

1988-B

Reg. No. 081360294

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Biblioteca de la Facultad
de Ciencias.

“DETERMINACION DE LA DURABILIDAD NATURAL DE LAS
MADERAS DE ARBOLES TROPICALES (Hura polyandra Baill.;
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. y Cordia eleagnoides D. C.)
AL ATAQUE DE LOS HONGOS XILOFAGOS Lentinus lepideus Fr.
Y Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

MARIA GUADALUPE LOMELI RAMIREZ

GUADALAJARA, JALISCO. JUNIO 1991



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Sección

Expediente

Número 1590/90

C. MARIA GUADALUPE LOMELI RAMIREZ
P R E S E N T E.-

Manifiestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis "DETERMINACION DE LA DURABILIDAD NATURAL DE LAS MADERAS DE ARBOLES TROPICALES (Hura polyandra Baill.; Enterolobium cyclocarpum (Jacq) Griseb. y Cordia eleagnoides D.C.) AL ATAQUE DE LOS HONGOS XILOFAGOS Lentinus lepideus Fr. Y Laetiporus sulphureus (Bull. : Fr.) Murr." - para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis al Quim. LUIS RAMON BRAVO GARCIA.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., 6 de Noviembre de 1991.

EL DIRECTOR



M. EN C. CARLOS REAS ZARATE.

EL SECRETARIO


M. EN C. MARTIN P. TENA MEZA.

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



c.c.p.- Al Quim. Luis Ramon Bravo Garcia.- Pte. Biblioteca de la Facultad de Ciencias.
c.c.p.- El expediente del alumno.

CBZ/MTM/vsg'

Al contestar este oficio citese fecha y número

M. en C. CARLOS BEAS ZARATE
DIRECTOR
FAC. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

P R E S E N T E .

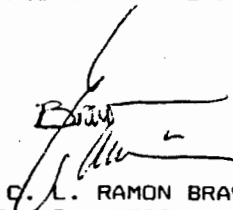
Por medio de la presente, me dirijo a UD. atentamente para notificarle, que he revisado con atención el trabajo de tesis de Licenciatura de la C. MARIA GUADALUPE LOMELI RAMIREZ, que lleva como título " DETERMINACION DE LA DURABILIDAD NATURAL DE LAS MADERAS DE ARBOLES TROPICALES (Hura polyandra Baill.: Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. Y Cordia eleagnoides D.C.) AL ATAQUE DE LOS HONGOS XILOFAGOS Lentinus lepideus Fr. Y Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr.", y en mi calidad de Director de tesis de la mencionada, concedo mi autorización para que se proceda a la impresión de la misma.

No habiendo otro asunto por tratar, agradeciendo la atención prestada a la presente, me despido con un cordial saludo poniendome a sus apreciables ordenes.

Guadalajara, Jal. Mayo 22 de 1991.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"



M. en C. L. RAMON BRAVO GARCIA.
INVESTIGADOR ASOCIADO - IMCyP.
DIRECTOR DE TESIS.

TITULO

"Determinación de la durabilidad natural de las maderas de árboles tropicales (Hura polyandra Baill.: Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. y Cordia eleagnoides D. C.) al ataque de los hongos xilófagos Lentinus lepideus Fr. y Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr."

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL

"ING. KARL AUGUSTIN GRELLMANN"

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación apoyado por El Departamento de Investigación Científica y Superación Académica (DICSA), denominado "Protección de maderas comerciales contra la pudrición por aplicación de extractos de maderas resistentes", con la finalidad de seleccionar las especies de maderas resistentes a la pudrición, así como evaluar el efecto de sus extractivos sobre maderas comerciales.

Durante el transcurso de éste estudio se contó con la colaboración del personal e instalaciones del Instituto de Madera, Celulosa y Papel en los siguientes departamentos: Pruebas Físicas de la Madera y el Departamento de Bioingeniería, bajo la dirección oficial del M. C. Luis Ramón Bravo García y con la asesoría del Biól. Conrado Soto Velazco.

Tesis realizada para optar al
grado de
LICENCIADO EN BIOLOGIA

presenta
MARIA GUADALUPE LOMELI RAMIREZ

AGRADECIMIENTO

Al personal del Instituto de Madera, Celulosa y Papel por el estímulo brindado en el período de estudio.

Muy en especial a los integrantes del departamento de Pruebas Físicas de la Madera por su comprensión y ayuda.

A mi Director de Tesis
M. en C. Luis Ramón Bravo García por la confianza que me otorgó en todo el transcurso del trabajo.

A todas las personas que de alguna forma contribuyeron a la realización de ésta meta.

DEDICATORIA

A mis Padres.
por su amor y comprensión a cada paso de mi
vida.

A todos mis Hermanos.
En especial a Ti que no tuviste la oportunidad.

A Ti Esteban.
Por el gran apoyo y confianza que me brindaste
y que sirvió como meta de superación.

A mis compañeros y amigos.
IX Generación de Biología "Dr Ruy Pérez Tamayo",
por una amistad sincera.

RESUMEN

I.- INTRODUCCION

II.- ANTECEDENTES

III.- OBJETIVOS

IV.- GENERALIDADES

4.1.- DURABILIDAD NATURAL DE LAS MADERAS TROPICALES

- 4.1.1.- CAUSAS DE LA DURABILIDAD NATURAL
- 4.1.2.- SECADO DE LA MADERA Y SU INFLUENCIA
- 4.1.3.- PRESERVACION DE LA MADERA

4.2.- PUDRICION DE LA MADERA

- 4.2.1.- TIPOS DE PUDRICION
- 4.2.2.- EFECTOS SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA MADERA
- 4.2.3.- FACTORES QUE FAVORECEN LA PUDRICION

4.3.- DESCRIPCION DE LAS MADERAS DE ESTUDIO

- 4.3.1.- Hura polyandra Baill.
- 4.3.2.- Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.
- 4.3.3.- Cordia eleagnoides D. C.

4.4.- DESCRIPCION DE LOS HONGOS DE PRUEBA

- 4.4.1.- Lentinus lepideus Fr.
- 4.4.2.- Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr.

V.- MATERIALES Y METODOS

5.1.- RECOLECCION Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS DE ESTUDIO

- 5.1.1.- RECOLECCION
- 5.1.2.- PREDIMENSIONADO DE LAS MADERAS
- 5.1.3.- SECADO DE LA MADERA
- 5.1.4.- ELABORACION DE LOS BLOQUES DE PRUEBA Y ASERRIN

5.2.- CEPAS DE HONGOS UTILIZADAS

5.3.- ANALISIS DEL SUELO

5.4.- METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DURABILIDAD NATURAL

5.4.1.- BLOQUE-SUELO

5.4.2.- CAJA PETRI

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

6.1.- BLOQUE-SUELO

6.2.- CAJA-PETRI

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VIII.- LITERATURA CONSULTADA

RESUMEN

El presente trabajo forma parte del estudio de protección natural de maderas comerciales, proyecto de investigación apoyado por el Departamento de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara, en el cual se determinó el grado de durabilidad natural de 3 especies tropicales al ataque de 2 especies de hongos xilófagos.

Para ello se utilizó el método ASTM D 2017-71 denominado "bloque-suelo" y otro no estandarizado llamado "caja-petri", mencionando las ventajas y desventajas de cada uno.

Los resultados para el primer método fueron los siguientes: Hura polyandra (Habillo), Enterolobium cyclocarpum (Parota) y Cordia eleagnoides (Barcino) fueron resistentes al ataque del hongo Lentinus lepideus. En cuanto al hongo Laetiporus sulphureus, Habillo y Parota fueron resistentes y Barcino fué moderadamente resistente, en el estudio se utilizó la especie de Spondias mombin (Jobó) como material de referencia.

Para el segundo método, la invasión del micelio de los hongos de prueba sobre la superficie molida de las maderas de estudio fué el siguiente: el porcentaje de invasión más alto fué para el Habillo, el segundo para el Barcino y por último la Parota que presentó el menor porcentaje, fué la más resistente.

Se anexa información que describe las características de las maderas de estudio, por lo que se pretende ampliar el conocimiento y aprovechar sus cualidades para usos tecnológicos más apropiados.

Para ambos métodos se observó una mayor actividad del hongo de pudrición blanca Laetiporus sulphureus, en comparación con el de pudrición parda Lentinus lepideus.

I. - INTRODUCCION

I.- INTRODUCCION

Existen en México especies de árboles tropicales y de clima templado que poseen cierta durabilidad natural, o que puede inducirse su resistencia con ayuda de preservadores químicos, al ataque de un sinnúmero de organismos. A estas maderas, sin embargo, se les da poco uso, restringiéndose al que les dan los habitantes de las regiones que vegetan (GOMEZ y col. 1969).

La durabilidad natural de la madera se entiende como el grado de resistencia al ataque de insectos como las termitas, o bien la resistencia a la pudrición causada por hongos, bacterias etc. (MONTES, 1979/1). En el caso de los hongos, éstos pudren y cambian el color de las maderas, ya que por ser organismos heterótrofos, tienen que obtener los compuestos orgánicos ya elaborados necesarios para su nutrición, principalmente de los productos almacenados en las cavidades celulares de los vegetales, tales como: almidón, azúcares y materiales albuminoides como sucede con los parásitos xilófagos, que causan el "manchado azul" en la madera, por el contrario los saprófitos xilófagos, atacan a la lignina, hemicelulosas, pectinas presentes en la pared celular (GOMEZ y col. 1969).

La clasificación de las pudriciones causadas a la madera, por los hongos xilófagos, se basa en las alteraciones del color de la madera, así tenemos dos grupos principales: pudrición oscura o parda y pudrición blanca. En las pudriciones oscuras los hongos concentran principalmente su ataque sobre la celulosa y los hidratos de carbono, modificando a la lignina, la cual queda como un residuo de color pardo rojizo. Por el contrario, en las pudriciones blancas los hongos tienden a degradar tanto a las moléculas de lignina como de celulosa (KOLLMANN, 1959).

El método de pruebas rápidas de laboratorio para determinar la durabilidad natural de las maderas a la pudrición, nos puede indicar la susceptibilidad de las maderas al ataque por los hongos y así tener una idea de sus posibles usos tecnológicos.

Las pérdidas económicas por la destrucción de la madera o de los productos maderables, así como los cambios estéticos provocados por los hongos, son difíciles de establecer, porque en muchas ocasiones no son reportados por las personas o por las organizaciones encargadas del mantenimiento de los productos maderables; sin embargo, se puede tener un costo aproximado por los gastos de reemplazo de las estructuras dañadas (NICHOLAS, 1973).

Se estima que en las zonas tropicales, existe un 30% de pérdidas en maderá, por no contar con las técnicas mínimas indispensables para su protección. En gran medida las pérdidas corresponden al deterioro por el abandono de la madera después de ser derribado el árbol, por eso es necesario protegerlo luego del corte y durante el secado (MONTES, 1979/2).

En nuestro país es poco lo que se ha estudiado acerca del gran potencial en relación a la durabilidad natural, usos, importancia ecológica y económica, que tienen las maderas tropicales como Manilkara zapota (L.) V. Royen, que recibe el nombre de chicozapote y Cordia dodecandra D.C. que recibe el nombre de siricote, así como Lysiloma bahamensis Benth. llamado comunmente dzalam (GOMEZ, y col. 1969); por lo que es importante realizar investigaciones que contribuyan a ampliar el conocimiento sobre estas maderas, de las cuales se tiene información a través de los pobladores que las utilizan según las características propias del árbol.

