, decurrente, láminas juntas entre sí, blanquecino.
Estípite	Corto, casi sésil, lateral, blanquecino, con pubescencias en la base, correoso.
Contexto	Ligeramente carnoso, quebradizo y correoso, con olor fúngico fuerte y sabor agradable.
Esporada	Aprox. gris claro (2.5Y7/1) Munsell.



<b>Híbrido 21</b>	
Pileo	De 3.5 a 11.4 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular y algunos especímenes en forma de embudo de color aprox. café muy pálido (10 YR 8/2) Munsell, hacia el centro del pileo presentó color aprox. café muy pálido (10 YR 7/3) Munsell, Liso, el margen es higrófono de color aprox. amarillo pálido (2.5 Y 8/2) Munsell, borde irregular.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino, láminas juntas entre sí, cuando adultos presentan láminas cerosas.
Estípote	Corto casi sésil, lateral, blanquecino, pubescente en la base correoso.
Contexto	Suave, poco carnoso y ligeramente quebradizo, olor y sabor agradable, característico a hongo silvestre.
Esporada	Aprox. blanca (5Y 8/1) Munsell.

<b>Híbrido 38</b>	
Pileo	De 3.5 a 12.5 cm de diámetro, en forma de trompeta, amarillo pálido (2.5Y7/3) Munsell, a café muy pálido (10YR7/4) Munsell, textura lisa en el margen y ligeramente afelpada hacia el centro.
Himenóforo	Laminar, decurrente, crema a blanquecino, láminas juntas entre sí, correoso.
Estípote	Corto, casi sésil, lateral, blanquecino, ligeramente pubescente hacia la base, correoso.
Contexto	Carnoso, suave, quebradizo, olor dulce, suave y agradable, sabor agradable.
Esporada	Aprox. amarillo pálido (5Y8/2) Munsell.

<b>Híbrido 39</b>	
Pileo	De 4.1 a 12.6 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular, y en algunos especímenes en forma de embudo, blanco (7.5YR7/2) Munsell, hacia el centro presenta tonalidades gris rosado (7.5YR7/2) y/o café claro (7.5YR6/3) Munsell, textura ligeramente afelpada sobre todo hacia el centro (ligeramente astringente), seco.
Himenóforo	Lateral, decurrente, café pálido (10YR8/3) Munsell, láminas juntas, delgadas, con abundantes lamélulas.
Estípote	Corto casi sésil, lateral, blanco, pubescente, cespitoso, correoso.
Contexto	Ligeramente carnoso, suave, quebradizo, con olor fúngico poco apreciable y sabor agradable.
Esporada	Aprox. blanca (10YR8/1) Munsell.

<b>Híbrido 43</b>	
Pileo	De 3.7 a 12.1 cm de diámetro, en forma de repisa semicircular, amarillo pálido (2.5Y7/3) a (2.5Y8/3) Munsell, hacia el centro presenta textura fibrilosa aprox. café amarillento pálido (2.5Y6/3) Munsell, con borde liso y ondulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, blanquecino a amarillento, láminas juntas entre sí.
Estípite	Corto, lateral, blanquecino, pubescente en la base y correoso.
Contexto	Poco carnoso a carnoso, suave y poco quebradizo, olor fúngico, fuerte, característico a hongo silvestre, sabor agradable.
Esporada	Aprox. gris claro (5Y7/2) Munsell.

<b>Híbrido 44</b>	
Pileo	De 3.5 a 11.9 cm de diámetro, en forma de trompeta, en forma de repisa semicircular, aprox. amarillo pálido (2.5 Y 8/2) Munsell, hacia el centro presenta textura semifibrilosa de color aprox. amarillo pálido (2.5 Y 7/3) Munsell, algunos especímenes presentan estrias radiales de color aprox. café muy pálido (10 YR 7/4) Munsell, seco con margen lobulado.
Himenóforo	Laminar, decurrente, de color blanquecino a amarillento, láminas juntas entre sí con abundantes lamélulas.
Estípite	Corto, casi sésil, lateral, blanquecino, correoso.
Contexto	Suave, carnoso, ligeramente quebradizo, olor y sabor agradable, característico a hongo silvestre.
Esporada	Aprox. blanca (2.5 Y 8/1) Munsell.

