



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA

TIPO DE PUDRICION, AGRESIVIDAD Y
TOLERANCIA A LA CREOSOTA DE
ALGUNOS HONGOS XILOFAGOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE;

B I O L O G O

P R E S E N T A :

JOSUE HERNANDEZ JIMENEZ



México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El presente trabajo está dedicado con todo respeto a mi asesor el M. en C. Luís M. Pinzón Picaseño, por su paciencia y atinada dirección en la realización de esta Tesis.

A mis padres:
Virginia y Josué

A mis hermanos.

A mis sobrinas.

A mis compañeros de laboratorio.

A mis amigos en general.

Gracias Señor.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a el Biol. Jacobo D. Martínez Marcial y el Biol. Guillermo Rodríguez Scherzer por encargarse de la identificación de los hongos de estudio.

Así mismo, agradezco las facilidades otorgadas por el Biol. Ricardo Valenzuela, Jefe del Laboratorio de Micología del Herbario E.N.C.B. y al Dr. Alejandro Estrada Medina, Jefe de la Estación "Los Tuxtlas" del Departamento de Botánica del Instituto de Biología. Así como la revisión y sugerencias proporcionadas por los Profesores Sinodales: Biol. Rosa Elia Chio A., Biol. Irene Frutis M., Biol. Jacobo Martínez M. y Biol. Victor Rivera A.

Finalmente, agradezco a la Srita. Yolanda Alvarez P., Sr. José de Jesus Alvarez P. y el Sr. Cesar Mora, por las facilidades prestadas para la impresión de este trabajo.

CONTENIDO.

1. RESUMEN.	1
2. INTRODUCCION.	2
2. 1. Generalidades.	2
2. 2. Objetivos.	5
2. 3. Antecedentes.	6
3. MATERIALES Y METODOS.	8
3. 1. Procedencia de los hongos ensayados.	8
3. 2. Fase de cultivo inicial.	8
3. 3. Determinación del tipo de pudrición.	8
3. 4. Agresividad hacia la madera de pino y liquidámbar.	10
3. 4. 1. Método de malta agar-bloque.	11
3. 4. 2. Método de suelo-bloque.	13
3. 5. Tolerancia a la creosota.	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	15
4. 1. Determinación del tipo de pudrición.	15
4. 2. Agresividad hacia la madera de pino y liquidámbar.	23
4. 3. Tolerancia a la creosota.	32
5. Literatura citada.	47

1. RESUMEN

En este trabajo, fueron determinadas y evaluadas tres de las más destacadas características que pueden ser estudiadas en el laboratorio para apreciar la importancia de los hongos xilófagos como organismos biodegradadores de la madera: tipo de pudrición, agresividad hacia la madera y tolerancia a un preservador para madera.

Fueron empleadas 20 cepas de hongos xilófagos. El tipo de pudrición, permite determinar si los hongos son capaces de degradar únicamente celulosa (pudrición morena) o celulosa y lignina (pudrición blanca). Para esta determinación se utilizó una prueba basada en medio de aserrín de pino. La agresividad de estas cepas fue evaluada hacia la madera de pino y liquidámbar como representativa de la madera de gimnospermas y angiospermas respectivamente, empleando un método de tipo malta agar-bloque y otro de tipo suelo-bloque. La tolerancia de los hongos al efecto tóxico de un preservador para madera, la creosota, fue estimada por un método de cultivo en malta agar con concentraciones logarítmicas del preservador.

De los métodos empleados, se discuten y analizan los resultados obtenidos para cada una de las cepas estudiadas.

2. INTRODUCCION.

2.1. Generalidades.

Los hongos son organismos heterótrofos, incapaces de usar el CO_2 como única fuente de carbono. Ellos requieren de compuestos complejos sintetizados por otros organismos principalmente plantas autótrofas (BOYCE, 1961; HUNT y GARRATT, 1962; SCHEFFER, 1973; ROBINSON, 1978; HUDSON, 1980).

Su importancia ecológica reside en mantener continuo el ciclo del carbono y que el suelo forestal no pierda su productividad (BOYCE, 1961; GILBERSTON, 1974).

Los hongos pueden atacar un árbol vivo o muerto, por ello, son clasificados como parásitos o saprófitos, respectivamente, pero debido a que los hongos pueden vivir sobre un organismo al que ellos mismos le causaron la muerte, se les considera como parásitos facultativos y no como parásitos obligados (BOYCE, 1961; GILBERSTON, 1974; HUDSON, 1980). Así, los hongos pueden tener la capacidad para atacar la madera, ya sea como un producto extraído o como parte de un hospedero, teniendo a esta como una fuente de materia orgánica, de la que obtendrá los elementos necesarios para realizar sus funciones (SCHEFFER, 1973; ROBINSON, 1978).

La materia orgánica la encuentra entonces, en los productos almacenados en las cavidades celulares de la madera en que se desarrollan, o bien en la misma substancia que compone las paredes celulares (HUNT y GARRATT, 1962; SCHEFFER, 1973).

Dependiendo de la fuente de carbono que el hongo utiliza y por lo tanto el modo en que afecta la madera, se clasifican en tres tipos que serian (HUNT y GARRATT, 1962):

- Mohos
- Hongos cromógenos
- Hongos xilófagos

Los mohos y los hongos cromógenos suelen alimentarse de los cuerpos

orgánicos fácilmente digeribles, almacenados en las cavidades celulares de la superficie de la madera o en el parenquima (HUNT y GARRATT, 1962). De tal manera, los azúcares simples como la glucosa son los más utilizados como fuente de carbono (HUDSON, 1980).

Estos hongos ejercen escasa o nula influencia sobre la resistencia mecánica de la madera. Sin embargo, producen defectos al colorear la madera en el caso de los hongos cromógenos y con respecto a los mohos, estos producen un mal aspecto en la superficie de la madera (HUNT y GARRATT, 1962).

En comparación, los hongos xilófagos, son capaces de desintegrar las paredes de las células leñosas, lo que se explica por la habilidad de estos hongos para producir enzimas degradadoras de los polímeros constituyentes de la pared celular, como la celulosa y la lignina, afectando así, las características físico-mecánicas de la madera, estado al cual se le llama pudrición, y por lo que se llega a colocar a los hongos xilófagos, principalmente como organismos dañinos que causan serias pérdidas de la madera, material natural valioso para el hombre (HUNT y GARRATT, 1962; SCHEFFER, 1973; GILBERSTON, 1974; HUDSON, 1980).

En México, los estudios de los hongos lignícolas se han enfocado preferentemente sobre aspectos florístico-taxonómicos como son: monografías de taxa, listados, distribución, localidades, descripciones y claves. Como la literatura es muy abundante en estos aspectos, a continuación serán analizados unos cuantos casos.

GUZMAN y HERRERA (1971) publicaron un trabajo representativo de este tipo de estudios, en el que se recopilan a más de 300 especies entre Fistulinaceae, Merulinaceae y Polyporaceae, registrados por varios autores para el país, dando un listado de los hongos y su localidad.

MENDIOLA y GUZMAN (1973), citan algunos hongos lignícolas dentro de los Tremellales conocidos en México. Los autores ofrecen un listado de los hongos y su localidad.

Algunos autores han tratado de completar sus trabajos, discutiendo, además de aspectos florísticos, algunos aspectos ecológicos o de importancia práctica, como son el tipo de substrato, tipo de vegetación, asociación biológica, frecuencia, abundancia, importancia, especies patógenas, comestibles,

venenosas, etc.

GUZMAN (1963), presenta la frecuencia y distribución de 64 especies de Basidiomycetes lignícolas de México. Las especies incluidas pertenecen a los hidnáceos, teleforáceos, poliporáceos y licoperdáceos, de los cuales, los polyporáceos forman el 90 % del total debido a su abundancia. También hace referencia al tipo de sustrato, asociación biológica, tipo de vegetación, considerando por último, el aspecto florístico, ofrece un listado y su localidad.

GALVAN VILLANUEVA y GUZMAN (1977) discuten 67 especies de hongos del grupo polyporáceos destructores de la madera del Estado de Morelos, tomando un enfoque florístico, de esta manera hacen un listado de los hongos citando localidad, descripción, claves, tipo de sustrato, tipo de vegetación y abundancia.

WELDEN y GUZMAN (1978) en su trabajo "Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los Estados de Veracruz y Oaxaca)", hacen un estudio florístico y ecológico, considerando el tipo de vegetación, un listado de las especies estudiadas y finalmente su localización.

WELDEN, DAVALOS y GUZMAN (1979), ofrecen la continuación del trabajo anterior, mencionando también, el tipo de vegetación, un listado de las especies y su localidad. En ambos trabajos, son incluidas numerosas especies de hongos lignícolas.

SANCHEZ RAMIREZ (1980), presenta 40 especies de hongos destructores de la madera, discute algunas preferencias de los hongos a cierto tipo de madera; ofrece un listado, su localidad, tipo de sustrato, tipo de vegetación y presenta algunos hongos patógenos, todo con base en observaciones de campo.

Otros autores hacen los dos tipos de enfoque pero no para hongos lignícolas en general, sino más bien, para uno o varios hongos en particular, como lo son:

PEREZ-SILVA (1975) presenta un estudio taxonómico de 12 especies de género *Xylaria* en México, todas ellas son lignícolas.

Los trabajos anteriormente descritos, son muestra del enfoque de los estudios sobre hongos lignícolas en México, aunque son básicos para el estudio de la micoflora del país, están basados directa o indirectamente en observaciones de campo, sin detallar la relación existente entre hongo y substrato o haciéndola solamente a un nivel superficial y apreciativo. Esta situación conduce a analizar la necesidad de completar estos estudios con trabajos experimentales que contribuyan al esclarecimiento de la relación hongo-substrato, a la fisiología y a la biología en general de los hongos lignícolas.

2.2. Objetivos.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Determinar el tipo de pudrición, la agresividad hacia la madera de pino y liquidámbar y la tolerancia a la creosota de 20 cepas de hongos lignícolas, aisladas de fructificaciones recolectadas en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Ver.
- Discutir la utilidad que este tipo de información tiene como complemento a los estudios florísticos y para la apreciación de la importancia biológica y económica de los hongos estudiados.
- Contribuir a la evaluación de productos químicos para preservar a la madera contra el ataque de estos organismos, aportando datos para la creosota.

2.3. Antecedentes.

Los antecedentes conocidos, que brindan lineamientos, recomendaciones y metodología en el presente trabajo son:

SCIMITZ *et al.* (1931) propone una técnica para valorar la resistencia de los hongos xilófagos a preservadores para madera. Sugieren el uso de preservador en concentraciones gravimétricas y en escala logarítmica y la evaluación de los resultados por mediciones en el crecimiento diametral, así como la determinación de puntos de inhibición total y letal.

CAREY (1975), describe una manera práctica para determinar el tipo de pudrición que causa un hongo, basado en el cambio de color del medio de cultivo de Badcock, y discutiendo el criterio para determinar pudrición blanca o morena. Entre una serie bastante completa de métodos de laboratorio brevemente descritos para el estudio de los hongos xilófagos y madera atacada, esta misma autora propone un método para valorar la capacidad para producir pudrición, en la técnica de malta agar-bloque, donde la pudrición es expresada como un porcentaje de pérdida de peso.

LOPEZ GUERRERO (1979) efectuó la caracterización de 20 cepas de hongos xilófagos desde el punto de vista del biodeterioro de la madera. Utilizó cepas procedentes del extranjero y con su estudio propone la integración de un grupo de técnicas para realizar una "caracterización mínima experimental" de hongos causante de pudrición, que consiste en determinar el tipo de pudrición de estos, evaluar su capacidad de producir pudrición, y por último, estimar su tolerancia a preservadores para madera. Para la primer determinación, recomienda la técnica de Badcock descrita por CAREY (1975). Para estimar la capacidad de producir pudrición, se basa en dos técnicas: malta agar-bloque y suelo-bloque, para ello, adapta la técnica de malta agar-bloque sugerida por CAREY (1975) mientras que la técnica de suelo-bloque la adapta a partir del método de rutina del Princess Risborough Laboratory, Building Research Establishment, Reino Unido. Para ambas pruebas, propuso transformar los valores porcentuales de peso perdido a términos significativos en categorías de agresividad.

Por último, recomienda la adopción de la técnica sugerida por SCHMITZ *et al.* (1931) para valorar la tolerancia de los hongos xilófagos, a preservadores para madera, a la cual le añade un método de evaluación con base en porcentajes relativos de crecimiento diametral.

HUDSON (1980) recomienda también utilizar la técnica de Badcock para determinar tipo de pudrición.

VELIZ AVILA (1982) ofrece la caracterización experimental de 22 cepas de hongos xilófagos mexicanos aislados de una zona cálido-húmeda con selva tropical. También adopta la técnica de Badcock, descrita por CAREY (1975) para determinar el tipo de pudrición. Para valorar la capacidad de producir pudrición utilizó las dos técnicas sugeridas y adaptadas por LOPEZ GUERRERO (1979) una del tipo de malta agar-bloque, original de CAREY (1975) y otra del tipo suelo-bloque (original del Princess Risborough Laboratory). Para la evaluación de la tolerancia de las 22 cepas de hongos hacia preservadores para madera, utilizó la técnica de SCHMITZ *et al.* (1931), modificada por LOPEZ GUERRERO (1979), a la cual añadió una escala para designar niveles de tolerancia hacia los preservadores.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Procedencia de los hongos ensayados.

Las 20 cepas que se utilizaron en este trabajo (tabla 1) fueron aisladas a partir del contexto de fructificaciones recolectadas en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Ver. Perteneciente al Instituto de Biología de la UNAM y ubicada en la vertiente del Golfo, al sureste del Estado de Veracruz en la parte central de la Región de Los Tuxtlas, a unos 30 Km de la población de Catemaco. (Figura 1). La estación se localiza aproximadamente entre los 95°04' y 95°09' de longitud Oeste y los 18°34' y 18°36' de latitud Norte. La altitud del terreno de la Estación varía de los 150 a los 530 msnm. El clima es cálido húmedo con unos 4560 mm de precipitación anual, 23.7°C de temperatura media, 29°C de temperatura máxima y 17°C de temperatura mínima. La vegetación de la Estación es del tipo Selva Alta Perennifolia (LOT-HELGUERAS, 1975).

Para el aislamiento, fueron tomados pequeños fragmentos de contexto de la fructificación y cultivados en malta agar (extracto de malta, 30 g; agar, 15 g; agua destilada, 1 l) e integrados a la colección de cultivos.

3.2. Fase de cultivo inicial.

Para obtener suficiente cantidad de inóculo con desarrollo miceliar homogéneo para las técnicas, las cepas fueron sembradas en cajas petri desechables con malta agar (5 cajas por cepa) e incubadas en cámara de acondicionamiento a una humedad relativa (H.R.) de 65 ± 5 %, a 26°C y en obscuridad durante 14 días. Concluido el período de incubación, el micelio estuvo listo para la inoculación de los cultivos de ensayo.

3.3. Determinación del tipo de pudrición.

Con esta prueba se obtiene información sobre el tipo de daño que el

TABLA 1

CEPAS UTILIZADAS EN ESTE TRABAJO

NUMERO DE CEPA	NOMBRE CIENTIFICO
LB 11	<i>Pleurotus roseopileatus</i> Sing.
LB 36	<i>Polyporus zonalis</i> Berk.
LB 67	<i>Fomes</i> sp.
LB 68	<i>Daedalea microsticta</i> Cooke.
LB 71	<i>Daedalea</i> sp.
FPRL 150A	<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L. ex Fr.) Murr.
LB 178	<i>Cymatoderma</i> sp.
LB 180	<i>Cotylidia</i> aff. <i>aurantiaca</i> (Pers.) Welden.
LB 182	<i>Ganoderma</i> sp.
LB 193	<i>Polyporus</i> aff. <i>gilvus</i> Schw ex Fr.
LB 203	<i>Polyporus hirsutus</i> Wulf. ex Fr.
LB 204	<i>Hexagonia tenuis</i> Fr.
LB 205	<i>Trametes corrugata</i> (Pers.) Bres.
LB 206	<i>Panus</i> sp.
LB 207	<i>Polyporus tricholoma</i> Mont.
LB 209	<i>Trametes corrugata</i> (Pers.) Bres.
LB 210	<i>Rigidoporus ulmarius</i> (Fr.) Imaz.
LB 211	<i>Polyporus tricholoma</i> Mont.
LB 213	<i>Panus rudis</i> Fr.
LB 216	<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L. ex Fr.) Murr.

hongo causa en la madera, lo que está en relación a su potencial enzimático. La técnica usada en esta fase es una modificación a partir del método de medio de aserrín de Badcock descrito por Carey (1975), empleando aserrín de pino (*Pinus* sp.) en lugar del de abeto (*Picea* sp.) o de haya (*Fagus* sp.) que originalmente es sugerido. El medio contenía: aserrín de pino secado al aire, 1 kg; harina de maíz, 30 g; harina de hueso, 20 g; agua destilada, la necesaria para proporcionar 200-300 % de humedad. El medio de aserrín fue vaciado a tubos de cultivo de 2 x 20 cm, comprimiéndolo ligeramente y dejando libres unos 2 cm a partir de la boca del tubo. Los tubos una vez tapados con algodón, fueron esterilizados en autoclave a 121°C y 15 lb/pul² de presión, durante 1 hora. Posteriormente fueron inoculados con micelio tomado a la misma distancia radial del centro de las colonias desarrolladas en la fase de cultivo inicial. Se utilizaron 2 tubos con medio sin inocular como testigos y 2 tubos inoculados por cada cepa marcados con el número de esta. Posteriormente fueron colocados inclinados en cajas de plástico con agua destilada al fondo para proporcionar alta humedad relativa. En estas condiciones, los tubos fueron incubados a 26°C y obscuridad durante 4 semanas.

Las lecturas de los resultados fueron tomadas desde la segunda semana de incubación, hasta la sexta, de acuerdo con el siguiente criterio: pudrición morena, cuando el substrato presenta un tono más claro en la zona colonizada por el micelio, reacción que identifica a un hongo celulolítico; pudrición blanca, cuando el substrato presenta un tono más oscuro en la zona colonizada por el micelio, reacción que señala a un hongo capaz de degradar tanto a la celulosa como a la lignina. Estas reacciones difieren un poco de las descritas en la técnica original, lo cual se debe al cambio en el tipo de aserrín.

3.4. Agresividad hacia la madera de pino y liquidámbar.

Cada una de las cepas seleccionadas para el presente estudio, mani-

fiesta una agresividad o poder de ataque hacia la madera. Esto es un reflejo de la capacidad del potencial enzimático del hongo. Para valorar ésta capacidad de producir pudrición, se han de considerar los resultados de dos técnicas: malta agar-bloque y suelo-bloque.

3.4.1. Método de malta agar-bloque.

Esta técnica es muy similar a la sugerida por Carey (1975), pero difiere por el empleo de madera de liquidámbar en lugar del de haya y por colocar 2 bloques de ensayo por cada caja petri en lugar de 3, esto es con el fin de aproximarla más a las condiciones de la técnica descrita posteriormente.

Para éste método, se utilizó cajas petri de vidrio de 20 x 100 mm. Esterilizadas, a cada una se les añadió 30 ml de malta agar, también esterilizado en autoclave. Una vez enfriado el medio, sobre su superficie fue colocado un disco de malla de plástico (mosquitero) de unos 8 cm de diámetro. Estos discos fueron esterilizados previamente en autoclave. Después las cajas fueron incubadas durante 3 días para verificar su esterilidad. Entonces, la superficie del medio expuesta por la perforación de la malla fue inoculada con un bloque de 1 cm² de medio de cultivo con micelio, obtenido con sacabocados esterilizado en alcohol y flameado, a partir de la misma distancia radial del centro de la colonia de los cultivos obtenidos en la fase inicial ya descrita. Las cajas inoculadas fueron incubadas durante 14 días a 26°C y oscuridad con alta humedad relativa.

Para ésta técnica fueron utilizados bloques de pino como representantes de la madera de gimnospermas y de liquidámbar (*Liquidámbar* sp.), como representante de la madera de angiospermas. En ambos casos fue utilizada madera de albura, evitando con ésta, algún contenido de extractivos que pudieran inducir resistencia natural al ataque. Los bloques fueron cortados a un tamaño de 30 x 10 x 5 mm., con la dimensión mayor en la dirección longitudinal de la madera. Se numeraron con lápiz, secándolos posteriormente en el horno a 105°C durante 24 hrs. y enfriándolos en un desecador con

pentóxido de fósforo y pesándolos en una balanza analítica con aproximaciones de 0.0001 g, para obtener su peso anhidro inicial P_i . Luego se procedió a colocarlos en frascos de vidrio con la tapadera aflojada 1/4 de vuelta para esterilizarlos en autoclave a 121°C y 15 lb/pul² durante 1 hora. Después fueron puestos en el micelio previamente desarrollado durante 14 días en las cajas de petrí con mallas de plástico. Se emplearon 20 bloques de cada maderita por cepa y otros 20 como testigos. Por cada caja petri fueron colocados 2 bloques paralelamente opuestos y a la misma distancia entre el sitio de inoculación y el borde de la colonia. Los testigos ocuparon cajas con medio sin inocular.

