

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Mejoramiento genético de cepas de (*Pleurotus ostreatus*) para la obtención del híbrido AN-1

POR:

JOSÉ PEDRO OLVERA MEZA

TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

**“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**Mejoramiento genético de cepas de (*Pleurotus ostreatus*) para la
obtención del híbrido AN.₁**

POR

JOSÉ PEDRO OLVERA MEZA

T E S I S

**Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de :**

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA

**Ing. M.C. Felipa Morales Luna
Presidente del jurado**

**Ing. M.C. Adolfo Ortegon Pérez
Sinodal**

**Q.F.B. Maria E. Gonzáles Guajardo
Sinodal**

**Ing. M.C. Francisco Elizondo Ruíz
Sinodal Suplente**

Coordinador de la División de Agronomía

Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 1999

DEDICATORIA

A mis padres:

*Pedro Olvera Mendoza
Francisca Meza Luna*

..... por su inmenso amor e inagotable apoyo, gracias por confiar, los quiero con toda mi vida.

A mis abuelitos:

*Trinidad Meza Estrella
Juana Luna Torres †*

... por enseñarme a buscar el camino con corazón.

A mi esposa:

Carina Rodríguez Angel

Gracias por tu amor y paz

A mis hermanos:

Leticia, Laura, Marco Antonio, Janet y Jesús Rey

A quienes quiero con toda mi alma

A mis sobrinos:

*Armando Martínez Olvera
Omar Martínez Olvera
Janet Martínez Olvera
Diana Olvera*

Y a mi cuñado Armando Martínez Domínguez por su apoyo a la familia, y a toda la familia Meza

A mis amigos:

Roberto, Gilberto, Moisés, Martín, Manuel y Fernando.

En quienes encontré un apoyo y una amistad interminable.

A mis compañeros de generación LXXXVII:

Hugo, Alfredo, Hilario, Pedro, Luis Fernando y Norma Elena, con quienes comprendí muchas cosas que son de este mundo, y a todos aquellos que de alguna manera fueron parte de mi percepción durante mí caminar por estos senderos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de todo corazón a la Ing. M.C. Felipa Morales Luna por su infinito apoyo para la elaboración de este trabajo.

Agradezco al Ing. M.C. Adolfo Ortegón Pérez por enseñarme que las cosas por más sencillas que sean no dejan de estar ahí, muchas gracias por su comprensión.

A la Q.F.B. María Elena González Guajardo por su apoyo para la elaboración de este trabajo.

Agradezco al Ing. M.C. Francisco Elizondo Ruíz por aceptar la invitación para concluir con este trabajo.

Mis mas sinceros respetos para la Lic. Sandra Roxana López Betancurt por su apoyo para la excelencia de este trabajo, gracias

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
HIPÓTESIS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
A). Generalidades	3
B). Características descriptivas de <i>Pleurotus ostreatus</i>	4
C). Ciclo de vida de <i>Pleurotus ostreatus</i>	6
D). Fisiología y genética	7
E). Factores de crecimiento	8
F). Tipos de reproducción en los hongos	9
G). Compatibilidad en los hongos	14
H). Aptitud combinatoria	15
I). Aptitud combinatoria general	16
J). Aptitud combinatoria específica	16
K). Cultivos de hongos comestibles	17
L). Mejoramiento en hongos	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
Material genético	27
Procedimiento	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES	34
VI. BIBLIOGRAFIA	35

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Genotipos de las cepas evaluadas en el laboratorio de fitopatología de la U.A.A.A.N. 1999	27
Cuadro 3.2. Cruzas posibles de todas las cepas bajo estudio U.A.A.A.N. 1999	29
Cuadro 4.1. Cruzas de las cepas del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> compatibles.	30
Cuadro 4.2. Cruzas de las cepas del hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> incompatibles	32

RESUMEN

Pleurotus ostreatus (Jacq. Ex Fr.) Kumm, es un hongo comestible saprófito que en forma natural se encuentra creciendo sobre diversos sustratos tales como madera en descomposición, troncos vivos o desechos agroindustriales. En tanto que algunos investigadores los han considerado como la “carne de los bosques”, otros no les atribuyen ningún valor nutricional, la realidad es que la calidad nutricional es muy variable aún entre las mismas especies.

Se obtuvieron seis cepas de diferente base genética del género *Pleurotus*, que presentan diferentes características como son: color, forma de borde en basidiocarpo, sabor y precocidad, las cuales se cruzaron a nivel laboratorio en medios de cultivo de (P.D.A.). Los principales resultados fueron: se encontró compatibilidad entre las cruces: AN₂xAN₃, AN₃xAN₄, AN₃xAN₅, AN₄xAN₅, AN₄xAN₆, AN₅xAN₆.

Sin embargo se encontró incompatibilidad entre las cruces: AN₁xAN₂, AN₁xAN₃, AN₁xAN₄, AN₁xAN₅, AN₁xAN₆, AN₂xAN₄, AN₂xAN₅, AN₂xAN₆, AN₃xAN₆, observando una línea divisoria, que no permite el cruzamiento del micelio. Concluyendo que se acepta la hipótesis de que existe compatibilidad entre las diferentes cepas del hongo *Pleurotus ostreatus*, por lo que es posible obtener buenos híbridos.

I. INTRODUCCIÓN

Los hongos son seres microscópicos o macroscópicos que viven sobre diversos materiales orgánicos, a los cuales descomponen para así alimentarse. Estos organismos, generalmente están formados por masas blancas y algodonosas, de las cuales brotan pequeños o grandes botones, que son las estructuras que producirán infinidad de simientes (o esporas), a través de las cuales se reproducirán (Gaston, 1978).

Debido a que los hongos viven de la descomposición de la materia orgánica en sus diversas formas, incluyendo la basura, la hojarasca y otros substratos, estos organismos constituyen la clave para la reincorporación de los materiales orgánicos al suelo, favoreciendo así la formación o el enriquecimiento de tales suelos.

México es un país excepcionalmente rico en especies de hongos, debido fundamentalmente a la variedad de climas que tiene, lo que se refleja en la compleja vegetación que lo cubre; en efecto, existen en el país desde las selvas tropicales del sureste, hasta los desiertos del norte, pasando por los bosques subtropicales y los de coníferas de las montañas. Por otra parte, la tradición por comer hongos en México tiene raíces ancestrales, las cuales datan de la época prehispánica.

En el aspecto industrial algunos hongos son utilizados en la producción de antibióticos, enzima, herbicidas e insecticidas, así también como en la elaboración de cerveza, vino, productos lácteos, pan, encurtidos, carnes y embutidos, entre otros.

Desde el punto de vista alimenticio los cuerpos fructíferos producidos naturalmente en la época de lluvias constituyen parte importante en la dieta humana y en algunos casos de la economía, sobre todo para los grupos indígenas y campesinos, quienes desde épocas precolombinas los han colectado para consumirlos, además de utilizarlos con fines mágico-religioso, como sucede con los hongos alucinógenos.