Por lo antes expuesto, es importante conocer que maderas tropicales son resistentes al ataque de los hongos xilófagos, y así comprender el gran potencial que ofrecen estas maderas no comerciales y aprovechar sus cualidades para un mejor uso tecnológico. Así tenemos que, en este trabajo se determinará la susceptibilidad de tres especies de maderas tropicales al ataque de dos especies de hongos xilófagos, utilizando para ello dos métodos, con la finalidad de conocer con más exactitud sus posibles usos en la industria mueblera y de la construcción.

II. - ANTECEDENTES

II.- ANTECEDENTES

Existe poca información de estudios realizados en México acerca de la determinación de la durabilidad natural de la madera atacada por microorganismos, se ha visto que la mayoría corresponde a estudios realizados en el extranjero.

En general existen dos métodos ó pruebas rápidas de laboratorio que se conocen con las denominaciones de "malta-agar" y de "bloque-suelo", que corresponden a los métodos europeo y americano, respectivamente. En el primero, se emplean frascos de Kolle con medio de cultivo de malta-agar para el desarrollo del hongo de prueba: el segundo utiliza un bloque de madera susceptible a la pudrición por el hongo y suelo como medio de retención de humedad (GOMEZ, y col. 1969).

Se ha desarrollado otro método, al que se le denominó "caja-petri", con la diferencia que en éste no se trabaja con bloques de madera o probetas, sino con madera molida (WANG y col. 1980), aunque éste método no está estandarizado.

Algunos de los estudios realizados sobre ésta temática son los de SAKORNBUT y BALSKE (1957), quienes estudiaron los efectos del suelo, humedad y aereación en bioensayos por el método de bloque-suelo, sobre madera de pino ponderosa, en donde concluyeron que la aereación y el incremento en el contenido de humedad favorecen la pudrición.

Posteriormente REIS (1972) determinó, mediante el método de bloque-suelo, la durabilidad natural de 6 especies de maderas de la cuenca Amazónica del Brasil al ataque de los hongos xilófagos Polyporus versicolor L. y Poria monticola Murr. y determinó que fueron al menos resistentes las siguientes especies: Cordia goeldiana Huber, Peltogyne maranhensis Ducke. y Manilkara huberi (Ducke) A. Chev. Por su parte, ARREGHINI y FERNANDEZ (1980) en pruebas de áreas cementerio, trabajaron en Argentina con 13 especies de maderas sin preservar utilizadas en un viñedo y después de 10 años, solo 3 especies resultaron resistentes.

Algunos de los estudios realizados en México acerca de la pudrición de la madera por los hongos son los de HERRERA y col. (1976), quienes estudiaron 8 especies de clima templado frío y 7 de clima tropical, en donde la madera de Quercus crassifolia Humb et Bonpl., Q. candicans Née., Swartzia cubensis y Calophyllum brasiliense Camb. mostraron ser altamente resistentes a la acción de los hongos Poria monticola Murr. y

Lentinus lepideus Fr. Por su parte PEREZ y SALINAS (1977), a través del método de malta-agar, estudiaron la resistencia de dos especies de encinos, Quercus convallata Trel. y Q. sideroxyla Humb et Bonpl. PINZON y MARTINEZ (1983) estudiaron la agresividad de 2 cepas de Pycnoporus sanguineus (L. ex. Fr.) Murr. hacia maderas tropicales mexicanas. Por su parte WOLF y PERALES (1985) estudiaron bajo condiciones naturales la durabilidad natural de 10 especies de madera del matorral del noreste de México y comprobaron que sólo las siguientes especies: Helietta parvifolia (Gray) Benth., Condalia hookeri M.C. Johnst. y Pithecellobium ebanum (Benth.) Bernal., son altamente resistentes a los hongos Gloeophyllum trabeum y Coriolus versicolor. Finalmente, PINZON y HERNANDEZ (1986) determinaron el tipo de pudrición y agresividad de algunos hongos xilófagos hacia madera de pino.

En el Instituto de Madera, Celulosa y Papel (IMCyP) "Ing. Karl A. Grellmann", de la Universidad de Guadalajara se han realizando una serie de investigaciones sobre las maderas de estudio del presente trabajo, uno de ellos corresponde a los ensayos Físico-mecánicos, los cuales fueron llevados a cabo por MONTES y FUENTES (1982) en el Departamento de Pruebas Físicas de la Madera, por su parte PALACIOS (1990) realizó los estudios de los componentes estructurales de estas maderas en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de dicho Instituto, y los aspectos ecológicos de la especie Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. por HUERTA (1983).

La presente investigación forma parte de un proyecto apoyado por el Departamento de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara, con la finalidad de comprobar y seleccionar las especies de maderas más resistentes a la pudrición por hongos xilófagos, además de buscar la forma de proteger a algunas maderas comerciales, que se conocen que son susceptibles a la pudrición, por medio de compuestos naturales presentes en las maderas resistentes y finalmente la búsqueda de nuevas alternativas de uso para las sustancias extraíbles de la madera.

III. - OBJETIVOS

III.- OBJETIVOS

- 1.- Comprobar la durabilidad natural de la madera de los árboles tropicales Hura polyandra Baill.; Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. y Cordia eleagnoides D. C. al ataque de los hongos xilófagos Lentinus lepideus Fr. y Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr.
- 2.- Comparar dos métodos para la evaluación de la durabilidad natural de la madera a la pudrición por hongos xilófagos.
- 3.- Aportar información para una caracterización más completa de las maderas de estudio.

IV. - GENERALIDADES

IV.- GENERALIDADES

4.1.- DURABILIDAD NATURAL DE LAS MADERAS TROPICALES

4.1.1.- CAUSAS DE LA DURABILIDAD NATURAL

La durabilidad natural de la madera se entiende como el grado de resistencia al ataque de agentes biológicos como las termitas, así como los hongos y las bacterias.

Es bien sabido que en la naturaleza existen factores, entre los cuales se pueden mencionar las condiciones de crecimiento, la relación con otros organismos de su misma especie y de diferente especie, es decir la competencia por espacio, alimento, etc., los cuales hacen que los animales y vegetales desarrollen mecanismos de defensa para poder sobrevivir. Estos factores se hacen más marcados en los bosques tropicales, debido a que las condiciones de competencia son más rígidas. En el caso de los árboles tropicales se han desarrollado mecanismos de defensa para los agentes biológicos que causan pudrición, estos mecanismos se basan en la presencia de sustancias que se encuentran en su interior o extractivos tóxicos que inhiben el desarrollo de estos agentes.

Estos materiales tóxicos no permiten el crecimiento de los hongos dentro de la pared celular de los tejidos vegetales. De esta forma los extractivos tóxicos cumplen la función de prolongar la vida de la madera en servicio, ya que se ha observado que a la madera que se le han removido sus extractivos, sufre un rápido deterioro por hongos xilófagos (KOLLMANN, 1968).

El duramen es la parte muerta de un árbol, ya que está formado por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y constituye el receptáculo para las sustancias de desecho del árbol, de estas sustancias tóxicas se deriva la resistencia de la madera al ataque de organismos xilófagos, actuando como preservadores naturales. En algunos casos los extractivos provocan un oscurecimiento en el color del duramen, esto se produce en su mayor parte, durante la transformación de la albura a duramen. Mientras la albura ó sámag, que es la parte fisiológicamente activa del árbol, generalmente es considerada poco durable, debido a la gran cantidad de carbohidratos presentes en su estructura, los cuáles son una fuente importante de alimento para múltiples organismos (ATRIUM, 1989).

Otras características físicas de la madera que no tienen un efecto tan apreciable sobre la durabilidad natural, pero que deben ser consideradas, son las siguientes: la densidad, así entre más densa sea una madera, tiene más resistencia al ataque de los hongos; la edad del árbol, ya que un árbol joven no tiene la misma proporción de duramen formado que un árbol adulto; buenas condiciones fitosanitarias de crecimiento, generalmente hacen que el árbol tenga una mayor resistencia que otro que crece en condiciones muy pobres. Se ha comprobado que la durabilidad natural depende también de la zona del tronco del árbol, de donde se obtenga la madera, es decir, la durabilidad aumenta del centro hacia afuera y de arriba hacia abajo del árbol (MONTES, 1979/1).

La época de corta también influye en la durabilidad natural, por lo que se recomienda preferentemente derribar los árboles durante la época invernal, ya que la temperatura ambiental en esta época impide o retrasa el crecimiento de los hongos, además de que no es la estación propicia para su desarrollo (KOLLMANN, 1959).

La madera no es un material homogéneo, por lo que la composición química es también muy variable, por ejemplo dentro de un mismo árbol variará desde el centro del tronco hacia la corteza, desde la base hasta la copa, entre la albura y el duramen, etc.

La celulosa, la lignina y las hemicelulosas son polímeros naturales presentes en la madera, los cuáles se encuentran en una relación aproximada de 50, 25, 25, según la especie de que se trate, las condiciones de crecimiento, las diferencias genéticas, la estación, la edad, el clima, etc. Datos más específicos indican que las maderas duras y las maderas blandas o coníferas contienen un promedio de 42% \pm 2% de celulosa. El contenido de lignina en las primeras varía de 18-25%, mientras que las segundas tienen un rango de 25 a 35% (KOLLMANN, 1968).

En el proceso químico conocido como lignificación, la célula muere y los residuos citoplásmáticos son depositados en el lumen de la célula, de esta forma provoca rigidez al árbol. Este proceso contribuye también a aumentar en cierta medida la durabilidad de la madera.

Unidos a estos componentes estructurales se encuentran en el duramen otras sustancias, entre las más importantes tenemos los polifenoles, taninos, flavonoides, quinonas, terpenos, ácidos grasos, constituyentes inorgánicos, etc. Estos materiales son particularmente tóxicos y proveen resistencia

natural al ataque de agentes biológicos que causan pudrición, por el contrario en la albura, existe una gran cantidad de carbohidratos y substancias minerales, que contribuyen al manchado de la madera y a que el hongo pudra con más facilidad (ATRIUM, 1989).

4.1.2.- SECADO DE LA MADERA Y SU INFLUENCIA.

De los factores que favorecen la pudrición se hablará en el capítulo siguiente, pero aquí es necesario mencionar que el agua o el contenido de humedad de la madera, como uno de los factores que más puede afectarla, ya el agua es indispensable para el desarrollo de los hongos xilófagos y se sabe que contenidos altos de humedad pueden desencadenar la pudrición de la madera.

Para comprender la influencia del secado sobre la durabilidad natural, se debe tener conocimiento de las formas en las cuáles, la humedad está presente en la madera recién cortada o madera verde, y que puede ser contenida en 3 formas: la que se encuentra en las cavidades celulares, generalmente llamada agua libre; la que se localiza en la pared celular, conocida como agua ligada, límite ó higróscopica, que rodea las partículas y los filamentos de las substancias de la pared celular y llena las aberturas diminutas que existen entre los componentes de la pared. El tercer tipo es el agua de constitución, de origen orgánico, es decir, que forma parte de la composición química de la pared celular (COURTLAND y BETHEL 1965).

