

ASPECTOS MICROMORFOLOGICOS DE LA PUDRICION BLANCA
CAUSADA POR ALGUNOS HONGOS XILOFAGOS EN MADERA
TROPICALES BAJO CONDICIONES NATURALES

Por Martha B. Vilchis Argueta*
Luis M. Pinzón Picasaño*

MICROMORPHOLOGICAL ASPECTS OF THE WHITE ROT CAUSED BY
SOME WOOD-DECAYING FUNGI ON TROPICAL WOODS UNDER
NATURAL CONDITIONS

SUMMARY

This paper describes the micromorphological damage caused by the action of white rot fungi (*Pleurotus roseopileatus*, *Polyporus occidentalis*, *Poria* sp. and *Trametes corrugata*) in cellular elements of tropical hardwoods under natural conditions.

Observations were made on microslide preparations. Two differential staining techniques were used, safranine-picroaniline blue and safraninefast green, and a technique of chemical maceration with dilute sodium hypochloride. Observations showed that fibers had less hyphae and more damage, vessel elements had more hyphae had less damage, and parenchyma cells had a direct relation between hyphae abundance and damage severity.

RESUMEN

En el presente trabajo, se describen los daños micromofológicos que causan los hongos xilófagos *Pleurotus roseopileatus*, *Trametes corrugata*, *Poria* sp. y *Polyporus occidentalis*, en los elementos celulares de algunas maderas tropicales en condiciones naturales.

Para la observación de las preparaciones en el microscopio, fueron utilizadas dos técnicas de tinción diferencial, safranina-verde rápido y safranina-azul de picroanilina, y una técnica de macerado químico con hipoclorito de sodio diluido. Las observaciones mostraron que las fibras presentaron menos abundancia de hifas y mayor severidad de daños, los elementos de vaso presentaron gran abundancia de hifas y pocos daños, y en las células de parénquima la abundancia de hifas fue más directamente proporcional a la severidad de los daños.

* Laboratorio de Biodeterioro y Preservación de Productos Forestales, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM, Apartado Postal 70-233, México, D. F. 04510.

INTRODUCCION

La madera es uno de los materiales de origen orgánico más resistente a la degradación biológica. Esta resistencia se debe al arreglo anatómico y composición química de ésta. Los hongos xilófagos son los organismos biológicos más importantes que descomponen a la madera, y juegan un papel vital en la naturaleza ya que permiten que los compuestos lignocelulósicos de la madera vuelvan a formar parte del suelo de los bosques; pero también causan efectos nocivos para el hombre ya que provocan deterioro en maderas utilizadas en la industria, pues estos hongos son parásitos de algunos árboles en pie y degradadores de madera en servicio, razón por la cual provocan pérdidas económicas.

Hasta el momento, en México no se han realizado estudios de la micromorfología de la pudrición en maderas tropicales en condiciones naturales causadas por hongos xilófagos. A nivel internacional, tampoco hay datos a este respecto, sólo existe información para maderas de clima templado. Los trabajos más completos que se han encontrado son los realizados por Wilcox (1965, 1968 y 1973), sobre micromorfología de la pudrición en cultivo de laboratorio.

El presente trabajo está enfocado al estudio de los aspectos micromorfológicos de la degradación de maderas tropicales en condiciones naturales en clima cálido-húmedo, pretendiendo recabar información sobre los efectos y daños que causan los hongos xilófagos en los diferentes tipos de elementos celulares de la madera.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio. El material de estudio fue recolectado en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, del Instituto de Biología, UNAM, ubicada a 33 km al NE de la población de Catemaco, localidad en la que predomina la selva alta perennifolia bajo un clima cálido-húmedo, con la época de lluvias de junio a febrero y la de secas de marzo a mayo, pero con lluvias usuales todo el año; la precipitación media anual es de 4,900 mm, la temperatura media anual de 27°C y los promedios mensuales de temperaturas máxima y mínima de 29 y 17°C, respectivamente (Instituto de Biología, UNAM, 1984).