La fase de exposición al ataque de los hongos duró 46 días bajo las mismas condiciones de incubación. Transcurrido este período, los bloques fueron extraídos individualmente de sus cultivos, cepillados cuidadosamente para eliminar el micelio superficial e inmediatamente fueron pesados para obtener el peso húmedo P_h , posteriormente, fueron secados, enfriados y pesados de manera similar al inicial para obtener su peso anhidro final P_f .

Con estos datos, fueron calculados los valores porcentuales de la pérdida de peso sufrida por los bloques debida al ataque de los hongos. Estos valores son considerados como la capacidad de producir pudrición expresada en porcentaje. A su vez, estos valores fueron convertidos a términos significativos en categorías de agresividad. Para la obtención de los valores porcentuales de la pérdida de peso se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Capacidad de producir pudrición} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{P_h - P_f}{P_f} \times 100$$

donde:

P_i = Peso anhidro inicial

P_h = Peso hidratado

P_f = Peso anhidro final

3.4.2. Método de suelo-bloque.

Esta técnica es una modificación a partir de un método rutinario del Princes Risborough Laboratory del Reino Unido, difiriendo de él en el tipo de madera, el tipo de suelo, el tamaño de los frascos de cultivo y el número de bloques por frasco.

Este método es bastante similar al de malta agar-bloque pero difiere en los siguientes aspectos. Los recipientes de cultivo consistieron en frascos tipo tarro de conserva de 235 ml de capacidad. Como medio de cultivo, fue utilizado suelo que, para fines de reproductibilidad, fue seleccionado de acuerdo con las recomendaciones para ensayos afines de las normas ASTM D 1413-61 y D 2017 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1967) y AWPA M 10-71 (AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION, 1971), cuyas especificaciones son: suelo franco arenoso, con capacidad de retención de agua entre 20 y 40%, pH de 5 a 7 y cuyo volumen normalizado (118 cm³ o sea la mitad de la capacidad del frasco de cultivo) debía pesar más de 90 g. El suelo utilizado fue recolectado cerca del volcán Xitle en la Sierra del Ajusco, D.F., a 3 000 msnm, del horizonte 0-20. El suelo fue secado al aire, homogeneizado y tamizado con malla de No. 10, fue franco arenoso, con una capacidad de retención de agua de 39.3%, un pH de 5.7 y su volumen normalizado pesó 98.8 g.

Un volumen normalizado de suelo fue colocado en cada frasco de cultivo que previamente contenía 25 ml de agua destilada calculada para alcanzar un 130% de su capacidad de retención de agua para ese volumen. En el suelo, fueron colocados 2 bloques con pesos anhidros iniciales (P_i) ya conocidos, como en la técnica anterior. El número de repeticiones fue de 14 por cada cepa y de 20 para los testigos. Estos cultivos se llevaron a esterilizar en autoclave durante 1 hr. Después, cada bloque fue inoculado con 1 cm² de medio con micelio desarrollado en la fase de cultivo inicial, con excepción de los testigos. Entonces los cultivos fueron incubados durante 46 días

bajo las condiciones ya descritas. Al final de éste período, los bloques recibieron el mismo tratamiento que en la técnica anterior para obtener su peso húmedo (P_h) y su peso anhidro final (P_f), valores con los que también se calculó la capacidad de producir pudrición y su contenido de humedad.

3.5. Tolerancia a la creosota.

La evaluación de la resistencia de los hongos hacia la creosota, proporciona datos para determinar si esta es una posible opción para atenuar el problema de la pérdida de madera en uso.

El método utilizado para tal fin, es muy similar al de Schmitz *et al.* (1931), difiriendo de él principalmente en la forma en que fueron evaluados los resultados.

Esta técnica consistió en emplear malta agar (extracto de malta, 25 g; agar, 15 g; agua destilada, 1 l) que manteniéndolo a 60°C fue adicionado con concentraciones gravimétricas de creosota en escala logarítmica. El medio con preservador fue preparado y esterilizado en autoclave en matraces herméticamente cerrados y vertidos en dosis de 20 ml a cajas petri desechables. Después, fueron inoculados con discos de 1 cm de diámetro de medio de cultivo y micelio previamente desarrollado en la fase de cultivo inicial. Los discos de inóculo fueron obtenidos con un sacabocados esterilizado en alcohol y flameado, a la misma distancia radial del centro de la colonia. Las cajas inoculadas una por cada variable, fueron incubadas durante 12 días bajo las mismas condiciones que en los casos anteriores. Tres mediciones del crecimiento diametral fueron tomadas a ángulos de 120° entre sí sobre el fondo de la caja petri cada 2 días, utilizando una regla métrica de plástico transparente. Con estas lecturas, el porcentaje de crecimiento relativo de las cepas fue calculado, obteniéndose así un promedio (\bar{x}_1). Fue realizada una segunda prueba similar a la anterior, obteniéndose también el promedio para cada cepa (\bar{x}_2) del crecimiento relativo. Los valores finales fueron obtenidos como el promedio de los promedios de las 2 pruebas independientes o repeticiones.

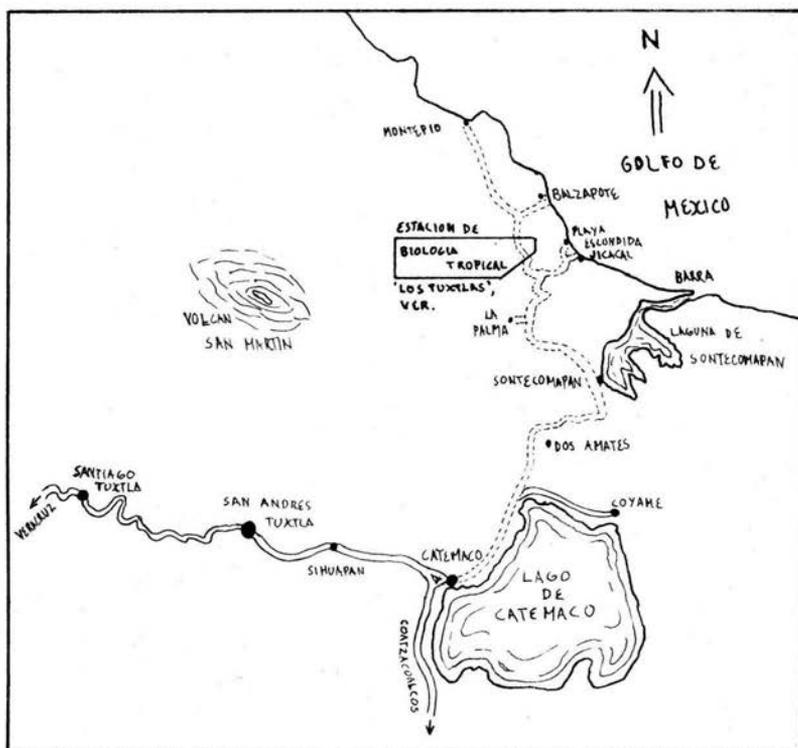


Figura 1. Ubicación de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtles", Ver.

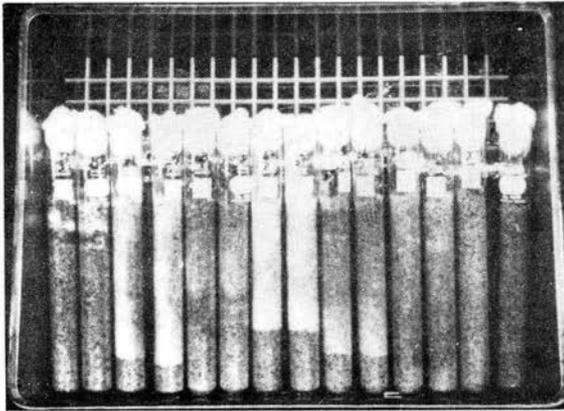
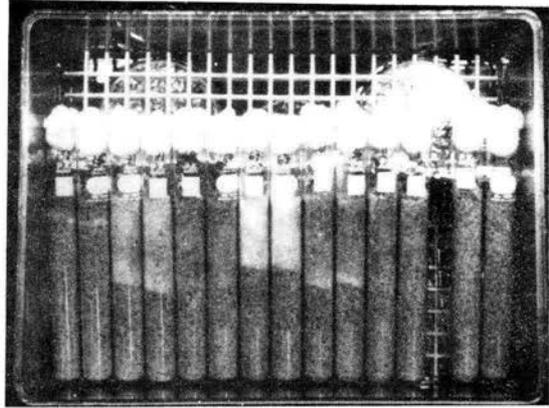
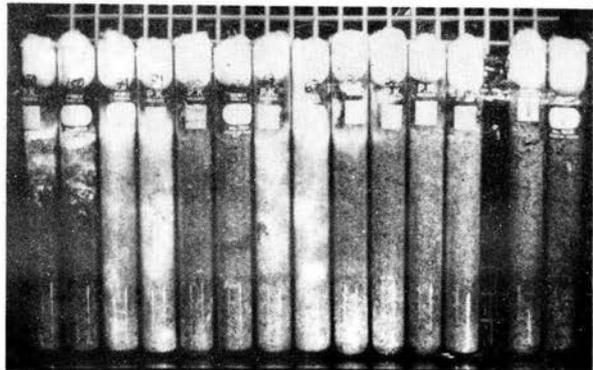


Fig. 2. Tipo de pudrición. Aspecto de algunos de los cultivos en medio de aserrín a las 3, 4 y 5 semanas de incubación.



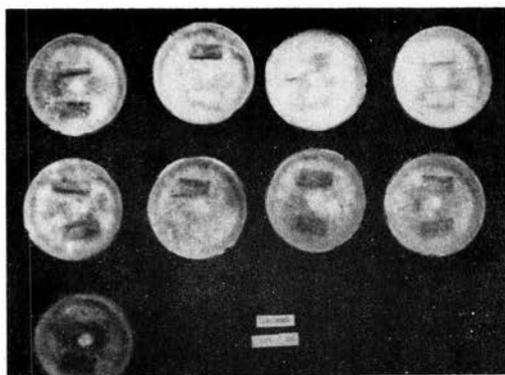


Fig. 3. Agresividad hacia la madera. Método malta agar-bloque. Vistas de los grupos de repeticiones para la cepa LB-207 en pino, y LB-209 y 216 en liquidámbar, al final del periodo de incubación.



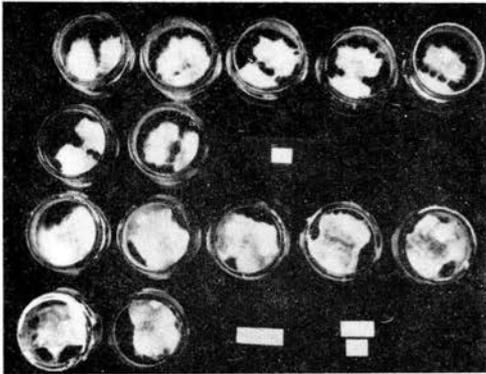
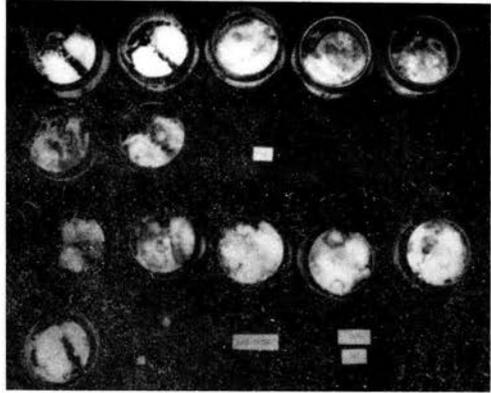
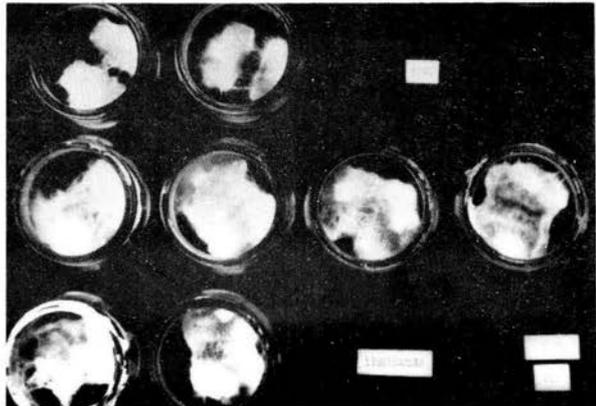


Fig. 4. Agresividad hacia la madera. Método suelo-bloque. Vista del desarrollo micelial obtenido al final del ensayo en la madera de pino y de liquidámbar con las cepas LB-211 y LB-207.



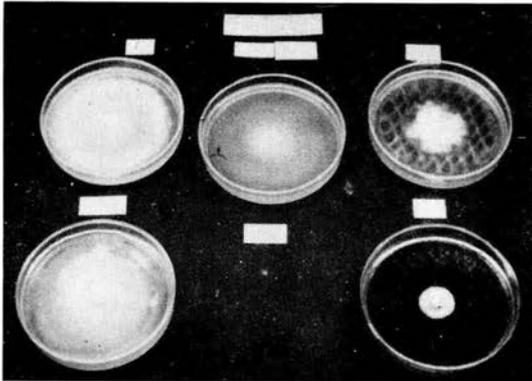
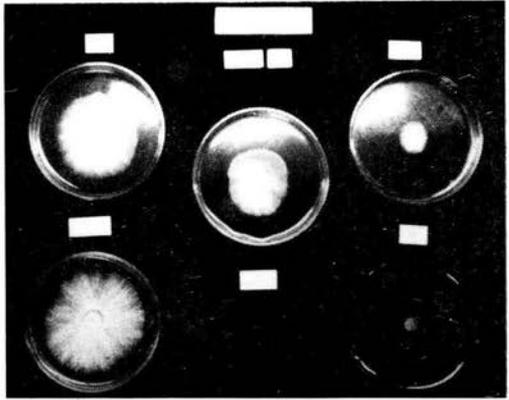
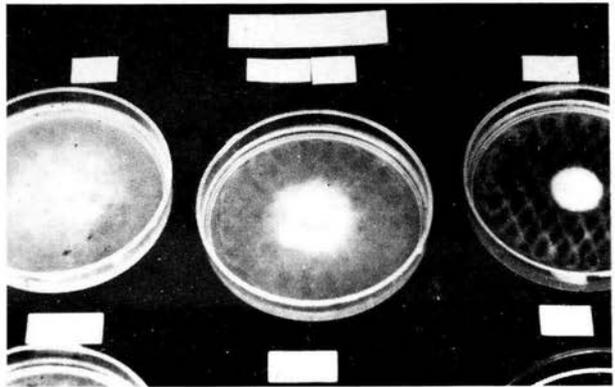


Fig. 5. Tolerancia a la creosota.
Aspecto del crecimiento micelial
en malta agar con 0.0, 0.001, 0.01
0.1 y 1.0 % de creosota.



4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. DETERMINACION DEL TIPO DE PUDRICION.

La técnica del medio de aserrín de Badcock descrita por Carey (1975), adaptada y recomendada por López Guerrero (1979) y Véliz Avila (1982), fue adoptada para determinar el tipo de pudrición que causan las 20 cepas utilizadas en el presente trabajo.

Esta técnica, consistió también en utilizar aserrín de pino, en lugar del de abeto o de haya, como lo sugiere la técnica original, como principal adaptación, esperando con ésto, la influencia de dicho cambio en los resultados. Es decir, mientras que originalmente la pudrición blanca es reconocida por la observación, en el medio de aserrín, de zonas de color café intenso, formadas lejos de la zona de inoculación y un desteñimiento de las zonas más cercanas a éste, debido al cambio en el tipo de aserrín, la pudrición blanca fue determinada por la presencia de algún grado de oscurecimiento del aserrín. Así también, en la técnica original, la pudrición morena se caracteriza por la presencia de un color café y sin desteñimiento en el medio, mientras que con el aserrín de pino, la pudrición morena se evidencia por la presencia de zonas claras en la parte colonizada del sustrato y con el micelio cubriendo externamente al aserrín. Esto concuerda con lo descrito por López Guerrero (1979) y Véliz Avila (1982).

Considerando las observaciones obtenidas con éstos criterios, fue elaborada la tabla 2, la cual muestra que de las 20 cepas utilizadas en ésta fase, las cepas LB-67 (*Fomes* sp.); LB-71 (*Daedalea* sp.); LB-178 (*Cymatoderma* sp.); LB-204 (*Hexagonia tenuis*) y LB-209 (*Trametes corrugata*). no mostraron resultados suficientemente claros, debido a que el crecimiento micelial cubrió exuberantemente al aserrín y enmascaró la reacción esperada.

Las cepas restantes, presentaron un cuadro característico de pudrición blanca, es decir, un cambio de color de un claro típico del aserrín de pino a un color café.

Se cree conveniente agregar una breve descripción del comportamiento de cada cepa durante este ensayo, las cuales a continuación se consideran:

Tabla 2.

Determinación del tipo de pudrición por el cambio gradual de las características del medio de aserrín.

CEPA	NOMBRE DEL HONGO	SEMANAS DE INCUBACION					TIPO DE PUDRICION
		2	3	4	5	6	
LB-11	<i>Pleurotus roseopileatus</i>	tenue cambio de color	cambio de color	color café	color café	color café	BLANCA
LB-36	<i>Polyporus zonalis</i>	tenue cambio de color	cambio de color	color café	color café	color café	BLANCA
LB-67	<i>Fomes</i> sp.	micelio denso, no permite apreciar reacción alguna					REACCION DUDOSA
LB-68	<i>Daedalea microsticta</i>	sin cambio	tenue cambio de color	color café	color café	color café	BLANCA
LB-71	<i>Daedalea</i> sp.	sin cambio	tenue cambio de color	micelio denso, no permite apreciar reacción alguna		REACCION DUDOSA	
FPRL. 150 A	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	tenue cambio de color	tenue cambio de color	color café	color café	color café	BLANCA
LB-178	<i>Cymatoderma</i> sp.	micelio denso, no permite apreciar reacción alguna					REACCION DUDOSA
LB-180	<i>Cotylidia</i> aff. <i>aurantiaca</i>	tenue cambio de color	tenue cambio de color	color café	color café	color café	BLANCA
LB-182	<i>Cancoderma</i> sp.	tenue cambio de color	color café	color café	color café	color café	BLANCA
LB-193	<i>Polyporus</i> aff. <i>gilvus</i>	tenue cambio de color	color café	color café	color café	color café	BLANCA

(continua...)

Tabla 2. (continuación)

Determinación del tipo de pudrición por el cambio gradual de las características del medio de aserrín.

CEPA	NOMBRE DEL HONGO	SEMANAS DE INCUBACION					TIPO DE PUDRICION
		2	3	4	5	6	
LB-203	<i>Polyporus hirsutus</i>	color café	color café	color café	color café	color café	BLANCA
LB-204	<i>Hexagonia tenuis</i>	micelio denso, no permite apreciar reacción alguna					REACCION DUDOSA
LB-205	<i>Trametes corrugata</i>	sin cambio	sin cambio	tenue cambio de color	color café	color café	BLANCA
LB-206	<i>Panus sp.</i>	sin cambio	sin cambio	color café	color café	color café	BLANCA
LB-207	<i>Polyporus tricholoma</i>	tenue cambio de color	color café	color café	color café	color café	BLANCA
LB-209	<i>Trametes corrugata</i>	micelio denso, no permite apreciar reacción alguna					REACCION DUDOSA
LB-210	<i>Rigidoporus ulmarios</i>	sin crecimiento	sin cambio	tenue cambio de color	color café	color café	BLANCA
LB-211	<i>Polyporus tricholoma</i>	tenue cambio de color	color café	color café	color café	color café	BLANCA
LB-213	<i>Panus rudis</i>	sin cambio	tenue cambio de color	color café	color café	color café	BLANCA
LB-216	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	tenue cambio de color	color café	color café	color café	color café	BLANCA

Cepa LB-11. *Pleurotus roseopileatus*. A las dos semanas de incubación, esta cepa presentó un crecimiento micelial poco denso hasta la mitad del medio de aserrín, el cual ya mostraba un tenue cambio de color. En la tercer semana de prueba, el crecimiento micelial llegó casi a cubrir todo el medio y comparandolo con el medio de los testigos, ya existía un cambio de color. Para el tiempo restante de la prueba, el medio mostró un color café y el micelio se fue concentrando en manchones disgregados por todo el medio. Debido a éstas características, se le determinó un tipo de pudrición blanca. La literatura consultada no registra datos sobre el tipo de pudrición causada por este hongo.

Cepa LB-36. *Polyporus zonalis*. Hacia las dos primeras semanas de prueba, el crecimiento micelial llegaba hasta la mitad del medio de aserrín y éste presentaba un tenue cambio de color. Para la siguiente semana, el cambio de color se mostraba claramente en el medio, mientras que el micelio, poco denso alcanzaba a cubrir las tres cuartas partes del aserrín. En la cuarta semana, el medio era de color café y se mostraba todo cubierto de micelio, más denso entre más cercano se encontraba al inóculo, incluso, formando puntos muy concentrados cerca de éste. Para esta cepa se determinó un tipo de pudrición blanca. Por no disponer del nombre específico para esta cepa, no fue posible confrontar el tipo de pudrición determinado con la reportada en la literatura.