El agua ligada es retenida por la madera en una relación más estrecha, que el agua libre. El término de agua ligada se refiere a que las moléculas de agua se encuentran adheridas a los grupos hidróxilos de las paredes celulares, mediante enlaces del tipo puente de hidrógeno (enlaces Van der Waals). Cuando la madera contiene únicamente este tipo de agua se dice que está en el "punto de saturación de la fibra" (PSF), y su valor fluctúa alrededor de un 30%, de acuerdo a la especie de madera (VALLADARES, 1989).

La madera es dimensionalmente estable cuando su contenido de humedad está sobre el punto de saturación de la fibra. Los cambios en dimensión sobrevienen cuando la madera pierde o gana humedad a partir de este punto. Abajo del punto de PSF, un cambio en el contenido de humedad, traerá como consecuencia un cambio en las dimensiones de la madera, y aparecerán defectos como grietas, rajaduras, alabeos, etc.

La mayoría de las propiedades físicas y mecánicas de la madera están influenciadas por el agua ligada, mientras que el agua libre, no tiene efectos importantes, tan sólo la pérdida de peso (op. cit.).

Cualquier tipo de madera tiende a absorber o a perder agua para equilibrarse con las condiciones ambientales que le rodean. Y este equilibrio depende de la humedad relativa (HR) y de la temperatura del aire que la circunda. Por ésta razón es importante conocer las relaciones de humedad entre la madera y el medio ambiente, para comprender los procesos del secado, y obtener un comportamiento satisfactorio de la madera, durante su procesamiento y uso (VALLADARES, 1989).

En cuanto a la humedad, la albura contiene normalmente más que el duramen. Por otro lado las zonas al pie del tronco contienen normalmente más agua que las zonas situadas cerca de la copa. Las materias solubles de la albura están constituidas principalmente por azúcares y una cantidad muy pequeña de substancias minerales, a diferencia del duramen, como ya se ha mencionado se encuentran taninos, resinas, materias colorantes, etc. Sin embargo, por la facilidad para conducir líquidos, la albura seca más rápidamente que el duramen, ya que en éste el cúmulo de substancias tienden a retrasar el secado (ATRIUM, 1989).

Es muy importante eliminar la mayor parte del agua presente en la madera, esto con el fin de obtener un buen comportamiento de la madera que va a estar en servicio, ya que después de que un árbol ha sido cortado y aserrado en tablas, estas contienen bastante humedad, por lo que son muy susceptibles al manchado, o al ataque de hongos.

Cuando la madera no ha sido bien secada, es decir, que no se ha utilizado el método de secado más conveniente, ni se han tenido precauciones durante su uso, es muy probable que sea atacada por hongos, es por eso que se recalca la influencia que tiene el método de secado más conveniente y el mantener la madera 2 o 3% por abajo del PSF, ya que los hongos no se desarrollan a contenidos de humedad muy por debajo del 30%. Además se debe tener cuidado de que la madera no esté en contacto directo con el agua, ni ponerla en condiciones de alta humedad.

Las ventajas que se obtienen de un buen secado de la madera, según VALLADARES (1989), son las siguientes:

- Se reduce substancialmente el peso y por lo tanto, los costos de transporte, manipulación, etc.

- Una madera seca tiene mayor resistencia mecánica.
- Se previene el manchado de la madera y se aumenta la resistencia de la madera al ataque de los hongos.
- Se logra una penetración apropiada de preservantes líquidos, aplicados a presión cuando la madera está seca.
- Se mejoran aspectos técnicos, como la capacidad de la madera de ser correctamente pintada, las propiedades de aislamiento térmico, eléctrico y acústico, etc.
- Contribuye a la conservación de los recursos forestales, al extender el periodo útil de la madera.

4.1.3.- PRESERVACION DE LA MADERA.

Todas las maderas son susceptibles de ser deterioradas, algunas más que otras, por lo que es necesario aplicar tratamientos químicos para su conservación.

Existen diferentes métodos de tratamiento para preservar la madera, los cuales pueden variar de acuerdo a las siguientes consideraciones: el riesgo al que va a estar expuesta la madera, a la especie de que se trate, a la especificidad para un determinado microorganismo, o para un determinado clima o temperatura (ECHENIQUE, 1971).

Para evitar cualquier ataque por microorganismos, se deben tener ciertas precauciones; por ejemplo, la madera recién cortada, se debe aserrar lo más pronto posible y secarse por el método que sea más conveniente, y cuando esto no es posible, es necesario aplicar cualquier proceso químico de preservación de la madera (MONTES, 1979/2).

La sustancia química utilizada preferentemente como agente fungicida es el pentaclorofenol (PCF), del que se ha comprobado su efectividad contra el ataque de hongos que manchan la madera, es considerado según las normas chilenas, como un producto que presenta toxicidad moderada al ser humano ó al operador; sin embargo, cuando no se usan los elementos apropiados de trabajo y la manipulación de este producto es poco cuidadosa, se puede producir en poco tiempo toxicidad crónica, causando alteraciones permanentes a nivel hepático, renal y dermal, e incluso la muerte (CLASING, 1987).

De acuerdo a las normas Internacionales, el PCF es muy tóxico para las personas que trabajan o que tienen una exposición muy prolongada con él, por lo cual varios países Europeos (Finlandia y Dinamarca) han restringido su uso y otros no permiten su ingreso (ROSE, 1987).

La creosota es también un producto que se ha utilizado como un compuesto tóxico para los hongos y los insectos. Este fungicida se aplica por el método de presión, y se ha usado durante muchos años, sobre todo para tratar durmientes de ferrocarril, postes y pilotes. Pero tiene la desventaja de que da una apariencia muy sucia a la madera y también queda imposibilitada para pintarla, además de que despide un mal olor y de que arde con mucha facilidad (ECHENIQUE, 1971).

4.2.- PUDRICION DE LA MADERA

4.2.1.- TIPOS DE PUDRICION

La madera es un material de origen orgánico, por lo que es susceptible de ser atacada por ciertos organismos como los hongos y las termitas. El papel de los hongos en el deterioro de la madera en la naturaleza, es su reducción a simples formas orgánicas. Sin embargo, ésta es una de las muchas actividades benéficas de los hongos, que se puede convertir en una actividad indeseable cuando ataca a la madera que se usa como materia prima o a los productos fabricados con ella (KOLLMANN, 1968).

La relación entre el hongo y la planta leñosa comienza a darse cuando las esporas llegan a la madera y encuentran las condiciones apropiadas para desarrollarse, o cuando hay una puerta de entrada, y está oportunidad ocurre al producirse heridas, lesiones en el árbol debido a cortes de podas, picaduras de insectos, etc. Una vez germinadas las esporas, inicia el crecimiento de las hifas y se desarrolla el micelio por la madera. En ocasiones los hongos se desarrollan sobre madera que ya ha sido debilitada por otros parásitos, otras veces la invasión tiene lugar desde árboles enfermos hasta sus vecinos.

El patrón o características de ataque son frecuentemente la evidencia visible para identificar el tipo de organismo que invade la madera. En el caso de los hongos que destruyen la madera, se pueden clasificar con base a los cambios estructurales que causan. Existen generalmente tres tipos de pudrición de madera, las cuales son: pudrición parda ó café, pudrición blanca y pudrición blanda ó suave.

Las pudriciones pardas y las pudriciones blancas son causadas por los hongos, que en su mayoría corresponden a la clase de los Basidiomycetes. Los hongos que causan pudrición parda obtienen sus nutrimentos de las holocelulosas de la madera, mientras que los hongos que causan pudrición blanca metabolizan tanto las holocelulosas como la lignina. Los hongos que causan pudrición blanda son miembros de los Ascomycetes y los Deuteromycetes, éstos aparentemente limitan su ataque a los componentes celulósicos de la pared celular.

Madera que ha sido degradada por los hongos de pudrición blanca, tiene una apariencia descolorida, mientras que la pudrición parda tiene un color café-rojizo. Estos colores han sido atribuidos a la remoción selectiva de los carbohidratos o de la lignina de la madera. En el caso de la pudrición parda, esto es evidentemente cierto, ya que el color café es una propiedad de la lignina residual, después de ser removidos los carbohidratos,

y atacan preferentemente a las coníferas. Contrariamente a lo que muchos autores piensan, según KOLLMANN (1968) como CARTWRIGHT y FINDLAY (1950), la apariencia descolorida de la pudrición blanca no es relacionada selectivamente a la utilización de la lignina, ya que durante su ataque, otras sustancias son descompuestas al mismo tiempo. Los hongos que causan pudrición blanca son capaces de metabolizar mejor los constituyentes de la madera, degradando preferentemente a las maderas de latifoliadas.

COWLING en 1961, (de acuerdo a KOLLMANN, 1968) realizó un análisis entre los dos principales tipos de pudrición: la pudrición parda y la pudrición blanca. Elaboró un cuadro comparativo de las principales características, además de un estudio bioquímico de estas pudriciones. Las diferencias en cada una de estas propiedades refleja las diferencias en los mecanismos enzimáticos involucrados en los dos tipos de pudrición.

COMPARACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE LA PUDRICION
PARDA Y LA PUDRICION BLANCA (según COWLING, 1961)

Características	P. blanca	P. parda
Color	Blanquecino	Café-rojizo
Constituyentes extraídos	Holocelulosa y lignina	Holocelulosa
Contracción	Cercano al normal	Anormalmente alto especialmente longitudinal
Resistencia	Reducida únicamente en algunas extensiones	Reducida grandemente
Dureza	Reducida rápidamente en los primeros estadios	Reducida rápidamente en los primeros estadios
Rendimiento en el pulpeo	Aprox. igual al de una madera sana	Bajo
Calidad de la fibra	Comparable al de una madera sana	Pobre
Solubilidad en Hidróxido de Na al 1%	Ligeramente más de lo normal	Alta
Preferencia del hospedero	Duramen	Albura

En las pudriciones blancas la madera presenta contracciones casi normales, mientras que las pudriciones pardas exhiben una gran contracción longitudinal, y su ataque químico es considerado como una hidrólisis ácida o una combustión.

En ambos tipos de pudrición en estados avanzados, la madera se hace blanda y quebradiza. En estadios tempranos de pudrición; sin embargo, existe una marcada diferencia entre los dos tipos de ataque, aunque es similar en pérdida de peso. En las pudriciones pardas la madera se convierte en algo blando y frágil, mientras que en la pudrición blanca todavía conserva mucha de su fuerza.

Cuando una madera atacada por hongos es utilizada en pulpeo, el material con pudrición parda da un bajo rendimiento y una calidad pobre de fibra, a diferencia de cuando se usa una madera atacada por hongos de pudrición blanca. Sobre una base en peso seco el rendimiento de madera con pudrición blanca no difiere grandemente de una madera sana y la calidad es también similar.

De acuerdo a Campbell en 1952, (según KOLLMANN, 1968) los dos tipos de pudrición pueden ser distinguidos con base a la solubilidad de la madera deteriorada en una solución acuosa de hidróxido de sodio al 1%. La madera con pudrición blanca es ligeramente más soluble en este agente que la madera sana, mientras que la madera con pudrición parda es mucho más soluble.