Material estudiado. *Pleurotus roseopileatus* Sing., L. M. Pinzón y J. D. Martínez 11, enero 12, 1978. *Polyporus occidentalis* Klotz., L. M. Pinzón y M. T. Germán 181b, Oct. 13, 1979. *Poria* sp., L. M. Pinzón y J. D. Martínez 64; mayo 9, 1978. *Trametes corrugata* (Pers.) Bres., L. M. Pinzón y J. D. Martínez 12, enero 12, 1978.

Los ejemplares recolectados consistieron de fructificaciones de los hongos, con parte del sustrato en el cual se encontraban. Estos, fueron secados e incorporados al Herbario de Hongos Xilófagos del Laboratorio de Biodeterioro y Preservación de Productos Forestales, Instituto de Biología, UNAM. La identificación de los ejemplares fue realizada por el Biol. Jacobo D. Martínez Marcial. Para la identificación, fueron

utilizadas las claves de Guzmán (1977) y fue consultado material depositado en el Herbario ENCB de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.

Técnicas utilizadas. El sustrato de los ejemplares herborizados fue sometido a observaciones macroscópicas y microscópicas. Para llevar a cabo estas últimas, fueron realizados cortes a mano con navajas de razurar y macerado químico (con hipoclorito de sodio) para la elaboración de preparaciones fijas para microscopía. Para teñir los cortes obtenidos, se utilizaron técnicas de tinción diferencial tales como safranina-verde rápido (versión Building Research Advisory Service, 1974), safranina-azul de picroanilina (descrita por Wilcox, 1964) y safranina diluida (versión del Building Research Advisory Service, 1974). Todas ellas fueron modificadas con diluciones de las soluciones y tiempos de teñido, de acuerdo con la condición del material en el momento de su procesado.

RESULTADOS Y DISCUSION

La terminología descriptiva de las características micromorfológicas de la pudrición es pobre todavía. Por ello, las observaciones realizadas fueron vertidas utilizando términos descriptivos lo más autoexplicativos posible. En algunos casos se recurrió a la terminología convencional utilizada para la descripción del micelio, como nodoso septadas, refiriéndose a hifas con fíbulas; o hifas cianófilas, refiriéndose a las que mostraron afinidad por el colorante azul. Para dar alguna idea de abundancia o magnitud, se recurrió a términos semicuantitativos y rangos relativos pero uniformes para todos los casos estudiados, como la detección variable de alguna característica, el grado de ramificación de las hifas, la abundancia de estructuras o daños y el tamaño de los mismos. Para la descripción de variabilidad, orientación, distribución y forma de daños y estructuras, fueron empleados vocablos sencillos autoexplicativos.

Las observaciones macroscópicas y la información micromorfológica de la pudrición para cada uno de los ejemplares estudiados, es incluida a continuación en forma de breves descripciones y cuadros sinópticos, respectivamente.

Pleurotus roseopileatus Sing. (Figs. 1-4)

Muestra tomada del tocón de un árbol desgajado, no factible de identificar. Fructificaciones emergentes a través de la corteza. Corteza desprendible, suave y quebradiza. La madera externa con un grado de deterioro severo, con líneas zonales muy marcadas de color café grisáceo y negro. El aspecto de la madera es uniformemente esponjoso fibroso, de color café grisáceo a café claro. Estas características sugieren una pudrición blanca.

La información micromorfológica está contenido en el cuadro 1.

Polyporus occidentalis Klotz. (Figs. 7, 8, 10, 11)

Cuadro 1. *Pleurotus roseopileatus*. Tipos de hifas y daños observados en cada uno de los tres principales tipos de elementos celulares de la madera