OBJETIVOS

1. Determinar si es posible cruzar las seis cepas del Hongo *Pleurotus ostreatus*
2. Conocer cuales de las cepas del Hongo *Pleurotus ostreatus* son compatibles.
3. Formar híbridos con sabor, color, tamaño y precocidad conveniente

HIPOTESIS

Existe compatibilidad entre las diferentes cepas del hongo *Pleurotus ostreatus*

II. REVISION DE LITERATURA

A). Generalidades

Existe una enorme cantidad de hongos sobre la tierra. Se calculaba que había más de 100,000 especies de hongos, cifras que después de revisarla cuidadosamente por los micólogos, se acordó aumentarla a cuando menos 200,000 especies, basándose en cálculos efectuados en Europa, en donde los estudios sobre los hongos llevan más de dos siglos. De tales cifras, aproximadamente un (50%) de las especies apenas se conocen, debido a que los estudios sobre los hongos en los trópicos y en los países vecinos están incipientes, en contraste muy marcado con la gran variedad de hongos que hay en tales regiones (Gaston, 1978).

Moreno, (1988). Habla que los hongos son organismos a los que se les ha considerado como un grupo independiente del Reino vegetal, para lo cual se ha constituido el Reino Fungi. Estos organismos son eucariotes, lo cual significa que tienen núcleos bien definidos por membranas y que contienen un determinado número de cromosomas, lo cual los diferencia de las bacterias. Los hongos son heterótrofos, por lo tanto dependen de la obtención de compuestos orgánicos a través de sus actividades saprofitas o parasíticas.

La mayoría de los hongos están constituidos por estructuras tubulares llamados hifas, las cuales en algunas especies se mantienen simples, formando lo que se conoce como micelio, y en otras se agregan para formar estructuras con cierto grado de complejidad, como los son los llamadas setas u hongos superiores. Los hongos tienen una influencia sobre el bienestar del hombre; algunos son altamente benéficos y el hombre los utiliza, como la producción de antibióticos.

B). Características descriptivas de *Pleurotus ostreatus*

En forma natural *Pleurotus ostreatus* es un hongo comestible saprobio que se encuentra sobre diversos substratos tales como madera en descomposición, árboles, o desechos agroindustriales. La palabra *Pleurotus* proviene del griego "pleuro" que significa "formado lateralmente", lo cual se refiere a la posición lateral del estípe respecto al sombrero (Stomets y Chilton, 1983).

López *et al.*, (1996). Menciona que la mayoría de los hongos cultivados desarrollan estructuras visibles que producen esporas (basidiomas). Estas estructuras son de construcción compleja y poseen un alto grado de diferenciación de tejidos hifales. Esto quiere decir que están formados por hifas provenientes del micelio vegetativo, el cual se transforma en micelio reproductor. Su formación se debe a la agregación y compactación hifal del micelio, además de una alta ramificación hifal, ensanchamientos, engrosamiento de la pared hifal y también gelatinización (crecimiento, ramificación y agregación hifal).

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

La diferenciación hifal ocurre aun en el estado de colonización del micelio vegetativo dentro del sustrato. Las fases por las que atraviesa un basidioma para su formación son: Iniciación, Diferenciación, Expansión y Maduración final. La luz en *Pleurotus* es un factor necesario y determinante para que se lleve a cabo la fase de Iniciación y la formación de los basidiomas son la humedad y la ventilación (López *et al.*, 1996).

Pleuroma es el nombre que se aplica al basidioma del hongo *Pleurotus*, es un órgano reproductor y productor de estructuras generadoras de esporas, es decir, basidios y basidiosporas, también recibe los nombres de basidioma, basidiocarpo, carpóforo, cuerpo fructífero, himenóforo, esporóforo, etc. dependiendo del autor que se este consultando. Es importante decir que el basidio es la estructura en la cual se lleva a cabo la cariogamia y la meiosis y en donde las meiosporas (basidiosporas) se desarrollan, al basidio se le conoce también como meiosporangio. El Pleuroma puede ser variable en tamaño, dependiendo de su edad de origen, desde unos cuantos milímetros cuando recién se formó como primordio hasta unos 20 centímetros o más cuando se le ha dejado desarrollar demasiado.

El primer estado del desarrollo del *Pleuroma* es el "primordio", a un tamaño de 1-2 mm de altura se pueden reconocer como cuerpos redondos blanquecinos. El cuerpo está separado en dos aparentemente idénticas regiones. Conforme el primordio se alarga las dos zonas se diferencian en tres regiones píleo, láminas y estípe. Es importante notar que cuando joven (unos 8 a 10 cm) el *Pleuroma* es suave y cuando crece más se vuelve correoso y difícil de paladar (López *et al.*, 1996).

C). Ciclo de vida de *Pleurotus ostreatus*

El ciclo de vida de *P. ostreatus*, comienza con la germinación de una basidiospora, la cual establece un micelio primario 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 también dicarion, presenta núcleos haploides en cada compartimento hifal, cada uno proviene de su respectivo micelio primario, también tiene un crecimiento indefinido y en cada septo pequeños apéndices llamados fibulas lugar 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 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 condiciones son apropiadas las basidiosporas vuelven a germinar iniciando de nuevo el ciclo.

D). Fisiología y genética

Sexualmente este tipo de especie tiene un ciclo heterotálico tetrapolar; es decir, que la compatibilidad de los individuos esta gobernada por dos pares de factores ($A_1 B_1$ y $A_2 B_2$), presentes en diferentes cromosomas y sólo aquellos con factores diferentes serán compatibles (Eugenio y Anderson, 1968).

Las hifas se anastomosan y los núcleos se intercambian, pero en lugar de fusionarse, los núcleos se dividen y viajan por toda la colonia del tipo de apareamiento opuesto, por lo que finalmente cada compartimento contiene dos núcleos, uno de cada tipo. El hongo continúa creciendo en esta forma, denominada dicariótica (es decir, con dos tipos de núcleos) y con frecuencia forma un cuerpo fructífero setas. Presentándose sólo en una etapa posterior como respuesta a condiciones ambientales específicas. El cuerpo fructífero mismo se compone de hifas dicarióticas, pero en las etapas posteriores de desarrollo forma basidios que revisten las láminas o poros, y los núcleos se fusionan en los basidios para formar núcleos diploides. Esto es seguido casi inmediatamente por meiosis, y los cuatro núcleos que resultan de cada división meiótica pasan por los esterigmas, los cuales se desarrollan a partir de los basidios y producen las basidiosporas (Deacon, 1988).

E). Factores de crecimiento

Martínes-Carrera *et al.*, (1993). Hablan del crecimiento micelial y los procesos de Fructificación de *Pleurotus ostreatus* en donde estos están determinados por varios aspectos químicos, físicos, biológicos y ambientales. Dentro de los factores químicos, el p“H” es de vital importancia ya que los niveles de acidez o alcalinidad pueden detener, inhibir o estimular procesos vitales. Se estima que la absorción y la producción de vitaminas esenciales, absorción de ácidos orgánicos y asimilación de minerales, así como la producción de antibióticos son influidas directamente por el p“H” del substrato. Este tipo de hongos comestibles se caracteriza por preferir un p“H” entre 5-7. Entre los principales factores físicos se considera la luz y la temperatura. Los hongos comestibles se caracterizan por soportar amplios rangos de temperatura que oscilan de los 20°C a los 32°C, dependiendo del tipo de especie. La temperatura óptima de fructificación es normalmente menor que la del desarrollo micelial en todas las especies. En cuanto a la humedad relativa y la humedad del substrato deben estar entre 80-90% y 70-80%, respectivamente. La concentración de oxígeno y bióxido de carbono en el ambiente influye significativamente, tanto en el desarrollo micelial como en la producción de cuerpos fructíferos, sobre todo en la cantidad y la calidad de los hongos a producir. De igual forma, puede inhibir o estimular la presencia de organismos benéficos al cultivo.