**APÉNDICE G.** Diámetro mínimo y máximo del píleo (cm) de cada cosecha de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp. evaluadas.

Híbrido	Primera cosecha	Segunda cosecha	Tercera cosecha	Cuarta cosecha	- X
4	4.7 - 11.4	3.1 - 11.2	2.5 - 8	4 - 10	3.5 - 10.1
7	4.5 - 14.9	4.8 - 11.9	4.4 - 13.1	3.5 - 11.8	4.3 - 12.9
8	4.1 - 14.7	3.7 - 15.8	3.6 - 10.5	3.7 - 11.5	3.7 - 13.1
16	6.1 - 17.2	3.3 - 12.8	2.6 - 11.7	3.7 - 8.7	3.9 - 12.6
39	5.9 - 14.6	3.6 - 14.7	4.2 - 11.3	2.8 - 9.8	4.1 - 12.6
43	3.5 - 13.5	3.8 - 12.0	3.5 - 12.1	4.0 - 11.0	3.7 - 12.1
38	5.1 - 12.0	3.6 - 15.8	3.1 - 11.4	2.5 - 11.0	3.5 - 12.5
44	4.6 - 13.0	3.1 - 15.5	3.2 - 12.2	3.3 - 7.0	3.5 - 11.9
21	5.1 - 15.8	3.1 - 8.3	2.9 - 10.9	3.0 - 10.6	3.5 - 11.4
10	7.1 - 14.3	4.7 - 15.7	3.6 - 13.5	3.7 - 10.1	4.7 - 13.4
15	4.2 - 9.0	2.3 - 9.3	2.0 - 9.5	2.0 - 9.5	2.6 - 9.3

## APÉNDICE H. Análisis de varianza de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.

Análisis de varianza (diseño aleatorio) de la eficiencia biológica (%) de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tablas	
Cepas	12	17437.6895	1453.1408	4.3237	1.95	2.56**
Repeti- ciones	52	17476.5680	336.0878			
Total	64	34914.2575				

GL = Grados de libertad.

Análisis de varianza (factorial aleatorio) de la producción media (g) de las cepas progenitoras de *Pleurotus* spp.

Fuente de variación	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F Tablas
Cepas	12	435942.2385	36328.51987	4.14281486	1.80 2.28 **
Cosechas	3	404647.9692	134882.6564	15.38168613	2.65 3.88 **
Cepas x Cose	36	576422.931	16011.74808	1.82594034	1.45 1.69 **
Error	208	1823960.799	8769.042304		
Total	259	3240973.938			

GL = Grados de libertad.

## APÉNDICE I. Análisis de varianza de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp.

Análisis de varianza (diseño en bloques) de la eficiencia biológica (%) de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tablas
Cepas	10	14135.902	1413.590	3.057	2.07 2.80 **
Repeticiones	4	3922.420	980.605	2.121	2.61 3.83
Residual	40	18497.275	462.432		
Total	54	36555.597	676.955		

GL = Grados de libertad.

Análisis de varianza (factorial en bloques) de la producción media (g) de las cepas híbridas de *Pleurotus* spp.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tablas
Cepas	10	353397.5561	35339.75561	3.721049812	1.89 2.44 **
Cosechas	3	1116203.766	372067.922	39.17636801	2.67 3.91 **
Repeti- ciones	4	98060.4975	24515.12438	2.581285506	2.43 3.44 **
Cepas x Cose	30	933538.845	31117.9615	3.276521945	1.54 1.83 **
Error	172	1633527.706	9497.254107		
Total	219	4134728.371			

GL = Grados de libertad.