ELEMENTOS CELULARES		VASOS	FIBRAS	PARENQUIMA
TIPO DE HIFAS PRESENTES		Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación irregular. Ramificación abundante. De poco a muy abundantes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación axial y transversal. Poco ramificadas. Poco abundantes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación axial y transversal. Poco ramificadas. Poco abundantes.
OTRAS ESTRUCTURAS		Abundantes clamidosporas terminales e intercalares.	Abundantes clamidosporas terminales e intercalares.	Clamidosporas intercalares presentes.
DAÑOS OBSERVADOS	PERFORACIONES	Forma irregular. Tamaño uniforme. Poco abundantes.	Forma circular. Tamaño uniforme. Poco abundantes.	Forma irregular. Tamaño uniforme. Abundantes.
	PUNTEADURAS AGRANDADAS	De no detectables a sí detectables	No diferenciables de las perforaciones	No detectables.
	CANALES DE EROSION	Forma irregular. Poco abundantes.	Forma irregular. Poco abundantes.	No detectables.

Muestra tomada de un tronco caído no identificable. Fructificaciones solitarias a gregarias imbricadas; de escasas a abundantes, emergentes a través de la corteza, o directamente de la madera, pero que emergieron en el tocón ya caído. Corteza delgada de color gris plomizo por fuera, internamente de color café amarillento, desprendible en algunas partes y quebradiza a desmenuzable en capas o fragmentos de aspecto fibroso. Madera sin diferenciación entre albura y duramen. La madera superficial presenta un grado de deterioro severo, con aspecto fibroso irregular.

La información micromorfológica está contenida en el cuadro 2.

Poria sp. (Figs. 12-14)

Muestra tomada de un árbol caído no identificable. Fructificación resupinada extendida en una superficie de aproximadamente 80 x 30 cm, emergente a través de la corteza, emergió cuando el árbol estaba caído. Corteza delgada y muy dura, desprendible en algunas porciones al secarse, de color café oscuro o negro. Madera externa con un grado de deterioro moderado en algunas zonas, severo en otras, consistencia uniformemente fibrosa, de color café amarillento. Estos caracteres sugieren una pudrición blanca.

La información micromorfológica está contenida en el cuadro 3.

Trametes corrugata (Pers.) Bres. (Figs. 17, 19 y 20)

Ejemplar proveniente de un tronco caído, no identificable. Fructificaciones solitarias, emergentes directamente de la madera. Emergieron cuando el tronco estaba caído. La madera externa muestra un grado de deterioro moderado con líneas zonales muy tenues de color café separando a zonas de madera uniformemente fibrosa y de color café amarillento de otras zonas de madera de color café. Estos aspectos sugieren una pudrición blanca.

La información micromorfológica está contenida en el cuadro 4.

Discusión.

En todos los casos fueron observadas hifas de micromicetos (figs. 5, 6, 15 y 16), reconocibles por ser de diámetro grande, pared gruesa, abundantemente septadas, fuertemente pigmentadas y no teñidas por los colorantes. Estas hifas generalmente estuvieron asociadas a las células de parénquima y en menor proporción a elementos de vaso. Su asociación con los daños observados fue escasa, aunque en el caso de *Poria* sp. en ocasiones mostraban una distribución simétrica en forma de red que bordeaba internamente a las paredes de las células de parénquima (fig. 16). Fue común observar que las zonas con hifas de micromicetos mostraban menos abundancia de hifas del basidiomiceto causante de la pudrición.

Cuadro 2. *Polyporus occidentalis*. Tipos de hifas y daños observados en cada uno de los tres principales tipos de elementos celulares de la madera

ELEMENTOS CELULARES		VASOS	FIBRAS	PARENQUIMA
TIPO DE HIFAS PRESENTES		Hifas hialinas de pared delgadas, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación irregular. Muy ramificadas. De abundantes a muy abundantes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación axial y transversal. Muy ramificadas. Abundantes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación irregular. Poco ramificadas. De poco a muy abundantes.
OTRAS ESTRUCTURAS		---	---	---
DAÑOS OBSERVADOS	PERFORACIONES	Forma irregular. Tamaño irregular. Escasas.	Forma circular. Grandes y pequeñas. Abundantes.	Forma irregular. Tamaño irregular. Escasas.
	PUNTEADURAS AGRANDADAS	No diferenciables de las perforaciones.	Poco detectables.	Poco detectables.
	CANALES DE EROSION	Forma irregular. Poco abundantes.	Forma irregular. Escasos.	No detectables.