Aparentemente un camino seguro para diferenciar los dos tipos de pudrición es el exámen microscópico. En los dos tipos de pudrición las hifas penetran la pared celular, a través de las puntuaciones aereoladas, y su distribución en la madera es irregular. Sin embargo, los efectos de la pudrición en las características anatómicas, parecen ser más uniformes en las pudriciones blancas en comparación con las pudriciones pardas. Mientras que en éstas últimas los cambios que produce en la pared celular, en estados avanzados de pudrición, se describen mejor como un colapso que como un adelgazamiento, el cual ocurre cuando el material residual no posee la fuerza para mantener la forma original y ocurre un rompimiento de su estructura.

Las microfotografías Ultravioletas revelan que las secreciones enzimáticas durante el avance de la hifa, provocan al contacto con el sustrato, su descomposición para utilizarlo como alimento. Aunque algunos estudios químicos con madera con pudrición blanca, parecen demostrar que las enzimas se pueden difundir y actuar a cierta distancia desde donde las produjo la hifa (NICHOLAS, 1973).

Algo que se puede considerar también un punto de contraste entre los dos tipos de pudrición es la composición química de el material residual. Los hongos de pudrición parda utilizan la fracción de carbohidratos de la madera y metabolizan la lignina solamente en ciertas fracciones. Sin embargo, la lignina no es utilizada pero es substancialmente alterada. Se ha demostrado completamente que muchos de los hongos de pudrición blanca utilizan tanto los carbohidratos como la lignina; por lo que se considera que aprovechan mejor los constituyentes de la madera (KOLLMANN, 1968).

Existe preferencia de los hospederos para muchos de los hongos de pudrición blanca y parda. A los primeros se les han asociado con más frecuencia con pudrición de duramen y los segundos con albura.

Resumiendo, en las pudriciones blancas la madera conserva su forma original y su estructura externa, aún en estados avanzados de pudrición, debido probablemente al esqueleto de carbohidratos residual. Por otro lado, la remoción de la celulosa a través de ataque de hongos de pudrición parda, da como resultado la desintegración de la madera.

4.2.2.- EFECTOS SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA MADERA.

Los efectos que provocan los hongos xilófagos en la madera, pueden ser muy variables, dependiendo de a especie de madera y la del hongo que la esté atacando; los cambios físicos que se observan son los siguientes: el color natural de la madera cambia con base al tipo de pudrición; la densidad también se ve afectada, por la pérdida de peso de la madera, etc.

En las propiedades químicas, los componentes en la madera, son alterados en mayor o menor proporción, debido en gran parte a que al ser alterada alguna substancia, paralelamente pueden ser modificadas otras.

Las propiedades físicas de la madera con algun tipo de pudrición generalmente se ven afectadas; una de las pruebas fisico-mecánicas que mejor indica de pérdida de resistencia por pudrición, es la resistencia al impacto, debido a que al ser descompuestas las substancias que unen y forman el esqueleto de la madera, su resistencia se ve disminuida de acuerdo al avance de la pudrición.

Otro aspecto que puede ser afectado es el contenido de humedad, de la siguiente manera: la madera con pudrición, ve afectada su velocidad de absorción de agua, debido probablemente a las aberturas hechas por el hongo, durante el avance de las hifas, lo cual permite el escape de aire aprisionado y la subsecuente entrada de agua (CARTWRIGHT y FINDLAY, 1950).

4.2.3.- FACTORES QUE FAVORECEN LA PUDRICION

El consumidor debe tener métodos efectivos para la prevención del ataque de la madera por hongos y considerar entre otras cosas, los requerimientos fisiológicos del hongo.

Madera en servicio, generalmente puede ser mantenida en condiciones que no permitan el crecimiento y ataque de los hongos. Un ejemplo de este control, es el diseño y construcción de materiales donde no se utilice madera que sea susceptible al ataque de hongos y mantener el contenido de humedad de la madera por debajo del punto de saturación de la fibra como método preventivo. En condiciones de mucha humedad, es recomendable seleccionar especies con duramen resistente a la pudrición o el uso de madera tratada con sustancias químicas.

Los requerimientos más importantes para que crezcan los hongos son los siguientes:

TEMPERATURA: Para la mayoría de los hongos que pudren la madera, la temperatura para un óptimo crecimiento va de un rango de 23° a 33°C. Aunque algunos tienen la capacidad de crecer a temperaturas muy variadas, pero se asegura un buen crecimiento dentro del rango antes mencionado. La mayoría de los hongos xilófagos no pueden tolerar temperaturas que exceden de 40°C. Existe evidencia de hongos que manchan la madera, que pueden resistir altas temperaturas por breves períodos, pero prolongar las exposiciones a elevadas temperaturas es fatal. Por otro lado, algunos hongos son resistentes a bajas temperaturas y en ocasiones sobreviven al congelamiento.

OXIGENO: Todos los hongos deben tener libre acceso al oxígeno atmosférico para un crecimiento óptimo, debido a que la respiración es una parte esencial de su metabolismo. Los productos finales de la respiración son bióxido de carbono y agua. Cuando es insuficiente el oxígeno, se forman productos

orgánicos tales como el alcohol y el ácido oxálico. Algunos experimentos han demostrado que altas concentraciones de bióxido de carbono retardarán el crecimiento de los hongos.

HUMEDAD: Los requerimientos de humedad de los hongos bajo condiciones de laboratorio son difíciles de establecer, debido a que se produce agua durante la respiración. En promedio, el contenido de humedad más favorable para el desarrollo de los hongos parece ser de 35 a 50%. Aunque, según MONTES (1979/2) poseen un rango de adaptabilidad entre 20 y 90%.

Es recomendable que la madera en servicio sea mantenida a un nivel de contenido de humedad de 2 a 3%, por abajo del punto de saturación de la fibra, como medida de protección.

Otra consideración que se debe tener en cuenta, es que para desarrollarse, las esporas de los hongos requieren diferentes condiciones de humedad de las que necesita el micelio. Además existen otros factores que pueden afectar la germinación de las esporas como son: ciertas condiciones de acidez, presencia de luz intensa y cierta cantidad de bióxido de carbono (NICHOLAS, 1973).

NUTRIMENTOS: Todos los componentes que contienen carbón en su estructura son importantes para la nutrición de los hongos, por lo que los requerimientos alimenticios de los hongos xilófagos son satisfechos por los carbohidratos y la lignina presentes en la madera. La celulosa en la forma establecida en la madera, es decir, en asociación con la lignina es mucho más resistente a la pudrición que la celulosa separada químicamente. Sin embargo, ciertas enzimas producidas por los hongos son capaces de degradar a la lignina, pero ésta no ocurre sin la presencia de el metabolismo de los carbohidratos.

Se ha observado que la presencia de nitrógeno es necesaria para el crecimiento de los hongos. Ciertamente que los requerimientos no son muy grandes, pues los contenidos en la madera son solamente de 0.01 a 0.03% de nitrógeno. También se suman algunos factores de crecimiento como son la vitamina B1 (tiamina) y ciertos micronutrientes de naturaleza orgánica.

CONCENTRACION DE HIDROGENO O pH: Es muy importante, porque los hongos xilófagos han mostrado una marcada preferencia por un pH ácido que va de 4.5 a 5.5. (KOLLMANN, 1968).

4.3.- DESCRIPCION DE LAS MADERAS DE ESTUDIO

Para las descripciones siguientes se consultaron a los autores: PENNINGTON y SARUKHAN (1968), ECHENIQUE (1970), CABRERA y col. (1982), HUERTA (1983) y PALACIOS (1990).

4.3.1.- Hura polyandra Baill.

Especie tropical que pertenece al orden de las Geraniales y a la familia Euphorbiaceae.

NOMBRES COMUNES:

habillo, jobillo, etc. son los más usados en toda su área de distribución.

FORMA:

Alcanzan alturas de 20 m y el D. A. P. (Diametro a la altura del pecho) es hasta de 50 cm. El fuste es recto, cubierto con numerosas espinas cónicas, copa amplia con ramas horizontales, gruesas y ramillas colgantes.

CORTEZA:

Es de color café grisácea, lisa en árboles jóvenes, tornándose muy escamosa cuando vieja. La corteza interna es de color crema. Produce un abundante exudado cremoso que puede ser muy irritante y causar alergias.

CARACTERISTICAS DE LA MADERA:

La albura es amarilla clara, con vasos grandes, de color crema cuando el árbol está recién cortado, y después se torna de color café amarillento, gris oliva o café oscuro; tiene en ocasiones bandas de fibras moradas o verde pálido. No se distingue con facilidad la albura del duramen. Su textura es fina y el grano generalmente es entrelazado. Es muy lustrosa y no tiene sabor, ni olor característicos.

SECADO:

Se considera moderadamente difícil de secar, y el proceso es relativamente rápido, sufriendo distorsiones y hendiduras y se mancha con facilidad, por lo que al iniciar el proceso, se deben tener precauciones especiales.

DISTRIBUCION:

Se distribuye en la vertiente del Golfo, en el centro de Veracruz, Tabasco, al este de Puebla, norte de Chiapas, y en la Península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas.

HABITAT:

Forma parte de las selvas medianas subcaducifolias en ambas vertientes, en zonas donde hay periodos de sequía bien definidos y largos.

USOS:

Frecuentemente se le planta en cercas para evitar el paso de gente o ganado, ya que es una planta que se conoce como venenosa. En algunas zonas se usa para construcciones porque es de buena calidad y como es liviana es fácil de trabajar para la fabricación de artículos como cajas, muebles, chapa, triplay y también en el interior de viviendas rurales y en carpintería en general. Aunque algunas veces los carpinteros se quejan de que el aserrín que produce les provoca molestias en las vías respiratorias y en los ojos. En ocasiones, se usa para postes telegráficos.

ANATOMIA:

- Vasos - Porosidad difusa, poros solitarios y múltiples de 2 y 3, raramente 4, visibles a simple vista como pequeños puntos. Se encuentran generalmente 4 poros/mm², los elementos de vaso normalmente tienen un apéndice y en la madera de duramen presentan tilides.
- Parénquima - axial apotraqueal escaleriforme y paratraqueal escaso. Con algunos cristales romboides.
- radial uniseriado, homogéneo con una media de 201 micras de largo y 26.4 micras de ancho y 8 radios/mm en corte tangencial.
- Fibras - libriformes con paredes poco engrosadas, terminación aguda y puntuaciones simples.
- fibrotraqueidas de pared engrosada y lumen angosto, extremos puntiagudos y puntuaciones pequeñas aereoladas lenticular, algunas presentan trabéculas.
- traqueidas vasicéntricas con paredes poco engrosadas y punteaduras simples.

4.3.2.- Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.

Especie que pertenece al orden Rosales, a la familia de las Leguminosas y la sub-familia Mimosoideae.

NOMBRES COMUNES:

Parota, guanacastle, orejón, nacaste (nombres más usados en toda su área de distribución).

FORMA:

Arbol de hasta 30 m de altura y D.A.P. de 3 m, con el fuste recto y cilíndrico, en ocasiones, con pequeños contrafuertes en la base, las ramas son ascendentes y la copa hemisférica a veces más ancha que alta.

CORTEZA:

La corteza externa es lisa a granulosa y a veces ligeramente fisurada, gris clara a gris parduzca, con abundantes lenticelas alargadas, suberificadas y dispuestas en hileras longitudinales. Con un exudado pegajoso y dulzón que se coagula al contacto con el aire.

