



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"IZTACALA"



B0552/88

Ej. 1

U.N.A.M. CAMPUS
IZTÁCALA

PRUEBA INDICADORA EN LABORATORIO DE TIPO
DE PUDRICION Y AGRESIVIDAD DE ALGUNOS
HONGOS XILOFAGOS DEL ESTADO DE MEXICO
SOBRE CUATRO MADERAS COMERCIALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O
P R E S E N T A :

JAVIER PEREYRA VENEGAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



ESCUELA DE QUÍMICA Y FÍSICA
PRD. DR. DIEGO IZAGALA

El presente trabajo está dedicado con respeto y cariño:

A mis padres (Epigmenia y José)

A mi esposa (Lulú)

A mis hermanos

A mi director de tesis

A mis compañeros del Jardín Botánico e Invernadero de la E.N.E.P.I.

A mis amigos en general

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento al Biólogo Jacobo D. Martínez Marcial, responsable del Jardín Botánico e Invernadero de la ENEP Iztacala (UNAM), por su paciencia y atinada dirección.

Agradezco a la Bióloga Irene Frutis Molina, encargada de la sección de Micología en el Herbario de la ENEP Iztacala (UNAM), por la identificación de las especies fúngicas utilizadas en el presente trabajo, y al M. en C. Luis Pinzón Picaseño responsable del Laboratorio de Biodeterioro y Preservación de Productos forestales del Instituto de Biología de la (UNAM), por permitirme revisar su amplia bibliografía.

Asimismo agradezco al Técnico Académico Moisés Chavez Araujo, por las facilidades otorgadas para usar el Laboratorio de la asignatura de Botánica II de la ENEP Iztacala.

Finalmente agradezco al Biólogo Ricardo Valenzuela, jefe del herbario Micológico de la E.N.C.B. (IPN), por corroborar una de las especies fúngicas.

CONTENIDO

IZT.

Pags.

1.- INTRODUCCION	1
1.1.- GENERALIDADES	1
1.1.1.- AGENTES DE DETERIORO DE LA MADERA	1
1.1.2.- CONCEPTO Y TIPO DE PUDRICION	1
1.1.3.- IMPORTANCIA BIOLOGICA Y ECONOMICA DE LA PUDRICION	3
1.1.4.- CONCEPTO DE BIODETERIORO DE LA MADERA	4
1.1.5.- LA MADERA COMO MATERIAL Y SU DEGRADACION	6
1.1.6.- RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE LA MADERA	8
1.2.- ANTECEDENTES	9
2.- OBJETIVOS	12
3.- METODOLOGIA	13
3.1.- COLECTA Y AISLAMIENTO	13
3.2.- DETERMINACION DEL TIPO DE PUDRICION	15
3.3.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE PRODUCIR PUDRICION Y AGRESIVIDAD	16
4.- RESULTADOS	19
5.- ANALISIS Y DISCUSION	33
5.1.- COLECTA Y AISLAMIENTO	33
5.2.- DETERMINACION DEL TIPO DE PUDRICION	33

5.3.- CAPACIDAD DE PRODUCIR PUDRICION Y AGRESIVIDAD	34
6.- CONCLUSIONES	38
7.- LITERATURA CITADA	41

RESUMEN

Se caracterizó experimentalmente, desde el punto de vista del biodeterioro de la madera, a 8 cepas de hongos xilófagos originarios del Estado de México, empleando dos técnicas de laboratorio: la técnica de aserrín de Badcock modificada por Pinzón Picaseño et al, (1982). para determinar tipo de pudrición y la técnica de suelo bloque, sugerida por el mismo autor, para determinar la capacidad de producir pudrición en madera de caoba, cedro, pino y oyamel.

Resultando que 6 de las 8 cepas utilizadas presentaron un cuadro característico de pudrición blanca y 2 mostraron ser productoras de pudrición morena.

Asimismo se encontró que la cepa P. azureus 8800867 resultó ser la cepa más agresiva de las 8 cepas ensayadas. Finalmente se determinó que la madera de caoba y cedro muestran mayor resistencia natural a la pudrición que la madera de pino y oyamel. Observando también que los hongos ensayados muestran gran diversidad en su comportamiento agresivo sobre las cuatro maderas ensayadas.

1.- INTRODUCCION

1.1.- GENERALIDADES

1.1.1.- Agentes de deterioro de la madera:

Los agentes de deterioro de las especies forestales se clasifican en dos grandes grupos: Agentes biológicos y agentes físicos. En el primero se agrupan a los hongos, insectos y bacterias principalmente, (HERRERA, 1977).

Los hongos pueden ser endémicos o cosmopolitas y se diferencian de las plantas superiores entre otras características por presentar nutrición absorptiva y heterotrófica, carecen de fotosíntesis, generalmente presentan un talo micelial que se encuentra dentro del sustrato, con pared típicamente quitinizada. Son organismos eucariontes que se reproducen sexual y asexualmente y pueden ser saprobios, simbioses, parásitos o hiperparásitos, (WEBSTER, 1980).

Algunos hongos se han especializado en utilizar los elementos que forman la madera como fuente de carbono y han sido llamados técnicamente, hongos xilófagos, (SCHEFFER y COWLING, 1968).

1.1.2.- Concepto y tipo de pudrición:

La desorganización de la madera causada por los hongos capaces de degradar los elementos que la constituyen produciendo un cambio en sus características físicas y químicas, es conocida como pudrición, (HUNT y GARRATT, 1962).

La pudrición se clasifica en pudrición suave o blanda, pudrición morena y pudrición blanca, cada una de ellas es reconocida por: los cambios de coloración en la madera, los sistemas enzimáticos de los hongos y los sitios de penetración hifal a través de la madera, (VELIZ, 1982).

Causada por Ascomycetos y Deuteromycetos la pudrición suave es más conspicua y cercana a la superficie, las hifas de estos hongos crecen dentro de la pared secundaria de las células creando cavidades romboidales que terminan más o menos paralelamente con las microfibras de la pared, mientras la actividad de las celulasas es restringida a la celulosa expuesta en la vecindad inmediata del crecimiento de la hifa, (HUDSON, 1980).

En la pudrición morena, las enzimas difunden de la hifa despolimerizando la lignina sin degradarla, lo cual incrementa el acceso de las celulasas que pueden difundir libremente lejos de la hifa degradando la celulosa y hemicelulosa de las paredes cercanas y a cierta distancia de la hifa, dejando una armazón de lignina, la cual mantiene la forma general de la célula. Pero en la cual los componentes de la estructura fibrilar son eliminados, provocando una disminución en la fuerza de tensión, que lleva a un fácil desmoronamiento en polvo de las paredes, y a la aparición de un patrón cúbico de agrietamiento causado por el ataque irregular de la madera, (HUDSON, 1980).

Las enzimas secretadas por las hifas de los hongos causantes de pudrición blanca tienen la capacidad de degradar todos los compo-

mentos de la pared celular como celulosa, hemicelulosa y lignina. Esta degradación de las paredes celulares de la madera ocurre de manera uniforme, lo que provoca un aspecto fibroso en la madera podrida, -- (CARTWRIGHT Y FINDLAY, 1958).

1.1.3.- Importancia biológica y económica de la pudrición:

Prácticamente toda la madera llega a estar expuesta más pronto o más tarde al ataque de los hongos destructores de madera la infección tiene lugar en la madera de los árboles vivos, troncos aserrados, formas apiladas o almacenadas o en derivados de madera, (HUNT y GARRATT, 1962).

Además de los hongos causantes de pudrición en la madera existen otros 2 grupos de menor importancia, los cuales son: a) Hongos manchadores de madera y mohos, que utilizan el contenido de las células del parénquima, causando manchados por secreción de sustancias cromógenas o crecimiento de hifas pigmentadas en la madera y b) Bacterias que degradan las células del parénquima incrementando la permeabilidad de la madera (SCHEFFER y COWLING, 1968).

Es imposible dar un dato seguro sobre la cantidad de madera que es cortada anualmente con el sólo propósito de remplazar la madera destruída por la actividad de los hongos xilófagos, sin embargo estimaciones hechas por el U.S. FOREST SERVICE indican que un 10% de -- todas las clases de productos forestales del total cortado son empleadas para substituir el material dañado, (HUNT y GARRATT, 1962).

La mayoría de los hongos destructores de madera pertenecen al grupo de los Basidiomicetos, Ascomicetos y Deuteromycetos. Estos organismos constituyen un factor determinante en la conformación de los suelos forestales como incorporadores de materia orgánica, pero también destruyen o deprecian la calidad y precio de los productos maderables y sus derivados, (SANCHEZ, 1980).

1.1.4.- Concepto de biodeterioro de la madera:

La degradación que sufre la madera a consecuencia del ataque por agentes biológicos, ha recibido nombres como plaga, enfermedad, parasitismo o saprofitismo, sin embargo aunque la madera es considerada como un material inerte, la albura de los árboles en pie contiene algunas células vivas, lo que hace que la diferencia entre parasitismo o saprofitismo no sea sencilla. Por lo que se estima que el término biodeterioro o biodegradación es más adecuado para describir este fenómeno, (LOPEZ, 1979).