Cuadro 3. *Poria* sp. Tipos de hifas y daños observados en cada uno de los tres principales tipos de elementos celulares de la madera

ELEMENTOS CELULARES		VASOS	FIBRAS	PARENQUIMA
TIPO DE HIFAS PRESENTES		Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Simple septadas. Orientación irregular. Ramificación abundante. Muy abundantes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Simple septadas. Orientación axial y transversal. Poco ramificadas. De escasas a ausentes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Simple septadas. Orientación irregular. Poco a muy ramificadas. De escasas a abundantes.
OTRAS ESTRUCTURAS		---	---	---
DAÑOS OBSERVADOS	PERFORACIONES	Forma circular. Grandes y pequeñas. Escasas.	Forma circular. Pequeñas. Abundantes.	Forma circular. Grandes y pequeñas. Abundantes.
	PUNTEADURAS AGRANDADAS	De no diferenciables a sí diferenciables de las perforaciones.	De no diferenciables a sí diferenciables de las perforaciones. Escasas.	Difíciles de diferenciar de las perforaciones.
	CANALES DE EROSION	Orientación en helicoidal "S" y "Z". Escasos.	Orientación en helicoidal "S" y "Z". De escasos a abundantes.	Orientación irregular. Abundantes.

Cuadro 4. *Trameles corrugata*. Tipos de hifas y daños observados en cada uno de los tres principales tipos de elementos celulares de la madera

ELEMENTOS CELULARES		VASOS	FIBRAS	PARENQUIMA
TIPO DE HIFAS PRESENTES		Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación axial y transversal. Muy ramificadas. De abundantes a muy abundantes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación axial y transversal. Muy ramificadas. De abundantes a muy abundantes.	Hifas hialinas de pared delgada, no diferenciadas. Cianófilas. Diámetro grande y pequeño. Nodoso septadas. Orientación axial y transversal. Poco ramificadas. De abundantes a muy abundantes.
OTRAS ESTRUCTURAS		Cistidios muy abundantes y abundantes basidios con basidiosporas.	Cistidios muy abundantes y abundantes basidios con basidiosporas.	---
DAÑOS OBSERVADOS	PERFORACIONES	Forma irregular. Tamaño uniforme. Poco abundantes.	Forma irregular. Tamaño uniforme. Poco abundantes.	Forma irregular y Circular. Grandes y pequeñas. Abundantes.
	PUNTEADURAS AGRANDADAS	No diferenciables de las perforaciones.	De no diferenciables a si diferenciables de las perforaciones. Escasas.	No diferenciables de las perforaciones.
	CANALES DE EROSION	Orientación en helicoidal "S" y "Z". Poco abundantes.	Forma irregular. Abundantes.	Forma irregular. Abundantes.

La información contenida en los cuadros 1 a 4, puede ser resumida en dos a tres puntos principales. En el caso de *Pleurotus roseopileatus*: las hifas fueron más abundantes en elementos de vaso que en fibras y células de parénquima; con excepción de las perforaciones que fueron más abundantes en parénquima, los daños fueron más severos en fibras; y finalmente, fue algo inesperado encontrar abundantes clamidosporas en los tres tipos de células. Para *Polyporus occidentalis*: las hifas fueron más abundantes en parénquima y vasos que en fibras; mientras que los daños fueron más abundantes en fibras, después en elementos de vaso y por último en parénquima. Para *Poria* sp.: las hifas fueron más abundantes en vasos y parénquima que en fibras; cuando los daños fueron más abundantes en fibras y células de parénquima, y después en elementos de vaso. En cuanto a *Trametes corrugata*: las hifas fueron más abundantes en vasos y fibras que en parénquima; pero los daños fueron más severos en fibras y parénquima que en vasos; y además, fueron detectados abundantes basidios con basidiosporas (fig. 20), en vasos y fibras, lo cual fue bastante sorprendente.