CARACTERISTICAS DE LA MADERA:

La albura es amarilla pálida y se distingue claramente del duramen, el cuál es de color café con tintes rojizos. El hilo es entrelazado generalmente, su textura es uniforme y gruesa, no tiene olor y ni sabor característicos.

SECADO:

Es una madera que se considera moderadamente difícil de secar, y en ocasiones durante el secado se producen grietas o hendiduras.

DISTRIBUCION:

Se encuentra ampliamente distribuido en la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas, hasta la Península de Yucatán, en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas.

HABITAT:

Es difícil relacionar esta especie a algún tipo de vegetación primaria en selvas altas perennifolias y medianas subperennifolias. Se encuentran aparentemente en asociaciones primarias de selvas medianas subcaducifolias y caducifolias.

USOS:

Es una especie ampliamente protegida por el hombre, para ser usada como árbol de sombra en áreas ganaderas o agrícolas, donde se encuentra con abundancia. Se utiliza a veces para construcción de canoas, ruedas de carreta, etc. Industrialmente se usa para la fabricación de muebles, lambrin, chapa, triplay, vigas, duelas, etc. Al ser trabajada con máquinas y herramientas de carpintería, desprende polvo que tiene un olor picante, y produce generalmente alergias. Se obtiene madera aserrada de mediana calidad.

ANATOMIA:

- Vasos - La porosidad de la madera es difusa y en agrupaciones solitarias o múltiples radiales. La longitud de los vasos tiene una media/mm de 0.1991 y el número de vasos por mm² es de 2.5. Presenta la inclusión de gomas y en ocasiones tilides.
- Parénquima - El tipo de parénquima que presenta la madera de la parota es paratraqueal vasicéntrico. Los cristales son romboides:
- Fibras - Las fibras tienen una longitud de 1.296 micras, el diámetro es de 0.0270 micras. Y el grosor de 0.00425.

4.3.3.- Cordia eleagnoides D. C.

Especie tropical que pertenece al orden Tubiflorae y la familia Boraginaceae.

NOMBRES COMUNES:

Barcino, ocotillo, bocote, etc.

FORMA:

Arbol con una altura máxima de 20 m y un D.A.P. de 30 cm, con el tronco recto, las ramas gruesas y horizontales y la copa dispersa.

CORTEZA:

La corteza externa es fisurada con las costillas escamosas y suberificadas, de color pardo grisácea; la corteza interna es de color crema amarillento, cambiando a pardo.

CARACTERISTICAS DE LA MADERA:

La albura de color crema parduzco con vasos grandes. Madera dura. El duramen es café pardusco y al secarse, se torna café a café dorado, con gran frecuencia tiene bandas oscuras.

SECADO:

Es clasificado como difícil de secar, sobre todo el duramen, en ocasiones, durante el secado aparecen grietas principalmente de la médula a la corteza.

DISTRIBUCION:

Se distribuye exclusivamente en la vertiente del Pacífico desde Jalisco, hasta Oaxaca y Chiapas, incluyendo la cuenca del Río Balsas.

HABITAT:

Es una especie conspicua de la selva mediana subcaducifolia o caducifolia, creciendo especialmente en la parte expuesta de laderas y en las cimas de pequeñas lomas, sobre suelo someros de origen volcánico, metamórfico y calizo, hasta una altitud de unos 500 m.s.n.m.

USOS:

Su madera es utilizada únicamente para leña y construcciones rurales ligeras. Es ampliamente cultivada por sus bellas flores.

ANATOMIA:

- Vasos** - Porosidad difusa, poros solitarios, agregados y múltiples de 2 y 3, con placa de perforación simple, visibles a simple vista, pequeños; los elementos de vaso son largos, gruesos ó delgados y cortos, cuando son gruesos generalmente presentan un apéndice, en madera de duramen se observan tilides.
- Parénquima** - Axial: paratraqueal en bandas aliforme, vasicéntrico escaso, en duramen se observan cristales romboidales y algunas substancias tánicas lo cual produce listas de color café muy oscuro a casi negro.
- Radial: poliseriados, heterogéneos con cristales romboides solitarios en el duramen.
- Fibras** - Libriformes: con longitud promedio de 1.1 mm, terminaciones agudas, pared celular muy engrosada y lumen estrecho.
- Fibrotraqueidas: de pared no muy engrosada y algunas punteaduras simples.
- Traqueidas vasculares: con pared celular engrosada, punteaduras simples y aereoladas alternas opuestas.

4.4.- DESCRIPCION DE LOS HONGOS DE PRUEBA.

Para la descripción botánica se consultó a los siguientes autores: CARTWRIGHT y FINDLAY (1950), KOLLMANN (1959), GOMEZ y Col. (1969), GUZMAN (1984) y SINGER (1986).

4.4.1.- Lentinus lepideus Fr.

Sinonimia Lentinus squamosus (Schaeff.) QuéL.

Pertenece a la clase de los Basidiomycetes y a la familia Tricholomataceae (según SINGER, 1986).

Hongos con el sombrero convexo, de 5 a 15 cm. de diámetro, de consistencia dura, blanquecino, con escamas de color café amarillento. El borde de las láminas es aserrado o más o menos dentado y algo separadas entre sí. El pie es fuerte, macizo, excéntrico o central. Esporada blanca. Esporas elipsoides, alargadas, con un extremo en punta.

La especie tiene una distribución universal en los bosques. Aunque es poco común encontrar fructificaciones (carpóforos), y cuando ello ocurre se le encuentra sobre troncos de pinos, incluso sobre madera de construcción, postes o durmientes de ferrocarril.

El tipo de pudrición que este hongo ocasiona, se le conoce comunmente como pudrición parda, ya que ataca la celulosa, dejando intacta la lignina, y esta lignina residual es la que da el color oscuro. Las alteraciones que causan este tipo de pudrición son poco visibles en un principio, y solo se manifiesta por una decoloración que va de amarillento a color café pálido, que se torna más oscura a medida que avanza la pudrición y hasta puede llegar a adquirir un tinte rojizo.

El hongo Lentinus lepideus tiene una importancia especial como agente de pudrición en durmientes, postes, polines y algunas otras estructuras de madera, y por su tolerancia a concentraciones relativamente altas de creosota y también por que este hongo se localiza principalmente en la madera de duramen, por lo que estos productos pueden presentar un aspecto externo normal, pero en su interior, estar debilitadas seriamente.

Cuando está expuesto a la luz directa este hongo produce fructificaciones como un hongo típico, pero en lugares cerrados y sin luz suele tomar formas ramificadas y sin sombrero.

4.4.2.- Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr.

Sinonimia Tyromyces sulphureus (Bull.: Fr) Donk.
Grifola sulphureus (Bull.: Fr.) Pilát.

Hongos que pertenecen a la clase de los Basidiomycetes y a la familia Polypóraceae.

Hongos sin pie, con sombrero anaranjado o amarillo, de aproximadamente 30 cm de ancho. Con poros amarillo o amarillentos de 2 a 4 mm, carne blanca a blanquecina; nunca anaranjada, variando de subcarnosa a regularmente esponjosa, de más de 1 cm. de grosor, con olor aromático penetrante característico, a veces nauseabundo. Generalmente se disponen varios hongos superpuestos, o se insertan lateralmente en la madera. Puede rezumar gotas ambarinas. La esporada es de color crema a algo amarillenta. Esporas ovales de 5-8 X 4-5 micras.

Son comunes en tocones y árboles, principalmente encinos, pero no en coníferas.

El micelio del hongo Laetiporus sulphureus cuando joven es muy esponjoso, algodónoso, blanco, y cuando es viejo pierde su apariencia algodónosa y se torna anaranjado. Tiene un buen desarrollo en extracto de malta agar.

Este hongo causa pudrición blanca, por lo que ataca indistintamente a la lignina y a la celulosa; la madera con éste tipo de pudrición toma una apariencia blanquecina.

V.— MATERIALES Y METODOS

V.- MATERIALES Y METODOS

5.1.- RECOLECCION Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS DE ESTUDIO

5.1.1.- RECOLECCION

El material de ensayo se obtuvo de un solo individuo por especie, los cuáles se colectaron en Bucerías, Nayarit y en Tomatlán, Jalisco. Se obtuvieron rolletes de 30 cm de longitud, sobre una altura de 1.5 m del tocón del árbol.

Al momento de recolectar se tomaron los datos de colecta, los cuáles se encuentran resumidos en las tablas A y B.

Se utilizó la madera de Spondias mombin L. como material de referencia, el cual sirvió para realizar la prueba de Severidad.

Tabla. A .- Datos de colecta de las maderas de estudio.

ESPECIE DE MADERA	FECHA	LUGAR	ALTITUD (m.s.n.m.)
<u>Hura polyandra</u>	6/Julio/1989	Bucerías, Nay.	70
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	6/Julio/1989	Bucerías, Nay.	60
<u>Cordia eleagnoides</u>	7/Julio/1989	Tomatlán, Jal.	80
<u>Spondias mombin</u>	8/Julio/1989	Tomatlán, Jal.	100

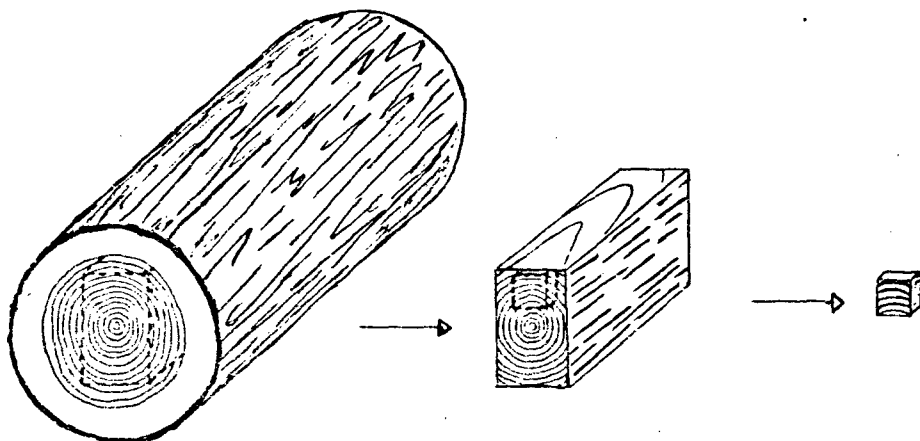
Tabla B' .- Datos de colecta de las maderas de estudio.

ESPECIE DE MADERA	D.A.P. (cm)	ALTURA TOTAL (m)	ALTURA Y FORMA DEL FUSTE (m)	EDAD (años)
<u>Hura polyandra</u>	35	4	2/recto	15
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	60	8	3/inclinado	20
<u>Cordia eleagnoides</u>	30	6	3/recto	20
<u>Spondias mombin</u>	45	9	3/recto	25

5.1.2.- PREDIMENSIONADO DE LAS MADERAS

Unicamente se trabajó con el duramen de las maderas. De los rolletes se obtuvieron tabletas de duramen, a este proceso se le conoce como predimensionado, estas tabletas facilitan el secado y la posterior elaboración de bloques de prueba o probetas, así como el aserrín.

Las tabletas se cortaron orientadas perpendicularmente a los anillos de crecimiento, con un grosor de 4.5 cm. La figura 1 esquematiza el procedimiento del predimensionado de la madera.