Las condiciones necesarias para el desarrollo de los hongos pudridores de madera son: Fuente adecuada de alimento, suficiente grado de humedad, al menos una pequeña cantidad de oxígeno (aire) y temperatura adecuada (HUNT y GARRATT, 1962).

Los requerimientos alimenticios para que los hongos xilófagos lleven a cabo el biodeterioro de la madera es provisto por la pared celular del huésped. Aunque los almidones, azúcares y otros materiales almacenados en las cavidades de las células también pueden ser --

extraídos y utilizados, (HUNT y GARRATT, 1962).

Existe gran dificultad para determinar el contenido óptimo - de humedad de los hongos pudridores de madera porque el metabolismo - de estos hongos produce agua y por consiguiente aumentan el contenido de humedad en el medio en el que crecen. Pero en forma general un contenido de humedad entre 35-50 % favorece el crecimiento de los hongos pudridores de madera. Sin embargo la condición más favorable para su crecimiento es cuando la pared de la célula se encuentra completamente saturada de una película de agua (Punto de saturación de la fibra), en la cual se produce una difusión libre de las enzimas y de los productos de la acción de ellas, (CARTWRIGHT y FINDLAY, 1958).

Los hongos destructores de madera son organismos esencialmenaerobios y prosperan bien bajo condiciones de aereación. Pero es probable que ciertas etapas de crecimiento puedan tener lugar bajo condiciones relativamente anaerobias, produciendo sustancias como ácido oxálico, alcoholes etc. (CARTWRIGHT y FINDLAY, 1958).

La temperatura óptima de crecimiento de los hongos varia grandemente de especie a especie. Sin embargo generalmente los hongos destructores de madera crecen mejor a temperaturas moderadas y se ha determinado que la temperatura óptima de crecimiento de la mayoría de - las especies Europeas varia entre 25 y 30 °C, (CARTWRIGHT y FINDLAY, 1958).

En general el PH en el que crecen los hongos varia extensamente de acuerdo a los organismos y al medio en el que crecen. No obstan

te se acepta generalmente que los hongos de la madera crecen adecuadamente en un medio ácido, aunque muchas especies logran un buen crecimiento en los medios cercanos a la neutralidad, (CARTWRIGHT y FINDLAY, 1958).

La capacidad degradadora de los hongos pudridores de madera supera grandemente la capacidad destructora de las bacterias celulolíticas ya que estas sólo pueden actuar sobre superficies libres, por lo cual su capacidad para una rápida extensión por penetración mecánica queda grandemente reducida por lo que su importancia en la descomposición de la madera es mucho menor, (HUDSON, 1980).

1.1.5.- La madera como material y su degradación:

La madera constituye la parte leñosa de las plantas, formada por el conjunto de elementos conductores lignificados, y representa todas aquellas porciones de los ejes de las plantas principalmente troncos provistos de crecimiento secundario que se producen por divisiones de las células del cambium, (BARAJAS y ECHENIQUE, 1981).

Los constituyentes químicos de la madera incluyen materiales estructurales de la pared celular como celulosa, hemicelulosa, lignina, materiales de reserva, cantidades pequeñas de materia inorgánica y de materiales extraños que son depositados en la pared celular y lumen de la células, (SCHEFFER y COWLING, 1968).

La celulosa es uno de los constituyentes principales de las pa-

redes celulares y consiste de largas cadenas de residuos de D-glucosa unidos por uniones glucosídicas beta 1-4. Una sóla cadena contiene _ de 1400 a 10 000 residuos de glucosa. Estas cadenas lineales estan _ unidas lateralmente por uniones H en microfibrillas filiformes, y éstas se encuentran agregadas para formar fibrillas, Cada microfibrilla contiene de 280 a 800 cadenas de celulosa. La celulosa puede ser cristalina o amorfa dependiendo del grado en el cual las unidades están orientadas en las cadenas paralelas, (SARASOLA y ROCCA, 1975).

La hemicelulosa consiste de heteropolímeros cortos formados de glucosas, galactosas, xilosas, manosas, arabinosas y ciertos ácidos _ uronicos. La mayoría de los polisacáridos son agregados linealmente en microfibras, las cuales tienen un corazón central de celulosa cristalina que recorre toda la fibra, de modo que las moléculas de hemicelulosa y lignina son depositadas alrededor del corazón de celulosa formando series interconectadas de sistemas de polímeros, (SCHEFFER Y COWLING, 1968).

La lignina es el tercer componente principal de las paredes _ celulares en las plantas leñosas y actua como substancia cementante entre las células. La lignina es un polímero aromático que contiene va--rios compuestos fenólicos y es considerada como el elemento de la madera más resistente al ataque de los hongos, (KIRK, 1971).

La celulosa es el material orgánico más abundante sobre la tierra, su degradación por los hongos destructores de la madera se realiza al menos por 2 enzimas, el modo en que actua la primera, llamada C₁

no es conocido, pero libera las microfibras que forman la celulosa produciendo cadenas lineales de glucosa, la enzima C_x identificada como 1-4 beta glucanasa, cataliza la separación hidrolítica del producto todavía insoluble de C_1 a celobiosa y ésta finalmente es hidrolizada por una beta glucosidasa a glucosa que puede pasar directamente a los ciclos metabólicos del hongo, (HUDSON, 1980).

1.1.6.- Resistencia y durabilidad natural de la madera:

La resistencia a la pudrición depende al menos de algunas características naturales de cada madera: Como el grado de lignificación de las paredes celulares, los bajos contenidos de Nitrógeno de la madera, pero la fuente principal de resistencia a la pudrición son las sustancias tóxicas depositadas durante la formación del duramen; como fenoles, terpenos, tujanplicas, pinosilvinas, en Gimnospermas o taninos en Angiospermas que son capaces de prevenir o retardar el desarrollo de las hifas, (HUDSON, 1980).

1.2.- ANTECEDENTES

Aunque en el extranjero existen numerosos estudios sobre organismos biodegradadores de madera estos han sido enfocados hacia especies forestales diferentes a las que existen en México. Sin embargo en nuestro país se han realizado trabajos de tipo florístico que detectan la cantidad de especies destructoras de madera, algunos de éste tipo son:

GALVAN VILLANUEVA y GUZMAN, (1977). Realizan un estudio florístico de los hongos destructores de la madera del grupo de los Poliporaceos en el Estado de Morelos, donde reportan 67 especies y hacen una descripción de las características macroscópicas y microscópicas de las fructificaciones encontradas y una discusión acerca de su distribución.

SANCHEZ RAMIREZ, (1980). Presenta un estudio exploratorio sobre hongos destructores de madera comunes en la meseta Tarasca Michoacán. La afinidad de los hongos hacia los tipos de madera de la región y una discusión acerca de su distribución. Reportando 40 especies de hongos destructores de madera.

SARMIENTO y VAZQUEZ, (1984). Publican un trabajo realizado en el centro experimental Ing. Eduardo Sangri Serrano en Escarcega Campeche acerca de la susceptibilidad de 25 especies forestales tropicales al ataque de hongos xilófagos en condiciones naturales usando estacas en

terradas a la intemperie.

Algunos de los antecedentes directos que existen en la literatura relacionados con la evaluación biodegradadora de hongos xilófagos que han brindado lineamientos y metodología para la realización de éste trabajo son:

HERNANDEZ JIMENEZ, (1984) Presenta un estudio determinando tipo de pudrición, agresividad y tolerancia a la creosota de 20 hongos destructores de madera utilizando bloques de pino y liquidámbar, empleando el método de Malta agar y suelo bloque. Determinando también la tolerancia al preservador utilizado por medio de una escala comparativa.

LOPEZ GUERRERO, (1979) Realiza la caracterización desde el punto de vista del biodeterioro de la madera, de 20 cepas de hongos xilófagos. Determinando tipo de pudrición, agresividad y tolerancia a un preservador, la creosota. Utilizando la técnica malta agar y bloques de madera de pino y liquidámbar para la prueba de suelo bloque.

PEREZ OLVERA y SALINAS QUINARD, (1977) Realizan un trabajo utilizando una prueba de laboratorio indicadora de resistencia a la pudrición en dos especies de encino originarios de San Dimas Durango y una cepa de Polyporus sanguineus como agente de pudrición. Trabajando de cada especie tanto madera de albura como de duramen.

PINZON PICASEÑO et al., (1982) Describe cuatro técnicas de laborato-

rio para la caracterización de hongos xilófagos, desde el punto de vista de su actividad biodegradadora.

PINZON PICASEÑO y VELIZ AVILA, (1984) Llevaron a cabo un estudio en laboratorio con cuatro cepas de hongos xilófagos y su acción sobre bloques de madera de pino y liquidámbar, determinado tipo de pudrición, y planteando categorías de agresividad basadas en la pérdida de peso de los bloques.