F). Tipos de reproducción en los hongos

Alexopoulos, (1979). Menciona que la reproducción implica la formación de nuevos individuos que posean todas las características de la especie, puede ser de dos tipos, asexual y sexual.

Reproducción asexual.- somática o vegetativa, no hay unión de núcleos, de células sexuales o de órganos sexuales.

Reproducción asexual

- Incluye cualquier método de propagación de nuevos individuos o producción de células reproductoras especializadas (esporas) sin intervención de sexualidad
- Permite la producción de numerosos individuos
- Se suele repetir varias veces en el ciclo vital.

Tipos de reproducción asexual:

Alexopoulos, (1979). Menciona que los tipos de reproducción asexual se dividen en:

1. Fragmentación del soma, cada fragmento se transforma en un nuevo individuo, pueden ser irregular o regular, la fragmentación regular da lugar a dos tipos muy importantes:

- Artrosporas.- las hifas se descomponen en las células que las forman y se comportan como esporas.

- Clamidosporas.- las hifas se fragmentan en las células y se recubren de una pared.

2. Fisión o escisión de células somáticas, para dar dos células hijas por constricción y formación de una pared celular.

3. Gemación de células somáticas, formación de una pequeña evaginación (yema), a la cual migra un núcleo hijo, cada yema crece y se separa produciendo un nuevo individuo.

4. Esporulación, producción de esporas que germinan originando un tubo germinal que desarrollará el micelio. Son muy variables en forma, color, tamaño y número de células. Algunos hongos producen un sólo tipo de esporas, otros llegan a producir hasta 4 tipos diferentes. Pueden ser:

- Esporangiosporas.- esporas producidas en esporangios, los esporangios son estructuras saciformes cuyo contenido se convierte en su totalidad por segmentación en una o más esporas que están rodeadas por una pared esporal.

Pueden ser de dos tipos:

- Zoosporas.- móviles, uniflageladas o biflageladas, con flagelos lisos o barbulados (con mastigonemas).

- Aplanosporas.- no presentan movilidad.

5. Conidios, (conidiosporas) esporas producidas en el ápice o lados de hifas.

Reproducción sexual

Alexopoulos, (1979). Menciona que la reproducción sexual implica la unión de núcleos. Según la implicación del talo en la reproducción sexual respecto a la formación de estructura u órganos sexuales se distinguen dos tipos de hongos:

- Holocárpicos.- el talo entero se convierte en una estructura (órgano) reproductivo. Las fases somática y reproductiva no coexisten.
- Eucárpicos.- los órganos reproductores surgen únicamente de una porción del talo, el resto continua sus actividades somáticas normales.

La reproducción sexual, implica la unión de dos núcleos compatibles y se separa en las siguientes fases:

1. Plasmogamia.- unión de los dos protoplastos y la reunión de los dos núcleos en una célula
2. Cariogamia.- unión de los dos núcleos, posterior a la plasmogamia.
3. Meiosis.- paso al estado haploide.

Plasmogamia y Cariogamia son casi simultáneas en los hongos primitivos, pero están separadas en el tiempo y el espacio en los hongos más complejos, por lo que las células tienen dos núcleos genéticamente distintos (dicarióticas y heterocarióticas). Las hifas dicarióticas pueden crecer duplicando sus núcleos y manteniendo la heterocariosis (Alexopoulos, 1979).

Tipos de reproducción sexual

1. Copulación de planogametos, gametos flagelados.
 2. Contacto gametangial o gametangia, los gametangios entran en contacto pero sin fusión, el núcleo masculino migra a través de un poro o tubo de fecundación hasta el gametangio femenino.
 3. Copulación gametangial o gametangiogamia, los gametangios o sus protoplastos se fusionan dando lugar a un cigoto o espora de resistencia.
 4. Espermatización, plasmogamia producida por unión de un espermacio (gameto inmóvil uninucleado) con una estructura receptora.
 5. Somatogamia, fusión de células somáticas durante la plasmogamia
- (Alexopoulos, 1979).

Tipos de ciclos vitales

1. Haplobióntico.- sólo hay un tipo de talo (haploide o diploide).

2. Diplobióntico.- un talo haploide alterna con un talo diploide. Sólo los Oomycetes presentan un micelio diploide y los gametos son haploides (Alexopoulos, 1979).

Tipos de hongos según la distribución de sexos

- Monoicos.- con órganos masculinos y femeninos en el mismo talo, puede reproducirse sexualmente sólo si son autocompatibles.

- Dioicos.- los órganos sexuales están separados en individuos diferentes

- Sexualmente indiferenciados.- las estructuras sexuales son morfológicamente indistinguibles.

Los gametangios son los órganos sexuales que producen células sexuales diferenciadas con uno o más núcleos gaméticos.

Pueden ser de dos tipos:

- Isogametangios.- morfológicamente indistinguibles y producen isogametos también indistinguibles.

- Heterogametangios.- morfológicamente diferentes y producen heterogametos, son de dos tipos:

- Anteridios, masculinos

- Oogonios, femeninos (Alexopoulos, 1979).

G). Compatibilidad en los hongos

Alexopoulos, (1979). Habla sobre la distinción de diferentes tipos de hongos según la compatibilidad

- Homotálicos, son sexualmente autofértiles, pueden reproducirse por si mismos.
- Heterotálicos, los talos son sexualmente autoestériles, requieren otro talo de tipo diferente, pueden ser de dos tipos:
 - Bipolares (unifactoriales), los talos pueden ser de dos tipos según la compatibilidad, genes A_1 y A_2 .
 - Tetrapolares (bifactoriales), hay 4 tipos de talo (individuos), la compatibilidad se regula por dos pares de factores A_1A_2 y B_1B_2 en 2 cromosomas distintos, sólo es posible el cigoto $A_1A_2B_1B_2$.
 - Homotálicos secundarios, en algunos hongos heterotálicos bipolares durante la formación de las esporas actúa un mecanismo por el que dos núcleos de tipo de apareamiento opuesto pasan al interior de cada espora que al germinar da un talo con núcleos A_1 y A_2 comportándose como homotálico.

Romero, (1988). Menciona que al igual que los Ascomycetes, algunos Basidiomycetes son Homotálicos (10%) y otros son heterotálicos (90%). Ahora bien, la compatibilidad sexual en aproximadamente (37%) de las especies heterotálicos dependen de un par de factores, Aa, localizados en el mismo locus de diferentes cromosomas y su comportamiento es igual que el de los Mucorales heterotálicos o el de algunos Ascomycetos, a esta especie se le llama “bipolares”.