Cepa LB-67. *Fomes* sp. El crecimiento en las dos primeras semanas, se --- manifestó más o menos homogéneo sobre el medio de aserrín. Este, para entonces, no presentó cambio de color. Para las observaciones posteriores, el micelio se concentró e impidió el reconocimiento del tipo de pudrición. Por la literatura, tampoco es posible obtener este dato por no estar identificado a especie.

Cepa LB-68. *Daedalea microsticta*. El aserrín se mostró sin aparente cambio para la segunda semana de incubación. A la tercer semana el medio se caracterizó por sostener un crecimiento micelial para invadir por completo el me-

dio. Este ya presentaba un ténue cambio de color. A la cuarta semana de prueba, el medio ya mostró un color café característico de pudrición blanca. Después el micelio invadió todo el aserrín, pero con un desarrollo fino. La confrontación bibliográfica con lo aquí observado no fue posible.

Cepa LB-71. *Daedalea* sp. A la tercer semana de prueba, esta cepa mostró un cambio tenue de color en el medio, la acentuación de este cambio era esperado para posteriores observaciones, sin embargo, también la forma de crecimiento del micelio sobre del medio no permitió una determinación confiable del tipo de pudrición, dato que no fue posible obtener en la confrontación bibliográfica.

Cepa FPRL-150 A. *Pycnoporus sanguineus*. El crecimiento de esta cepa fue lento. Para la segunda semana cubría poca extensión sobre el aserrín pero ya mostraba un ténue cambio de color. Para la tercer semana de prueba el crecimiento se duplicó y también el cambio de color era ténue. En la cuarta semana el micelio triplicó su crecimiento. El micelio comenzó a concentrarse hacia la mitad del medio ya ocupado y en el lugar donde se encontraba el inóculo. El color café de pudrición blanca ya era completamente aparente. En la última semana de prueba, el micelio solo se desarrolló hasta la mitad del medio de aserrín. La literatura registra a este hongo como causante de pudrición blanca (NOBLES, 1965; BAKSHI, 1971).

Cepa LB-178. *Cymatoderma* sp. En las primeras dos semanas de incubación, el medio de aserrín fue cubierto de micelio en toda la superficie, posteriormente, el medio se concentró, impidiendo determinar el tipo de pudrición. Por no disponer del nombre específico para esta cepa, no fue posible determinar el tipo de pudrición causada por este hongo según la literatura.

Cepa LB-180. *Cotylidia* aff. *aurantiaca*. El crecimiento es más rápido para esta cepa. En la tercer semana, el micelio ha invadido todo el medio. Para esta semana como para la anterior, el aserrín presentó un leve cambio de color. En la cuarta semana, el micelio era poco denso y permitió observar

el color café del aserrín, característica de pudrición blanca. Para la sexta semana, el micelio se desarrolló hacia el tapon de algodón. La literatura consultada no registra datos sobre el tipo de pudrición que causa este hongo.

Cepa LB-182. *Ganoderma* sp. En la segunda semana, el aserrín muestra un ténue cambio de color. El crecimiento micelial es lento. Para la tercer semana, el color café es bien aparente en el medio. Se muestra una concentración del micelio en forma de granulos muy cerca de la zona de crecimiento de éste. En la cuarta semana, el medio fue cubierto enteramente por el micelio y los granulos se encontraban en todo el medio disgregados. El color café se mantuvo. Para la quinta semana de prueba, los granulos crecieron y se unieron. Se determinó un tipo de pudrición blanca. En este caso tampoco se pudo realizar una confrontación bibliográfica del tipo de pudrición.

Cepa LB-193. *Polyporus* aff. *gilvus*. También fue una cepa de crecimiento lento. para la segunda semana el micelio alcanzó poco crecimiento. Se mostró poco concentrado cerca del inóculo y el medio tenía ya un ténue cambio de color. Para la tercer semana, el aserrín mostró el color café de la pudrición blanca. Para las últimas semanas, el micelio cubrió totalmente el medio. En una de las dos repeticiones, el micelio se concentró y en el otro fue muy difuso. El micelio creció hacia el tapón del tubo de cultivo. Se conservó aún el color café del medio, característico de una pudrición blanca. La literatura consultada no registra datos sobre el tipo de pudrición causado por este hongo.

Cepa LB-203. *Polyporus hirsutus*. Esta cepa mostró un crecimiento rápido. Para la tercera semana de incubación, el aserrín ya habia sido cubierto completamente. Para la cuarta semana, el micelio empezó a concentrarse en forma de manchones. Desde la segunda semana hasta el final, se presentó el aserrín con coloración café típica de pudrición blanca. La literatura consultada coincide en designar a este hongo como causante de pudrición blanca (BOYCE, 1961; NOBLES, 1965; BAKSHI, 1971).

Cepa LB-204. *Hexagonia tenuis*. En la primer semana de incubación, el micelio se presentó poco denso sobre el medio de aserrín y este sin ningún cambio de color. Para la segunda y tercera semana de incubación tampoco se presenta cambio de color, pero el micelio se densificó. Para las restantes semanas de prueba, el micelio ya muy concentrado, enmascaró la reacción, debido a lo cual no se pudo asignar tipo de pudrición.

Cepa LB-205. *Trametes corrugata*. En la tercer semana de incubación, esta cepa solo alcanzó un escaso crecimiento. El micelio fue muy poco concentrado y sin presentar ningún cambio en el medio. Para la cuarta semana el medio mostró un tenue cambio de color. El crecimiento se incrementó muy poco. Las hifas se mostraron más gruesas. El color café típico de pudrición blanca se manifestó hasta las últimas semanas de prueba. El micelio siguió con la misma densidad que en las lecturas anteriores. La literatura consultada coincide en designar a este hongo como causante de pudrición blanca (BAKSHI, 1971).

Cepa LB-206 *Panus* sp. Un crecimiento muy poco extenso alcanzó el micelio para la segunda semana de prueba. El micelio se mostró más o menos concentrado. Para la tercera y cuarta semana, las hifas se mostraban a manera de cordones, por ello el micelio se observó más denso. El crecimiento aumentó relativamente poco. Para la cuarta semana el color café fue aparente. Entre la quinta y sexta semana de prueba, el micelio cubrió totalmente al medio. El color café en el medio de aserrín, manifestó un tipo de pudrición blanca. La literatura consultada no registra datos sobre el tipo de pudrición causada por este hongo.

Cepa LB-207. *Polyporus tricholoma*. Cepa de rápido crecimiento. En la segunda semana de incubación, alcanzó a cubrir las tres cuartas partes del medio de aserrín y el micelio se concentraba cerca del inóculo. Se mostraba un tenue cambio de color en el medio. Para la tercera semana, todo el medio estaba invadido por micelio. El micelio que se concentraba anteriormente, se mostraba ya como manchas gruesas. El micelio alcanzó al tapon de

algodón del tubo de prueba. Se diferenciaba también para esta semana, el color café característico de la pudrición blanca. La literatura consultada no registra datos sobre el tipo de pudrición causada por este hongo.

Cepa LB-209. *Trametes corrugata*. Con esta cepa no se observó ningún cambio de color al finalizar la segunda semana de prueba. Para la siguiente semana de incubación, el micelio cubría la mitad del medio de cultivo y empezaba a concentrarse. En todo el resto de la prueba, el micelio se concentró, sin permitir apreciar reacción alguna. La literatura consultada designa a este hongo como causante de pudrición blanca. (BAKSHI, 1971).

Cepa LB-210. *Rigidoporus ulmarius*. Esta cepa no creció durante las primeras dos semanas de incubación. Para la tercera semana el crecimiento se manifestó de manera lenta. A la cuarta semana, el micelio alcanzó un crecimiento sobre el medio, de una cuarta parte. Se manifestó para entonces un ténue cambio de color. Para la quinta y sexta semana, el crecimiento fue sumamente lento, pero el cambio de color fue bien aparente. Se determinó un tipo de pudrición blanca. La literatura consultada designa a este hongo como causante de pudrición blanca (BOYCE, 1961).

Cepa LB-211. *Polyporus tricholoma*. Cepa de crecimiento rápido. En la segunda semana alcanzó a cubrir más de la mitad del medio de aserrín. Se presentó un ténue cambio de color. A la tercer semana de incubación, el micelio ya había cubierto todo el medio y comenzaba a concentrarse a manera de manchas. El color café, de pudrición blanca, fue aparente en el medio, desde este momento. Para las semanas restantes de prueba, el micelio se fue concentrando en forma de manchones sobre todo el medio. El micelio creció, para el final de la prueba, hasta el tapón del tubo de prueba. La literatura consultada no registra datos sobre el tipo de pudrición causada por este hongo.

Cepa LB-213. *Panus rudis*. También es una cepa de crecimiento rápido en aserrín. A las dos semanas de prueba invadió la mitad del medio. Para este tiempo, el medio no mostraba ningún cambio. Hacia las tres semanas

se observó un ténue cambio de color. El hongo invadió todo el aserrín y comenzó a concentrarse a manera de manchas. En cuatro semanas de incubación se advirtió el color café, de pudrición blanca, en el medio. Para las semanas de prueba restantes, el micelio creció hacia el tapón de algodón del tubo de prueba y se concentró en manchones más grandes. Se conservó el color café indicativo de pudrición blanca durante todo el tiempo. La literatura consultada no registra datos sobre el tipo de pudrición causada por este hongo.

Cepa LB-216. *Pycnoporus sanguineus*. El medio mostró, después de dos semanas de incubación, un ténue cambio de color. El crecimiento del micelio llegó hasta una cuarta parte. De la tercera semana de prueba hasta el final, se manifestó un color café en el medio de aserrín. El crecimiento micelial siguió lento pero constante, a la vez que se concentraba, también, a manera de manchones. El micelio nunca llegó a cubrir todo el medio, pero la reacción de pudrición blanca fue evidente. La literatura consultada designa a este hongo como causante de pudrición blanca (BAKSHI, 1971).

Una observación más detallada de la tabla 2, muestra que las cepas LB-182; LB-193; LB-203; LB-207; LB-211 y LB-216, solo requirieron entre dos y cuatro semanas de incubación para presentar las características definidas de esta pudrición, mientras que las cepas restantes necesitaron de cinco a seis semanas. Esto indica que algunos hongos tienen más facilidad que otros para desarrollarse en el medio y que por lo tanto el tiempo de duración de la prueba depende del hongo de que se trate.

La técnica utilizada en este ensayo ha sido recomendada por LOPEZ GUERRERO (1979) y VELIZ AVILA (1982), quienes la consideran confiable y sencilla, por el empleo de madera como substrato y la obtención de una reacción para ambos tipos de pudrición, directamente por su presencia en el medio, a diferencia de las otras técnicas conocidas, donde no se observa. Además esta técnica se considera económica.

Los resultados presentes, apoyan la recomendación de la técnica, aunque en el caso de obtener reacciones dudosas, es aconsejable, además de repetir la prueba para tales cepas, complementarlas con una o más técnicas sencillas y cortas como la prueba de Bavendam, descrita por NOBLES (1958), y que ayudan a reforzar o a esclarecer la determinación del tipo de pudrición. Para tal complementación, debe considerarse que el método aquí empleado tiene como mayor desventaja el largo tiempo de duración que es de cuatro a siete semanas, a comparación de otras técnicas más breves, como la prueba del guayacol de Nobles (1958), que solo necesita de tres semanas. Esto se debe a que el medio de aserrín de Badcock, a diferencia del medio de malta agar utilizado en las otras técnicas, es un substrato que puede ser colonizado y degradado en proporción y velocidad muy variable, según el hongo de que se trate, debiéndose planear el tiempo de duración en función de este factor.

4.2. AGRESIVIDAD HACIA LA MADERA DE PINO Y LIQUIDAMBAR.

Los resultados obtenidos con los métodos de malta agar-bloque y suelo-bloque están resumidos en las tablas 4,5,6 y las gráficas A,B,C y D.

Un análisis global de estos datos permite destacar, en primer lugar, que los hongos ensayados expresaron mayor actividad con el método suelo-bloque que con el malta agar-bloque y que la actividad fue mayor en la madera de liquidámbar que en la de pino. Después, conviene explicar algunos aspectos menores, como la obtención de algunos valores negativos de pérdida de peso que representan ligeros incrementos de peso en los bloques de madera utilizados. Normalmente se acepta que variaciones pequeñas en incremento y pérdida de peso son parte del error experimental inherente a todo ensayo. Para este tipo de métodos, tales variaciones se deben a cambios en la humedad relativa ambiental durante el pesado de los bloques, adición de sustancias del medio (malta agar o suelo), astilladuras de los bloques por manipulación, peso seco del micelio en el interior del bloques inoculados, ángulo de lectura en la balanza, etc. Esta variación aleatoria sólo es detectable cuando se presenta un valor negativo o de incremento en peso, pues cuando es positiva, queda enmascarada por la pérdida de peso causada por el hongo. En cuanto al contenido de humedad de los bloques, determinado al final del período de exposición a los hongos, puede observarse que, en general, los contenidos de humedad más altos fueron obtenidos con el medio suelo-bloque para ambos tipos de maderas, pero según el método suelo-bloque, los valores son mayores para pino, mientras que con el método de malta agar-bloque, el contenido de humedad generalmente fue mayor en liquidámbar. También, puede decirse que aunque altas pérdidas de peso en la madera coincidieron siempre con altos contenidos de humedad, bajas pérdidas de peso no coinciden necesariamente con bajos contenidos de humedad. Pero como puede apreciarse en estos resultados, los valores de contenido de humedad en los bloques de ensayo fueron adecuados, en todos los casos, para la actividad de los hongos.

Con base en la agresividad hacia la madera de pino y liquidámbar por parte de los hongos ensayados, es propuesta una clasificación de la agresividad tal como se indica en la tabla 3, siguiendo el criterio establecido por LOPEZ GUERRERO (1979). Esta clasificación es propuesta con el fin de interpretar valores numéricos de la pérdida de peso (%) a terminos significativos y de fácil utilización. Con base en lo anotado en la tabla 3, en el análisis de actividad, son señaladas las categorías de agresividad determinadas para cada una de las cepas sujetas a experimentación para ambas maderas, tanto en la técnica malta agar-bloque -- como en la técnica suelo-bloque.

TABLA 3.

CLASIFICACION DE LOS VALORES DE PESO PERDIDO EN CATEGORIAS DE AGRESIVIDAD.

PESO PERDIDO	CATEGORIA DE AGRESIVIDAD	CLAVE
< - 5	Ligeramente agresivo	A
6 - 15	Moderadamente agresivo	B
16 - 25	Agresivo	C
26 - <	Altamente agresivo	D

NOTA: Los valores fraccionarios de los límites superiores en cada categoría son considerados dentro de la misma categoría.

TABLA 4.

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE PRODUCIR PUDRICION CON BASE EN EL PESO PERDIDO DE BLOQUES DE PINO Y LIQUIDAMBAR ENFRENTADOS A LOS HONGOS DE PRUEBA, SEGUN LA TECNICA DE MALTA AGAR-BLOQUE. SE INCLUYEN LOS VALORES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS BLOQUES AL FINAL DEL ENSAYO. PROMEDIO DE 20 REPETICIONES.

CEPA	NOMBRE DEL HONGO	MADERA DE PINO		MADERA DE LIQUIDAMBAR	
		% Peso perdido	% Contenido humedad	% Peso perdido	% Contenido humedad
LB-11	<i>Pleurotus roseopileatus</i>	1.03	40.40	0.91	49.06
LB-36	<i>Polyporus zonalis</i>	0.22	47.50	2.17	44.92
LB-67	<i>Fomes</i> sp.	-0.12	86.83	1.83	61.33
LB-68	<i>Daedalea microsticta</i>	1.30	51.70	2.70	56.12
LB-71	<i>Daedalea</i> sp.	1.35	47.23	1.72	57.98
150 A*	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	1.31	45.78	1.53	57.51
LB-178	<i>Cymatoderma</i> sp.	2.85	53.91	5.87	83.56
LB-180	<i>Cotylidia</i> aff. <i>aurantiaca</i>	3.93	52.04	8.38	54.56
LB-182	<i>Ganoderma</i> sp.	3.65	61.39	9.19	63.29
LB-193	<i>Polyporus</i> aff. <i>gilvus</i>	1.58	43.67	4.37	59.11
LB-203	<i>Polyporus hirsutus</i>	2.77	94.95	4.41	89.93
LB-204	<i>Hexagonia tenuis</i>	0.42	51.84	-0.05	47.52
LB-205	<i>Trametes corrugata</i>	0.08	64.81	0.14	72.38
LB-206	<i>Panus</i> sp.	-0.68	66.28	0.78	74.15
LB-207	<i>Polyporus tricholoma</i>	1.51	64.17	1.01	56.96
LB-209	<i>Trametes corrugata</i>	0.39	42.23	0.97	51.24
LB-210	<i>Rigidoporus ulmarius</i>	0.54	38.09	0.03	49.58
LB-211	<i>Polyporus tricholoma</i>	1.66	114.33	4.52	107.76
LB-213	<i>Panus rudis</i>	2.64	91.36	6.17	73.33
LB-216	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	1.68	48.61	4.78	60.54
	TESTIGOS.	0.24	43.86	1.80	49.24

* FPRL.

NOTA: Los valores negativos son indicativos de ganancia de peso en los bloques.

TABLA 5.

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE PRODUCIR PUDRICION CON BASE EN EL PESO PERDIDO DE BLOQUES DE PINO Y LIQUIDAMBAR ENFRENTADOS A LOS HONGOS DE PRUEBA, SEGUN LA TECNICA DE SUELO-BLOQUE. SE INCLUYEN LOS VALORES DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS BLOQUES AL FINAL DEL ENSAYO. PROMEDIO DE 14 REPETICIONES.

CEPA	NOMBRE DEL HONGO	MADERA DE PINO		MADERA DE LIQUIDAMBAR	
		% Peso perdido	% Contenido humedad	% Peso perdido	% Contenido humedad
LB-11	<i>Pleurotus roseopileatus</i>	3.02	38.90	4.18	52.71
LB-36	<i>Polyporus zonalis</i>	6.25	73.44	20.26	69.41
LB-67	<i>Fomes</i> sp.	1.15	54.14	5.22	57.16
LB-68	<i>Daedalea microsticta</i>	12.44	67.67	37.74	161.63
LB-71	<i>Daedalea</i> sp.	14.14	61.04	37.45	89.76
150 A*	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	7.72	129.77	16.25	80.15
LB-178	<i>Cymatoderma</i> sp.	1.24	101.51	13.02	63.58
LB-180	<i>Cotylidia</i> aff. <i>aurantiaca</i>	10.22	132.62	33.51	107.87
LB-182	<i>Ganoderma</i> sp.	5.63	124.60	32.60	116.14
LB-193	<i>Polyporus</i> aff. <i>gilvus</i>	1.17	81.89	22.49	94.97
LB-203	<i>Polyporus hirsutus</i>	26.54	92.42	35.06	118.91
LB-204	<i>Hexagonia tenuis</i>	1.15	45.70	3.58	55.37
LB-205	<i>Trametes corrugata</i>	17.35	145.10	15.34	92.16
LB-206	<i>Panus</i> sp.	25.59	138.63	23.20	96.40
LB-207	<i>Polyporus tricholoma</i>	17.96	96.47	19.74	82.53
LB-209	<i>Trametes corrugata</i>	1.45	60.03	1.55	49.94
LB-210	<i>Rigidoporus ulmarius</i>	13.03	121.09	13.44	85.25
LB-211	<i>Polyporus tricholoma</i>	25.29	90.33	36.41	121.87
LB-213	<i>Panus rudis</i>	28.66	125.55	31.33	103.20
LB-216	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	24.28	85.48	22.05	92.83
	TESTIGOS.	-0.18	53.44	0.56	47.77

* FPRL.

NOTA: Los valores negativos son indicativos de ganancia de peso de los bloques.