Las observaciones indican que la abundancia de hifas y la forma y abundancia de daños en cada tipo de célula fue suficientemente variable para individualizar la micro-morfología de la pudrición causada por cada uno de los hongos, pero no tan marcadamente diferente como para sugerir la existencia de diferentes estrategias de ataque. En esto debe de tenerse en cuenta que las especies de maderas, no identificadas en todos estos casos, contribuyó también a la variabilidad de lo observado.

A pesar de esta variabilidad, algunas de las observaciones pueden ser resumidas de una manera general. Por ejemplo, en las fibras fue observada menor abundancia de hifas pero mayor severidad en los daños, lo que se debe a la mayor proporción de pared celular en estas estructuras; en cambio, en los elementos de vaso, se presentó una gran abundancia de hifas y pocos daños, lo que indica que los vasos son utilizados por las hifas más como una vía preferencial de proliferación y dispersión que para la disponibilidad de nutrientes; mientras que en las células de parénquima, la abundancia de hifas fue más directamente proporcional a la severidad de los daños, sugiriendo ésto que el parénquima es aprovechado por los hongos de una manera más completa, puesto que este tipo de células frecuentemente contienen almacenados diversas sustancias de reservas.

Por último, *Pleurotus roseopileatus* y *Trametes corrugata* mostraron presencia de clamidosporas y basidiosporas, respectivamente. Aunque estas estructuras no tienen ninguna función en el proceso de la pudrición, su presencia debe considerarse de cierta importancia pues evidencian que los fragmentos de la madera deteriorada pueden acarrear estructuras que contribuyen a la dispersión de estos hongos.

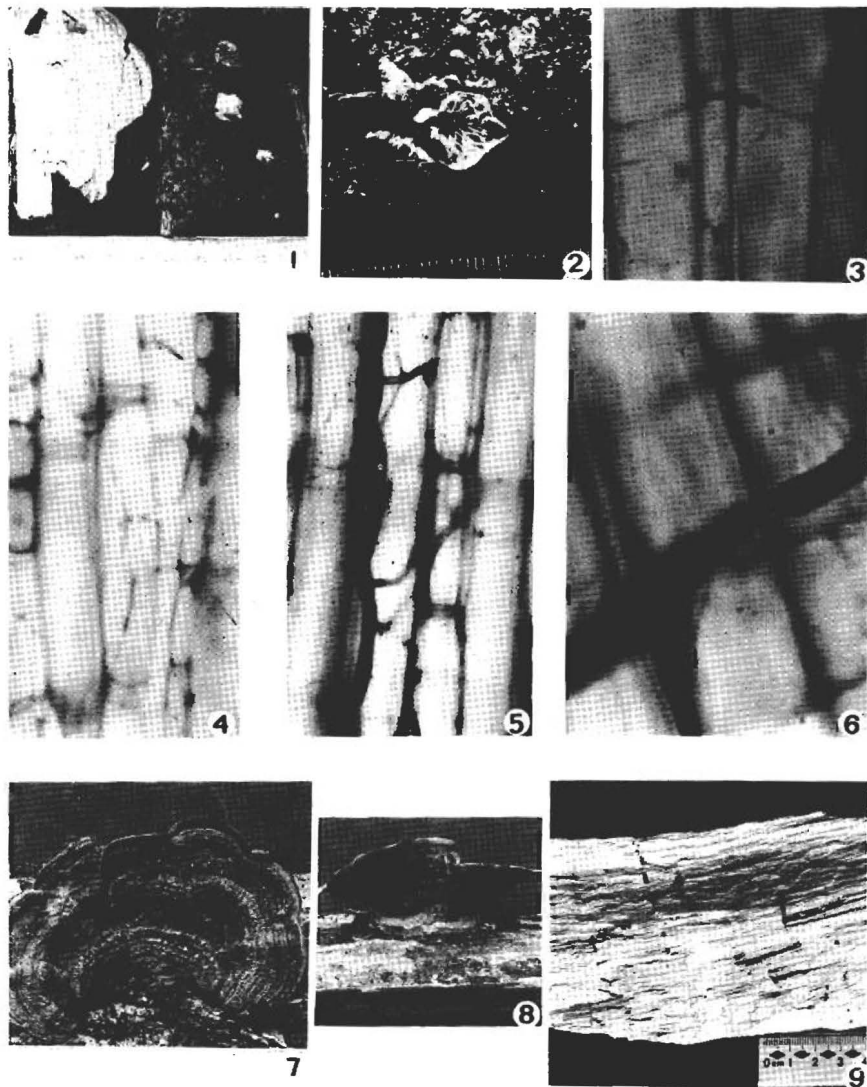
AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento a la colaboración en la recolección e identificación de los ejemplares estudiados, del Biól. Jacobo D. Martínez Mar-