5.1.3.- SECADO DE LA MADERA

El secado de la madera se realizó en la estufa al vacío de marca ECUATHERM, con las siguientes condiciones de secado: temperatura de 55°C y vacío de 22 pulgadas de mercurio.

De un contenido de humedad de la madera en verde, que variaba de 80 a 60%, se secó hasta un 12%, de esta forma la madera pierde el exceso de humedad y se evita un posible manchado, así como también se puede controlar con facilidad su peso.

Para conocer el peso que debe alcanzar la madera para un contenido de humedad específico, se determina mediante los cálculos basados en la humedad inicial y el peso anhidro de la madera. El control de humedad se llevó a cabo, mediante el método de secado de una muestra de madera, en una estufa convencional de laboratorio marca FELISA, a una temperatura de 103±2°C. El peso de las probetas se controló periódicamente en una balanza marca SARTORIUS modelo 1203 MP.

5.1.4.- ELABORACION DE BLOQUES DE PRUEBA Y ASERRIN

Una vez eliminado la mayor parte de agua de la madera, se procedió a cortar para obtener los bloques de prueba, los cuales se conocen también como probetas, además se obtuvo aserrín para el método caja petri.

Los bloques de prueba o probetas se cortaron de las siguientes dimensiones:

A).- Bloque alimentador: de 0.3 X 2.9 X 3.5 cm, con el eje más largo en dirección axial. Para estos bloques se utilizó la especie de referencia Spondias mombin L.

B).- Bloques de Pruebas, de Referencia y Testigos: de 2.5 X 2.5 X 1 cm, con el eje más corto en dirección axial.

De las tabletas, también se obtuvieron virutas, las cuales se molieron en un molino Willey, posteriormente se tamizaron y se recolectó el aserrín de la malla 40.

5.2.- CEPAS DE HONGOS UTILIZADAS:

Se utilizaron las cepas de los hongos xilófagos:

- Lentinus lepideus Fr. (Cepa IBUG-26) que causa pudrición oscura o parda.
- Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr. (Cepa IBUG-31) que causa pudrición blanca.

Estas cepas fueron proporcionadas por el Laboratorio de Micología del Instituto de Botánica, de la Universidad de Guadalajara.

Para obtener inóculo de los hongos de prueba, se propagaron previamente en cajas petri, durante 10 días aproximadamente, a una temperatura de 28°C, utilizándose agar con extracto de malta como medio de cultivo.

5.3.- ANALISIS DEL SUELO

Para el método bloque-suelo, se utiliza como su nombre lo dice, de suelo al que se le adiciona agua, para que de esta manera, se proporcione a los hongos la humedad necesaria para su desarrollo.

Por lo que se recolectó suelo de tipo arcilloso, en el predio Las Agujas, municipio de Zapopan, próximo a las instalaciones del IMCyP, el cuál se secó y se tamizó con una malla 40.

Luego se procedió a realizar el análisis que recomienda la norma ASTM, dando los siguientes resultados:

pH	4.22
peso de 118 cm ³ (4oz)	137.3 gr.
Capacidad de retención	21.25%

El pH del suelo fué muy ácido y la capacidad de retención de humedad fué muy baja, lo que no concuerda con la norma ASTM. Por lo tanto se hizo otro análisis con un suelo de tipo arenoso, que también se recolectó en el predio Las Agujas, municipio de Zapopan, pero en diferente zona que el suelo anterior, y el resultado fué:

pH	5.18
peso de 118 cm ³ (4oz)	125.3 gr.
Capacidad de retención	30.32%

El suelo requerido en la norma ASTM como medio de retención de humedad durante el período de incubación, debe de cumplir con ciertas especificaciones, y los resultados obtenidos con el suelo arenoso concuerdan con ellas, por lo que se decidió trabajar con este tipo de suelo.

5.4.- METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DURABILIDAD NATURAL

5.4.1.- BLOQUE-SUELO

Las pruebas de determinación de la durabilidad natural, para este método, se realizaron conforme a la norma ASTM, designación D 2017-71, con las siguientes modificaciones:

Los hongos de prueba Lentinus lepideus y Laetiporus sulphureus, que se utilizaron en el presente trabajo, no concuerdan con la norma, por la dificultad de conseguir las especies de hongos xilófagos, que recomienda la norma ASTM.

Aunque existen investigaciones similares, donde también trabajan con el hongo Lentinus lepideus.

Para los bloques de prueba se utilizó la madera de Spondias mombin L. o Jobo, por su reconocida fama de susceptibilidad al ataque de los hongos xilófagos, en sustitución de las que recomienda la norma para la testificación de las maderas de angiospermas.

La figura 2 muestra la metodología utilizada en este trabajo.

Este método se basó en la prueba de severidad, que consiste en la exposición de los bloques de la madera de referencia (Jobo), a la acción de los hongos de prueba, hasta llevarse a cabo una pérdida de peso de 60% en estos; una vez logrado esto, se dió por terminado el período de incubación de las maderas de estudio y se determinó su grado de durabilidad natural al ataque de hongos xilófagos. Este valor se conoce mediante el cálculo del promedio de pérdida de peso, expresado en porcentaje, cuando los bloques o probetas fueron expuestos a los hongos, con la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Donde:

PP = Pérdida de peso

P1 = Peso inicial

P2 = Peso final

Para conocer el peso inicial (P1) de los bloques (B) o probetas, se colocaron en una estufa convencional de laboratorio marca FELISA A 60°C, hasta obtener su peso constante. El peso se registró en una balanza analítica, marca SARTORIUS modelo 1800.

Al finalizar la incubación, los bloques se sometieron al mismo procedimiento y se registró el peso final (P2).

METODO ASTM D2017-71

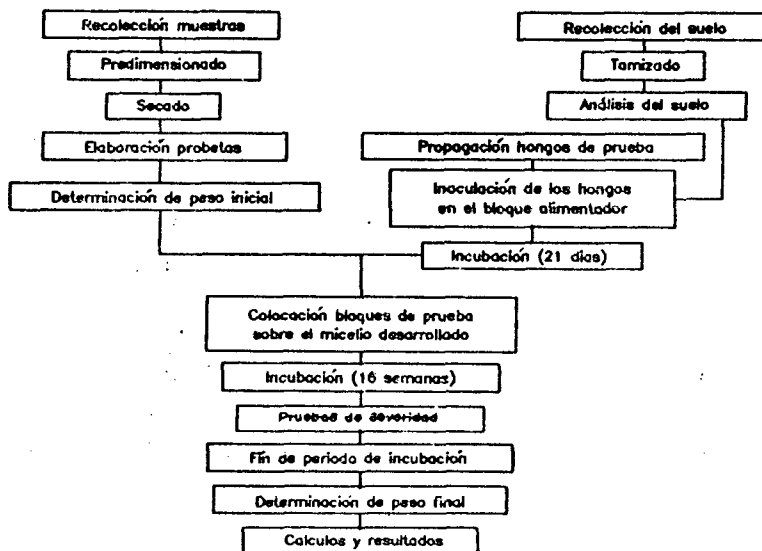


Fig. 2 .- Diagrama de flujo de la metodología utilizada para la determinación de la durabilidad natural de la madera.

5.4.2.- CAJA PETRI

Para el método caja-petri (WANG y Col. 1980), se trabajó con las mismas especies de maderas tropicales como las especies de hongos de prueba, que el método anterior. La figura 3 muestra la metodología utilizada.

METODO CAJA PETRI (WANG Y COL., 1980)

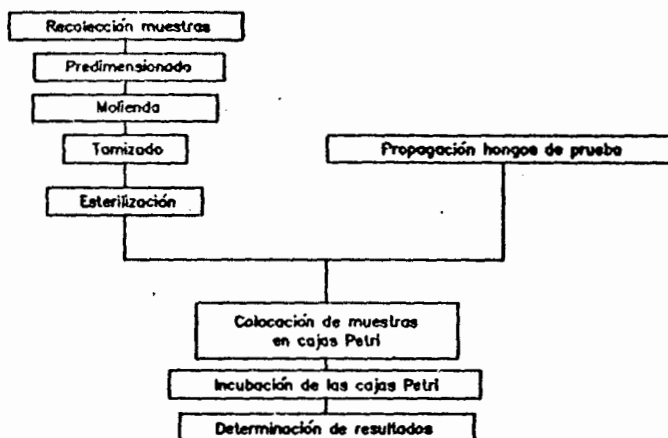


Fig. 3 .- Diagrama de flujo del método de caja petri.

Primeramente se realizó un predimensionado de la madera (solo se trabajó con el duramen) obteniéndose tabletas, las cuales se secaron al aire libre. Luego se fraccionaron en un molino Willey y el duramen molido se tamizó para obtener un tamaño de partícula que pase por una malla 40.

Previamente se desarrollaron en las cajas petri, los 2 hongos de prueba, utilizándose agar con extracto de malta como medio de cultivo, a 28°C durante 10 días aproximadamente.

Luego, se esterilizaron en autoclave 10 gr por repetición del duramen molido, durante 40 minutos a 120°C ó 15 libras de presión (1Kg/cm²), posteriormente las muestras se colocaron en condiciones asépticas, en las cajas petri con los hongos de prueba correspondientes.

Las cajas se incubaron por un periodo de 3 semanas, a una temperatura de 25-28°C y una humedad relativa de 80-85°C.

Una vez finalizado el periodo de incubación, la determinación de la durabilidad natural de la madera se hizo visualmente mediante mediciones milimétricas del avance del micelio a la segunda y tercera semana de incubación, de acuerdo a WANG y Col. (1980). A cada milímetro de avance le corresponde un porcentaje de superficie cubierta así como un rango dentro de la clasificación de la durabilidad natural de la madera a la pudrición por hongos xilófagos.

VI. – RESULTADOS Y DISCUSION

DE RESULTADOS

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

6.1.- BLOQUE-SUELO.

De acuerdo a lo especificado por la norma ASTM, para la determinación de la durabilidad natural de las maderas, basada en la Prueba de Severidad, que se realizó con la especie de referencia Spondias mombin, que requirió de más del tiempo especificado por la norma, obteniéndose tan solo porcentaje de pérdida de peso de 40.02% para el hongo Lentinus lepideus y un 42.27% para el hongo Laetiporus sulphureus, del 60% que se requiere para dar por finalizado el período de incubación, pero al haberse agotado los bloques de ésta especie, la prueba se concluyó 8 semanas más, en base a que a este tiempo se lograría la pérdida de peso del 60%; lo que concuerda con GOMEZ y Col. (1969). quienes requirieron 14 semanas más, al trabajar con el hongo Lentinus lepideus.

Sin embargo, aún cuando el periodo de incubación fué más largo del que determina la norma ASTM, se considera que las respuestas de las maderas y el comportamiento de los hongos hacia éstas fueron muy claros y se cumplió con el objetivo de conocer la posible respuesta de estas maderas no comerciales con fama de ser resistentes al ataque de los hongos.

En la tabla B se muestran los resultados obtenidos en porcentaje, tanto como de pérdida de peso, como peso residual, de los bloques expuestos a la acción de los hongos de prueba; observándose que la madera de Cordia eleagnoides perdió peso ligeramente en mayor proporción, que las restantes maderas ensayadas para el caso del hongo Laetiporus sulphureus. Y en general las tres especies tropicales perdieron poco peso, durante el ataque del hongo de pudrición parda Lentinus lepideus.