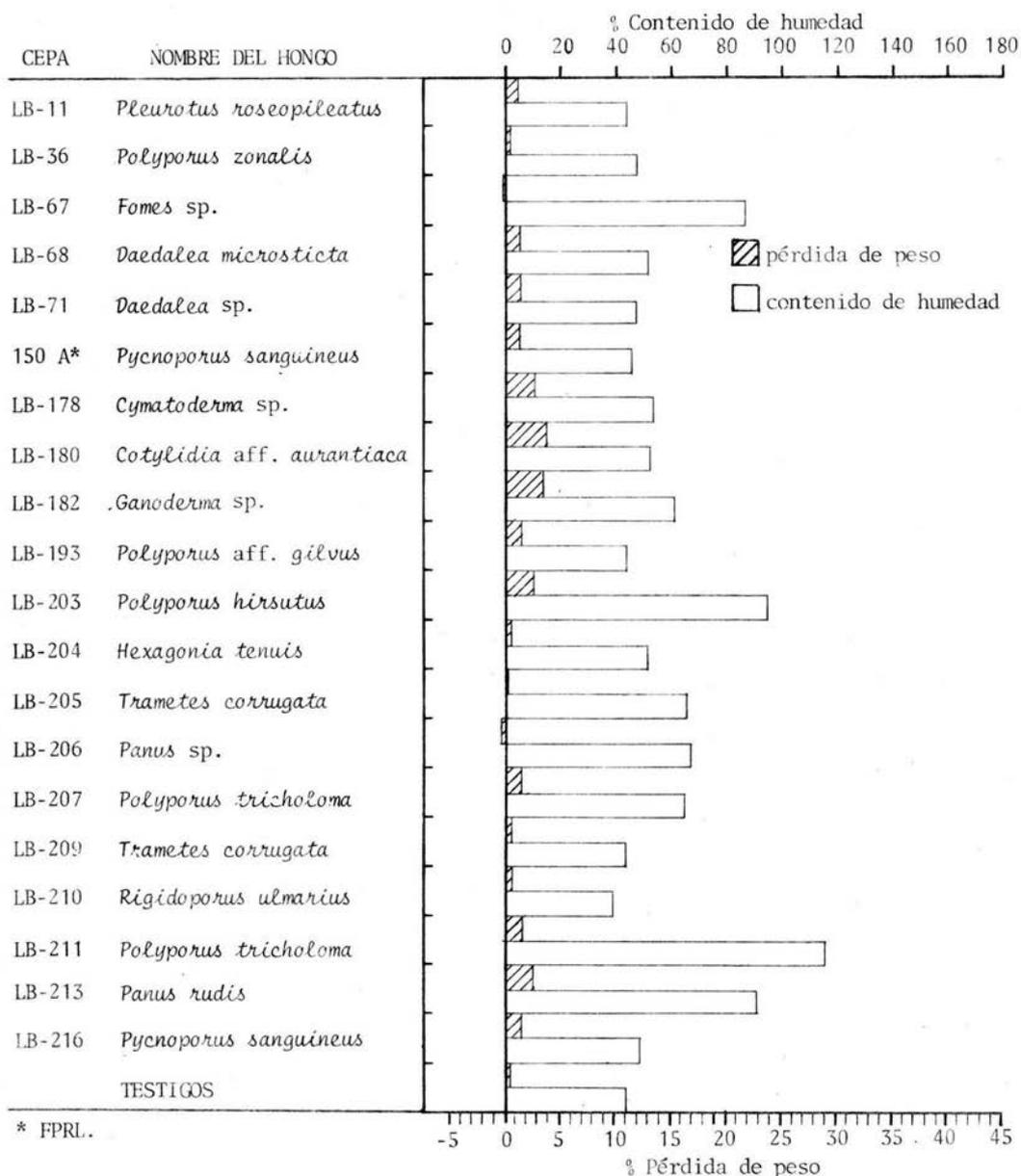
TABLA 6.

CAPACIDAD DE PRODUCIR PUDRICION CON BASE EN EL PESO PERDIDO DE LOS BLOQUES DE MADERA ENFRENTADOS A LOS HONGOS DE PRUEBA SEGUN DOS METODOS. PROMEDIOS DE 20 REPETICIONES EN MALTA AGAR-BLOQUE Y 14 EN SUELO-BLOQUE.

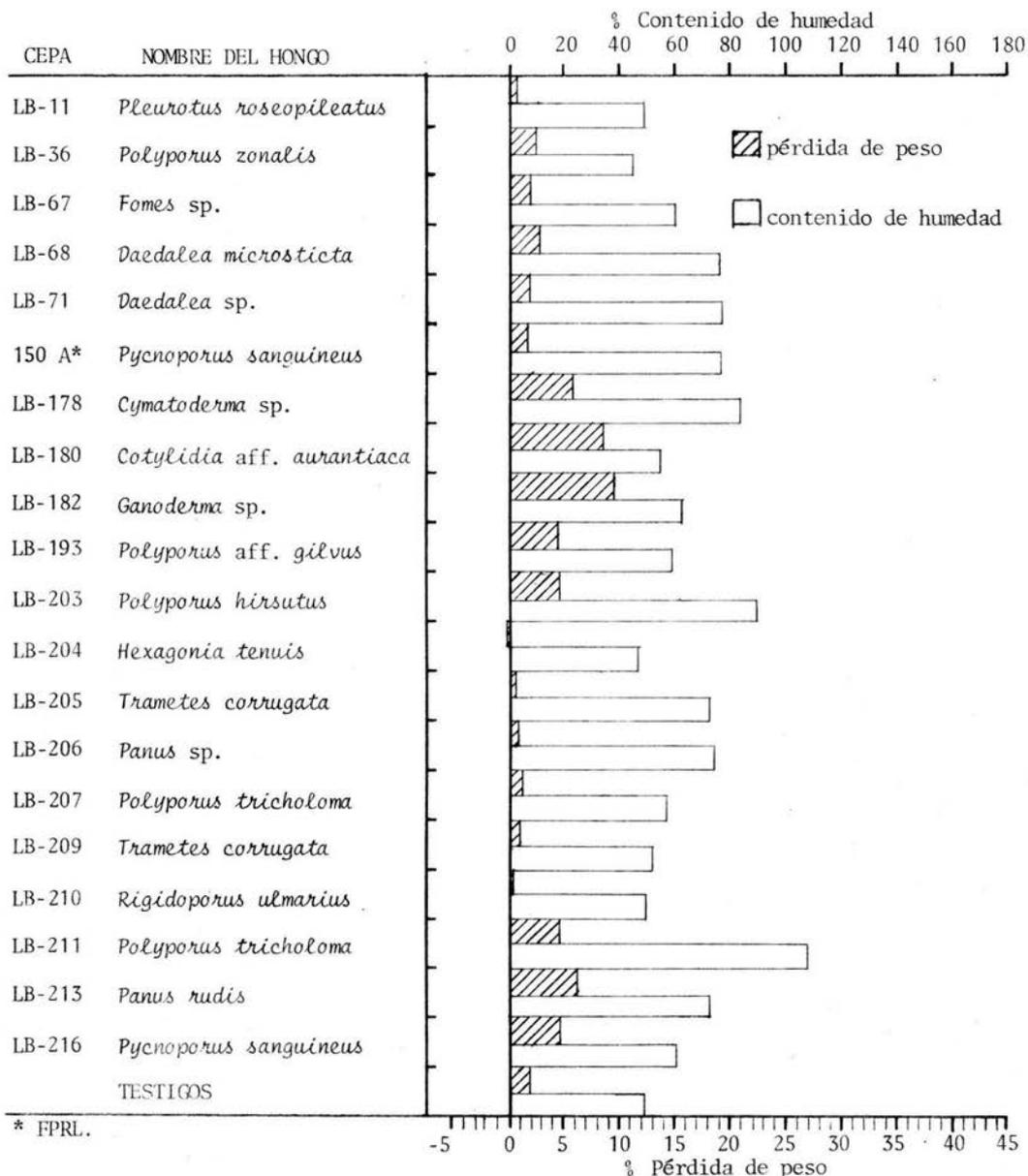
CEPA	NOMBRE DEL HONGO	MALTA AGAR-BLOQUE		SUELO-BLOQUE	
		% PESO PERDIDO		% PESO PERDIDO	
		PINO	LIQUIDAMBAR	PINO	LIQUIDAMBAR
LB-11	<i>Pleurotus roseopileatus</i>	1.03	0.91	3.02	4.18
LB-36	<i>Polyporus zonalis</i>	0.22	2.17	6.25	20.26
LB-67	<i>Fomes</i> sp.	-0.12	1.83	1.15	5.22
LB-68	<i>Daedalea microsticta</i>	1.30	2.70	12.44	37.74
LB-71	<i>Daedalea</i> sp.	1.35	1.72	14.14	37.45
150 A*	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	1.31	1.53	7.72	16.25
LB-178	<i>Cymatoderma</i> sp.	2.85	5.87	1.24	13.02
LB-180	<i>Cotylidia</i> aff. <i>aurantiaca</i>	3.93	8.38	10.22	33.51
LB-182	<i>Ganoderma</i> sp.	3.65	9.19	5.63	32.60
LB-193	<i>Polyporus</i> aff. <i>gilvus</i>	1.58	4.37	1.17	22.49
LB-203	<i>Polyporus hirsutus</i>	2.77	4.41	26.54	35.06
LB-204	<i>Hexagonia tenuis</i>	0.42	-0.05	1.15	3.58
LB-205	<i>Trametes corrugata</i>	0.08	0.14	17.35	15.34
LB-206	<i>Panus</i> sp.	-0.68	0.78	25.59	23.20
LB-207	<i>Polyporus tricholoma</i>	1.51	1.01	17.96	19.74
LB-209	<i>Trametes corrugata</i>	0.39	0.97	1.45	1.55
LB-210	<i>Rigidoporus ulmarius</i>	0.54	0.03	13.03	13.44
LB-211	<i>Polyporus tricholoma</i>	1.66	4.52	25.29	36.41
LB-213	<i>Panus rudis</i>	2.64	6.17	28.66	31.33
LB-216	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	1.68	4.78	24.28	22.05
	TESTIGOS	0.24	1.80	-0.18	0.56

* FPRL.

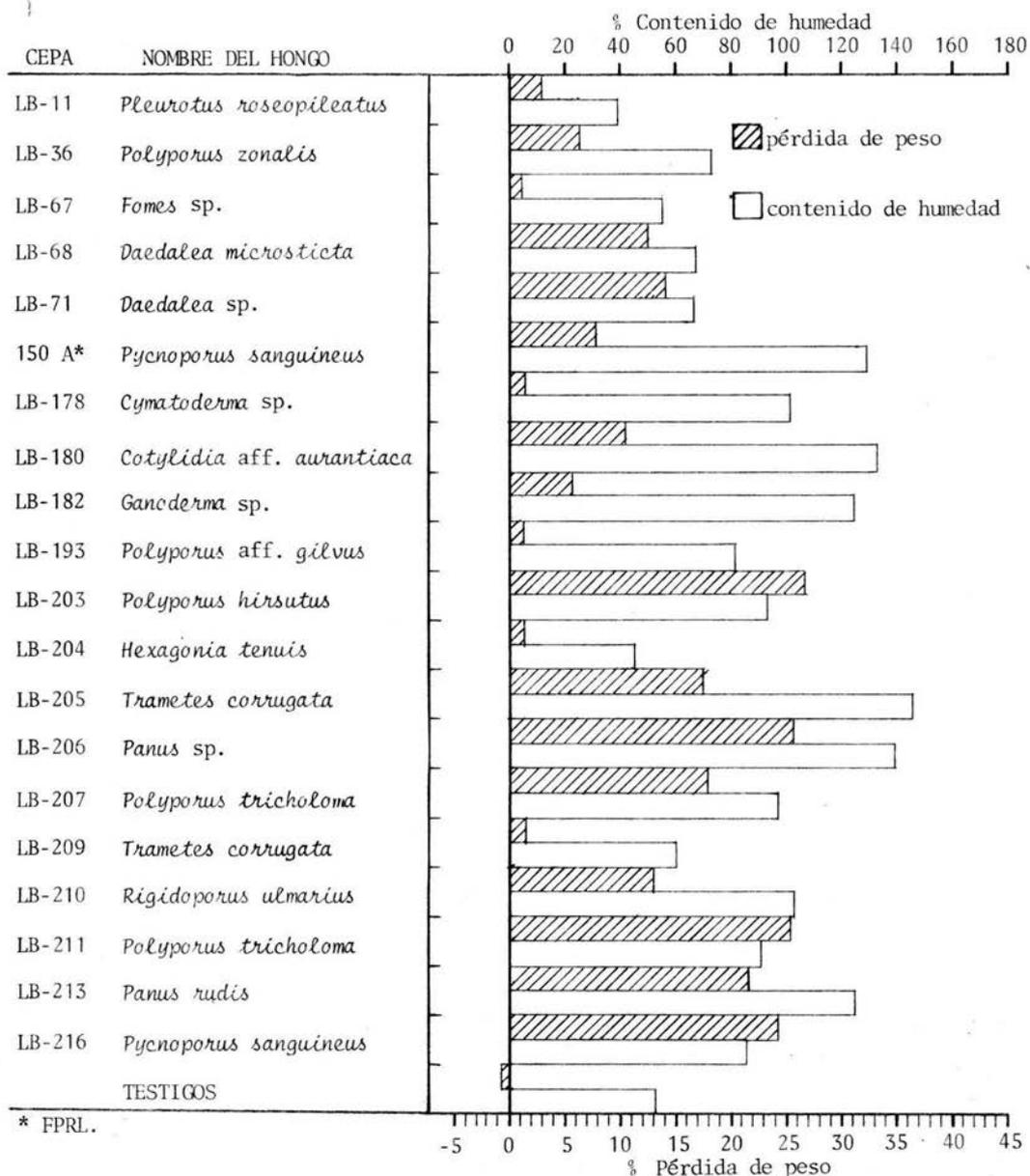
NOTA: Los valores negativos son indicativos de ganancia de peso en los bloques.



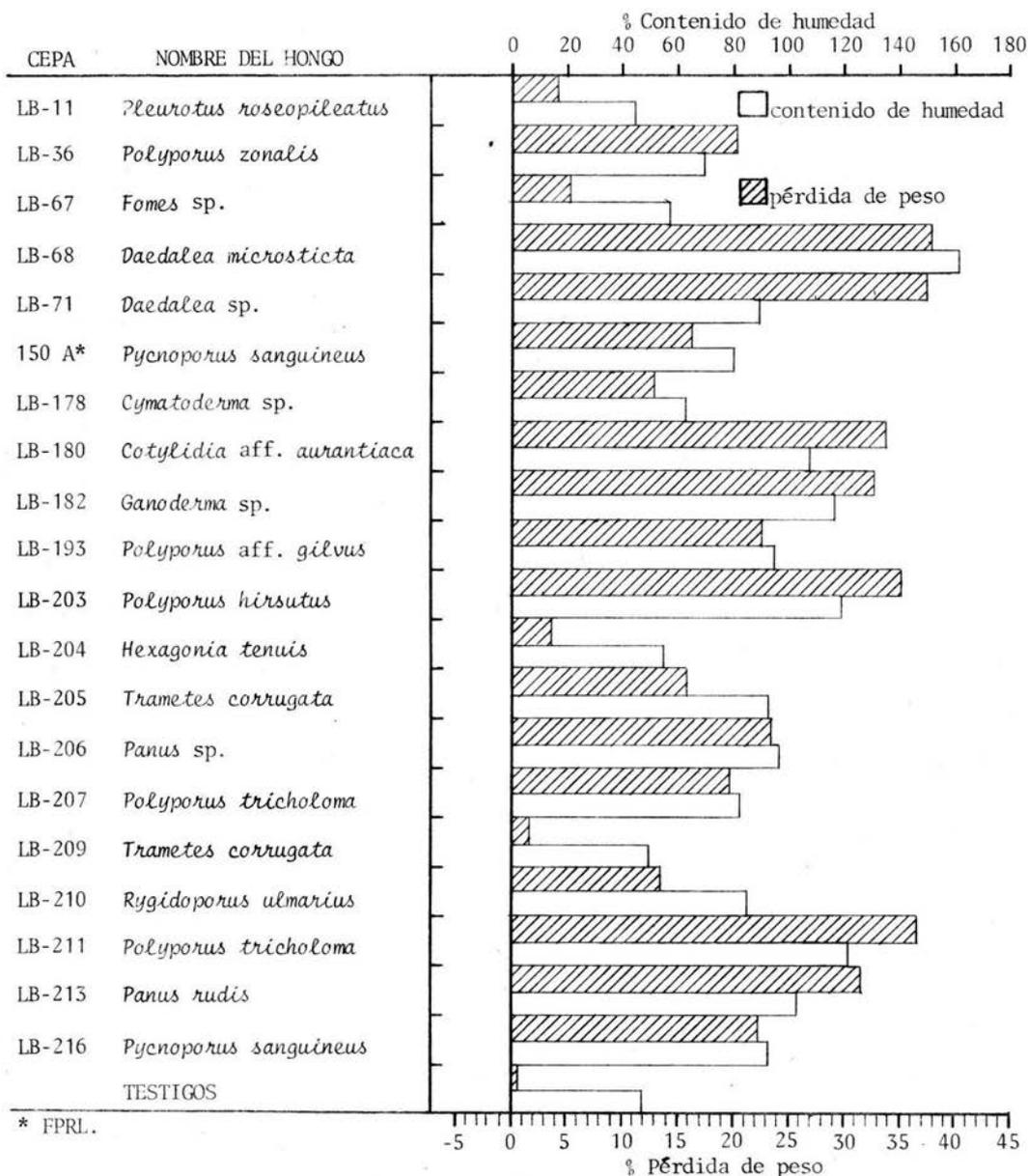
GRAFICA A. % de pérdida de peso y % de contenidos de humedad de los bloques de PINO expuestos al ataque de hongos, según la técnica de MALTA AGAR-BLOQUE. Promedios de 14 repeticiones. Los valores negativos indican ganancia de peso.



GRAFICA B. % de pérdida de peso y % de contenidos de humedad de los bloques de LIQUIDAMBAR expuestos al ataque de hongos, según la técnica de MALTA AGAR-BLOQUE. Promedios de 14 repeticiones. Los valores negativos indican ganancia de peso.



GRAFICA C. % de pérdida de peso y % de contenidos de humedad de los bloques de PINO expuestos al ataque de hongos, según la técnica de SUELO-BLOQUE. Promedios de 14 repeticiones. Los valores negativos indican ganancia de peso.



GRAFICA D. % de pérdida de peso y % de contenidos de humedad de los bloques de LIQUIDAMBAR expuestos al ataque de hongos, según la técnica de SUELO-BLOQUE. Promedio de 14 repeticiones. Los valores negativos indican ganancia de peso.

A continuación, es presentado un análisis de la actividad de cada una de las cepas expresada bajo las condiciones de cada método en los dos tipos de madera utilizados.

La cepa LB-11, *Pleurotus roseopileatus*, presentó bajos valores de % de peso perdido en todos los casos. Relativamente, el mayor fue causado en la madera de liquidámbar (4.18 %) y después en pino (3.02 %) con el método suelo-bloque; con el método malta agar-bloque causó ligeramente mayor pérdida de peso en pino (1.03 %) que en liquidámbar (0.91 %). Todos estos valores permiten clasificarlo como ligeramente agresivo (A) hacia ambas maderas con los dos métodos (ver tabla 3).

La cepa LB-36, *Polyporus zonalis*, presentó un comportamiento muy variable en su actividad. Causó alta pérdida de peso (20.26 %), en liquidámbar ocupando la categoría de agresiva (C), y menor pérdida de peso en pino (6.25 %), correspondiente a agresividad moderada (B), con el método de suelo-bloque, su actividad es mucho menos contrastante pero sí muy baja, aunque sigue siendo relativamente mayor en liquidámbar (2.17 %) que en pino (0.22 %), equivaliendo a ser ligeramente agresivo (A) hacia ambas maderas con el método malta agar-bloque. Esto indica que el método suelo-bloque es más adecuado para que este hongo exprese mejor su potencial de actividad y que este es mayor en la madera de liquidámbar.

La cepa LB-67, *Fomes* sp. , presentó un comportamiento poco variable -- entre ambas técnicas y maderas. Para suelo-bloque y madera liquidámbar presentó el valor más alto (5.22 %) con categoría de ligeramente agresiva (A). En pino presenta una baja pérdida de peso (1.15 %) tomando la categoría de ligeramente agresiva (A). Para malta agar-bloque, el liquidámbar llevó la pérdida de peso más marcada (1.83 %) con categoría de ligeramente agresiva (A). En pino hay una ligera ganancia de peso (-0.12 %) que para este ensayo sólo puede ser interpretada como dentro de la categoría de ligera agresividad (A).

La cepa LB-68, *Daedalea microsticta*, mostró una actividad variable. En malta agar-bloque la madera de pino sufrió la menor pérdida de peso (1.30 %)

y la de liquidámbar una pérdida de peso relativamente mayor (2.70 %) catalogándose hacia ambas maderas en esta técnica como ligeramente agresiva (A). Para suelo-bloque la pérdida de peso en pino (12.44 %), bastante más alta que las anteriores, clasifica a la cepa como moderadamente agresiva (B), mientras que en liquidámbar causó la más alta pérdida de peso (37.74 %) adoptando la categoría de altamente agresiva (D). Esta información indica que esta cepa es más activa en la madera de liquidámbar y que su potencial de actividad lo despliega mejor bajo las condiciones del método suelo-bloque.

La cepa LB-71, *Daedalea* sp. , presentó una marcada actividad en suelo-bloque, mostrando una pérdida de peso alta en liquidámbar (37.45 %) correspondiente a la categoría de altamente agresiva (D) y sobre pino moderadamente agresivo con pérdida de peso menor (14.14 %). En malta agar-bloque, para liquidámbar fue relativamente mayor la pérdida de peso (1.72 %), que en pino (1.35 %) registrando para ambas, una categoría de ligeramente agresiva (A). Estos datos indican que esta cepa presentó mayor actividad bajo las condiciones del método suelo-bloque y que ésta fue mayor en la madera de liquidámbar.