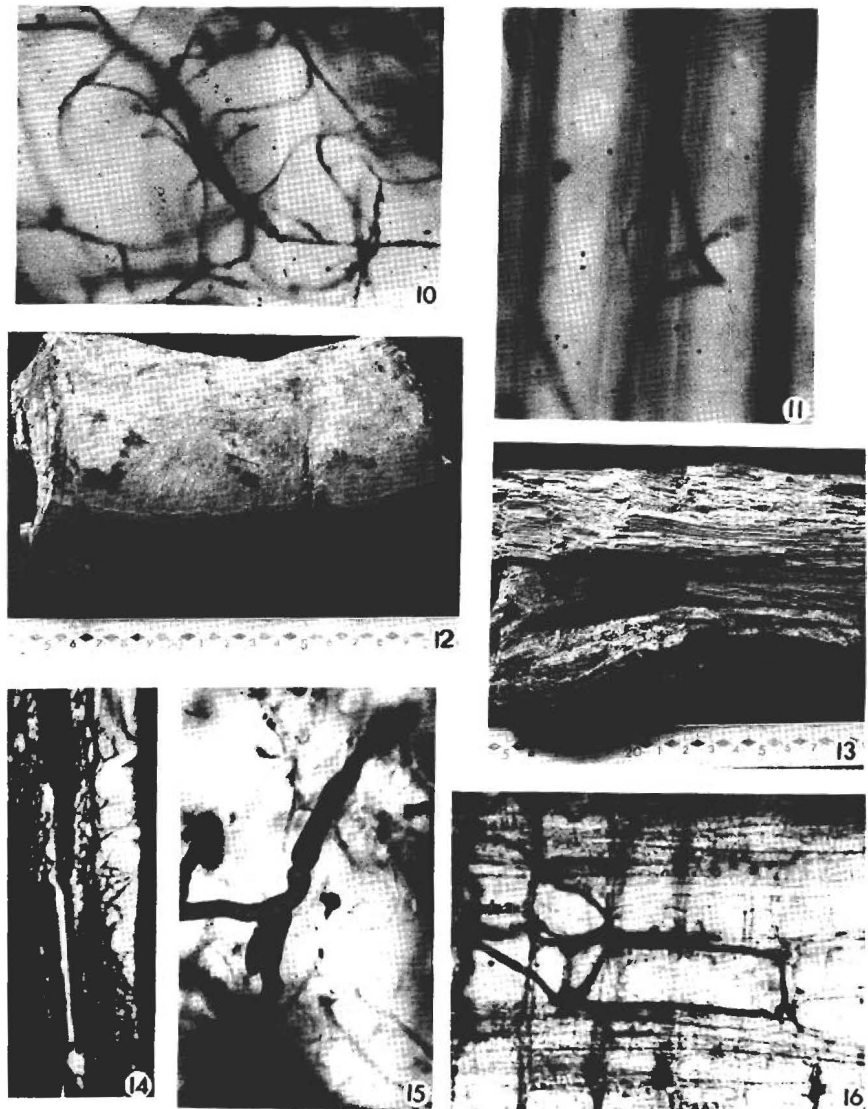
cial, del Laboratorio de Biodeterioro cuando este trabajo fue realizado (actualmente en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Iztacala, UNAM). También se agradece cumplidamente el apoyo brindado por el M. en C. Enrique González S. y el Dr. Alejandro Estrada M., sucesivos Jefes de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Ver., durante el desarrollo de este estudio.