El criterio para clasificar las maderas de acuerdo a su durabilidad natural a los hongos xilófagos, con base a la norma ASTM D 2017-71, se resume en la tabla C, con la cual se interpretaron los resultados obtenidos en porcentaje de pérdida de peso de los bloques o probetas de las especies ensayadas a los hongos xilófagos.

Tabla B.- Pérdida de peso de las maderas por el ataque de los hongos de prueba.

Especie de madera	Especie de hongo			
	<u>Lentinus lepidus</u>	<u>Lentinus lepidus</u>	<u>Laetiporus sulphureus</u>	<u>Laetiporus sulphureus</u>
	Pérdida de peso (%)	Peso residual (%)	Pérdida de peso (%)	Peso residual (%)
<u>Hura polyandra</u>	18.07	81.92	22.73	77.27
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	16.75	83.24	21.37	78.62
<u>Cordia eleagnoides</u>	12.55	87.44	27.37	72.62

Tabla C. - Criterio para clasificar la durabilidad natural de la madera al ataque de los hongos de prueba, de acuerdo a la norma ASTM D 2017-71

Pérdida de peso (%)	Peso residual (%)	Grado de resistencia	Clase
0-10	90-100	Altamente resistente	A
11-24	76-89	Resistente	B
25-44	56-75	Moderadamente resistente	C
45 o mayor	55 o menos	No resistente	D

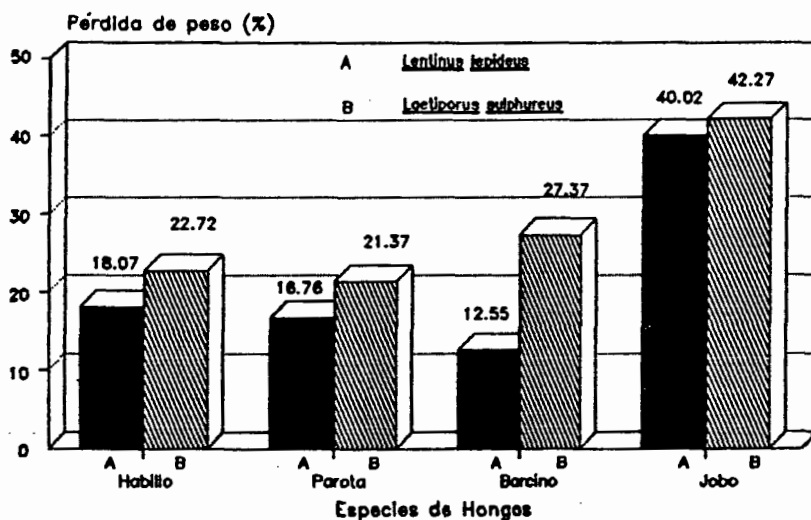
En la tabla D se determinó el grado de resistencia de las maderas tropicales con base a la tabla C, observándose que la madera de Cordia eleagnoides resultó moderadamente resistente al ataque del hongo Laetiporus sulphureus, y resistente al hongo Lentinus lepideus, mientras las restantes maderas de estudio fueron resistentes a ambos hongos.

Tabla D.- Clasificación de la durabilidad natural de las maderas ensayadas en base a la norma ASTM D 2017-71

Especie de madera	Especie de hongo	
	<u>Lentinus lepideus</u> (podrición parda)	<u>Laetiporus sulphureus</u> (podrición blanca)
<u>Mura polyandra</u>	Resistente	Resistente
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	Resistente	Resistente
<u>Cordia eleagnoides</u>	Resistente	Moderada/Resistente

En la figura 4 se esquematizó la comparación entre las maderas de estudio con la especie de referencia, con base al porcentaje de pérdida de peso de los bloques expuestos a la acción de los hongos de prueba, donde se nota claramente que en general las tres especies presentaron cierta resistencia a los hongos xilófagos, en comparación con la madera de Spondias mombin o jobo.

Fig 4.- Comparación de la durabilidad natural de maderas a los hongos de prueba



Con el porcentaje de pesos iniciales y los finales de los bloques testigos de cada especie, se determinó el factor de corrección, el cual sirve para indicar cualquier cambio de peso significativo, debido a un mal manejo en la metodología y por lo tanto hacer los ajustes correspondientes de pérdida de peso para los bloques sometidos a los hongos, según la norma ASTM D 2017 71. En la tabla E se registran los resultados obtenidos y en todos los casos fueron menores de un 5%, por lo que no fué necesario corregir los valores porcentuales de las maderas expuestas a los hongos de prueba.

Tabla E.- Pérdida de peso de bloques testigos.

Especie de madera	Factor de corrección
<u>Hura polyandra</u>	1.71
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	1.63
<u>Cordia allanoides</u>	1.68

En cuanto a los hongos de prueba, se observó un más rápido desarrollo del micelio del hongo Laetiporus sulphureus en las cajas petri con extracto de malta-agar, para la obtención de inóculo. Esto comprueba los resultados obtenidos que muestran que este hongo tuvo una mayor agresividad hacia las maderas que el hongo Lentinus lepideus.

Unicamente se utilizó el duramen, debido principalmente a que en esta porción de la madera se concentran la mayor cantidad de sustancias extraíbles, por lo cual se pretende seguir investigando el efecto de estas sustancias para inhibir el crecimiento de los hongos.

La pérdida de peso de la madera, durante el ataque de hongos xilófagos, es una prueba muy importante, que nos da a conocer que existe descomposición de los componentes químicos de ésta, aún cuando no haya síntoma de pudrición visible.

6.2.- CAJA-PETRI

La determinación de la durabilidad natural por este método, como se mencionó anteriormente, se realizó mediante mediciones milimétricas del crecimiento del micelio de los hongos sobre la superficie de la madera. En la tabla F, se resumen los resultados del crecimiento de los hongos en las diferentes maderas, expresado en porcentaje. Las mediciones se realizaron a la segunda y tercera semana de incubación.

Tabla F.- Porcentaje de superficie cubierta en la caja de petri.

Especie de madera	segunda semana		tercera semana	
	<u>Lentinus</u> <u>lepideus</u>	<u>Laetiporus</u> <u>sulphureus</u>	<u>Lentinus</u> <u>lepideus</u>	<u>Laetiporus</u> <u>sulphureus</u>
<u>Hura polyandra</u>	71	75	90	93
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	15	18	20	23
<u>Cordia eleagnoides</u>	49	51	55	59
<u>Spondias mombin</u>	88	92	100	100

En el caso de la tabla G, se presenta la clasificación de la madera, en 5 grados de durabilidad, de acuerdo a la superficie cubierta por los hongos xilófagos. Esta clasificación fué tomada de WANG y colaboradores (1980).

Tabla G.- Clasificación de la madera de acuerdo a la superficie cubierta por los hongos de prueba según Wang y Col. (1980).

Grado de durabilidad	Superficie cubierta (%)
1	0 - 20
2	20 - 40
3	40 - 60
4	60 - 80
5	80 - 100

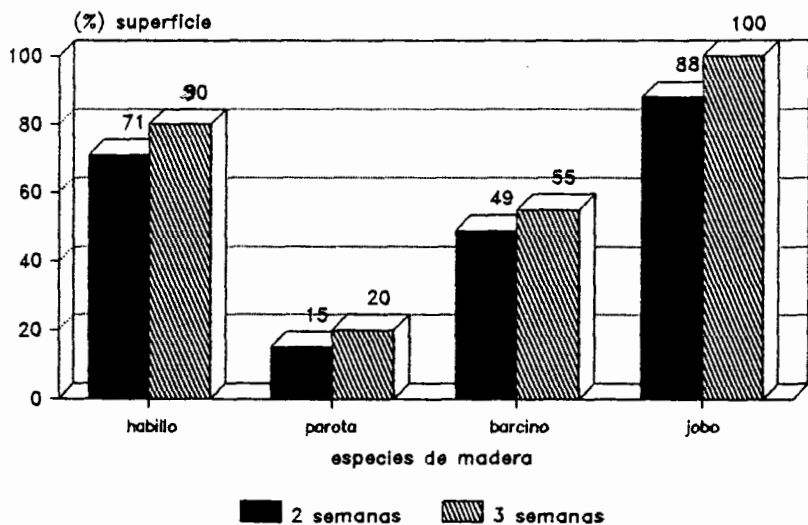
Finalmente la tabla H, se muestran los grados de durabilidad de las maderas estudiadas, siguiendo la clasificación de la tabla anterior. En esta tabla observamos que los valores más bajos fueron para Enterolobium cyclocarpum (parota) y Cordia eleagnoides (barcino) y el más alto para Hura polyandra (habillo), en comparación con la madera de referencia (jobo) que fué muy alta, incluso desde la segunda semana de incubación. Entre más bajo sea el porcentaje de superficie cubierta de la madera en la caja petri, le corresponderá un valor menor, que en este caso sería el ideal, para que la madera se considere que posee cierta resistencia al ataque de hongos xilófagos.

Tabla H.- Grado de durabilidad de las maderas de estudio, según la clasificación de Wang y Col. (1980).

Especie de madera	segunda semana		tercera semana	
	<u>Lentinus</u> <u>lepideus</u>	<u>Laetiporus</u> <u>sulphureus</u>	<u>Lentinus</u> <u>lepideus</u>	<u>Laetiporus</u> <u>sulphureus</u>
<u>Hura polyandra</u>	4.4	4.6	5.0	5.0
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	1.5	1.8	2.0	2.3
<u>Cordia eleagnoides</u>	3.2	3.4	3.6	3.9
<u>Spondias mombin</u>	5.0	5.0	5.0	5.0

La figura 5 representa forma gráfica, los resultados obtenidos con las maderas de estudio, junto con la de referencia a la acción del hongo Lentinus lepideus, donde se observa un porcentaje de invasión alto para el habillo, regular para el barcino y baja para la parota.

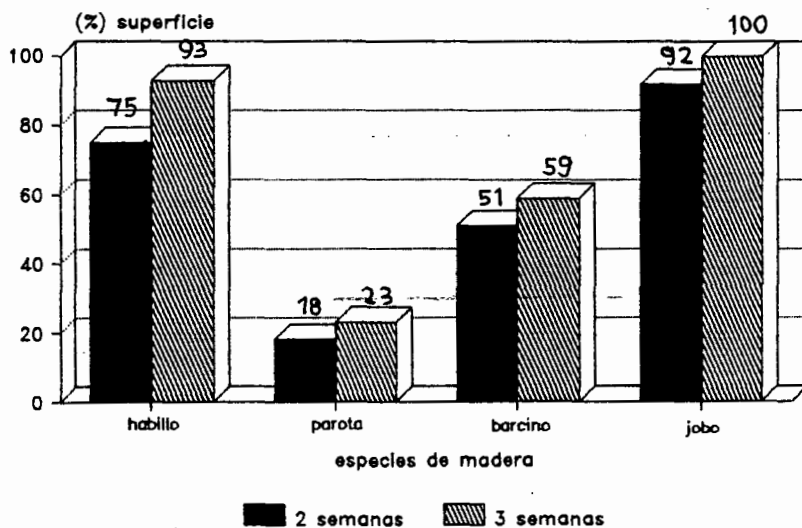
Fig. 5.- Superficie cubierta por el hongo Lentinus lepideus



Para el caso del hongo Laetiporus sulphureus, la figura 6 representa los resultados a la segunda y tercera semana de incubación, donde se observa un porcentaje de invasión más alto para el habillo, mientras el del barcino fué moderado en comparación con el de la parota.