El resto de las especies heterotálicos son “tetrapolares”, es decir, su compatibilidad sexual depende de dos factores, Aa Bb, localizados en diferentes cromosomas y como segregan independientemente, las especies tetrapolares pueden producir cuatro tipos de basidiosporas: AB, Ab, aB y ab, dependiendo del arreglo de los cromosomas durante la meiosis y la recombinación.

Deacon, (1988). Menciona que en los basidiomicetos, se encuentran sistemas de compatibilidad más complejos en los que con frecuencia hay dos loci, A y B, que presentan cada uno ya sea dos alelos (compatibilidad multipolar). Cualquiera que sea el caso, el éxito del apareamiento depende de los diferentes alelos en cada locus, así se tiene que AB se apareará con ab, pero no con Ab.

H). Aptitud combinatoria

Robles, (1990). Menciona que la Aptitud Combinatoria, se refiere al comportamiento medio de una línea, en las combinaciones híbridas al cruzar con otras líneas, el comportamiento de una o varias líneas al cruzar con una variedad con acción génica amplia o el de la cruza entre variedades.

En cuanto que Brauer, (1985). Define que la Aptitud Combinatoria, es el comportamiento relativo de las líneas o variedades usadas como progenitores. Tal comportamiento se avalúa por la capacidad del rendimiento del híbrido de cada cruza con respecto a variedades o otras líneas.

I). Aptitud combinatoria general

La habilidad combinatoria significa la capacidad que tiene un individuo o una población de combinarse con otras, dicha capacidad es medida por medio de su progenie. La Aptitud Combinatoria General es el comportamiento de una línea en combinaciones híbridas (Márquez, 1988 y Jugenheimer, 1981).

Brauer, (1985). Define a la Aptitud Combinatoria General, que esta se mide por el promedio de rendimiento de una línea apareada con varias otras.

Robles, (1990). Menciona que la Aptitud Combinatoria General, incluye la acción genica aditiva de líneas puras o en proceso de formación.

J). Aptitud combinatoria especifica

Brauer, (1985). Indica que la Aptitud Combinatoria Especifica, se mide por el rendimiento y se refiere a sus dos progenitores exclusivamente.

Robles, (1990). Habla que la Aptitud Combinatoria Especifica, en líneas incluye todos los efectos de los que no puede dar cuenta el esquema aditivo.

K). Cultivos de hongos comestibles

La producción de hongos a nivel mundial se incrementa considerablemente después de la segunda guerra mundial. Tan solo en el período que comprende entre 1983-1984 se produjeron 1.5 millones de toneladas métricas de hongos (peso fresco) en todo el mundo. Las especies que se cultivaron en un orden de importancia son las siguientes: champiñón (*Agaricus ssp.*); shiitake (*Lentinus edodes*); hongo de paja (*Volvariella volvacea*); hongo de invierno (*Flammulina velutipes*); oreja de madera (*Auricularia ssp.*); setas (*Pleurotus ostreatus*); namake (*Pholiota nameko*); hongo blanco gelatinoso (*Tremella fuciformis*) y trufas (*Tuber spp.*) (Chang y miles, 1989).

En el año de 1974 se introdujo a México el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, por los cultivadores de hongos, conocidos como orejas blancas o setas. Esta es una especie que ha llamado mucho la atención de los cultivadores debido a las ventajas que estos hongos presentan al desarrollarse sobre materiales que son económicamente accesibles tales como residuos agroindustriales y esquilmos (Martínez-Carrera *et al.*, 1984).

El cultivo de los hongos comestibles representa diversas ventajas en la producción de alimentos, tales como: 1) el uso de residuos agroindustriales como sustratos para el cultivo, 2) el alto valor proteínico que contienen, 3) los altos rendimientos se obtienen en pequeñas áreas y, 4) la obtención de una biomasa significativa en cortos períodos de tiempo y un bajo costo (Martínez-Carrera *et al.*, 1984).

Uno de los principales trabajos realizados por Bautista *et al.*, (1997). Mencionan que la determinación de la composición química de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*): INIREB-8, CDBB-H-896 y CDBB-H-897, cultivadas en un invernadero (22 - 28 °C de temperatura y 80 ± 5 % de humedad relativa), utilizando paja de trigo como sustrato. El análisis de los cuerpos fructíferos expresado en g/100 g en peso seco, reveló valores de: Proteína (N x 6.25): 24.64 - 28.50; lípidos: 1.10 - 1.85; cenizas: 7.66 - 8.79; fibra cruda: 11.22 - 11.82; fibra dietética total: 32.14 - 36.81 y carbohidratos totales: 50.67 - 54.01. Se encontraron cantidades significativas de riboflavina: 3.31 - 3.70, tiamina: 1.92 - 1.96, niacina: 35.98 - 36.56 y ácido ascórbico 28 - 35, mg/100 g en peso seco; los contenidos de calcio y fósforo fueron menos significativos. El contenido de ácido linoleico fue de 63.60 - 68.45 % del total de los lípidos. Concluyen que las setas son fuente importante de vitaminas, fibra dietética y proteína. Con base en su contenido de nutrimentos la mejor de las tres cepas estudiadas fue la INIREB-8.

Otro trabajo hecho por Bautista *et al.*, (1998). Donde se determinaron los principales compuestos nitrogenados y el perfil electroforético de las cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus* INIREB-8, CDBB-H-896 y CDBB-H-897; cultivadas en invernadero (22-28°C de temperatura registrada y 75-85 % de humedad relativa), utilizando paja de trigo como sustrato. Los resultados más relevantes del análisis de los cuerpos fructíferos (g/100 g en peso seco) fueron: nitrógeno de proteína verdadera: 2.98 ± 0.03 - 3.25 ± 0.13 ; nitrógeno de aminoácidos: 2.7 ± 0.001 - 3.20 ± 0.11 ; nitrógeno soluble (no protéico): 1.84 ± 0.12 - 1.95 ± 0.006 ; contenido total de aminoácidos: 17.80 - 21.27, quitina: 4.00 ± 0.22 a 4.62 ± 0.01 y ácidos nucleicos: 1.80 ± 0.01 - 1.99 ± 0.005 .

En la comparación del contenido de proteína calculado por nitrógeno de aminoácidos, nitrógeno total x 4.38 y nitrógeno de proteína verdadera (precipitable con ácido tricloroacético) no se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), lo cual sugiere que cualquiera de los tres métodos es adecuado para determinar el contenido real de proteína en las setas. El perfil electroforético fue muy similar entre las setas INIREB-8 Y CDBB-H-897 en tanto que la CDBB-H-896 fue diferente.