VELIZ AVILA, (1982) Caracteriza experimentalmente 22 cepas de hongos destructores de madera aislados en la región de los Tuxtlas Veracruz. Determinando el tipo de pudrición por el método de Badcock, evaluando la agresividad por el método de malta agar y suelo bloque. Evaluando también la tolerancia de las 22 cepas a diferentes concentraciones de creosota.

2.- OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo, es aportar información sobre la actividad biodegradadora de 8 cepas de hongos xilófagos recolectados en el Municipio de Ocuilán de Arteaga Estado de México, como agentes degradadores de las cuatro maderas de mayor importancia comercial en México. Caoba, cedro, pino y oyamel.

OBJETIVO PARTICULARES

Colecta y aislamiento de algunos hongos lignícolas en el Municipio de Ocuilán de Arteaga Estado de México.

Determinar el tipo de pudrición que causan las cepas aisladas.

Evaluar la agresividad de estas cepas en madera de caoba, cedro, pino y oyamel.

3.- METODOLOGIA

3.1.- Descripción de la zona de recolecta:

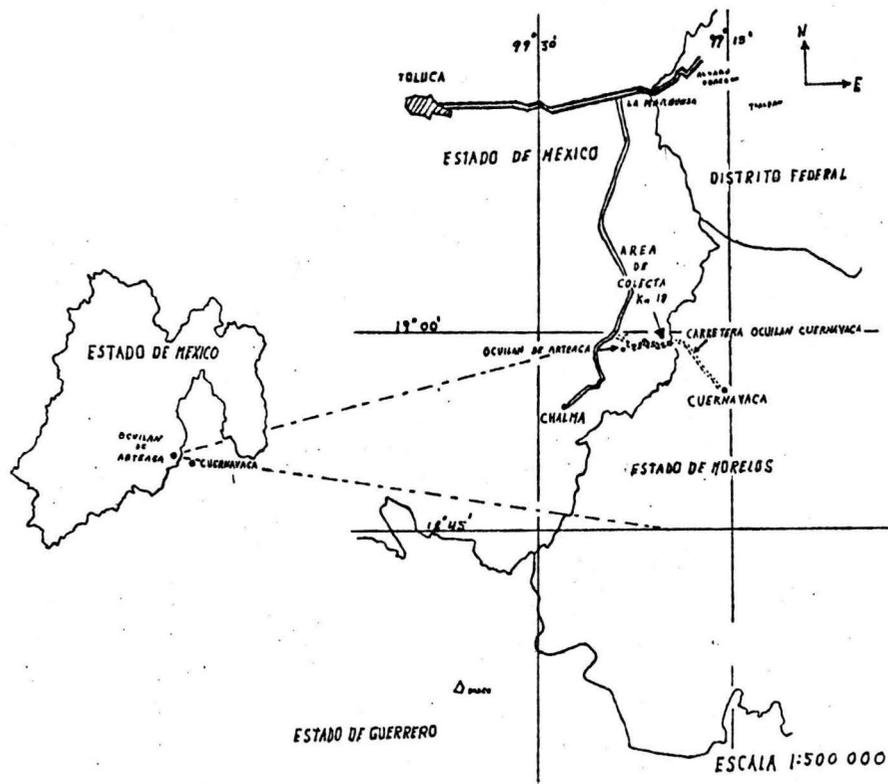
Los basidiocarpos lignícolas utilizados en éste trabajo fueron recolectados en el Municipio de Ocuilán de Arteaga Estado de México, Km 18 de la carretera de terracería Ocuilán-Cuernavaca. La zona se encuentra a 2500 msnm, con clima templado subhúmedo con lluvias en verano $C (W_2) (w) \text{ big.}$ y una precipitación anual de 1313.3 mm, temperatura $\text{media anual de } 16-18^{\circ} \text{ C}$, la vegetación de la zona corresponde al tipo de Bosque mesófilo de Montaña. (Dirección general de Geografía del te rritorio Nacional,1981).

3.2.- Colecta y aislamiento:

Se recolectaron en el mes de Agosto de 1986 cuerpos fructíferos de Basidiomicetes lignícolas con una porción de sustrato; tom \underline{a} ndo notas directamente en el campo, de acuerdo a las técnicas usuales en micología.

Para efectuar el aislamiento se obtuvieron fragmentos del contexto de la fructificación y fueron cultivados en malta agar, medio constituido de:

Extracto de malta ----30 g
 Bactoagar-----15 g
 Agua destilada -----1 000 ml



14

MAPA # 1 Ubicación del área de colecta de los Basidiocarpos lignícolas. Aproximadamente km 18 de la carretera de terracería Ocuilán Estado de México - Cuernavaca Morelos, y su vía de acceso.

El medio de cultivo se esteriliza a quince libras por pulg.² durante quince minutos vaciando después 20 ml de medio en cada caja petri, ya solidificado el medio se incuba durante tres días para probar esterilidad y después se procede a sembrar los fragmentos de la fructificación, aislandose la cepa por resiembras periodicas.

3.3.- Determinación del tipo de pudrición:

Para determinar el tipo de pudrición se empleo el método de aserrín de Badcock modificado por PINZON PICASEÑO et al, (1982). La técnica consiste en el empleo de un medio de cultivo a base de un tipo blanco de aserrín de madera. La composición del medio es:

Aserrín de pino	----	1 000 g
Harina de maíz	----	30 g
Harina de hueso	----	20 g
Agua la necesaria	--	La necesaria

El procedimiento consiste en mezclar el aserrín con las harinas, después añadir agua hasta que al apretar con el puño el aserrín escurran algunas gotas de agua. Una vez preparado el medio fueron vaciados sin comprimir demasiado 14 g en cada uno de los tubos de cultivo cuyas dimensiones son 2 por 20 cm, posteriormente se procedió a inocular cada especie de hongo en dos tubos, a los cuales les fué marcado el sitio de ino

culación, la fecha de siembra y el número de cepa. Los tubos preparados fueron incubados en cajas de plástico adaptadas a una humedad relativa de 79 % y una temperatura de 25 a 30 °C en obscuridad durante cuatro semanas. En la técnica utilizada la pudrición blanca fué determinada por la presencia de algun grado de obscurecimiento del aserrín. Mientras que la pudrición morena se evidencía por la presencia de zonas claras en la parte colonizada del sustrato.

Las maderas utilizadas fueron compradas en una maderería de la Ciudad de México, seleccionadas por su buen estado, libre de patógenos y por no haber sido tratada químicamente.

Los bloques fueron cortados de 15 mm de ancho por 10 mm de grueso y 30 mm de largo, con la dimensión mayor de acuerdo al sentido del grano de la madera. Los bloques se marcan numéricamente en forma progresiva. Posteriormente los bloques se colocan en charolas y se secan al horno durante 24 hrs. a 105 °C después las charolas con los bloques se pasan a un desecador con sílica gel dejandolos durante 30 minutos, después los bloques se pesan uno por uno en una balanza analítica con aproximación de 0.0001 g para obtener su peso inicial (Pi).

3.4.- Determinación de la capacidad de producir pudrición y agresividad

Para determinar la capacidad de producir pudrición, se utilizo el método de suelo bloque sugerido por PINZON PICASEÑO et al., (1982).

Las cámaras de pudrición, son frascos de conserva de 500 ml y tapaderas de rosca sin empaque a los cuales se les añade un volumen de 118 cc de suelo con un peso de 94.2 g y 48.6 ml de agua destilada.

Se empleó suelo del volcán Xitle D.F. a 3 000 msnm, horizonte 0-20 cm, las muestras se secan y homogenizan tamizandolas en malla del # 10.

Los bloques pesados anteriormente (Pi) son colocados en las cámaras de pudrición con ayuda de pinzas. Se colocan dos bloques en cada cámara por cada especie de hongo y cada tipo de madera en forma paralela entre si y semienterrados, nivelando su superficie con la del nivel del suelo. Se utilizan 10 repeticiones de bloques como testigo. Después las cámaras se esterilizan a quince libras por pulg.² durante una hora a 121 °C con las tapas aflojadas un cuarto de vuelta. Luego se inoculan las cámaras de pudrición a partir de las cajas de Petri con micelio previamente desarrollado, con ayuda de un sacabocados esteril cuidando que los bloques de micelio con medio se tomen a la misma distancia radial para homogenizar edad y vigor de crecimiento de los inóculos. Se toma un inóculo por cada bloque de madera colocandolo una parte sobre el bloque y la parte restante sobre el suelo. El proceso de inoculación fué repetido en 5 cámaras para cada cepa.

La incubación se realiza durante 46 días a 26 °C y humedad de 79 % en obscuridad, después se cepillan los bloques y son pesados in--

dividualmente para obtener su peso hidratado (Ph) . Finalmente los bloques de prueba y testigos son secados nuevamente repitiendo el proceso de secado para obtener el peso anhidro o peso final (Pf) .