LITERATURA CITADA

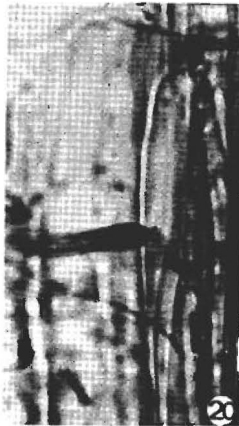
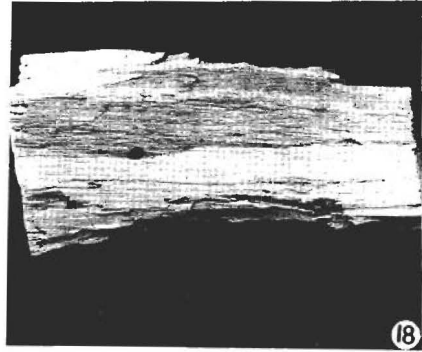
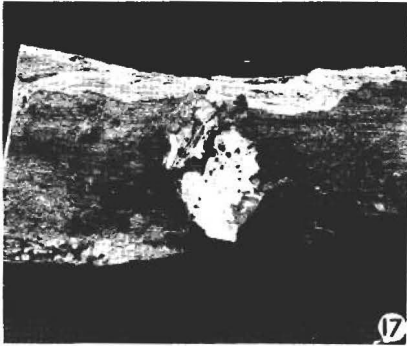
- Building Research Advisory Service, 1974. The preparation of wood for microscopic examination. **Building Research Establishment. Building Research Advisory Service. Information TIL-52.** 8 p.
- Guzmán, G., 1977. **Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera.** Limusa. México, D. F., 236 p., 218 láms.
- Instituto de Biología, UNAM, 1984. **Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas. Folleto para investigadores.** Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, UNAM. México, D. F., 4 p.
- Wilcox, W. W., 1964. Some methods used in studying microbiological deterioration of wood. **USDA, For. Serv., Forest Products Laboratory, Research Note FPL-063.** 24 p.
- , 1965. Fundamental characteristics of wood decay indicated by a sequential microscopical analysis. **For. Prod. J. 15 (7):** 255-259.
- , 1968. Changes in wood microstructure through progressive stages of decay. **USDA, For. Serv., Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-70.** 45 p.
- , 1973. Degradation in relation to wood structure. In: Nicholas, D. D. (Ed.). **Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Vol. I. Degradation and protection of wood.** Syracuse Univ. Press., Siracusa, pp. 107-148.



Figs. 1-9.-1-4: *Pleurotus roseopileatus*. 1. Fructificaciones y el aspecto macroscópico de la pudrición. 2. Fructificación. 3. Hifas atravesando la pared celular de células de parénquima. 5-6: Hifas de micromicetos. 5. Hifas en células de parénquima. 6. Hifa atravesando las paredes celulares de células de parénquima, la ramificación de penetración muy adelgazada. 7-9: *Polyporus occidentalis*. 7. Vista superior de la fructificación. 8. Vista inferior de la fructificación. 9. Aspecto macroscópico de la pudrición.



Figs. 10-16.-10-11: *Polyporus occidentalis*. 10. Masa hifal. 11. Hifas atravesando perforaciones en fibras. 12-14: *Poria* sp. 12. Fructificación. 13. Aspecto macroscópico de la pudrición. 14. Masas hifales en elementos de vaso. 15-16: Hifas de micromicetos. 15. Hifa tibiforme. 16. Hifa bordeando internamente a la pared de una célula de parénquima.



Figs. 17-20: *Trametes corrugata*. 17. Fructificación sobre madera. 18. Aspecto macroscópico de la pudrición. 19. Canales de erosión irregulares en fibras. 20. Basidio con sus basidiosporas.