Bautista *et al.*, (1998). Hablan de la evaluación de la calidad proteínica de los cuerpos fructíferos de las cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus*: INIREB-8, CDBB-H-896 y CDBB-H-897, cultivadas en invernadero (22 - 28 °C de temperatura registrada y 75 - 85 % de humedad relativa), utilizando paja de trigo como sustrato. Los principales resultados fueron: Contenido químico de 64.92 a 75.75 % siendo la leucina el primer aminoácido limitante ; lisina disponible: 74.28 a 80.00 % de la lisina total; digestibilidad *in vitro*: 67.75 - 68.38 %; valor proteínico relativo determinado con *Tetrahymena thermophila*: 100.96 - 107.85 %, menor que el de la soya y el huevo entero, pero similar a la leche descremada en polvo. Cuando se suplementó la harina de algunos cereales con harina de setas INIREB-8 en proporciones de 90:10, 90:20 y 50:50 el VPR se incrementó hasta en un 21.73, 30.52 y 19.61 % respectivamente. El contenido de proteína también aumentó entre 5.92 y 10.84 %; la digestibilidad *in vitro* de la proteína osciló entre 69.26 y 77.4 %. El contenido químico para el arroz y tortilla de maíz, en mezcla 50:50 se incrementó en 14.12 y 26.91 % respectivamente. Se concluye que por su contenido de lisina, triptófano y otros aminoácidos esenciales, la proteína de las setas se complementa adecuadamente con la de los cereales por lo que sería altamente recomendable incluirla en la dieta diaria.

Morales *et al.*, (1991). Mencionan que *Bursera simaruba* (L.) Sarg. Es uno de los árboles más comunes en las regiones tropicales y subtropicales de México, cuya madera es blanda y blanca. Esta planta es de rápido crecimiento y puede ser fácilmente propagada por estaca. Se cultivó una sepa de *Lentinula edodes* sobre aserrín de esta especie, suplementando con salvado de trigo. Se obtuvo una eficiencia biológica de 49.9%, la cual es equivalente a la obtenida con aserrín de *Quercus* que fue de 48.2%. El tiempo promedio para producir la primera cosecha de hongos fue casi el mismo, en comparación con los otros substratos estudiados. Sin embargo, el número promedio de cuerpos fructíferos por bolsas fue 24.8% ($p < 0.05$) más alto en aserrín de *Quercus*.

En otro trabajo realizado por Morales *et al.*, (1991). Cultivaron dos cepas de *Lentinula edodes* sobre diferentes tipos de aserrín suplementado, empleando bolsas de plástico. El aserrín estudiado se obtuvo de los siguientes árboles: *Quercus* sp., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *arguta* (Schl.) Furlow y *Heliocarpus donnell-smithii* Rose. La cepa CP-7 mostró mayor adaptación a las condiciones de cultivo y los mejores rendimientos en los substratos estudiados. En el aserrín suplementado con salvado de trigo, la mayor eficiencia biológica fue de 70.91% con la cepa CP-7 y se obtuvo en *H. donnell-smithii*; mientras que la mínima de 4.0% se registró en *A. acuminata* con la cepa CP-8. En el aserrín suplementado con salvado de trigo y bagazo de algodón se obtuvieron eficiencias biológicas mayores para ambas cepas en la mayoría de los casos, siendo la más alta de 65.96% registrada en *H. donnell-smithii* con la cepa CP-7; mientras que la menor de 3.33% se obtuvo en el mismo substrato pero con la cepa CP-8.

Rinker, (1991). Habla de que el hongo *Pleurotus ostreatus* se cultivó sobre residuo de lino (*linum usitatissimum*) de dos tamaños (en partículas de 0.6 - 0.8 mm y mayor de 1.2 mm), así como en una mezcla de restos de dicho material, tal y como salen de la fábrica; la paja de trigo picada fue utilizada como control. Después de cuatro días de pre-mojado, los substratos se sometieron a 65°C por 6 horas y a 50°C por 8 horas. El substrato inoculado se introdujo en bolsas de plástico transparentes (36 cm de diámetro) y se incubó durante 2 semanas. A al eliminar el plástico, el substrato se sometió a una temperatura de 16-17°C, y un fotoperiodo de 12 horas, con aireación adecuada. El desarrollo micelial fue bueno en todos los tratamientos y la fructificación se generó casi al mismo tiempo en todos los casos, sin embargo, los restos de lino produjeron apenas 40% (kilogramos/tonelada seca de substrato), en relación con la producción de paja de trigo durante los tres períodos de cosecha. No hubo diferencias significativas en cuanto al tamaño y tipo de substrato utilizado. Aunque se obtuvo la primera cosecha de hongos a partir de residuo de lino en todos los casos, casi 40% de las unidades experimentales no produjeron más cosecha, La calidad de los substratos estudiados se deterioró después de la primera cosecha. Los mohos *Penicillium*, *Aspergillus* y *Trichoderma* aparecieron en el substrato al final del período de cosecha.

Martínez-Carrera *et al.*, (1991). Mencionan que el *Pleurotus smithii* es un hongo comestible que crece silvestre sobre diferentes substratos en México. El trabajo consistió en aislar cepas de dicha especie y estudiarlas en diferentes condiciones de temperatura, p“H” y medios de cultivo. Asimismo se cultivaron sobre dos substratos y se determinó su patrón de sexualidad.

El mejor desarrollo micelial se observó en agar de dextrosa y p“H” de 6-6.5 a 25°C. *Pleurotus smithii* mostró un patrón de sexualidad heterotálico tetrapolar. Se obtuvieron cuerpos fructíferos cultivados en granos de trigo y olote de maíz, los cuales se diferenciaron a partir de pequeños sinemas de 1-10 mm de altura.

Benitez C. F., Huerta P. G. y Sánchez V. J., (1998). Donde se determinó la productividad y la eficiencia de 18 cepas de *Pleurotus djamor* nativas de la Región del Soconusco, Chiapas. Para eso, se evaluó el crecimiento micelial sobre medio de papa-dextrosa-agar suplementado con extracto de levadura al cinco porciento (PDA-L) a p“H” 5.5 y la producción sobre pulpa de café de cada una de las cepas. Para fines de comparación se usaron como testigos las cepas comerciales de *P. ostreatus* IE-8, UAM-3 y CP-50. Con el fin de definir un método de laboratorio, que identifique las cepas productivas, se correlacionó la producción de ocho de las cepas estudiadas con la velocidad de colonización en granos de sorgo, la velocidad de colonización en pulpa de café molida y el porciento de biomasa reducida en el medio de 2 Deoxi-D-Glucosa (2-DG). *Pleurotus djamor* ECS-0138 presentó la mayor velocidad de crecimiento con 20.36 mm/día y *P. djamor* ECS-0149 la menor con 7.15 mm/día. Las cepas más prometedoras por su producción fueron: ECS-0144, ECS-0149, ECS-0143 y ECS-0138 con eficiencias biológicas de 125.17% a 99.38 % y tasas de producción de 7.33% a 5.85%. Estas presentaron mejores valores que la cepa comercial de *P. ostreatus* CP-50 que tuvo una eficiencia biológica de 89.39% y una tasa de producción de 4.32%. Mencionan que ninguno de los métodos evaluados para seleccionar cepas productivas a nivel laboratorio permitió diferenciar cepas con alta y baja productividad.