La capacidad de producir pudrición se obtiene aplicando la siguiente fórmula: $Cp = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$, y el contenido de humedad de acuerdo a la siguiente fórmula: $Ch = \frac{Ph - Pf}{Pf} \times 100$.

Los valores obtenidos, de la capacidad de producir pudrición, de cada especie, seran traducidos a categorias de agresividad con el proposito de interpretar los datos numéricos a terminos significativos y de facil utilización, con base a la tabla número 1 , propuesta por Lopea Guerrero, (1979) .

% PESO PERDIDO	CATEGORIA DE AGRESIVIDAD	CLAVE
< - 5	LIGERAMENTE AGRESIVOS	A
6 - 15	MODERADAMENTE AGRESIVOS	B
16 - 25	AGRESIVOS	C
26 - >	ALTAMENTE AGRESIVOS	D

4.- RESULTADOS:

Los ejemplares colectados para este trabajo se muestran en la siguiente tabla 2

NOMBRE CIENTIFICO	# DE COLECTA
<u>Lenzites betulina</u> (L. ex. Fr.) Fr.	10
<u>Polyporus azureus</u> Fr.	28
<u>Polyporus versicolor</u> L. ex. Fr.	29
<u>Dyctiopus pusillus</u> (Berk.) Sing.	31
<u>Polyporus azureus</u> Fr.	43
<u>Lenzites saepiaria</u> (Wulf. ex. Fr.) Fr.	45
<u>Stereum ostrea</u> (Blume et Ness. ex. Fr.) Fr.	51
<u>Laxitextum bicolor</u> (Pers. ex. Fr.) Lentz.	53

TABLA 2. Los ejemplares fueron colectados por el autor; la identificación la realizó la Biól. Irene Frutis Molina de la sección de Micología del Herbario de la E.N.E.P. Iztacala. Los ejemplares se encuentran depositados en el mismo Herbario.

Las cepas aisladas y evaluadas se muestran en la siguiente tabla 3

# DE CEPA	HONGO
JABIZ 8800863	<u>Lenzites betulina</u>
JABIZ 8800864	<u>Polyporus azureus</u>
JABIZ 8800865	<u>Polyporus versicolor</u>
JABIZ 8800866	<u>Dyctioplanus pusillus</u>
JABIZ 8800867	<u>Polyporus azureus</u>
JABIZ 8800868	<u>Lenzites saepiaria</u>
JABIZ 8800869	<u>Stereum ostrea</u>
JABIZ 8800870	<u>Laxitextum bicolor</u>

TABLA 3. Las cepas se obtuvieron del contexto de los Basidiocarpos utilizando un medio de extracto de malta agar. Estas se encuentran a disposición en el Jardín Botánico e Invernadero de la E.N.E.P.I., con los números de registro citado.

El tipo de pudrición se muestra en la siguiente tabla 4

NOMBRE DEL HONGO	CEPA #	TIPO DE PUDRICION	CONFRONTACION BIBLIOGRAFICA
<u>Lenzites betulina</u>	JABIZ 8800863	Blanca	Blanca Nobles, K.L. (1965).
<u>Polyporus azureus</u>	JABIZ 8800864	Blanca	----
<u>Polyporus versicolor</u>	JABIZ 8800865	Blanca	Blanca Nobles, K.L. (1965). Kirk, T.K. (1971).
<u>Dyctiopus pusillus</u>	JABIZ 8800866	Blanca	----
<u>Polyporus azureus</u>	JABIZ 8800867	Blanca	----
<u>Lenzites saepiaria</u>	JABIZ 8800868	Morena	Morena Nobles, K.L. (1965). Cartwright, K. (1958).
<u>Stereum ostrea</u>	JABIZ 8800869	Morena	----
<u>Laxitextum bicolor</u>	JABIZ 8800870	Blanca	----
No localizada	----		

TABLA 4. Los resultados del tipo de pudrición fueron obtenidos con la prueba de aserrín de Badcock, modificada por Pinzón Picaseño et al, (1982).

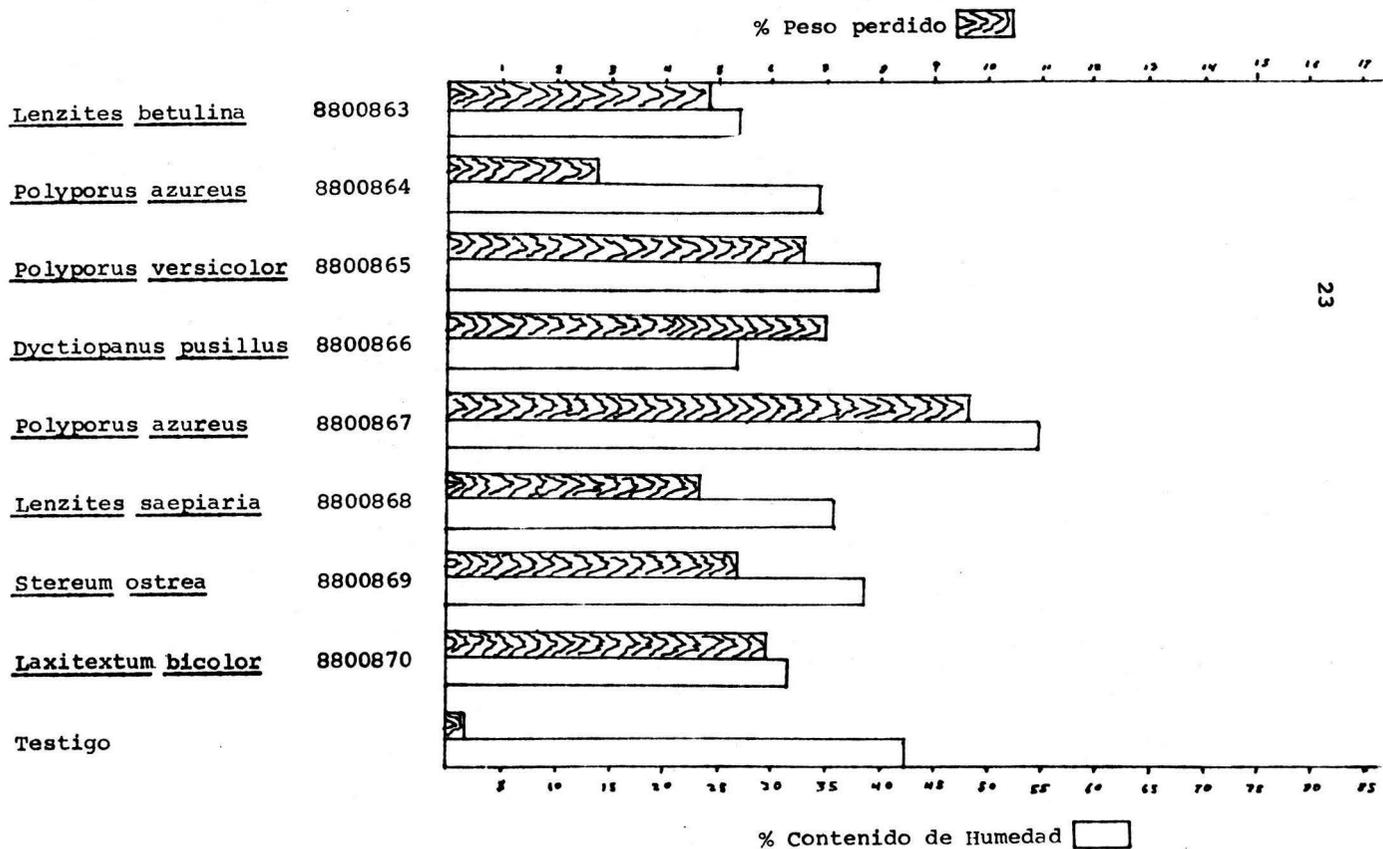
La capacidad de producir pudrición se muestra en la siguiente tabla 5

MADERA DE CAOBA

NOMBRE DEL HONGO	CEPA #	% PESO	% CONTENIDO	CATEGORIA
		PERDIDO	DE HUMEDAD	DE AGRESIVIDAD
<u>Lenzites betulina</u>	8800863	4.7946	27.0324	A
<u>Polyporus azureus</u>	8800864	2.8366	34.8087	A
<u>Polyporus versicolor</u>	8800865	6.6413	40.3964	B
<u>Dyctiopus pusillus</u>	8800866	7.0668	26.9004	B
<u>Polyporus azureus</u>	8800867	9.6945	54.8006	B
<u>Lenzites saepiaria</u>	8800868	4.6549	36.3760	A
<u>Stereum ostrea</u>	8800869	5.3856	38.8185	A
<u>Laxitextum bicolor</u>	8800870	5.9483	31.6977	A
Testigo		0.3623	42.4744	

TABLA 5. Resultados de la capacidad de producir pudrición de los hongos evaluados, con base en el peso perdido de los bloques de madera de caoba, enfrentados a los hongos de prueba según el método de suelo bloque. Los valores son traducidos a categorías de agresividad. Promedio de 10 repeticiones.