La cepa FPRL-150 A, *Pycnoporus sanguineus*, presentó comportamiento variable en suelo-bloque, donde la madera de liquidámbar tuvo una pérdida de peso mayor (16.25 %), que pino (7.72 %), adoptando categorías de agresiva (C) y moderadamente agresiva (B) respectivamente. En malta agar-bloque fueron menores las pérdidas de peso con respecto a lo anterior, siendo en liquidámbar de 1.53 % y en pino de 1.31 % correspondiente ambos a una ligera agresividad (A). Esto muestra que la actividad de esta cepa es mayor en el método suelo-bloque y hacia la madera de liquidámbar.

La cepa LB-178, *Cymatoderma* sp. , presentó variabilidad en su comportamiento, siendo para pino en malta agar-bloque y suelo-bloque la de menor peso perdido (2.77 y 1.24 % respectivamente), correspondiente

a la categoría de ligeramente agresiva (A) hacia esta madera con ambas técnicas. Para liquidámbar en malta agar-bloque se registra una pérdida de peso relativamente bajo (5.87 %) perteneciente a la categoría de ligeramente agresiva (A) mientras que en suelo-bloque, tuvo una mayor pérdida de peso (13.02 %) correspondiente a la categoría de moderadamente agresiva (B) hacia esta madera.

La cepa LB-180, *Cotylidia* aff. *aurantiaca*, presentó resultados variables. En malta agar-bloque causó una pérdida de peso baja en pino (3.93 %) equivalente a una categoría de ligeramente agresiva (A). La madera de liquidámbar perdió mayor peso (8.38 %) ubicando a esta cepa en la categoría de moderadamente agresiva (B). Esta misma madera sufrió la mayor pérdida de peso en la técnica de suelo-bloque (33.51 %) permitiendo clasificar a esta cepa en la categoría de altamente agresiva (D). La madera de pino en esta técnica, sufrió una pérdida de peso alta (10.22 %) permitiendo clasificar esta cepa en la categoría de moderadamente agresiva (B). Con estos datos se evidencia que esta cepa fue mucho más activa hacia ambas maderas con el método suelo bloque y que fue más agresiva hacia la madera de liquidámbar con los dos métodos.

La cepa LB-182, *Ganoderma* sp., presentó una agresividad poco variable. La madera de pino en malta agar-bloque, sufrió una pérdida de peso baja (3.65 %) por lo que la cepa se ubica en la categoría de ligeramente agresiva (A), donde también se clasifica al evaluar el peso perdido de la madera de pino (5.63 %) con la técnica de suelo bloque. Hacia liquidámbar en malta agar-bloque la cepa se ubica en la categoría de moderadamente agresiva causando una pérdida de peso relativamente alta (9.19 %) y causando mayor pérdida de peso con la misma madera en suelo-bloque (32.60 %) correspondiente a la categoría de altamente agresiva (D). Los dos tipos de madera en la técnica suelo-bloque siguen siendo las de pérdida de peso más marcada, aunque puede señalarse que la actividad de este hongo es mayor en liquidámbar.

La cepa LB-193, *Polyporus aff. gilvus.*, causó mayor pérdida de peso en liquidámbar que en pino, con ambas técnicas. En suelo bloque la madera de liquidámbar sufrió una pérdida de peso alta (22.49 %) comportándose esta cepa como agresiva (C). En la misma madera, con el método de malta agar-bloque causó una pérdida de peso baja (4.37 %) comportándose como ligeramente agresiva (A). En la misma técnica, la madera de pino tuvo una pérdida de peso baja (1.58 %) de manera semejante sucede con la pérdida de peso en pino (1.17 %) en la técnica de suelo-bloque. Para estos dos últimos resultados, la cepa corresponde a la categoría de ligeramente agresiva (A).

La cepa LB-203, *Polyporus hirsutus.*, presentó en malta agar-bloque valores bajos de pérdida de peso en pino (2.77 %) y para liquidámbar (4.41 %) equivaliendo a una categoría de ligeramente agresiva (A) para ambas maderas. La agresividad en el método suelo-bloque fue mayor. La pérdida de peso aumento marcadamente tanto en pino (26.54 %) como en liquidámbar (35.06 %) llevando estos últimos valores a considerar a la cepa como altamente agresiva (D) en esta técnica para ambas maderas, aunque puede observarse que su actividad fue relativamente mayor en liquidámbar.

La cepa LB-204, *Hexagonia tenuis.*, mostró una actividad poco variable, en la técnica de suelo-bloque causó pérdida de peso minimas tanto para pino (1.15 %) como para liquidámbar (3.58 %) clasificando a la cepa como ligeramente agresiva (A) para ambas maderas con respecto a malta agar-bloque, en pino se observó una mínima pérdida de peso (0.42 %) correspondiente también a la categoría de ligeramente agresivo (A). El valor negativo encontrado como pérdida de peso para liquidámbar (-0.05 %) en esta técnica equivale a un aumento de peso debido a error experimental y detectable por la escasa actividad de este hongo que queda clasificado como ligeramente agresivo (A).

La cepa LB-205, *Trametes corrugata.*, manifestó una actividad variable de

una técnica a otra. En malta agar-bloque, la madera de pino sufrió una pérdida de peso muy leve (0.08 %) lo mismo sucedió con la pérdida de peso del liquidámbar (0.14 %) ambos valores catalogan a la cepa como ligeramente agresiva (A). En suelo-bloque, la madera de pino sufrió mayor pérdida de peso (17.35 %) que en liquidámbar (15.34 %) correspondiéndole a la cepa las categorías de agresivo (C) y moderadamente agresivo (B) respectivamente para estas técnicas.

La cepa LB-206, *Panus* sp. , mostró un comportamiento variable entre las dos técnicas. En malta agar-bloque, la madera de pino mostró un ligero aumento de peso (-0.68 %) y en liquidámbar, este hongo causó una leve pérdida de peso (0.78 %) resultando que se clasifique a la cepa como ligeramente agresiva (A). En suelo-bloque las pérdidas de peso fueron más acentuadas, tanto para pino (25.59 %) como para liquidámbar (23.20 %) ambos resultados clasifican a la cepa como agresiva (C). Esto indica claramente una mayor actividad de este hongo bajo las condiciones del método suelo-bloque.

La cepa LB-207, *Polyporus tricholoma.*, presentó en malta agar-bloque para pino, una leve pérdida de peso (1.51 %) correspondiente a la categoría de ligeramente agresiva (A). Para liquidámbar con la misma técnica, la pérdida de peso fue semejante (1.01 %) y la misma categoría, ligeramente agresiva (A). Por el contrario, en suelo-bloque, el pino mostró una elevada pérdida de peso (17.96 %), lo mismo que en liquidámbar (19.74 %) clasificando ambos resultados a la cepa como agresiva (C) hacia los dos tipos de madera.

La cepa LB-209, *Trametes corrugata.*, presentó un comportamiento bastante uniforme. Todos los valores obtenidos para esta cepa, la catalogan como ligeramente agresiva (A). En malta agar-bloque las pérdidas de peso son bajas tanto para pino (0.39 %) como para liquidámbar (0.97 %). En suelo-bloque sucedió algo semejante sin embargo, las pérdidas de peso fueron relativamente más altas que en la técnica anterior. En liquidámbar la pérdida

de peso fue mayor (1.55 %) que para pino (1.45 %).

La cepa LB-210, *Rigidoporus ulmarius*, presentó una actividad homogénea con respecto a los dos tipos de madera dentro de cada técnica, pero se diferencia marcadamente en los resultados obtenidos entre ambas técnicas. Para malta agar-bloque, se obtuvo baja pérdida de peso para pino (0.54 %) y para liquidámbar (0.03 %) perteneciendo, debido a estos resultados, a una categoría de ligeramente agresiva (A). En suelo-bloque se clasifica a la cepa como moderadamente agresiva (B) por los valores de pérdida de peso obtenidos para pino (13.03 %) y para liquidámbar (13.44 %). Esto muestra que las condiciones del método suelo-bloque son más adecuadas para la actividad de este hongo.

La cepa LB-211, *Polyporus tricholoma*, mostró variabilidad en sus resultados. En malta agar-bloque existieron las menores pérdidas de peso. En pino la actividad fue menor (1.66 %) que en liquidámbar (4.52 %) ambos valores ubican a la cepa en la categoría de ligeramente agresiva (A). En suelo-bloque los resultados muestran una alta pérdida de peso para pino (25.29 %) ubicando a la cepa en la categoría de agresiva (C) y hacia liquidámbar (36.41 %) correspondiente a la categoría de altamente agresivo (D). Aquí también es evidente que el hongo fue considerablemente más activo con el método de suelo-bloque y que relativamente su actividad es mayor en liquidámbar con ambas técnicas.

La cepa LB-213, *Panus rudis*, mostró resultados muy heterogéneos. Las de menor pérdida de peso fueron en malta agar-bloque, para pino (2.64 %) la cepa se mantuvo en la categoría de ligeramente agresivo (A). La pérdida de peso para liquidámbar es relativamente mayor (6.17 %) adoptando la categoría de moderadamente agresivo (B). En suelo-bloque, tanto la pérdida de peso para pino (28.66 %) como la de liquidámbar (31.33 %) determinan una categoría de altamente agresivo (D) para ambas maderas en esta técnica. Nuevamente, el método suelo-bloque resultó más favorable para la actividad de esta cepa.

La cepa LB-216, *Pycnoporus sanguineus*, presentó resultados variables. En malta agar-bloque la actividad fue baja. El valor de pérdida de peso para pino (1.68 %) y el de pérdida de peso para liquidámbar (4.78 %) le confieren la categoría de ligeramente agresiva (A) a esta cepa. En suelo-bloque las pérdidas de peso fueron mayores, variando ligeramente entre pino (24.28 %) y liquidámbar (22.05 %) ambos valores mantienen a la cepa en una categoría de altamente agresiva (D). Estos valores muestran que en una técnica, la cepa fue ligeramente más activa en pino y en la otra en liquidámbar, pero las diferencias son tan insignificantes que no puede interpretarse alguna tendencia.

4.3. TOLERANCIA A LA CREOSOTA.

Los resultados obtenidos en esta parte del trabajo, están contenidos en la tabla 7 gráficas 1 a 20. Cada una de las gráficas muestra los valores de crecimiento diametral del micelio de una sola cepa, en medio de malta agar conteniendo un testigo (0.0 %) y 4 concentraciones gravimétricas de creosota. A continuación, se discuten las interpretaciones de cada gráfica.

Gráfica 1.- Cepa LB-11. *Pleurotus roseopileatus*.

La gráfica muestra el comportamiento de los inóculos de prueba que crecieron en un medio adicionado de diferentes concentraciones de creosota. Así, para las concentraciones 0.001 y 0.01 % de preservador, las curvas indican que el crecimiento diametral de las colonias respectivas mostró un comportamiento similar al del testigo (concentración 0.0 %), aunque algo retardado. Para estas concentraciones, las colonias alcanzaron su máximo crecimiento medible entre los 6 y 8 días de incubación. A la concentración 0.1 %, el crecimiento micelial fue uniforme, pero sensiblemente menor al del testigo, por el efecto tóxico del preservador. Hacia los 8 días de incubación, puede observarse un cambio en la uniformidad del crecimiento, que sugiere un mayor efecto del preservador, a partir de ese momento, el cual podría ser progresivo. El crecimiento máximo fue alcanzado a los 12 días, es decir, bastante retrasado con respecto al testigo, pues requirió el doble de tiempo. La cepa en contacto con 1.0 % de preservador mostró un crecimiento aun más retardado. La curva respectiva señala, que hasta los 4 días de incubación no hubo desarrollo micelial, quizá porque el hongo se mantuvo en una fase de adaptación fisiológica a los componentes tóxicos del medio. A partir del cuarto día, hubo evidencias de un crecimiento bastante irregular y retrasado con respecto al del testigo, al final del período de incubación, el crecimiento apenas alcanzó los 52 mm de diámetro.

Gráfica 2.- Cepa LB-36. *Polyporus zonalis*.

La gráfica muestra que esta cepa tuvo un crecimiento más acentuado a una concentración de 0.001 % de creosota, manteniéndose levemente por

TABLA 7

CRECIMIENTO DIAMETRAL (mm) DE LOS HONGOS ENSAYADOS CON UN TESTIGO (0.0 %) Y 4 CONCENTRACIONES GRAVIMETRICAS DE CREOSOTA EN MALTA AGAR. PROMEDIO DE 3 MEDICIONES A UN ANGULO DE 120° ENTRE SI Y DE 2 PRUEBAS INDEPENDIENTES O REPETICIONES.

CEPA	GRAFI- CA	CONCENTRA- CION	DIAS DE INCUBACION					
			2	4	6	8	10	12
LB-11	1	0.0	20	55.8	80	80	80	80
		0.001	17	49.6	78.3	80	80	80
		0.01	11.3	42.5	67.3	78.7	80	80
		0.1	10.8	26.3	42.3	60	68.6	80
		1.0	10	10	25.5	34.3	40.2	52
LB-36	2	0.0	26.5	54	72.5	80	80	80
		0.001	24.5	54.3	78	80	80	80
		0.01	19.8	42	69.5	80	80	80
		0.1	14	30	48.6	68	80	80
		1.0	10	18.5	29.7	37.8	49.7	63
LB-67	3	0.0	25	52.6	78.3	80	80	80
		0.001	26	58.3	80	80	80	80
		0.01	23	48.3	74.3	80	80	80
		0.1	18.2	34.7	55.2	73.2	79.7	80
		1.0	12	17.7	23.3	30.2	36.3	46.2
LB-68	4	0.0	19.3	54.8	79	80	80	80
		0.001	24.3	55.8	78.2	80	80	80
		0.01	23.5	48.3	70.3	80	80	80
		0.1	15.2	29.8	46.2	62	73.2	80
		1.0	12	18	27.5	36	43.8	54.7
LB-71	5	0.0	28.3	55.8	79.7	80	80	80
		0.001	26.1	54.3	80	80	80	80
		0.01	21.8	43.2	67.3	80	80	80
		0.1	17.7	31.1	49.7	65.5	72.2	80
		1.0	11	17	26.8	35	45.2	57.3

(Continua...)

TABLA 7 (Continuación)

CEPA	GRAFI- CA	CONCENTRA- CION	DIAS DE INCUBACION					
			2	4	- 6	8	10	12
150 A *	6	0.0	16	26.3	37.8	52	63	75
		0.001	15.2	22.3	31.1	42.6	52.6	65.8
		0.01	14.7	23	31.2	41.5	52.3	61.8
		0.1	11	14.2	19	23.6	27.8	33
		1.0	10	10	12	14.2	16.3	18
LB-178	7	0.0	28	54	80	80	80	80
		0.001	26.2	54.7	80	80	80	80
		0.01	23.8	45	68.5	80	80	80
		0.1	16.7	29.3	42.8	58.1	72.7	78.5
		1.0	10	15.5	20.3	26.5	32.2	39.8
LB-180	8	0.0	17.2	50.3	76.2	80	80	80
		0.001	14.8	40	68.7	79.5	80	80
		0.01	14	40.1	66	77.5	80	80
		0.1	11	17.5	32.15	43.5	59.2	71.5
		1.0	10	10	10	24	32	38.2
LB-182	9	0.0	12	31.5	67.5	79.3	80	80
		0.001	12	28.3	53.5	74.3	80	80
		0.01	11	26.6	50.3	71.2	80	80
		0.1	10	20.3	33.8	49	63.2	76.8
		1.0	10	10	10	10	10	18.2
LB-193	10	0.0	27.5	56.7	80	80	80	80
		0.001	22.8	47.8	69.7	79.7	80	80
		0.01	22.7	44.8	69.8	80	80	80
		0.1	16.2	28.7	44.1	62	80	80
		1.0	10	14.3	17.8	25.3	30.3	40

*FPRL.

(Continua...)

TABLA 7 (Continuación)

CEPA	GRAFI- CA	CONCENTRA- CION	DIAS DE INCUBACION					
			2	4	6	8	10	12
LB-203	11	0.0	24.3	55.1	78.8	80	80	80
		0.001	23.5	56.1	80	80	80	80
		0.01	20.3	46	78.7	80	80	80
		0.1	14.6	24.8	42	60.6	79.7	80
		1.0	10	12.2	18.8	24.8	30.5	39.5
LB-204	12	0.0	19.2	43.3	70.5	80	80	80
		0.001	19.1	33	70.1	80	80	80
		0.01	18.3	40.8	67.2	80	80	80
		0.1	16.2	30.3	48.5	66.8	79.5	80
		1.0	10	18.7	28	37.8	50.5	63.7
LB-205	13	0.0	13	18.5	25.5	34.8	46.3	57.7
		0.001	12.7	17.8	26.6	36.7	48.1	59.8
		0.01	12.2	15	22.3	30	37.7	49.5
		0.1	10	13	16	19.5	24.1	30.8
		1.0	10	10	11	13	14.5	17.3
LB-206	14	0.0	10	13	18.5	24	31.8	40
		0.001	10	13.5	18.6	24.6	33.3	43.3
		0.01	10	11.2	15.3	20.2	25.1	31.3
		0.1	10	10	10.8	13	14.2	17.8
		1.0	10	10	10	10	10	10
LB-207	15	0.0	10	12.7	19.8	25.7	33.5	41.6
		0.001	10	13.7	19.3	25.2	32.8	40.5
		0.01	10	13.7	20.5	25	30.3	36.3
		0.1	10	10	13.2	14	18.5	22.2
		1.0	10	10	10	10	10	10

(Continua...)

TABLA 7 (Continuación)

CEPA	GRAFI- CA	CONCENTRA- CION	DIAS DE INCUBACION					
			2	4	6	8	10	12
LB-209	16	0.0	20	34.6	72.1	80	80	80
		0.001	19.7	44	70.8	80	80	80
		0.01	18.1	42	67.2	80	80	80
		0.1	14	30.6	49.2	67.3	80	80
		1.0	10	19	25.8	35.5	41.7	60.5
LB-210 *	17	0.0	10	10	20	22	23	31.6
		0.001	10	16	21.3	25.3	32	41.3
		0.01	10	16.3	20.6	26.3	32.3	41
		0.1	10	10	16	18.3	22	29.3
		1.0	10	10	10	10	10	10
LB-211	18	0.0	24	57.2	79.3	80	80	80
		0.001	24.3	57.7	80	80	80	80
		0.01	20.5	46.2	76.8	80	80	80
		0.1	15.7	27.5	43.3	62	77.8	80
		1.0	10	14	19.1	25.8	33	43.2
LB-213	19	0.0	24.2	56	77.5	80	80	80
		0.001	24	57.3	80	80	80	80
		0.01	20.5	46.5	77.5	80	80	80
		0.1	15.3	26.3	32.5	60.7	79.2	80
		1.0	10	12.8	18.5	25.2	31.2	41.3
LB-216	20	0.0	17	33.1	48.7	66.6	78.8	80
		0.001	16	28.8	45.7	64	66.3	75
		0.01	12	21	30.3	40.2	68.2	73.3
		0.1	10	14.3	18.7	23.8	30.6	37.5
		1.0	10	10	10	10	12	13.2

* Una sola repetición.

encima del ritmo de crecimiento del testigo llegando así a su máximo crecimiento, a los 6 días de incubación. Este hecho sugiere, que algunos componentes de la creosota pudieron, en baja concentración, ser aprovechados por el hongo, o bien, que el hongo aceleró su crecimiento para dispersarse hacia un medio no tóxico. La curva correspondiente a la concentración 0.01 % de preservador, indica que el crecimiento del hongo en este caso es retardado, sin embargo, al igual que el testigo, alcanzó a cubrir todo el medio hacia el día 8 de incubación. A la concentración 0.1 %, el hongo creció de manera más lenta pero muy uniforme, llegando a cubrir todo el medio a los 10 días de prueba. A la concentración mayor (1.0 %), la curva de crecimiento muestra que el hongo no presentó fase alguna de adaptación. Su crecimiento, aunque todavía más lento, fue mantenido muy uniforme, y al finalizar la prueba, solo alcanzó 63 mm de crecimiento diametral.

Gráfica 3.- Cepa LB-67. *Fomes*.

En el medio adicionado con creosota a 0.001 % de concentración, el crecimiento micelial, a comparación del mostrado en las otras concentraciones, fue más rápido. Para la medición 6, el micelio ya había cubierto todo el medio. El crecimiento del testigo fue ligeramente menos rápido, se mantuvo por debajo de la concentración anterior, sin embargo, llegó casi al máximo crecimiento a los 6 días de prueba. Para la concentración 0.01 %, el crecimiento fue aun más retardado, aunque bastante paralelo al del testigo, alcanzando a cubrir todo el medio a los 8 días de incubación. Algo semejante sucede para la concentración 0.1 % solo que el retardo es aun más acentuado. Para estas 2 últimas concentraciones, las curvas muestran que la tendencia del micelio fue más bien la de alcanzar a cubrir el medio antes del tiempo citado como de finalización. Para la concentración más alta de preservador (1.0 %), se muestra una curva de crecimiento lento y constante, llegando a un máximo de 46 mm de diámetro para el final de la fase.