Sobal *et al.*, (1991). Identificaron el etileno como un metabolito volátil producido por *Pleurotus ostreatus* en cultivo axénico. Dicho gas mostró un patrón de producción que puede correlacionarse con el desarrollo del cuerpo fructífero. Se observaron niveles progresivamente más altos de producción de etileno durante el período de fructificación. Los mayores niveles de 99.67 nivel L⁻¹ día⁻¹ se alcanzaron cuando los cuerpos fructíferos estaban completamente desarrollados. Posteriormente, se observó un decrecimiento de etileno cuando se cosecharon los hongos.

L). Mejoramiento en hongos

Uno de los aspectos importantes en el cultivo de los hongos es la posibilidad de desarrollo de estrategias de selección y su adaptación de las cepas a cultivar, ya que de esta forma se debe garantizar la cantidad y calidad de los cuerpos fructíferos producidos a escala masiva. Esta selección dirigida se lleva a cabo a través de un proceso biotecnológico a un largo plazo, para que indique un conocimiento detallado sobre la genética de la especie (Martínez-Carrera *et al.*, 1986). Así mismo los autores mencionan que de alguna u otra forma, los trabajo sobre mejoramiento deben abocarse a la hibridación y selección dirigida de los progenitores de las cepas bajo su estudio.

Navarro, (1996). Estudio seis cepas diferentes del hongo *Pleurotus ostreatus* de diferentes procedencias, tres nativas y tres extranjeras. Donde se determino su patrón de sexualidad aislando micelios monospórico de cada una de las cepas y las entrecruzo entre sí.

Posteriormente utilizó un juego representativo de monospóricos donde hizo entrecruzamientos entre todas las cepas, y analizó por separado cepas nativas y cepas extranjeras. Entre los principales resultados menciona que los cruzamientos entre todas las cepas nativas HEMIM[41x42] y HEMIM[42x32] mostraron un 100% de compatibilidad, en cambio el entrecruzamiento HEMIM[41x42] mostró un 74% de compatibilidad. Y encontró que en las cepas extranjeras los entrecruzamientos CP[25x37] presentaron un 75% de compatibilidad, por otro lado, los entrecruzamientos CP[23x25] y CP[23x37] encontró que estos son incompatibles. Finalmente, al entrecruzar cepas nativas con cepas extranjeras no se obtuvieron híbridos. En la fase de campo menciona que se obtuvieron fructificaciones de las seis cepas parentales y de 13 híbridos seleccionados (11 nativos y 2 extranjeros). De las cepas parentelas nativas encontró que la mejor fue la HEMIM-41 con una eficiencia biológica de 74.2%; con respecto a las extranjeras la mejor fue la CP-23 con una eficiencia de 65.4%. De los híbridos nativos el que presentó mayor eficiencia menciona que fue el B con 54.6%, en tanto que los dos extranjeros alcanzaron eficiencias de un 70%. De un híbrido extranjero habla que no se obtuvo fructificación. Menciona que encontró 6 factores A y 6 factores B para las cepas nativas, y 4 factores A y 4 factores B para las cepas extranjeras.

Algunos de los primeros trabajos realizados en nuestro país sobre caracterización morfológica de algunas cepas de *Pleurotus ostreatus* y sobre el cultivo de los hongos comestibles a nivel 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*; concluyendo que en éste último no se obtuvo la eficiencia biológica de los mismos a nivel de planta productora. Otros trabajos adicionales sobre la utilización de diferentes sustratos para el cultivo de este hongo. Un ejemplo, en el Estado de Morelos se inició un estudio sobre el comportamiento de dicho hongo sobre desechos agroindustriales que se producen en dicha región, tal como bagazo de caña, olote y tamo de maíz, donde obtuvieron una elevada eficiencia biológica con el último sustrato (Acosta-Urdapilleta *et al.*, 1988).

Paz P. M., Huerta P. G. y Sánchez V. J., (1998). Hablan de que en México hay pocos trabajos tendientes a la selección de cepas termorresistentes, pues este es un problema que solo se presenta en las regiones tropicales. Por lo que selecciono cepas termorresistentes a partir de cepas comerciales de *P. ostreatus* y se formaron híbridos intra e inter especímenes capaces de crecer y fructificar a altas temperaturas. Así mismo los autores mencionan que de 1,600 micelios monospóricos sometidos a 35°C por 72 horas se recuperaron 13 micelios de la cepa ECS-0107, ocho de la cepa ECS-0111, dos de la ECS-0112, cinco de la ECS-0114, una de la ECS-0115, seis de la ECS-0152 y 11 de la ECS-0167. Los de mayor velocidad de crecimiento fueron ECS-0167-11, ECS-0114-10, ECS-0114-30, ECS-0167-1, ECS-0167-7, ECS-0152-177 y ECS-0107-34. Pudiendo decir que los entrecruzamientos de monospóricos mostraron la existencia de nueve alelos A y nueve B. Esto le permitió producir 160 híbridos con diferencias morfológicas muy marcadas.

Aún cuando en nuestro país los trabajos de investigación sobre el cultivo de hongos comestibles a nivel institucional se iniciaron en 1984, y a pesar de que existe un gran número de estudios relacionados con los cultivos de hongos comestibles, a la fecha no existe ninguna referencia sobre el apareamiento de diversos tipos de setas con el propósito de selección; por lo cual, es necesario estudiar las posibilidades de obtención de cepas con índices de mayor producción, calidad y rentabilidad, así como con características adecuadas para los gustos de este mercado (Navarro, 1996).

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación sé llevo a cabo en el laboratorio de Fitopatología que se localiza en el departamento de Fitomejoramiento de la U.A.A.A.N.

Material genético: se obtuvieron seis cepas provenientes de diferentes bases genéticas del genero *Pleurotus*, que presentan diferentes características como son: color, forma de borde en basidiocarpo, sabor y precocidad, los cuales se muestran en el (Cuadro 3.1).

(Cuadro 3.1) Genotipos de las cepas evaluadas en el laboratorio de fitopatología de la U.A.A.A.N. 1999.

Genero	Especie	Geneologias	Color de las cepas	Forma de borde en basidiocarpo	Sabor	Precocidad
<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	AN ₁	Blanco	Lizo	Agradable	Normal
<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	AN ₂	Gris	Ondulado	Exquisito	Precoz
<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	AN ₃	Perla	Lizo	Agradable	Precoz
<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	AN ₄	Azul	Ondulado	Agradable	Normal
<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	AN ₅	Blanco-1	Ondulado	Agradable	Normal
<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	AN ₆	Gris-Blanco	Ondulado	Agradable	Normal

- Agradable.- Gusta a la mayoría de la gente.
- Exquisito.- Sabor especial.
- Normal.- Tiempo de fructificación de 25-30 días.
- Precoz.- Tiempo de fructificación de 15-17 días.

La metodología para realizar el medio de cultivo fue de acuerdo a (Martínez-Carrera *et al.*, 1991), en cuanto al acomodo de las cruas se hizo en base al método que se conoce con los nombres de Cuadro de Punnett ó Tablero de Ajedrez de acuerdo a (Alvarado, 1988).

Procedimiento:

1).- Preparar un litro de medio de cultivo de P.D.A (Papa-Dextrosa-Agar), en el cual se ponen 39 gr P.D.A./1lt. de agua previamente esterilizada.