GRAFICA 1. Perdidas de peso y Contenidos de humedad de los bloques de madera de Caoba expuestos al ataque de los hongos ensayados, según la técnica de suelo bloque. Promedio de 10 repeticiones.



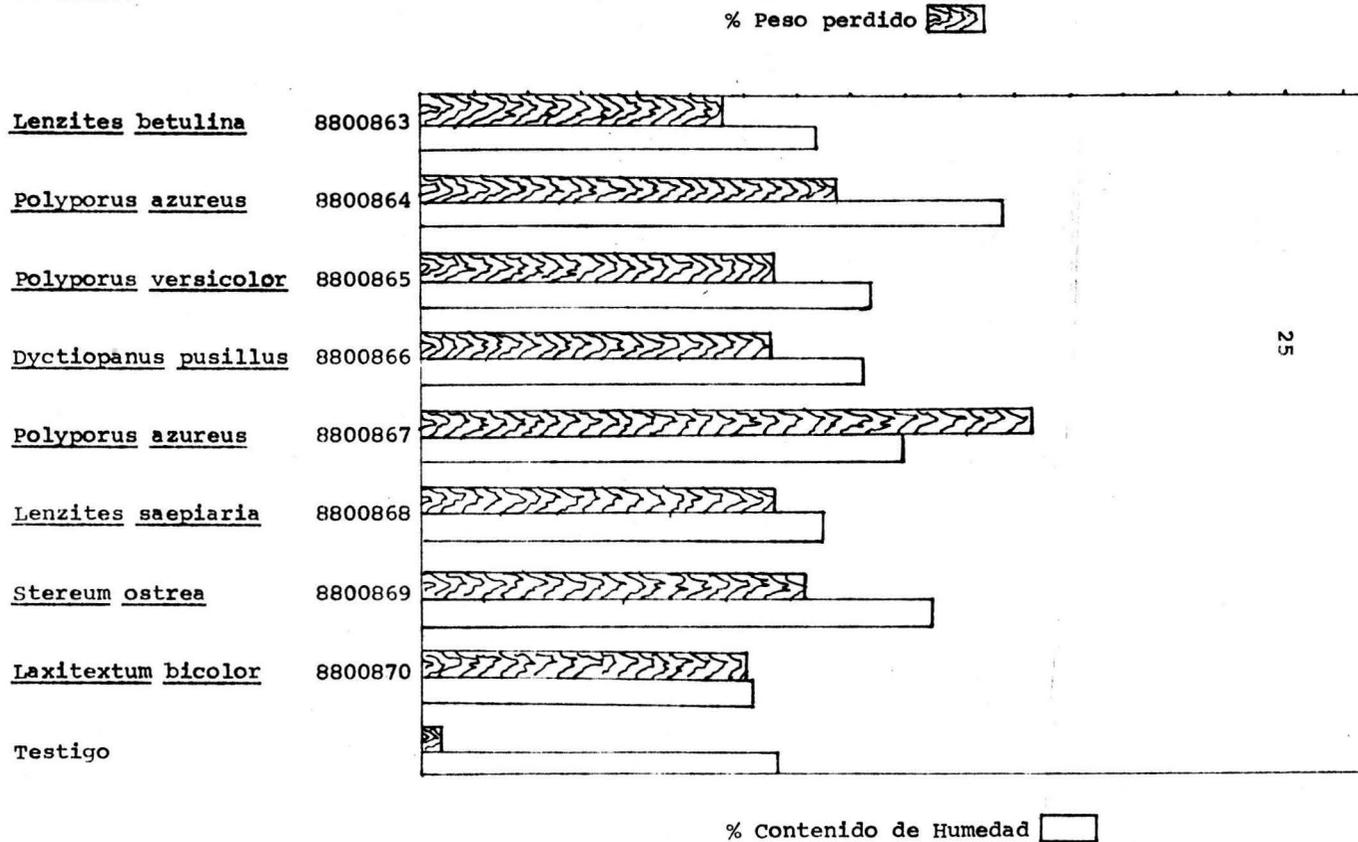
La capacidad de producir pudrición se muestra en la siguiente tabla 6

MADERA DE CEDRO

NOMBRE DEL HONGO	CEPA #	% PESO PERDIDO	% CONTENIDO DE HUMEDAD	CATEGORIA DE AGRESIVIDAD
<u>Lenzites betulina</u>	8800863	5.6548	36.7592	A
<u>Polyporus azureus</u>	8800864	7.7186	54.0865	B
<u>Polyporus versicolor</u>	8800865	6.5383	41.7858	B
<u>Dyctiopus pusillus</u>	8800866	6.5172	40.9086	B
<u>Polyporus azureus</u>	8800867	11.3133	44.9202	B
<u>Lenzites saepiaria</u>	8800868	6.5448	37.2843	B
<u>Stereum ostrea</u>	8800869	7.1462	47.2531	B
<u>Laxitextum bicolor</u>	8800870	6.0694	31.7922	B
Testigo		0.4325	33.1088	

TABLA 6. Resultados de la capacidad de producir pudrición de los hongos evaluados, con base en el peso perdido de los bloques de madera de cedro, enfrentados a los hongos de prueba según el método de suelo bloque. Los valores son traducidos a categorías de agresividad. Promedio de 10 repeticiones.

GRAFICA 2. Perdidas de peso y contenidos de humedad de los bloques de madera de cedro expuestos al ataque de los hongos ensayados, según la técnica de suelo bloque. Promedio de 10 repeticiones.



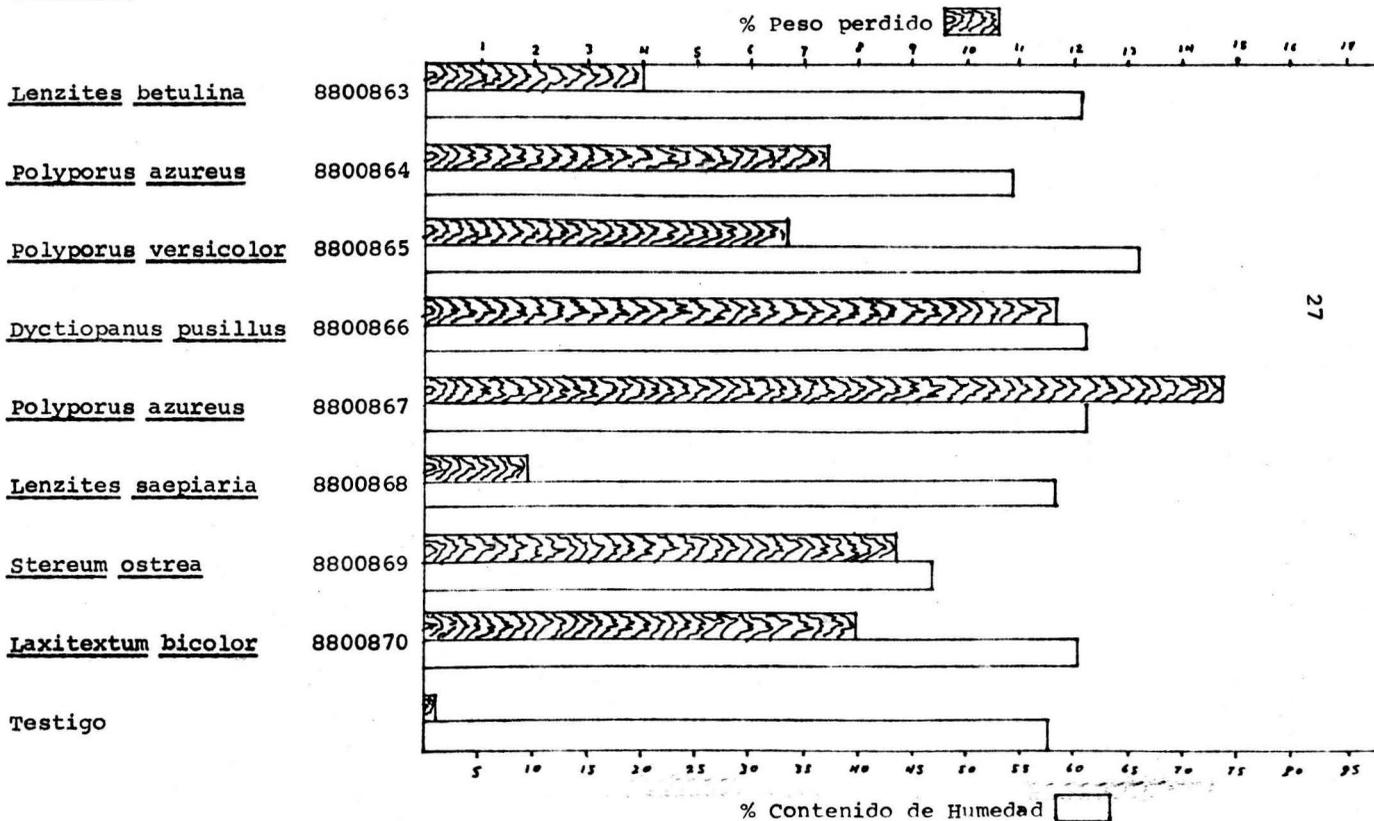
La capacidad de producir pudrición se muestra en la siguiente tabla 7