En ambos casos, la especie de referencia fué cubierta con gran rapidez

Fig. 6 Superficie cubierta por el hongo Laetiporus sulphureus



El método caja-petri, se utiliza generalmente para conocer el efecto de los extractivos presentes en la madera, y en este caso sirvió para darnos una idea, de la posible resistencia que presentan las maderas a ser cubiertas por los hongos. Por lo cual los resultados obtenidos son representativos cuando se comparan con la especie de referencia que fué cubierta rápidamente, en relación con las otras especies estudiadas.

La ventaja de utilizar este método, es que los resultados que se obtienen son muy rápidos, en comparación con el método bloque-suelo, aunque los resultados sean cualitativos y no cuantitativos.

El efecto de los extractivos presentes en la madera en este caso es determinante, ya que en este método se proporcionan todas las condiciones necesarias para que actúen los hongos, como son: la temperatura, humedad, nutrimentos y la fácil invasión del micelio sobre la madera molida.

También se comprobó que el micelio del hongo Laetiporus sulphureus tuvo un mayor crecimiento tanto en el medio de cultivo, como en la superficie de las maderas ensayadas, en comparación con el que tuvo el hongo Lentinus lepideus.

VII. – CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DURABILIDAD NATURAL

(BLOQUE-SUELO)

- La madera de Cordia eleagnoides resultó moderadamente resistentes al ataque del hongo de pudrición blanca Laetiporus sulphureus y resistente al hongo de pudrición parda Lentinus lepideus.
- Las especies tropicales Enterolobium cyclocarpum y Hura polyandra fueron resistentes a las dos especies de hongos de prueba utilizados en el presente trabajo.

(CAJA-PETRI)

- Siguiendo un orden, el porcentaje más alto de invasión del micelio sobre la madera molida de las especies estudiadas fué el siguiente: Hura polyandra, en segundo término Cordia eleagnoides y por último Enterolobium cyclocarpum.

En ambos casos se comprueba la idea que se tiene acerca de que el duramen de muchas especies tropicales, son ricas en extractivos tóxicos, que de alguna manera las protegen de la acción de hongos que provocan pudrición.

METODO:

- La pérdida de peso de los bloques o probetas es una prueba representativa, que puede indicar el grado de avance de la pudrición, por lo que se recomienda el uso de las pruebas rápidas de laboratorio para determinar el grado de durabilidad natural de la madera al ataque por hongos xilófagos, por que permite conocer el posible comportamiento de la madera cuando es atacada por hongos que la pudren o la manchan.
- El método denominado caja-petri es una herramienta útil para conocer cual es la resistencia que presentan las maderas a ser cubiertas por los hongos xilófagos, con la ventaja de que los resultados que se obtienen son muy rápidos en comparación con otros métodos, aunque no tan determinantes, por el hecho de que la madera molida no semeja las condiciones en que generalmente está expuesta ésta en la construcción, o en el hogar.

HONGOS

- Se comprobó el tipo de pudrición que causan los hongos de prueba utilizados en este experimento, al observar el color que tomaron los bloques o probetas durante su ataque.
- Se observó un crecimiento más rápido y vigoroso, del micelio de el hongo de pudrición blanca Laetiporus sulphureus en comparación con Lentinus lepideus causante de pudrición parda, que fué más lento y ralo, comprobándose también su mayor agresividad hacia las maderas de estudio.

Con base a los resultados obtenidos y al conocimiento que se tiene de estas maderas, es recomendable su uso en diversos tipos de construcciones por ejemplo en puertas, pisos, escaleras, muebles, etc. así como también en exteriores, siempre y cuando se utilice el duramen, por que se conoce que la albura de estas especies tropicales no es resistente al ataque de hongos, además de que se mancha con facilidad.

En general se concluye que muchas maderas tropicales, hasta ahora subutilizadas, se pueden utilizar en la construcción, con la seguridad de que pueden perdurar por mucho tiempo y no ser atacadas por hongos, además si se tiene la precaución de mantener el contenido de humedad de la madera por debajo del punto de saturación de la fibra, su período de vida también será incrementado.

Se recomienda en investigaciones posteriores utilizar las especies de maderas que aconseja la norma ASTM para testificar las maderas de angiospermas, en la prueba de severidad, así como también las especies de hongos xilófagos.

Para contribuir al conocimiento de las especies que vegetan en nuestra región, se recomienda también realizar estudios integrales que incluyan los aspectos anatómicos, químicos, los ensayos físicos mecánicos, como también los de durabilidad natural para un aprovechamiento del potencial que pueden ofrecer las maderas tropicales.

VIII.— LITERATURA

CONSULTADA

VIII.- LITERATURA CONSULTADA

- American Society for Testing and Materials. "Standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods" Designation D 2017 71 en: Annual book of ASTM Standard. Easton, Md., USA. Editorial Staff. 1977. Pags: 612-617.
- ARREGHINI, R.I.; FERNANDEZ DE R, Z. 1980. "Durabilidad de maderas sin preservar utilizadas en un viñedo". For. Prod. Abst. Vol. 11. No. 12. Abst. No. 2408. Año 1988.
- ATRIUM. Biblioteca Atrium de la Madera. 1989. Colección técnica de bibliotecas profesionales. Tomo I. Barcelona, España.
- CABRERA, C. E.; SOUSA, S. M. y TELLEZ, V. O. 1982. Imágenes de la flora Quintanarroense. Pto. Morelos, Q. R.: Centro de Investigaciones de Quintana Roo.
- CARTWRIGHT, K. ST.G.; FINDLAY, W. P. K. 1950. Decay of timber and its prevention. London: Department of the Environment. Forest Products Research Laboratory. 2da. Edición.
- CLASING, A. O. 1987. Toxicity and handling of sodium pentachlorophenate used as an antistain agent in lumber industry. Memorias de la VI reunión sobre investigación y desarrollo en productos forestales. Departamento de Industrias Forestales. Univ. del Biobio. Concepción, Chile. 25-27 de noviembre de 1987.
- COURTLAND, B. N.; BETHEL, J. S. 1965. Secado de la madera en: La industria maderera. Ed. Limusa-Wiley. México.
- ECHENIQUE, M. R. 1970. 25 maderas tropicales de México. México, D.F.: Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Serie maderas de México. Pags: 91, 99, 113.
- ECHENIQUE, M. R. 1971. Características de la madera y su uso en la construcción. México, D.F.: Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. Serie Maderas de México. Pags: 93-104.

GOMEZ, N. M. S.; ECHENIQUE, M. R. y SALINAS, O. R. 1969. "Indices de laboratorio sobre resistencia de la madera a la pudrición en once especies forestales mexicanas." Bol. Téc. 31. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Pags: 30.

GUZMAN, G. 1984. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. México: Editorial Limusa.

HERRERA, R. J. A.; GOMEZ, N. M. S. y HERRERA, B. A. 1976. "Durabilidad natural de la madera de especies forestales mexicanas". Bol. Téc. No. 52. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Pags: 18.

HUERTA, C. M. 1983. "La parota Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. como un recurso forestal de las zonas cálido-húmedas en Jalisco". Tesis profesional. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara, Mexico.

KOLLMANN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo primero. Madrid: Inst. For. de Invest. y Exp. y Ser de la Madera. Pags: 42-79.

KOLLMANN, F. F.; A. COTE JR. W. 1968. "Solid wood" en Principes of wood science and technology. Tomo first. New York Inc: Springer-Verlag. Pags: 97-112.

MONTES, R. E. 1979 (1). "Durabilidad natural de la madera" en: Introducción a la tecnología de la madera. Curso monográfico. Instituto de Madera, Celulosa y Papel. Universidad de Guadalajara, (México).

MONTES R. E. 1979 (2). "Factores relacionados con la durabilidad de la madera" en: Introducción a la tecnología de la madera. Curso monográfico. Instituto de Madera, Celulosa y Papel. Universidad de Guadalajara, (México).

MONTES R. E.; FUENTES T. F.J. 1982. "Determinación de las propiedades Fisico-Mecánicas de 5 especies de maderas Mexicanas, variando el ángulo de aplicación de la carga". Proyecto de Investigación auspiciado por SEP. Convenio B2-04-210.

- NICHOLAS, D. D. 1973. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Vol. 1. Degradation and protection of wood. United States of America: Syracuse University. Pags: 87-137.
- PALACIOS, J. H. 1990. "Anatomía de 4 maderas de importancia comercial en Jalisco". Instituto de Madera, Celulosa y Papel. U de G. Trabajo presentado en XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Morelos. 1º al 5 de octubre de 1990.
- PENNINGTON, T. D. y SARUKHAN, J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. México: Instituto Nacional de investigaciones Forestales. S.A.G. y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.
- PEREZ O., C. P.; SALINAS, G. R. 1977. "Prueba rápida de laboratorio indicadora de resistencia a pudrición en dos especies de encinos". Ciencia Forestal. No. 6 Vol. 2. Pags: 19.
- PINZON P., L. M.; MARTINEZ M., J. D. 1983. "Agresividad de dos cepas de Pycnoporus sanguineus (L. ex. Fr.) Murr. hacia maderas tropicales mexicanas". For. Prod. Abst. Vol. 12. No. 3. Abst. No. 441. Año 1989.
- PINZON, P. L. M.; HERNANDEZ, J. J. 1986. "Tipo de pudrición y agresividad hacia madera de pino y liquidámbar de algunos hongos xilófagos mexicanos". For. Prod. Abst. Vol. 12. No. 3. Abst. No. 439. Año 1989.
- REIS, M. S. 1972. "Decay resistance of six wood species from the Amzson Basin of Brasil". Holzforschung: Vol. 20. No. 5. Pags: 185-191.
- ROSE F., M. C. 1987. "Trial of anti-sapstain products different from pentachlorophenate". Memorias sobre la VI reunión sobre investigación y desarrollo en productos forestales. Univ. del Biobio. Depto. de Ind. Fores. Compañía manufacturera de papeles y cartones, S. A. Concepción, Chile. 25-27 de noviembre de 1987.

SAKORNBUT, S. S.; BALSKE, R. J. 1957. "The effects of soil, moisture and aeration variables in bioassay by the soil-block culture method". Repr., For. Prod. J. Vol. VII. No. 11. Pags: 404-407.

SINGER, R. 1986. The Agaricales in modern taxonomy. Koeltz, Koenigstein.

VALLADARES, J. L. 1989. Guía para el secado de madera en hornos. Guatemala: Instituto Centroamericano de Investigación y tecnología Industrial (ICAITI). Pags: 21-29.

WANG, S.; HART, J. H. y BEHR, E. A. 1980. "Procedure for evaluating the effect of heartwood extractives on decay resistance". For. Prod. J. 30(1). Pags: 55-56.

WOLF, F.; PERALES, F. 1985. "Durabilidad natural de la madera de algunas especies del matorral del noreste de México". Fac. de silvicultura y manejo de recursos renovables. Univ. Aut. de N. L., México. Reporte técnico. No. 3. Pags: 15.