2).- Esterilización del medio de cultivo, lo cual se hizo en un autoclave a 230° C por un tiempo de 30 minutos.

3).- Se procedió al llenado de las cajas Petri con el medio de cultivo ya previamente esterilizado, el llenado de las cajas Petri es a consideración del investigador, esto se hizo en una Cámara de Flujo Laminar.

4).- Se espero un tiempo de 5 minutos para que solidificara el medio.

5).- La siembra se realiza en una Cámara de Flujo Laminar, tomando una alicuota de las diferentes cepas, esto se hizo con una aguja de disección estéril, poniendo dos cepas por caja con seis repeticiones como se muestra en el (Cuadro 3.2).

(Cuadro 3.2). Cruzas posibles de todas las cepas bajo estudio U.A.A.N -1999

	AN ₁	AN ₂	AN ₃	AN ₄	AN ₅	AN ₆
AN ₁	AN ₁ xAN ₁	AN ₁ xAN ₂	AN ₁ xAN ₃	AN ₁ xAN ₄	AN ₁ xAN ₅	AN ₁ xAN ₆
AN ₂	AN ₂ xAN ₁	AN ₂ xAN ₂	AN ₂ xAN ₃	AN ₂ xAN ₄	AN ₂ xAN ₅	AN ₂ xAN ₆
AN ₃	AN ₃ xAN ₁	AN ₃ xAN ₂	AN ₃ xAN ₃	AN ₃ xAN ₄	AN ₃ xAN ₅	AN ₃ xAN ₆
AN ₄	AN ₄ xAN ₁	AN ₄ xAN ₂	AN ₄ xAN ₃	AN ₄ xAN ₄	AN ₄ xAN ₅	AN ₄ xAN ₆
AN ₅	AN ₅ xAN ₁	AN ₅ xAN ₂	AN ₅ xAN ₃	AN ₅ xAN ₄	AN ₅ xAN ₅	AN ₅ xAN ₆
AN ₆	AN ₆ xAN ₁	AN ₆ xAN ₂	AN ₆ xAN ₃	AN ₆ xAN ₄	AN ₆ xAN ₅	AN ₆ xAN ₆

6).- Se incubo a una temperatura de 26-28°C por quince días.

7).- Después de este tiempo se observaron las cruzas, identificando la compatibilidad, así como la incompatibilidad.

8).- Posteriormente se elaboraron preparaciones con azul de metileno tomando una alicuota de la zona de contacto para observar al microscopio. Un apareamiento se consideró compatible cuando se observaron fibulas en los cruzamientos y incompatible cuando éstas estuvieron ausentes.

9).- Es importante mencionar que este trabajo se realizo por varias ocasiones desde agosto 1998 hasta febrero de 1999, para así tener mas repeticiones de la investigación y por lo tanto más veracidad del trabajo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las cepas se desarrollaron en medios de cultivos iguales, donde se obtuvieron genotipos, que se observó plenamente la compatibilidad, mencionando que el trabajo se realizó por cinco ocasiones en donde las mismas cepas presentaron esta característica (Cuadro 4.1).

(Cuadro 4.1) Cruzas de las cepas de *Pleurotus ostreatus* compatibles.

AN ₂ xAN ₃	AN ₃ xAN ₄	AN ₄ xAN ₅	AN ₅ xAN ₆
	AN ₃ xAN ₅	AN ₄ xAN ₆	

En el (Cuadro 4.1) no se pusieron las cruzas recíprocas por ser iguales a las cruzas directas y se toma como una observación más.

Esto de acuerdo con el trabajo hecho por Jaimes, (1997). Donde menciona que el proceso de fusión de hifas ocurre de la siguiente manera: crecimiento hifal, secreción de una o más sustancias de atracción, contacto de hifas, suspensión de crecimiento hifal,

formación de proyecciones, disoluciones de la pared celular, y la conexión o unión del protoplasma; existiendo dos tipos de Anastomosis; perfecta e imperfecta, diferenciándose la primera de la segunda en que en esta última la disolución de la pared celular es seguida de la muerte de las células.

Es importante mencionar que los cruzamientos posibles entre las diferentes seis cepas son resultados similares a los que reporta Navarro, (1996). Indica que 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 fibulas entre septo y septo y por la capacidad de formar cuerpos fructíferos en los cuales se realiza la meiosis. También menciona que para que ocurra el proceso de dicarionización o dicariosis en los cruzamientos compatibles, deben ocurrir una serie de eventos secuenciales, a saber como son: fusión hifal, migración nuclear, asociación de los dos tipos de núcleos, división conjugada y la iniciación y fusión de la fibula.

Sin embargo de las cepas que son compatibles, la AN₂ solamente es compatible con la cepa AN₃; en cuanto que la cepa AN₃ es compatible con AN₂, AN₄ y AN₅; la cepa AN₄ es compatible con las cepas AN₃, AN₅ y AN₆; la cepa AN₅ es compatible con las cepas AN₄ y AN₆; y en el caso de la AN₆ solo es compatible con la AN₄ y AN₅. Por lo anterior las cepas que presentaron mayor compatibilidad son: AN₃, AN₄, con un total de tres cruzamientos cada una, y las cepas AN₅, AN₆ con un total de dos cruzamientos cada una y en cuanto a la que presento menos fue la cepa AN₂ con una sola cruz.

Por con siguiente es de gran interés desde el punto de vista del Mejoramiento Genético, ya que los progenitores presentan características como sabor, color y precocidad, y al obtener cruza de estos en sus combinaciones posibles, así como su evaluación, se podrán aprovechar todas las características híbridas (f_1), pudiendo mencionar que se pueden obtener mayores posibilidades de producción, calidad, rentabilidad, color, sabor y precocidad, así como con características adecuadas para el gusto del mercado.

En cuanto que Navarro, (1996). Menciona que la producción en campo al comparar resultados de cepas parentales y los híbridos comprobó que en general las cepas al ser entrecruzadas producen híbridos que en su mayoría son más densos y vigorosos que sus progenitores, y en algunos casos con una velocidad de crecimiento mayor que las cepas que le dieron origen.

Sin embargo algunos de los genotipos no presentaron compatibilidad, observando entre las cruza una línea divisoria, que es la presencia de un antibiótico que no permite el cruzamiento del micelio (Cuadro 4.2).

(Cuadro 4.2) Cruza de las cepas del hongo *Pleurotus ostreatus* incompatibles.

$AN_1 \times AN_2$	$AN_2 \times AN_4$	$AN_3 \times AN_6$
$AN_1 \times AN_3$	$AN_2 \times AN_5$	
$AN_1 \times AN_4$	$AN_2 \times AN_6$	
$AN_1 \times AN_5$		
$AN_1 \times AN_6$		

En el Cuadro (4.2) no se pusieron las cruzas reciprocas por ser iguales a las directas y se tomo como una observación más. Resultados similares reportan Eger, (1968); Raper, (1878) Citados por Navarro, (1996). Donde menciona que los genes que controla 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 $A_1 B_2$, $A_2 B_1$, $A_1 B_1$ ó $A_2 B_2$. Bajo condiciones naturales, al germinar dichas esporas producirán micelios primarios que solo serán compatibles cuando sus factores sean diferentes. Por lo tanto, solo podrán obtenerse dicarioticamente que continuaran en ciclo de vida, cuando se entrecrucen dos micelios primarios con los factores $A_1 B_2 \times A_2 B_1$ ó $A_1 B_1 \times A_2 B_2$.

V. CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis de que existe compatibilidad entre las diferentes cepas del hongo *Pleurotus ostreatus*.
- Las cepas que presentaron compatibilidad son: AN₂xAN₃, AN₃xAN₄, AN₃xAN₅, AN₄xAN₅, AN₄xAN₆ y AN₅xAN₆.
- Las cepas que presentan mas compatibilidad son: AN₃ y AN₄.
- La cepa AN₁ no presento compatibilidad con ninguna de las otras 5 cepas.
- Es posible obtener híbridos dirigidos a características deseadas.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Acosta-Urdapilleta, L., 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, U.L., G. Bustos Z. y D. Portugal P. 1988. Aislamiento y caracterización de cepas de *Pleurotus ostreatus* y su cultivo en residuos agroindustriales en el Estado de Morelos. *Rev. Mex. Mic.* Pag. 13-20.
- Alexopoulos C. J. 1979. Introducción a la micología. Ed. Universitaria de Buenos Aires. Argentina. Pag. 17-31
- Alvarado S. H. 1988. Genética general. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México Pag. 67.
- Andrade Gallegos, R.H., S. Chacón Z. y J.E. Sánchez V. 1996. Estudio sobre los hongos (macromicetos) en tres plantaciones de café en el municipio de Tapachula, Chiapas. *Rev. Mex. Mic.* 12, 79-88.
- Bautista J. M., Alanís G. MG, Ganzáles M.E, y García D. CL. 1997. Composición Química de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). ALAN. In Press.

- Bautista J. M., Alanís G. MG., Ganzáles M.E., García D. CL., y Barboza C. E. 1998. Fraccionamiento de nitrógeno y perfil proteínico de tres cepas mexicanas de (*Pleurotus ostreatus*). ALAN. In press.
- Bautista J. M. 1998. Valor nutricio de tres cepas mexicanas de (*Pleurotus ostreatus*). Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.
- Benitez C. F, Huerta P. G. y Sánchez V. J. (1998) Producción de 18 cepas de *Pleurotus djamor* del Soconusco, Chiapas. Tesis de Maestría de la UNACH. Chiapas, México.
- Brauer H. O. 1985. Fitopatología Aplicada. Ed. Limusa. México. Pag. 478-479
- Chang, S. T. y P. G. Miles, 1989. Edible mushrooms and their cultivation. CRC Press, Boca Raton.
- Deacon W. J. 1988. Introducción a la Micología Moderna. Ed. Limusa. México. Pag. 177-178.
- Eugenio C. P. y Anderson A. N. 1968. The genetics and cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Mycologia. Pag. 627-634.
- Gaston G. 1978. Hongos. Ed. Limisa. Mexico.
- Jaimes C. R. 1997. Control biológico del cancro del frijol (*Rhizoctonia solani* Kuhm.) mediante la aplicación de *Bacillus subtilis* a la semilla. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Pag. 10.
- Jugenheimer R. W. 1981. Maíz variedades mejoradas métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. Limusa. Mexico. Pag. 311-332

- LI. S.F. 1980. Studies on the tolerance to elevated temperatures in *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kummer. A contribution to taxonomy and the genetics of the fruiting process. J. Cramer Fl-9490 Vaduz. 89 p.
- López, A., G. Huerta Palacios and J.E. Sánchez. 1996. Contamination encountered during various phases of cultivation of *Pleurotus ostreatus* in Tropical Mexico. In: Proceed II. Conf. on Mushroom Biology and Mushroom Products. D. Royse (ed.) Penn. St. Univ. USA. 495-502.
- Márquez S. F. 1988. Genética vegetal. Primera Edición. AGT Editores. S.A. México. Pag. 186.
- 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., Sobal M. y Quirarte M. 1986. Obtención y caracterización de híbridos de cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus*. Rev. México. Mic. Pag. 227-238.
- Martínez-Carrera D., A. Larqué-Saavedra, P. Morales, M. Sobal, W. Martínez y A. Aguilar, 1993. Los hongos comestibles en México: biotecnología de su reproducción. Ciencia y desarrollo 108: 41-49.
- Martínez-Carrera, D. 1984. Cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre desechos agrícolas de cultivo sólido en el laboratorio. *Biótica* 9 (3): 243-248.
- Martínez-Carrera D., Morales P. y Sobal M. 1991. Cuerpos fructíferos a partir de sinemas en *Pleurotus smithii*. Mic. Neotrop. Aplic. Pag. 9-10.

- Martínez-Carrera D y Morales P. 1988. Variación morfológica y fisiológica de *Pleurotus ostreatus* en la región de Xalapa, Veracruz, México. . Mic. Neotrop. Aplic. Pag. 99-108.
- Morales P. y Martínez-Carrera D. 1991. Aserrín de *Bursera* como sustrato para el cultivo de *shiitake*. Mic. Neotrop. Aplic. Pag. 42.
- Morales P., Martínez-Carrera D.,y Martínez-Sánchez W. 1991. Cultivo de *shiitake* sobre diversos sustratos en México. Mic. Neotrop. Aplic. Pag. 76.
- Moreno M. E. 1988. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados México. Pag. 9-10.
- Muller J. 1988. Genetics potential of *Pleurotus ostreatus*: relevance to the disposal of agro-wastes. Mic. Neotrop. Aplic. 1 :29-44.
- Navarro, G. M. 1996. Cultivo comparativo y obtención de híbridos a nivel laboratorio y campo entre diferentes cepas de *Pleurotus ostreatus* en México. Pag. 9-13
- Paz P. M.M., Huerta P. G. y Sánchez V. J. (1998).Híbridos termorresistentes del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Tesis de Maestría de la UNACH. Chiapas, México.
- 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.
- Rinker L. D. 1991. Residuo de lino como sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Mic. Neotrop. Aplic. Pag. 1-7.
- Robles S. R. 1990. Terminología Genética y Fitogenética. Ed. Trillas. México, D. F.
- Romero C. S. 1988. Hongos fitopatógenos. México. Pag. 233-235.
- Smith G. 1963. Introducción a la micología Industrial, Ed. Acribia. España.

Sobal M. y D. Martínez-Carrera. 1988. Potencial de entrecruzamiento de diferentes cepas mexicanas de *Pleurotus ostreatus* aisladas a partir de diversos substratos.

Mic. Neotrop. Aplic. Pag.21-27.

Sobal M., Larqués-Saavedra A., y Soto-hernández M. 1991. Producción de etileno en cultivo axénico de *Pleurotus ostreatus* empleando la pulpa de café como substrato. Mic. Neotrop. Pag. 112.

Stamets P. y Chilton S. J. 1983. The mushroom cultivator, a practical guide to growing mushrooms at home. Agarikon Press, Olympia