MADERA DE PINO

NOMBRE DEL HONGO	CEPA #	% PESO PERDIDO	% CONTENIDO DE HUMEDAD	CATEGORIA DE AGRESIVIDAD
<u>Lenzites betulina</u>	8800863	4.0681	60.6031	A
<u>Polyporus azureus</u>	8800864	7.4286	54.3754	B
<u>Polyporus versicolor</u>	8800865	6.7709	66.1706	B
<u>Dyctioplanus pusillus</u>	8800866	11.7942	61.2834	B
<u>Polyporus azureus</u>	8800867	14.7616	61.2018	B
<u>Lenzites saepiaria</u>	8800868	1.9663	57.9523	A
<u>Stereum ostrea</u>	8800869	8.7106	46.7066	B
<u>Laxitextum bicolor</u>	8800870	8.0782	60.4290	B
Testigo		0.2508	57.5797	

TABLA 7. Resultados de la capacidad de producir pudrición de los hongos evaluados, con base en el peso perdido de los bloques de madera de pino, enfrentados a los hongos de prueba según el método de suelo bloque. Los valores son traducidos a categorías de agresividad. Promedio de 10 repeticiones.

GRAFICA 3. Perdidas de peso y Contenidos de humedad de los bloques de madera de Pino expuestos al ataque de los hongos ensayados, según la técnica de suelo bloque. Promedio de 10 repeticiones.



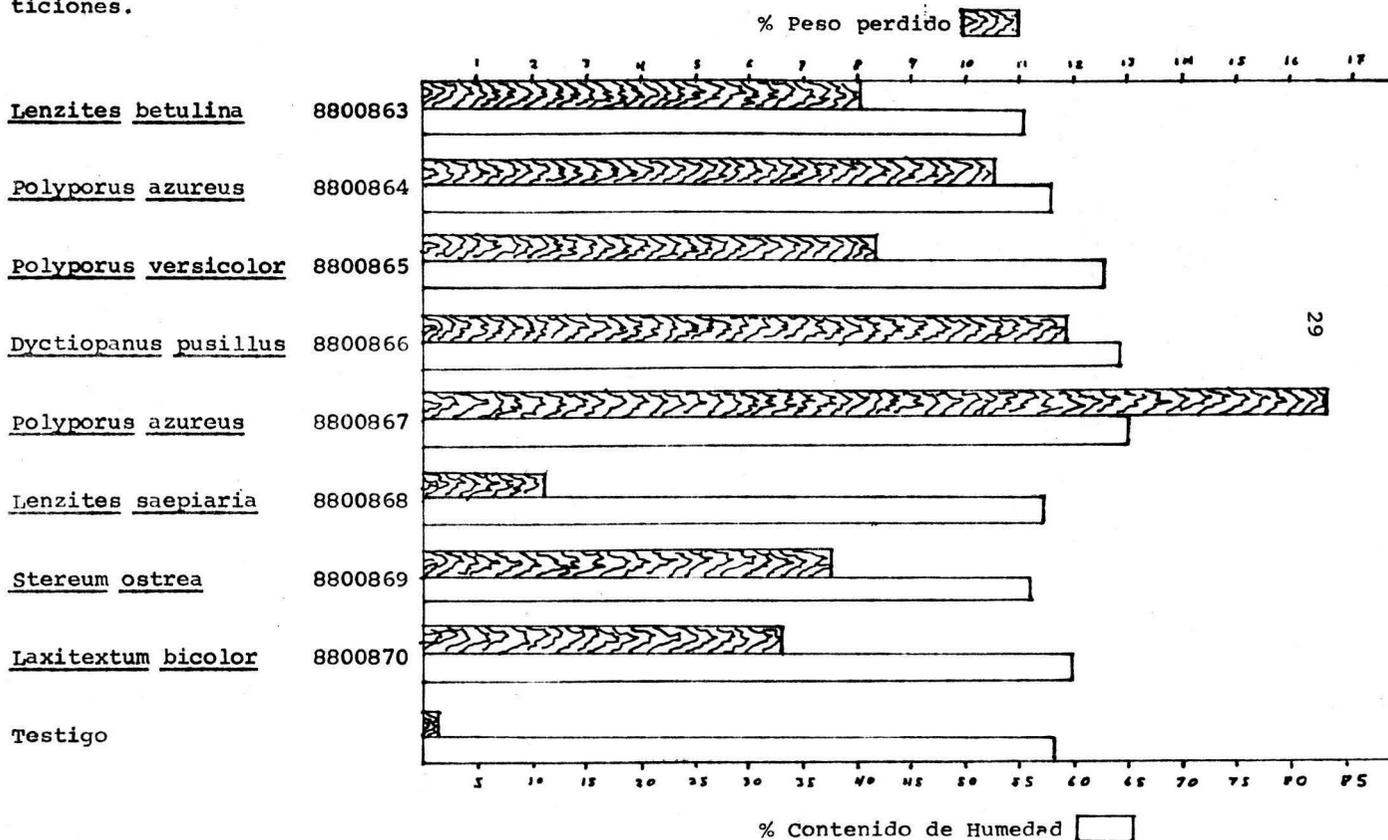
La capacidad de producir pudrición se muestra en la siguiente tabla 8

MADERA DE OYAMEL

NOMBRE DEL HONGO	CEPA #	% PESO	% CONTENIDO	CATEGORIA
		PERDIDO	DE HUMEDAD	DE AGRESIVIDAD
<u>Lenzites betulina</u>	8800863	8.1553	55.5654	B
<u>Polyporus azureus</u>	8800864	10.5419	58.0030	B
<u>Polyporus versicolor</u>	8800865	8.4338	63.1469	B
<u>Dyctiopus pusillus</u>	8800866	11.9631	64.5599	B
<u>Polyporus azureus</u>	8800867	16.7374	65.1980	C
<u>Lenzites saepiaria</u>	8800868	2.3000	57.4153	A
<u>Stereum ostrea</u>	8800869	7.5520	56.2597	B
<u>Laxitextum bicolor</u>	8800870	6.6629	60.1590	B
Testigo		0.2885	58.2453	

TABLA 8. Resultados de la capacidad de producir pudrición de los hongos evaluados, con base en el peso perdido de los bloques de madera de oyamel enfrentados a los hongos de prueba según el método de suelo bloque. Los valores son traducidos a categorías de agresividad. Promedio de 10 repeticiones.

GRAFICA 4. Perdidas de peso y Contenido de humedad de los bloques de madera de Oyamel expuestos al ataque de los hongos ensayados, según la Técnica de suelo bloque. Promedio de 10 repeticiones.



La categoría de agresividad de los hongos se muestra en la siguiente tabla 9

NOMBRE DEL HONGO	CEPA #	CAOBA	CEDRO	PINO	OYAMEL
<u>Lenzites betulina</u>	8800863	A	A	A	B
<u>Polyporus azureus</u>	8800864	A	B	B	B
<u>Polyporus versicolor</u>	8800865	B	B	B	B
<u>Dyctiopanus pusillus</u>	8800866	B	B	B	B
<u>Polyporus azureus</u>	8800867	B	B	B	C
<u>Lenzites saepiaria</u>	8800868	A	B	A	A
<u>Stereum ostrea</u>	8800869	A	B	B	B
<u>Laxitextum bicolor</u>	8800870	A	B	B	B

TABLA 9 Categoría de agresividad de los hongos ensayados con base en la clasificación propuesta por Lopez Guerrero, (1979).