Gráfica 4.- Cepa LB-68. *Daedalea microsticta*.

Con esta cepa, la curva para la concentración 0.001 % de creosota, muestra al principio un crecimiento relativamente acelerado, a diferencia del testigo (concentración 0.0 %) que fue de crecimiento más retardado. Entre los 4 y 6 días de incubación, el comportamiento de la cepa en las 2 concentraciones fue muy semejante, alcanzando al mismo tiempo (6 días) el máximo crecimiento posible. Las curvas correspondientes a las concentraciones 0.01 y 0.1 %, muestran un crecimiento más retardado, especialmente la última, pero bastante paralelo; la primera, indica que el crecimiento máximo fue obtenido a los 8 días, mientras que la segunda muestra que este valor de crecimiento fue obtenido hasta el final del período de incubación. A la concentración de 1.0 % el crecimiento fue más lento. Se puede observar, para esta curva, que entre los 2 y 4 días, hay una leve fase de adaptación del hongo al medio con preservador, después, un crecimiento lento pero constante hacia los 10 días, y finalmente, ligeramente menos lento hasta alcanzar los 55 mm de diámetro para el final de la prueba. En general, el crecimiento fue cada vez más lento conforme aumentó la concentración de preservador.

Gráfica 5.- Cepa LB-71. *Daedalea* sp.

El más rápido crecimiento, se efectuó en el medio libre de preservador (testigo). De esta manera muy semejante se comportó la cepa a una concentración de 0.001 %. Entre los 4 y 6 días se aceleró el crecimiento y llegó al máximo al mismo tiempo que el testigo (día 6). Fue más lento el crecimiento para la concentración 0.01 % alcanzando el máximo a los 8 días. A la concentración 0.1 %, el crecimiento fue aun más lento logrando su máximo a los 12 días. En esta misma concentración, entre los días 8 y 12 hay una declinación en la curva pudiendo deberse esto a que el hongo fue más afectado por el preservador conforme pasó el tiempo. Algo parecido, pero menos notorio, ocurrió a la concentración inmediata inferior (0.01 %), entre los 6 y los 8 días de incubación. El efecto de una mayor concentración de preservador (1.0 %) se muestra en la última curva. Esta señala un crecimiento más lento, llegando al término de la prueba sin que el micelio haya cubierto todo el medio (57 mm de diámetro máximo).

Gráfica 6.- Cepa FPRL-150 A. *Pycnoporus sanguineus*.

Un crecimiento constante pero lento, es característico de esta cepa aún en medio sin preservador pues el testigo, durante todo el tiempo de prueba no llegó a cubrir por completo la superficie del medio. El comportamiento de la cepa ante las concentraciones 0.001 y 0.01 % fue muy semejante entre ambas curvas. Existen leves oscilaciones en las curvas que pueden deberse a otra causa que no fuera el preservador, como la simple variabilidad del crecimiento. Excepto, por estas oscilaciones las dos curvas que se mezclan, representan un crecimiento lento alcanzando 66 y 62 mm de diámetro respectivamente. En los últimos 2 días, se observa que para la concentración de 0.001 % el micelio tendió a incrementar su ritmo de crecimiento. Sin embargo, no se puede sugerir esta recuperación como muy factible, debido precisamente a las variaciones del crecimiento en los días anteriores. Las características de ser una cepa con crecimiento micelial lento, puede llegar a disfrazar la manera en que actúa el preservador hacia la cepa, es decir, que la lentitud del crecimiento no se debe tanto al preservador, sino a su ritmo de crecimiento. Para el caso donde la concentración del preservador es de 0.1 %, el crecimiento es bastante más lento, llegando a alcanzar solamente 33 mm de crecimiento diametral. Con respecto a la mayor concentración de creosota (1.0 %), se puede observar que entre los 2 y 4 días de la prueba, hubo un lapso de adaptación al medio y un subsecuente crecimiento muy lento pero constante, alcanzando solo 18 mm de crecimiento diametral a los 12 días de incubación.

Gráfica 7.- Cepa LB-178. *Cymatoderma* sp.

Excepto por una leve variación, las curvas de crecimiento de las concentraciones 0.001 y 0.01 % son semejantes entre ellas. Muestran un crecimiento rápido llegando el micelio a cubrir el medio en solo 6 días. A la concentración 0.01 %, la cepa disminuyó su crecimiento y alcanzó el máximo a los 8 días, 2 días más que en las anteriores. A la concentración 0.1 % fue aún más retrasado el crecimiento, pues a los 12 días, no llegó a cubrir todo el medio (solo 79 mm de diámetro). A la concentración de 1.0 % el desarrollo micelial, se afectó aún más, al término de la prueba (12 días) el crecimiento alcanzó solamente los 40 mm de diámetro.

Gráfica 8.- Cepa LB-180. *Cotylidia* aff. *aurantiaca*.

Esta cepa mantuvo un crecimiento rápido hasta los 6 días, con las concentraciones de 0.001 y 0.01 % y el testigo 0.0 %. Para el día 8, en la primer concentración (0.001 %) , se observa una disminución en el crecimiento. Para determinar si esto ocurrió realmente, se debieron hacer las mediciones en lapsos más cortos pues es más probable que el crecimiento máximo sea alcanzado a los 7 días. En el caso de la concentración 0.01 %, puede interpretarse que el preservador causó relativamente mayor efecto, retardando el crecimiento de manera progresiva hacia el día 6 y cubriendo todo el medio hasta el día 10. Esta cepa presentó un crecimiento mucho más lento a la concentración de 0.1 % de preservador, incluso, el medio no fue cubierto completamente por el micelio a los 12 días, alcanzando solo 72 mm de crecimiento diametral. Esta cepa requirió de 6 días para adaptarse al medio con 1.0 % de creosota y después mantuvo un crecimiento lento con ligera tendencia a la declinación. El retardo ocasionó que el micelio sólo alcanzara 38 mm de crecimiento diametral a la mayor concentración al final de la prueba.

Gráfica 9.- Cepa LB-182. *Ganoderma* sp.

A las concentraciones de 0.0, 0.001, 0.01 y 0.1 % de creosota, esta cepa tuvo, de los 2 a los 4 días, una declinación débil en su crecimiento. Como esto sucedió también para la concentración 0.0 % (testigo), parece que el hongo aun sin preservador tuvo un lapso de ajuste leve al nuevo medio el cual también era de esperarse para las demás concentraciones. Después, cada curva muestra un crecimiento constante, pero más retardado conforme aumentó la concentración del preservador. De esta manera, el testigo (0.0 %) a los 8 días de prueba alcanzó a cubrir todo el medio. Para la concentración 0.001 %, la tendencia era la de alcanzar el crecimiento máximo antes de los 10 días, tal caso hubiera sido determinado si las mediciones se hubieran hecho a lapsos más cortos de tiempo. En la concentración 0.01 %, el crecimiento máximo se alcanzó a los 10 días. Este creci-

miento se mantuvo inferior , aunque bastante paralelo al de la concentración anterior. En el caso de la concentración 0.1 %, el crecimiento se mantuvo más lento pero constante, al final de la prueba (12 días), llegó a los 77 mm de diámetro. Con la concentración más alta (1.0 %), el lapso de adaptación del hongo al nuevo medio fue mantenido hasta los 10 días de prueba. A los 12 días, solo llegó el crecimiento diametral, hasta los 18 mm. Esta medición final, difícilmente puede sugerir que el hongo llegue a mantener un crecimiento constante (aunque lento) frente a esta concentración.

Gráfica 10.- LB-193. *Polyporus* aff. *gilvus*.

Existe un crecimiento rápido y constante, para esta cepa, en un medio sin preservador (testigo), alcanzando a los 6 días de prueba, los 80 mm de crecimiento máximo. La cepa presentó un crecimiento muy semejante para las concentraciones 0.001 y 0.01 %, sin embargo, para la segunda, la curva registra una rapidez de crecimiento ligeramente menor hacia el día 4. Para el día 6 el crecimiento es casi igual y para el día 8 alcanzan a cubrir todo el medio las colonias de estas 2 concentraciones. La tendencia de las 2 curvas, indica que el micelio hubiera cubierto todo el medio antes de los 8 días en ambas concentraciones. A la concentración 0.1 % el desarrollo micelial fue más lento que en las concentraciones anteriores y el crecimiento máximo fue alcanzado a los 10 días, lo que es indicativo de un proceso algo lento pero constante. En el medio adicionado con 1.0 % de creosota, el hongo mostró crecimiento desde la primera lectura, sin embargo, éste no fue constante, pues aumentó y disminuyó en rapidez a cada intervalo de tiempo. Esto sugiere que aunque no hubo una fase bien definida de adaptación a las sustancias tóxicas contenidas en el medio, ésta pudo presentarse de manera no muy precisa durante todo el tiempo de desarrollo.

Gráfica 11.- Cepa LB-203. *Polyporus hirsutus*.

Esta cepa presentó también un comportamiento semejante en el crecimiento a las 3 concentraciones más bajas (0.0, 0.001 y 0.01 %). El crecimiento en el testigo (0.0 %) fue leve y paralelamente, por debajo del

crecimiento a la concentración 0.001 % para los mismos tiempos de incubación. A los 6 días el testigo alcanzó 79 mm de crecimiento diametral mientras que el micelio, a la concentración 0.001 % llegó al máximo crecimiento (80 mm de diámetro). A la tercer concentración (0.01 %), para el día 4 el crecimiento diametral del micelio llegó a solo 46 mm es decir unos 10 mm por debajo de los casos anteriores, recuperandose posteriormente hacia los 6 días, donde llevo a tener un valor de 79 mm, muy semejante al de las concentraciones anteriores. Por este hecho, se pudiera pensar que a la concentración 0.01 %, el hongo todavía es capaz de adaptarse y posteriormente crecer a un ritmo semejante al del testigo. Aunque para la concentración de 0.1 %, el hongo es menos tolerante que a concentraciones menores, pues de los 2 a los 4 días, el crecimiento fue menor, como fase de adaptación al medio, para los siguientes días de prueba, mantuvo un crecimiento un poco más acelerado y uniforme, y a los 10 días llegó a tener 80 mm de crecimiento diametral. Por último, para la mayor cantidad de preservador (1.0 %), el crecimiento fue muy semejante al de la cepa anterior, aunque con irregularidades más tenues, y al término de la prueba alcanzó solamente los 39 mm de crecimiento diametral.

Gráfica 12.- Cepa LB-204. *Hexagonia tenuis*.

En esta cepa el medio sin creosota (testigo) es cubierto por el micelio a los 8 días de prueba, mostrando un crecimiento rápido y constante hasta los 6 días, la declinación de la curva entre los 6 y 8 días, sugiere que quizá el medio fue cubierto antes del último período de lectura. A los mismos 8 días, el medio es cubierto por el micelio a las concentraciones 0.001 y 0.01 %. Para la primera de estas, la curva muestra un reajuste al medio, entre los 2 y 4 días, despues hubo un crecimiento más rápido, llegando a alcanzar al del testigo a los 8 días. El crecimiento sigue un ritmo más constante para la concentración 0.01 %, y entre los 6 y 8 días, hay también una declinación que pudiera sugerir un crecimiento máximo logrado antes de la lectura de los 8 días. En comparación, el crecimiento micelial con una concentración de 0.1 % de preservador, se desarrolló cubriendo todo el medio hasta los 10 días. Según la gráfica, este crecimiento fue ligeramente más lento pero constante. En contraste con otras cepas, ésta se mantiene

con un crecimiento constante y relativamente poco retardado por la adición de 1.0 % de creosota en el medio. La curva muestra que el hongo, a esta concentración, no necesita de una fase de adaptación y que es muy tolerante al preservador. Al término de la prueba, el hongo alcanzó 64 mm de crecimiento diametral, un valor bastante alto.

Gráfica 13.- Cepa LB-205. *Trametes corrugata*.

Esta gráfica muestra claramente, la manera en que el crecimiento de este hongo fue afectado por las diferentes concentraciones del preservador. La cepa, en general, presentó un crecimiento lento. La curva correspondiente a la concentración de 0.001 %, muestra el caso de crecimiento más rápido y mayor valor diametral alcanzado (60 mm). Esto nuevamente sugiere, que de alguna manera, la baja concentración de sustancias tóxicas, induce un crecimiento aún más rápido del micelio que en el medio sin preservador. Para el testigo (0.0 %), el crecimiento es constante pero un poco más lento que en el caso anterior. Al término de la prueba, para este testigo, el micelio alcanzó un crecimiento de 58 mm de diámetro. Las siguientes curvas, marcan un crecimiento del micelio cada vez más lento, conforme aumentó la concentración de preservador. Sin embargo, la tendencia mostrada en todas, es un aumento progresivo en la velocidad del crecimiento micelial en los últimos días de prueba. Para el final de la prueba (12 días), el crecimiento del micelio para la concentración de 0.01, 0.1 y 1.0 %, fue de 50, 31 y 17 mm de diámetro, respectivamente. Para la última concentración (1.0 %), la curva muestra un lapso de tiempo, entre los días 2 y 4, cuando el hongo, posiblemente, se está adaptando al medio con alto contenido de preservador. Se podría agregar, que esta cepa es poco tolerante a la creosota, por la notable diferencia entre el crecimiento del micelio en medio sin preservador y medio con 1.0 % de creosota.

Gráfica 14.- Cepa LB-206. *Panus* sp.

El crecimiento de este hongo a diferentes concentraciones de creosota, se asemeja bastante al comportamiento de la cepa anterior. A los 12 días de prueba, con la concentración 0.001 %, el crecimiento

fue el más rápido y alcanzó un valor de 43 mm de diámetro. El crecimiento del testigo, aunque bastante paralelo al de la curva anterior, fue ligeramente menos rápido y muestra una tendencia a incrementar con el tiempo, alcanzando los 40 mm de crecimiento a los 12 días. El crecimiento de la colonia a la concentración 0.01 % fue menor que el testigo, alcanzando un máximo de 31 mm. La curva correspondiente a 0.1 % de creosota, muestra ya un efecto considerable del preservador, crecimiento irregular y muy retardado, llegando a un valor máximo de tan sólo 18 mm. El crecimiento fue totalmente inhibido durante los 12 días de incubación a la concentración más alta (1.0 %). Este comportamiento, indica una tolerancia muy baja de este hongo a la presencia de creosota.

Gráfica 15.- Cepa LB-207. *Polyporus tricholoma*.

Las curvas del desarrollo de esta cepa indican que es de lento crecimiento, lo que debe tomarse en cuenta para la interpretación de cada una. El crecimiento del testigo fue ligeramente el más rápido, alcanzando al final del período de incubación apenas 42 mm de diámetro. Las curvas de las concentraciones 0.001 y 0.01 %, son bastante cercanas a la del testigo, siendo también ligeramente irregulares; la segunda muestra que, con el tiempo, el crecimiento fue un poco retardado, llegando a un valor máximo de 36 mm, mientras que en la primera, fue de 40 mm. La curva de la concentración 0.1 %, muestra una fase de receso en el crecimiento o de adaptación, de los 2 a los 4 días; más tarde, el crecimiento fue manifiesto pero muy retardado e irregular, llegando apenas a los 22 mm de diámetro. El crecimiento fue totalmente inhibido a la concentración más alta, durante todo el período de mediciones. El comportamiento del crecimiento mostrado en estas dos últimas curvas, indica baja la tolerancia de esta cepa al preservador.

Gráfica 16. Cepa LB-209. *Trametes corrugata*.

Esta gráfica muestra que la curva del testigo (0.0 %) presenta, del día 2 al 4, crecimiento relativamente lento, mientras que de los 4 a los 6 días, éste fue sumamente acelerado, tendiendo a alcanzar los 80 mm de crecimiento diametral antes de los 8 días y que no se muestra

por haberse tomado las mediciones cada 2 días. El crecimiento fue también muy rápido y constante en las concentraciones 0.001 y 0.01 %, tendiendo a alcanzar su máximo desarrollo antes de los 8 días. Ninguna de estas curvas muestra lapso de ajuste al preservador. Hasta antes de los 6 días, fue más rápido el crecimiento en estas concentraciones anteriores que para el testigo; después de este día, en el testigo fue más rápido. Para cualquier tiempo, en la concentración 0.01 %, el crecimiento fue un poco más lento que para 0.001 %, lo que sugiere un efecto muy ligero del preservador. Constante pero retardado se presentó el crecimiento micelial para la concentración 0.1 %, pues hasta los 10 días alcanzó el borde de la caja petri (80 mm). Para todas las concentraciones anteriores de preservador, el hongo se muestra muy tolerante. Para la concentración 1.0 %, de los 2 a los 10 días de prueba, el micelio mantuvo un crecimiento oscilante. Para los últimos 2 días, hubo tendencia hacia un crecimiento más rápido, lo que hace suponer que este hongo se ha adaptado, en cierta medida al medio con preservador. Al final de la prueba, esta colonia llegó a los 61 mm de crecimiento diametral, por lo que se puede considerar muy tolerante a esta concentración de creosota.

Gráfica 17.- Cepa LB-210. *Rigidoporus ulmarius*.

Puede decirse que esta cepa presentó, en general, un crecimiento muy lento e irregular. La curva de crecimiento del testigo (0.0 %) presenta un lapso que también se puede considerar como de adaptación al medio (del día 2 al 4); para los siguientes 2 días, presentó un crecimiento que desde los 6 a los 10 días fue retardado, después de esto, pareció recuperar vigor. Al finalizar la fase de incubación, alcanzó un diámetro de 32 mm. En contraste, se presentó mayor rapidez en el crecimiento, en las concentraciones 0.001 y 0.01 % de creosota. Excepto por fluctuaciones mínimas, las 2 curvas presentan tendencias muy semejantes entre ellas. Al término de la prueba, ambas lograron un crecimiento diametral de 41 mm, superior al crecimiento del testigo. Una comparación entre las dos concentraciones anteriores y el testigo, sugiere que el pre-

servador, en bajas proporciones, de alguna manera estimula o induce un crecimiento más rápido. Sucede lo contrario para concentraciones más altas. Para 0.1 %, hubo un período de ajuste de 2 días a esta concentración de preservador, y después el crecimiento fue manifiesto pero lento, llegando a ser ligeramente menor al del testigo (29 mm). No existió crecimiento alguno, en creosota al 1.0 %. El hongo definitivamente pudo ser considerado como ligeramente tolerante a la creosota.

Gráfica 18. Cepa LB-211. *Polyporus tricholoma*.

En esta gráfica, puede observarse que para la concentración 0.001 %, el crecimiento fue acelerado, quizá por la presencia de esta mínima cantidad de preservador. A los 6 días logró el crecimiento máximo. Muy cercano a este caso, es el crecimiento del testigo, que se mantuvo ligeramente por debajo y a los 6 días alcanzó 79 mm de crecimiento diametral. La presencia de 0.01 % de creosota retardó un poco el crecimiento, llegando el micelio a alcanzar 77 mm de diámetro, también, a la medición del sexto día. Para el día 10 sobre una concentración de 0.1 % de creosota, el micelio cubrió toda la superficie del medio (crecimiento máximo), llevando siempre un crecimiento continuo pero ya claramente retardado respecto al del testigo. Para la mayor concentración (1.0 %) fue poco tolerante el hongo, alcanzando con crecimiento lento pero constante, los 43 mm de diámetro.

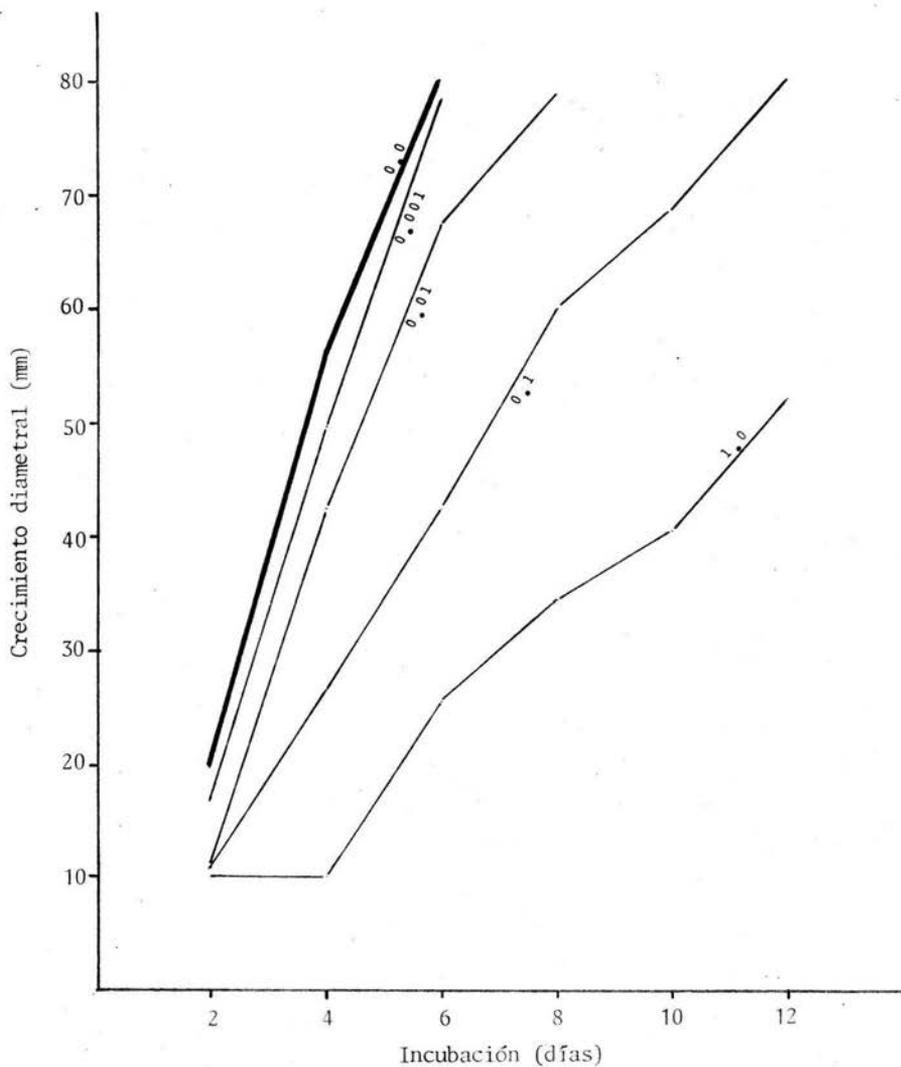
Gráfica 19. Cepa LB-213. *Panus rudis*.