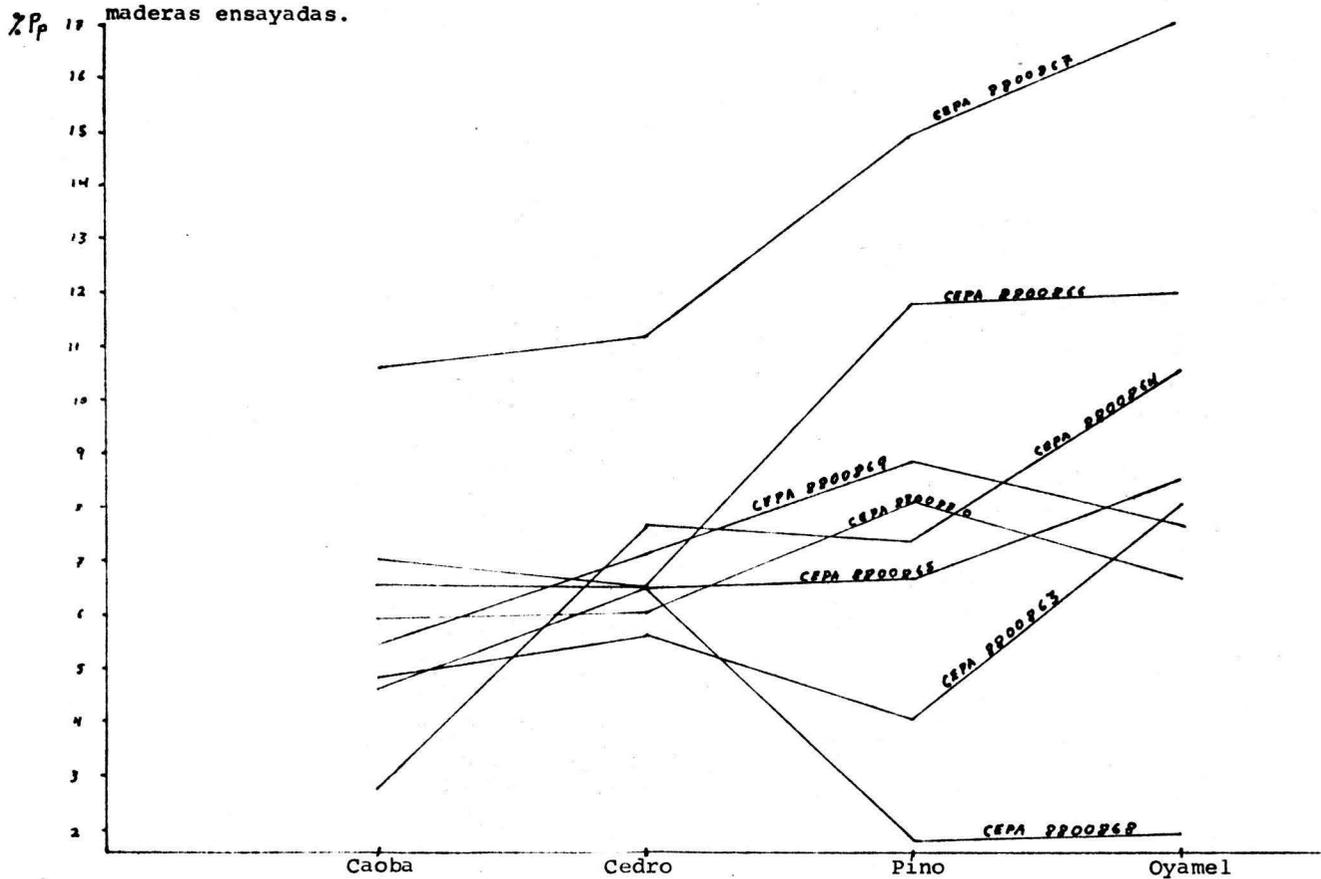
La comparación entre el peso perdido y el contenido de humedad en las cuatro maderas ensayadas se muestra en la siguiente tabla 10

M A D E R A

NOMBRE DEL HONGO	CEPA #	CAOBA		CEDRO		PINO		OYAMEL	
		% (Pp)	% (Ph)	% (Pp)	% (Ph)	% (Pp)	% (Ph)	% (Pp)	% (Ph)
<u>Lenzites betulina</u>	8800863	4.7946	27.0324	5.6548	36.7592	4.0681	60.6031	8.1553	55.5654
<u>Polyporus azureus</u>	8800864	2.8366	34.8087	7.7186	54.0865	7.4286	54.3754	10.5419	58.0030
<u>Polyporus versicolor</u>	8800865	6.6413	40.3964	6.5383	41.7858	6.7709	66.1706	8.4338	63.1469
<u>Dyctiopus pusillus</u>	8800866	7.0668	26.9004	6.5172	40.9086	11.7942	61.2834	11.9631	64.5599
<u>Polyporus azureus</u>	8800867	9.6945	54.8006	11.3133	44.9202	14.7616	61.2018	16.7374	65.1980
<u>Lenzites saepiaria</u>	8800868	4.6549	36.3760	6.5448	37.2843	1.9663	57.9523	2.3000	57.4153
<u>Stereum ostrea</u>	8800869	5.3856	38.8185	7.1462	47.2531	8.7106	46.7066	7.5520	56.2597
<u>Laxitextum bicolor</u>	8800870	5.9483	31.6977	6.0694	31.7922	8.0782	60.4290	6.6629	60.1590
Testigo		0.3623	42.4744	0.4325	33.1088	0.2508	57.5797	0.2885	58.2453

TABLA 10. Muestra los resultados obtenidos en la prueba de suelo bloque comparando el peso perdido (Pp) y el contenido de humedad (Ph) en las cuatro maderas ensayadas. Promedio de 10 repeticiones.

GRAFICA 5. Muestra la diversidad de comportamiento agresivo de los hongos, sobre las cuatro maderas ensayadas.



5.- ANALISIS Y DISCUSION

5.1.- Colecta y aislamiento:

De los ejemplares recolectados, 7 especies fueron seleccionadas debido al crecimiento homogéneo y vigoroso del micelio en la fase de _ aislamiento, no obstante que se colectaron un número mayor de especies fúngicas. Obteniendo al final 8 cepas debido a que de Polyporus azureus se obtuvieron dos cepas.

5.2.- Determinación del tipo de pudrición:

Con base a los datos de la tabla 4 podemos observar que de las 8 cepas sometidas a experimentación las cepas L. betulina, P. azureus, P. versicolor, D. pusillus, y L. bicolor presentaron un cuadro característico de pudrición blanca. Mientras que las cepas L. saepiaria y S. ostrea se mostraron como productoras de pudrición morena.

Los resultados obtenidos durante el presente trabajo ratifican _ las cualidades expresadas por trabajos similares sobre la confiabilidad, corta duración y sencillas de esta prueba. Asimismo esta prueba tiene la ventaja de usar madera como sustrato, y también, que la determinación del tipo de pudrición se realiza basandose en una reacción propia y no por la ausencia de una de ellas. Aunque es necesario hacer notar que con ésta _ prueba pueden también obtenerse resultados dudosos a causa de un exceso de crecimiento micelial que enmascara la reacción, o bien provocado por

Un desarrollo micelial escaso, en estos casos es aconsejable además de repetir la prueba, complementarla con una o más pruebas.

5.3.- Capacidad de producir pudrición:

Los resultados experimentales obtenidos muestran que la cepa _ con mayor capacidad de producir pudrición sobre la madera de caoba fué la cepa de P. azureus 8800867 con 9.6945 % y el valor más bajo fué obtenido con la cepa P. azureus 8800864 con 2.8366 %.

El mayor porcentaje de pérdida de peso en los bloques de madera de cedro, fueron causados por la cepa P. azureus 8800867 con 11.3133 % mientras que el valor más bajo para ésta madera lo presentó la cepa L. betulina 8800863 con 5.6548 %.

Los porcentajes mayores de pérdida de peso en los bloques de _ madera de pino, corresponden a la cepa P. azureus 8800867 con 14.7616 % en tanto que el valor más bajo lo presentó la cepa L. saepiaria con _ 1.9663 %.

Los bloques de la madera de oyamel, presentaron el más alto porcentaje de pérdida de peso con la cepa P. azureus 8800867 con 16.7374 % y el valor más bajo lo presentó la cepa de L. saepiaria con 2.3000 %.

No obstante las diferencias mostradas en su agresividad, algunos hongos mostraron cierta similitud en su agresividad en la madera de caoba y cedro, como se observa con la cepa L. bicolor y P. versicolor, y de igual manera con D. pusillus en pino y oyamel. También es de notarse que P. azureus 8800867 mostró la mayor agresividad en las cuatro maderas.

La agresividad de las cepas sujetas a experimentación son mostradas en términos significativos en la tabla 9 con base en la clasificación de categorías de agresividad propuesta por Lopez Guerrero, (1979). puede observarse que las cepas L. betulina, P. azureus 8800864, L. bicolor, L. saepiaria y S. ostrea mostraron ligera agresividad en madera de Caoba, mientras que las cepas P. azureus 8800867 y D. pusillus se mostraron como moderadamente agresivas, no obstante que aparentemente su tendencia fué a ser ligeramente agresivas.

A partir de los valores de agresividad se observa que en la madera de Cedro, la cepa L. betulina se mostro ligeramente agresiva mientras las cepas P. versicolor, P. azureus 8800864, L. bicolor P. azureus 8800867, L. saepiaria, S. ostrea y D. pusillus son determinadas como moderadamente agresivas. Resaltando que la cepa P. azureus 8800867 muestra tendencia a clasificarse como agresiva.

Los valores de agresividad en Pino muestran a las cepas L. betulina y L. saepiaria como ligeramente agresivas y a las cepas P. versicolor, P. azureus 8800864, L. bicolor, P. azureus 8800867, y D. pusillus como moderadamente agresivas, no obstante que la cepa P. azureus 8800867 casi alcanza la categoría de agresiva, del mismo modo la cepa D. pusillus muestra una tendencia a la categoría de agresiva.