El crecimiento de esta cepa, fue mayor y más rápido en el medio adicionado con 0.001 % de creosota. Muy cercano, pero por debajo de este, fue el crecimiento en el testigo (0.0 %). Llegando a crecer, para el día 6 en estos 2 casos 80 y 78 mm de diámetro, respectivamente. El crecimiento de la colonia a la concentración de 0.01 % a pesar de haber sido rápido y muy constante, fue un poco inferior al de las anteriores, igualando el crecimiento del testigo a los 6 días de incubación. Con la concentración 0.1 %, el micelio presentó un crecimiento que del día 4 al 6 fue bastante menor y algo irregular, con respecto a los anteriores, quizá esto se debió a un reajuste del micelio ante mayor concentración del preservador,

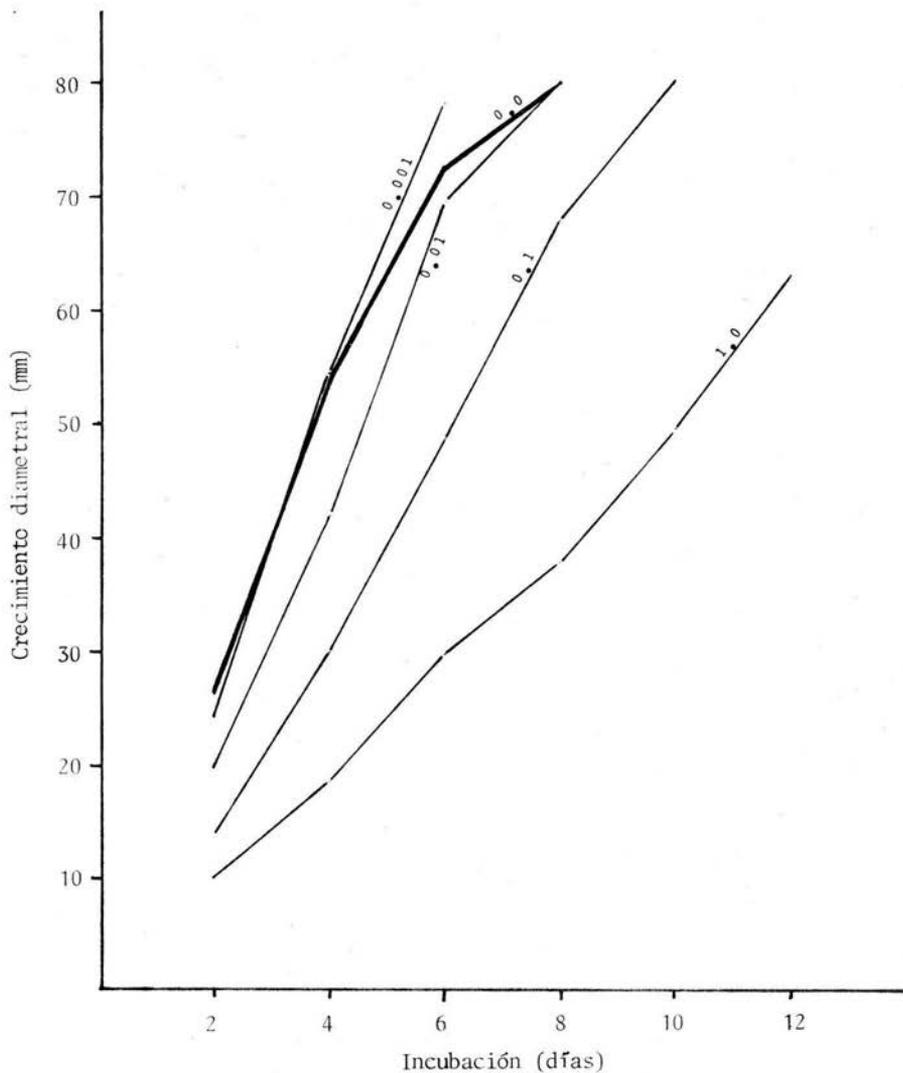
después recuperó el vigor de crecimiento y a los 10 días llegó a los 80 mm de diámetro. Para 1.0 % de preservador, el hongo manifestó un crecimiento mucho más lento pero casi constante. Al término de esta fase, el micelio alcanzó 41 mm de diámetro. Podría decirse que esta cepa fue moderadamente tolerante a la creosota.

Gráfica 20. Cepa LB-216. *Pycnoporus sanguineus*.

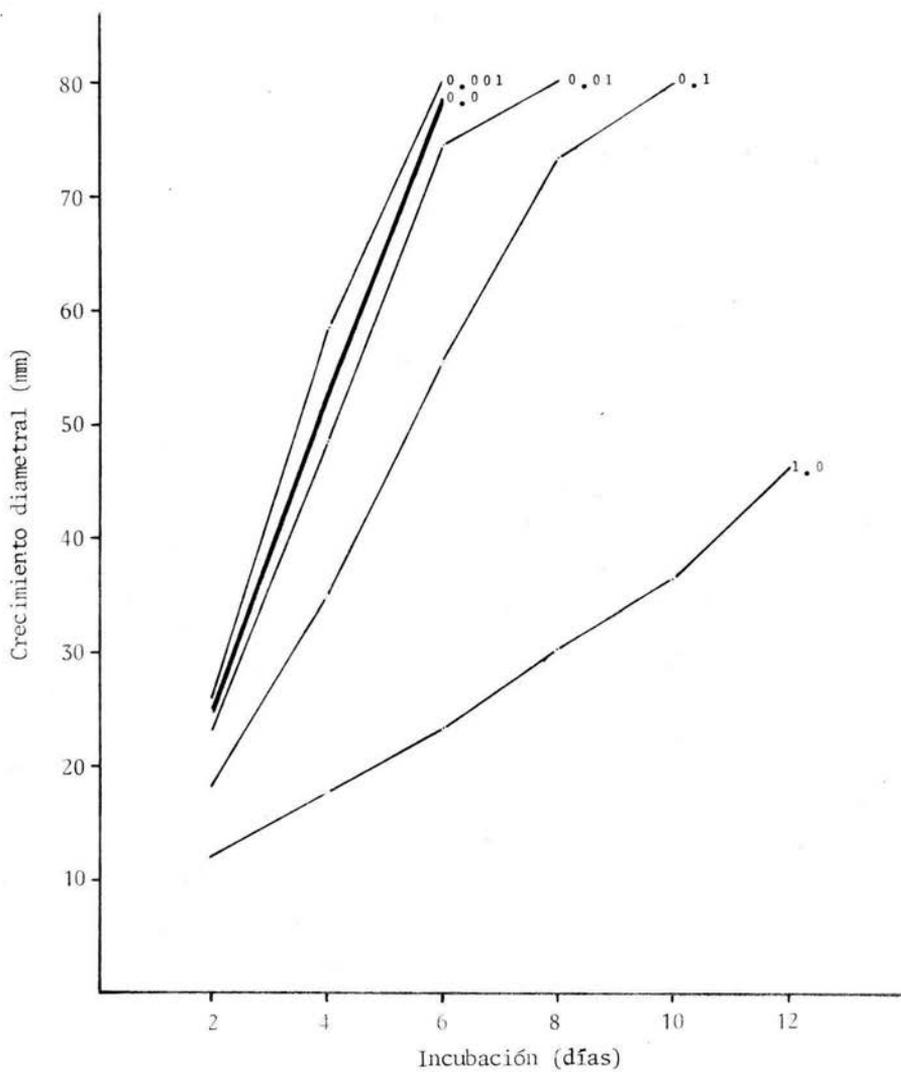
Esta cepa presentó una mediana rapidez en su crecimiento, pero siempre constante, en medio libre de preservador (0.0 %). A comparación de otras cepas, esta alcanzó el crecimiento máximo un poco tarde, hasta los 10 días de prueba. Conforme aumentaron las concentraciones de creosota disminuyó el diámetro de la colonia y por lo tanto la rapidez del crecimiento. Después de haber seguido un crecimiento constante hasta el día 8 de prueba, para las concentraciones 0.001 y 0.01 %, se presentó, para la menor, una disminución en la rapidez de crecimiento, para la mayor, un aumento en su crecimiento muy pronunciado entre los períodos de lectura 8 y 10. De aquí al día 12, el micelio en la concentración 0.001 % manifestó una tendencia a recuperar un crecimiento acelerado, siendo su valor máximo medible de 75 mm de diámetro; en cambio, para la concentración 0.01 %, el crecimiento, fue mayor alcanzando un valor máximo de 73 mm de diámetro. Los datos de estas 2 curvas, aunque diferentes al principio, indican similarmente la manifestación del efecto del preservador por medio de fases de ajuste escalonadas y crecimiento irregular. Para los casos en que las concentraciones de creosota fueron de 0.1 y 1.0 %, la primera muestra una curva característica de un crecimiento constante y cada vez más rápido (37 mm de diámetro, al final de la fase), y para la segunda, se presentó un lapso, del día 2 al 8, de adaptación y hacia el final un crecimiento muy leve (13 mm de diámetro). Así, esta cepa puede considerarse como poco tolerante a la creosota.



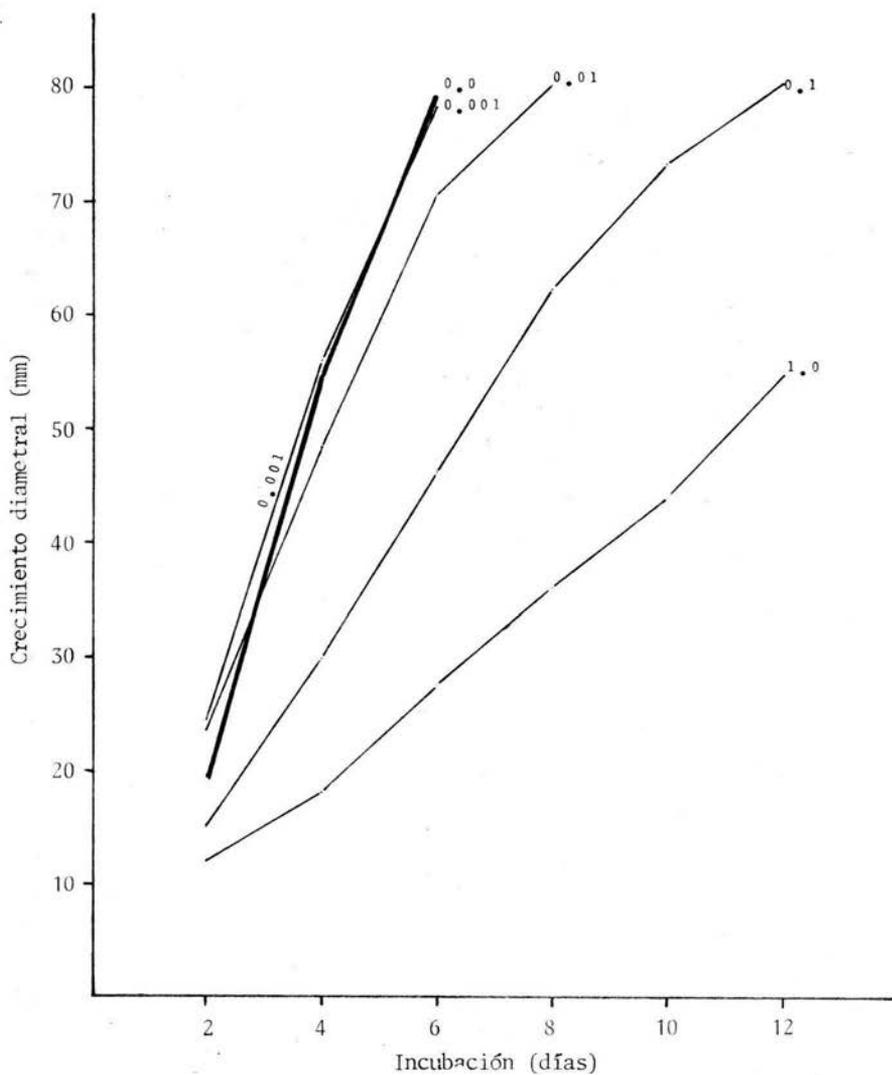
Gráfica 1. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-11. *Pleurotus roseopileatus* Sing. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



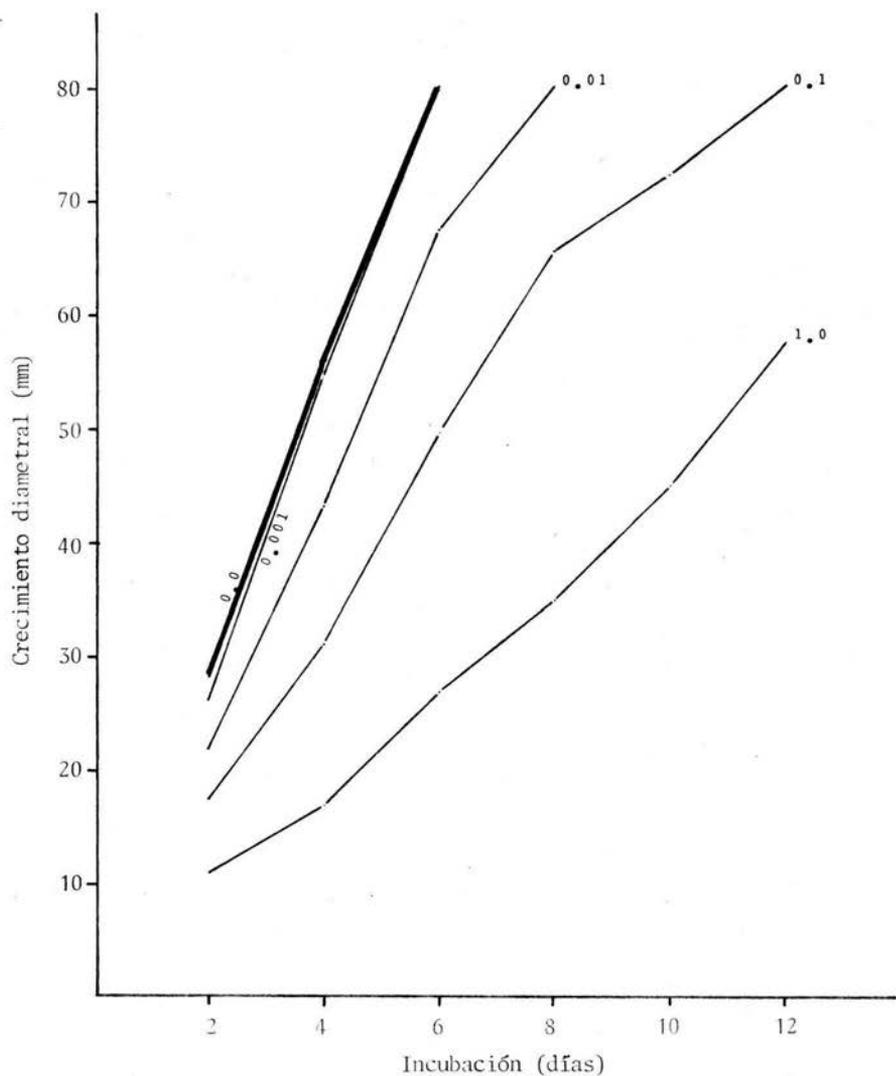
Gráfica 2. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-36. *Polyporus zonalis* Berk. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



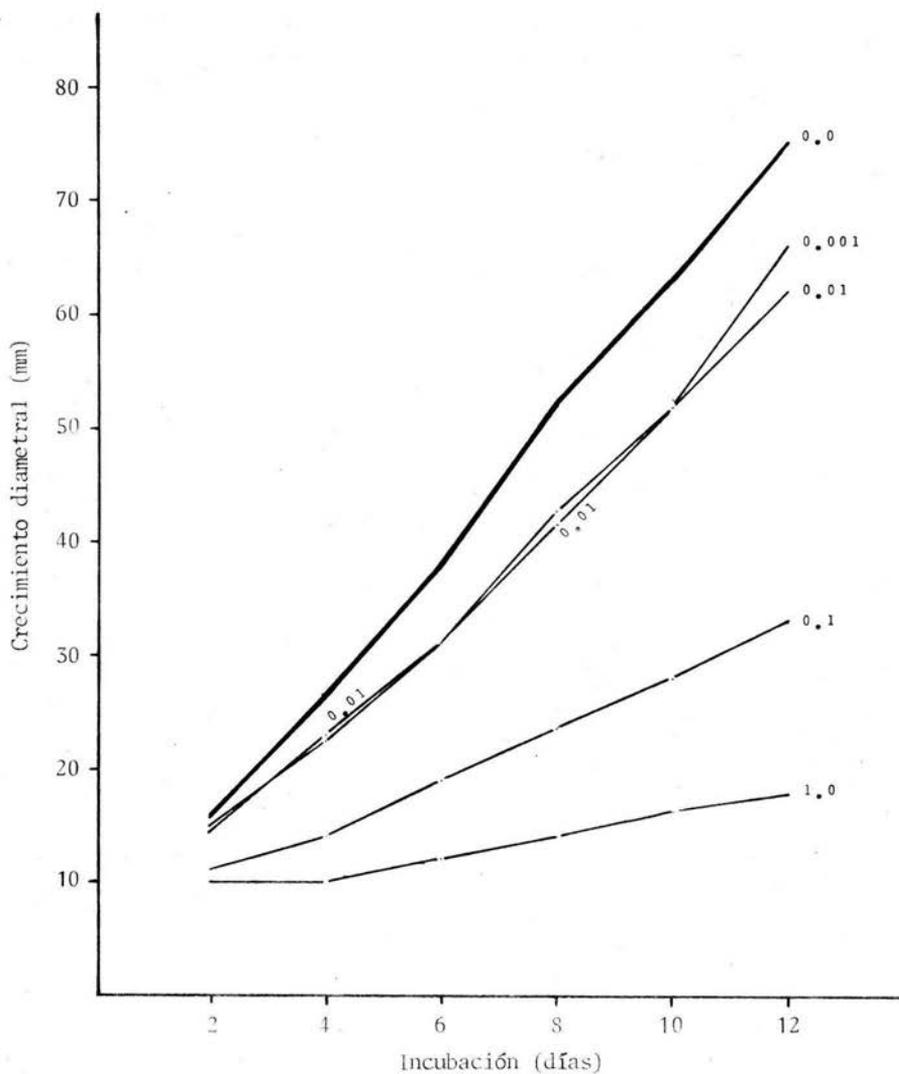
Gráfica 3. crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-67. *Fomes* sp. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