De acuerdo a los valores de agresividad en madera de Oyamel la cepa L. saepiaria es determinada como ligeramente agresiva, mientras las cepas L. betulina, P. versicolor, P. azureus 8800864, L. bicolor

S. ostrea y D. pusillus son clasificadas como moderadamente agresivas y la cepa P. azureus 8800867 es clasificada como agresiva. Destacando también que aparentemente la cepa D. pusillus muestra tendencia a clasificarse como agresiva.

Cabe resaltar que la madera que mostró una resistencia natural más homogénea frente al ataque de los hongos ensayados fué la madera de Cedro, seguida de la de Caoba y Pino y por último la madera de Oyamel en la que las diferencias son mayores. Esto sugiere que bajo las condiciones de este experimento aparentemente las maderas de Oyamel y Pino resultan ser un sustrato más adecuado para el desarrollo del potencial enzimático de los hongos ensayados que, las maderas de Cedro y Caoba. Esto se observa a partir de la comparación de los valores obtenidos en pérdida de peso para las cuatro maderas. Donde se muestra que la madera de Oyamel resulto con mayores pérdidas de peso, seguida de la madera de Pino y Cedro siendo la Caoba, la madera más resistente al ataque de las cepas estudiadas.

Respecto a los resultados obtenidos en los porcentajes de contenido de humedad de los bloques de madera se puede observar que son mayores en Oyamel y Pino y menores en Caoba y Cedro. sin embargo, esto no indica necesariamente que exista una relación proporcional entre los valores de pérdida de peso debido al ataque de los hongos. Así podemos observar que en Cedro la cepa P. azureus 8800864 tiene un contenido de humedad de 54.0865 % y un peso perdido de 7.7185 % mientras la cepa P. azureus 8800867 con un contenido de humedad de 44.9202 %

tiene un peso perdido de 11.3133 % encontrándose que esta relación de datos entre contenido de humedad y peso perdido se repite continuamente en las otras maderas ensayadas como se puede apreciar en las tablas 5,6,7,8 y 9 no obstante es de notarse que altas pérdidas de peso en la madera _ coinciden siempre con altos contenidos de humedad. Pero bajas pérdidas _ de peso, no coinciden necesariamente con bajos contenidos de humedad.

6.- Conclusiones:

De acuerdo a las condiciones experimentales vigentes en este trabajo. Se muestra a continuación la caracterización de cada hongo xilófago ensayado.

Lenzites betulina 8800863 Hongo causante de pudrición blanca. Clasificado como ligeramente agresivo en madera de Caoba, Cedro y Pino y moderadamente agresivo en madera de Oyamel.

Polyporus azureus 8800864 Hongo causante de pudrición blanca. Clasificado como ligeramente agresivo en madera de Caoba y moderadamente agresivo en madera de Cedro, Pino y Oyamel.

Polyporus versicolor 8800865 Hongo causante de pudrición blanca. Identificado como moderadamente agresivo en madera de Caoba, Cedro, Pino y Oyamel.

Dyctiopus pusillus 8800866 Hongo causante de pudrición blanca. Clasificado como moderadamente agresivo en madera de Caoba, Cedro, Pino y Oyamel.

Polyporus azureus 8800867 Hongo causante de pudrición blanca. Clasificado como moderadamente agresivo en madera de Caoba, Cedro y Pino y agresivo en madera de Oyamel.

Lenzites saepiaria 8800868 Hongo causante de pudrición morena. Identificado como ligeramente agresivo en madera de Caoba y moderadamente agresivo en madera de Cedro, Pino y Oyamel.



U.N.A.M. CAMPUS
IZTÁCALA

Stereum ostrea 8800869 Hongo causante de pudrición morena. Clasificado como ligeramente agresivo en madera de Caoba y moderadamente agresivo en madera de Cedro, Pino y Oyamel.

Laxitextum bicolor 8800870 Hongo causante de pudrición blanca. Identificado como ligeramente agresivo en madera de Caoba y moderadamente agresivo en madera de Cedro, Pino y Oyamel.

Asimismo los resultados obtenidos en éste trabajo sugieren que:

IZT.

La madera de Caoba y Cedro en ese orden muestran mayor resistencia natural a la pudrición causada por los hongos ensayados en éste trabajo que la madera de Pino y Oyamel.

Altas pérdidas de peso en la madera parecen coincidir con altos contenidos de humedad, sin embargo bajas perdidas de peso, no se correlacionan proporcionalmente con bajos contenidos de humedad.

Se recomienda utilizar la cepa P. azureus 8800867 para realizar estudios enfocados a evaluar la resistencia natural de la madera por su relativamente alta capacidad degradadora tanto en maderas templadas como tropicales y sobre todo en maderas de interés comercial.

La madera de Cedro muestra una resistencia natural más homogénea frente al ataque de los organismos ensayados.

Los hongos caracterizados en éste trabajo muestran gran diversidad en su comportamiento agresivo sobre las cuatro maderas ensayadas.

Este tipo de estudios realizados con técnicas sencillas _
aplicativas y de bajo costo permiten conocer aspectos importantes
sobre la capacidad degradadora de los hongos sobre los productos _
forestales, y ofrecen resultados rápidos y confiables.

7.- LITERATURA CITADA

- BARAJAS MORALES, J. y R. ECHENIQUE MANRIQUE, 1981. La madera y su uso en la construcción. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa Veracruz, (3): 1-67
- CARTWRIGHT, K. St. G. and W.P.K. FINDLAY, 1958. Decay of timber and its prevention. Her Majesty's Stationary Office. London, 332 p.
- DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA DEL TERRITORIO NACIONAL, 1981. Carta de climas 1: 1 000 000. S.P.P. México D.F.
- GALVAN VILLANUEVA, R. y G. GUZMAN, 1977. Estudio florístico sobre los hongos destructores de la madera del grupo de los Poliporaceos del Estado de Morelos. Bol. Soc. Méx. Mic. 3 (11): 35-98
- HERNANDEZ JIMENEZ, J. 1984. Tipo de pudrición, agresividad y tolerancia a la creosota de algunos hongos xilófagos. Tesis profesional de Biólogo ENEP Iztacala (UNAM) México D.F. 1-49
- HERRERA RODRIGUEZ, J.A. 1977. Preservación de maderas por métodos sencillos y de bajo costo. Ciencia Forestal 2 (6): 26-49
- HUDSON, H.J. (1980). Fungal saprophytism. Arnol London. 67 p.
- HUNT, G. M. y G. A. GARRATT, 1962. Preservación de la madera. Salvat Barcelona. 486 p.
- KIRK, T.K. 1971. Effects of microorganism on lignin. Ann. Rev. Phytopathol. 9 : 185-205

- LOPEZ GUERRERO, M.T. 1979. Caracterización de algunos cultivos de hongos causantes de pudrición en la madera. Tesis profesional de Biólogo Facultad de Ciencias (UNAM) México D.F. 1-76
- NOBLES, M.K. 1965. Identification of cultures of Wood inhabiting Hymenomyces. Can. J. Botany 43: 1097-1139
- PEREZ OLVERA, C. de la P. y R. SALINAS QUINARD, 1977. Prueba rápida de laboratorio indicadora de la resistencia a pudrición en dos especies de Encino. Ciencia Forestal 2 (6): 3-19
- PINZON PICASEÑO, L.M. , M.T. LOPEZ GUERRERO, F.A. VELIZ AVILA, y J.D. MARTINEZ MARCIAL, 1982. Métodos para el estudio de algunas características de los hongos xilófagos como organismos degradadores de la madera. Bol. Soc. Méx. Mic. 2 147-157
- PINZON PICASEÑO, L. M. y F. A. VELIZ AVILA, 1984. Tipo de pudrición y agresividad hacia la madera en cuatro hongos xilófagos Mexicanos. Bol. Soc. Méx. Mic. 19 : 65-72
- SANCHEZ RAMIREZ, R. 1980. Macromicetos patógenos y destructores de la madera en los bosques de la Meseta Tarasca Michoacán. Ciencia Forestal 23 (5): 3-20
- SARASOLA, A.A. y ROCCA de SARASOLA, M.A. 1975. Fitopatología. Hemisferio Sur. Buenos Aires, 364 p.
- SARMIENTO, M. y E. VAZQUEZ EVIA, 1984. Incidencia de hongos xilófagos en estacas de especies forestales tropicales. Ciencia Forestal. 51 (9) : 39-50

SCHEFFER, T.C. y B.E. COWLING, 1968. Natural resistance of wood to microbial deterioration. Ann. Rev. Phytopathol. 9 : 147-167

VELIZ AVILA, F.A. 1982. Caracterización de 22 cepas de hongos Basidiomicetos causantes de pudrición en la madera. Tesis profesional de Biólogo ENEP Iztacala (UNAM) México D.F. 1-109

WEBSTER, J. 1980. Introduction to the fungi. Cambridge University press Oxford, 669 p.