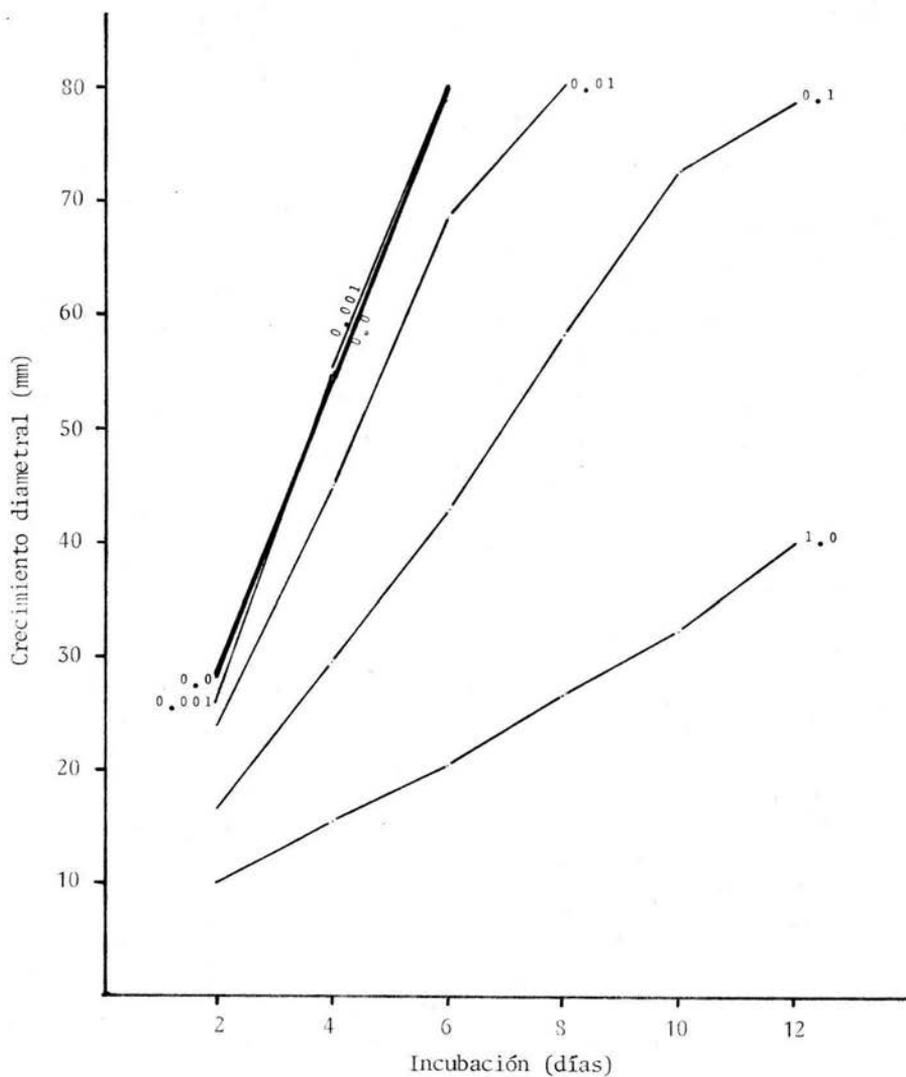
Gráfica 4. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-68 *Daedalea microsticta* Cooke, en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



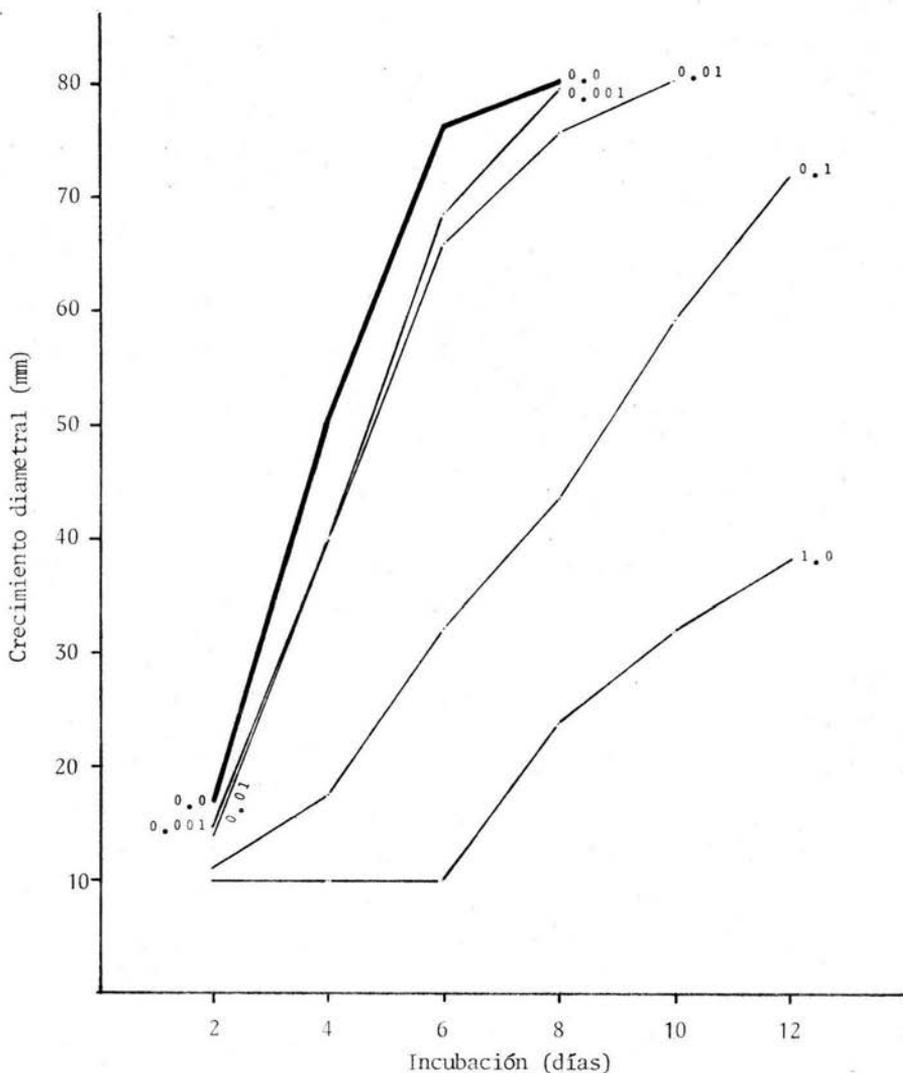
Gráfica 5. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-71. *Daedalea* sp. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



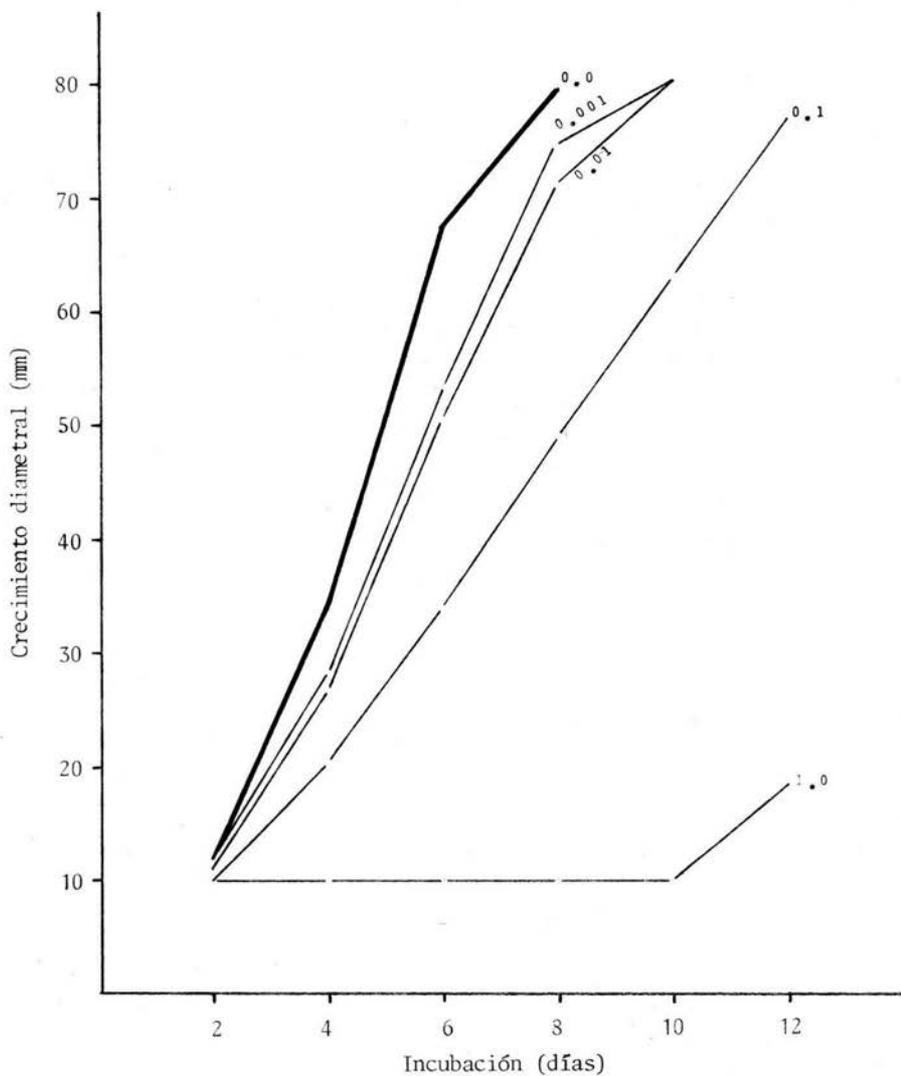
Gráfica 6. Crecimiento diametral (mm) de la cepa FPRL-150 A. *Pycnoporus sanguineus* (L. ex Fr.) Murr. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



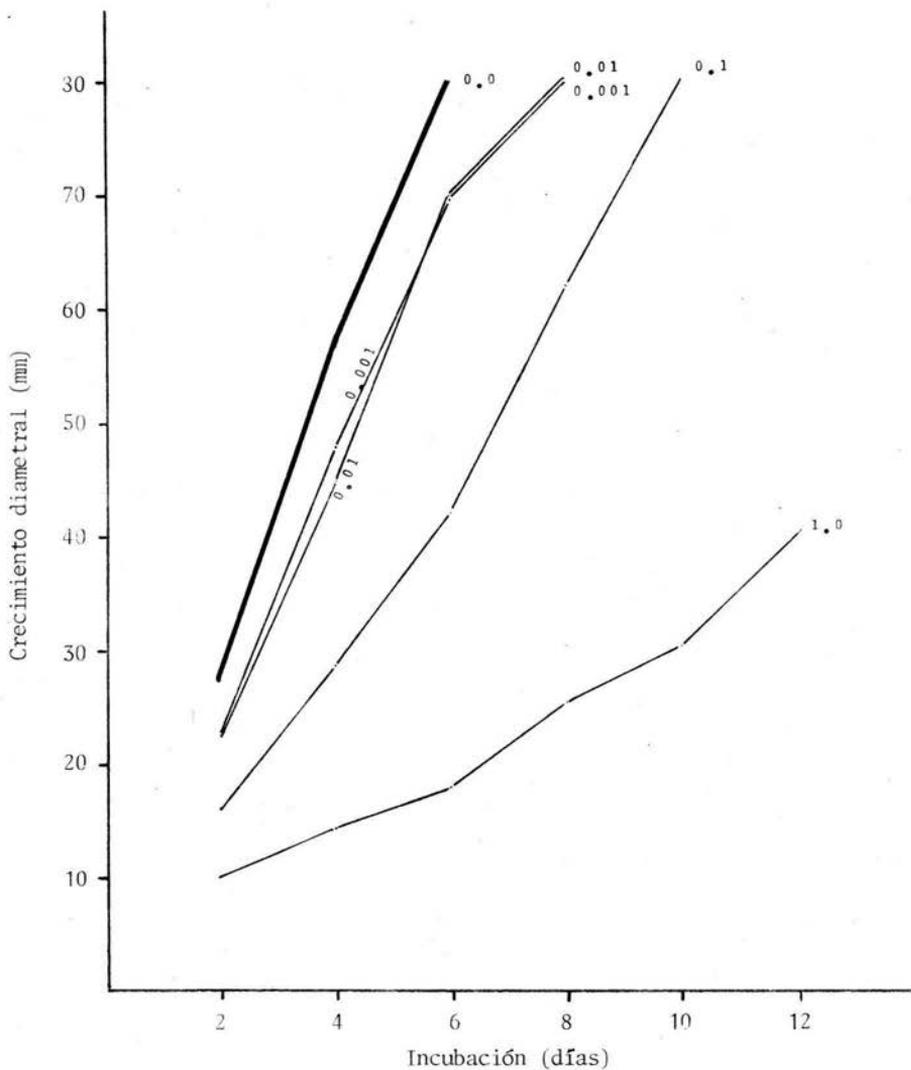
Gráfica 7. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-178. *Cymatoderma* sp. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



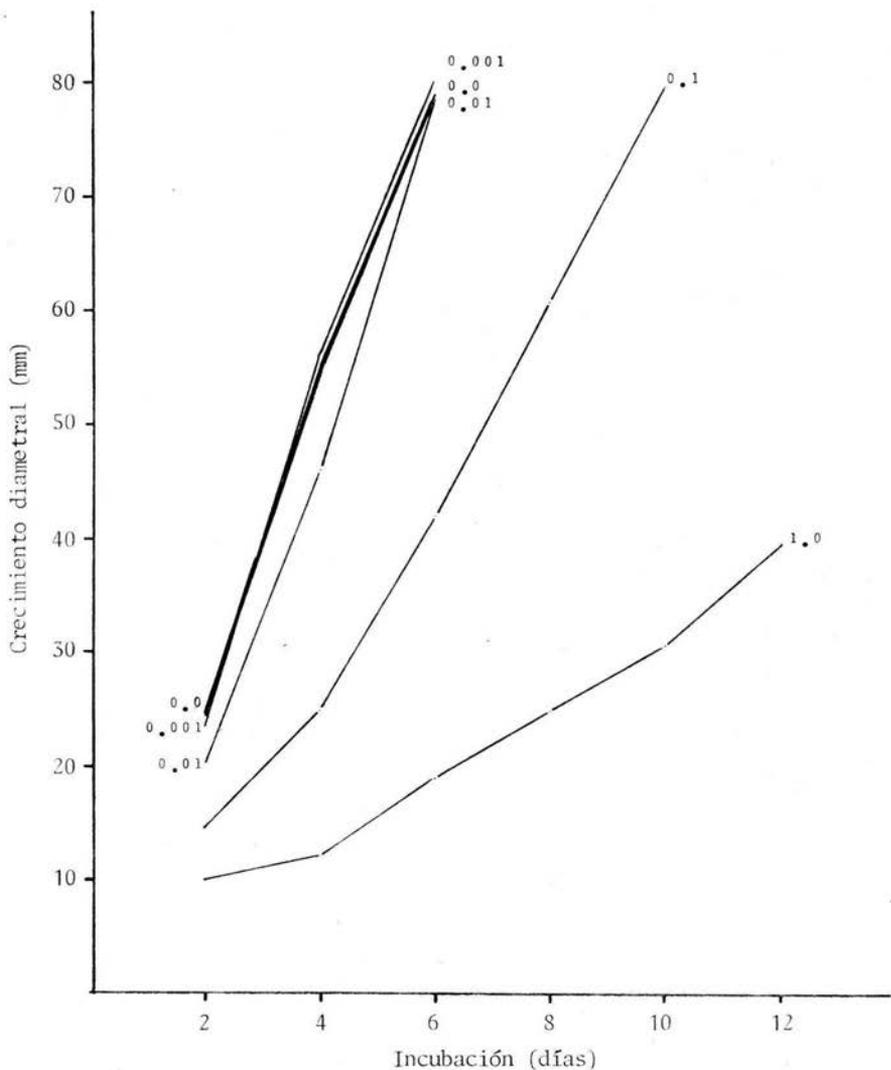
Gráfica 8. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-180. *Cotylidia* aff. *aurantiaca* (Pers.) Welden. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



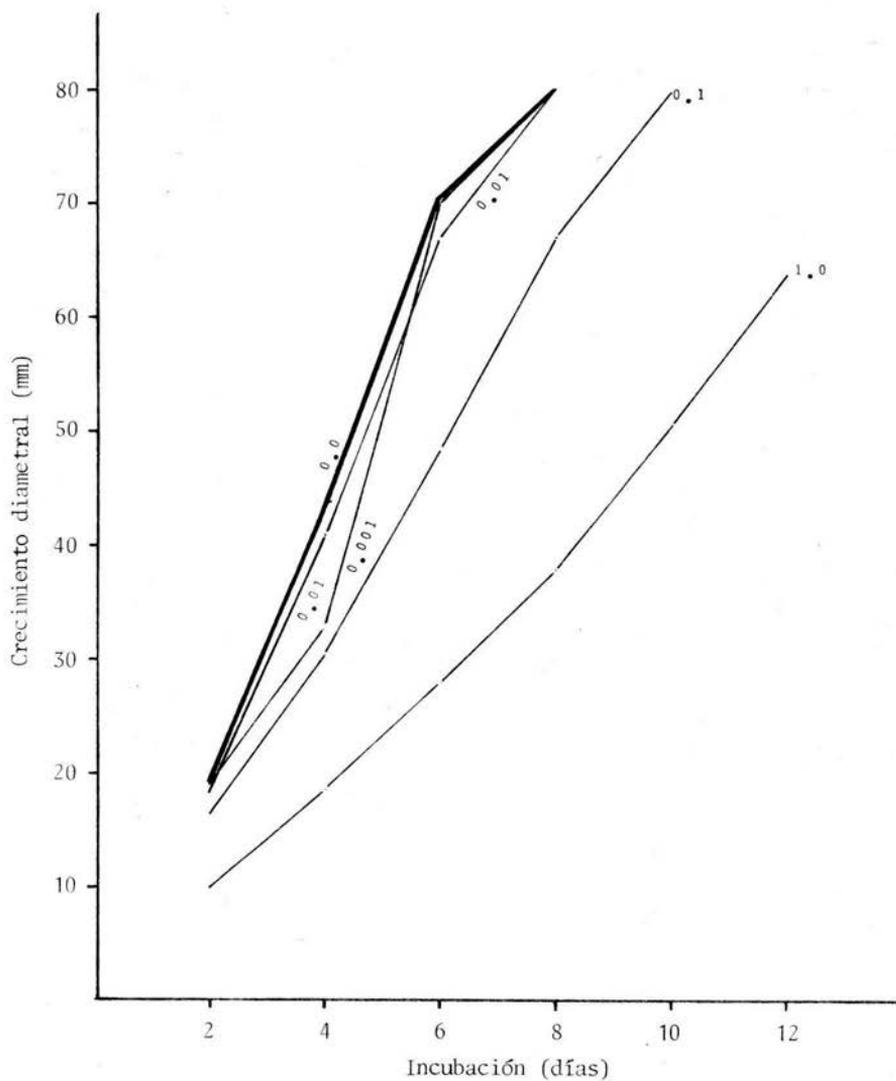
Gráfica 9. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-182. *Ganoderma* sp. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



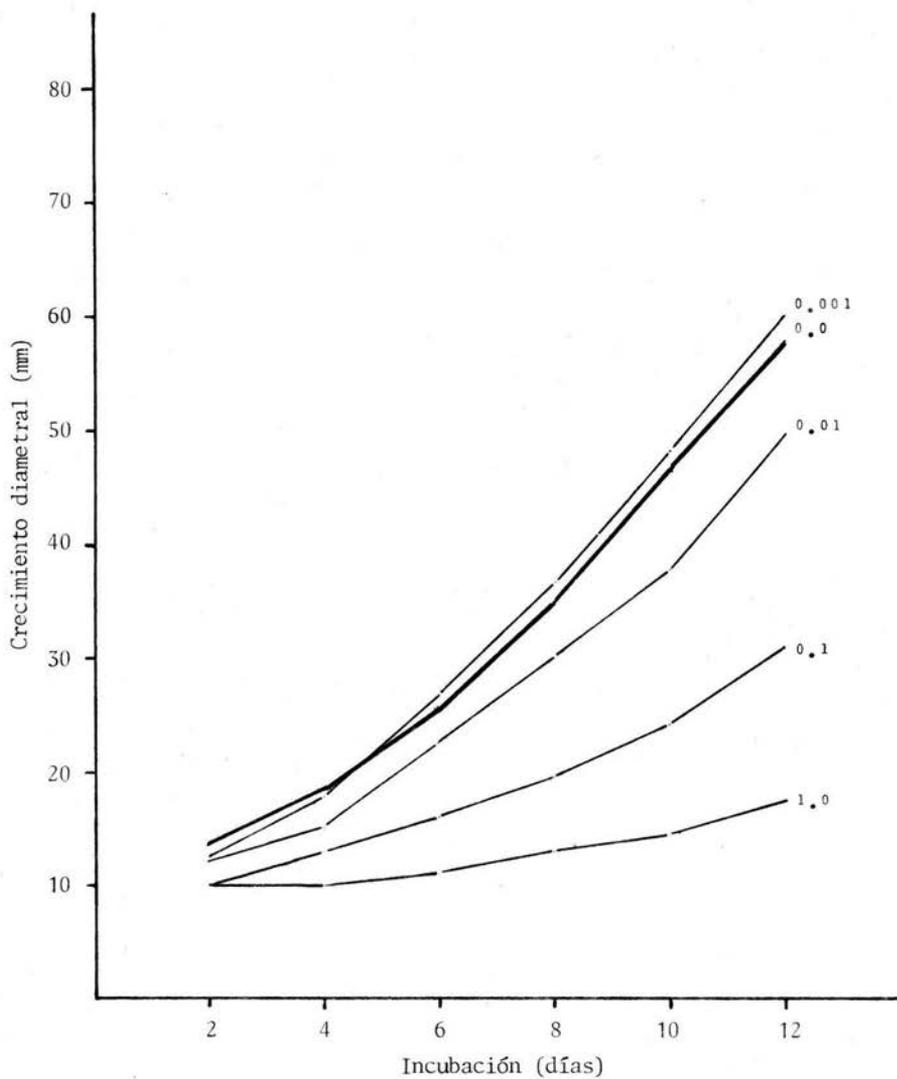
Gráfica 10. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-193. *Polyporus* aff. *gilvus* Schw ex Fr. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



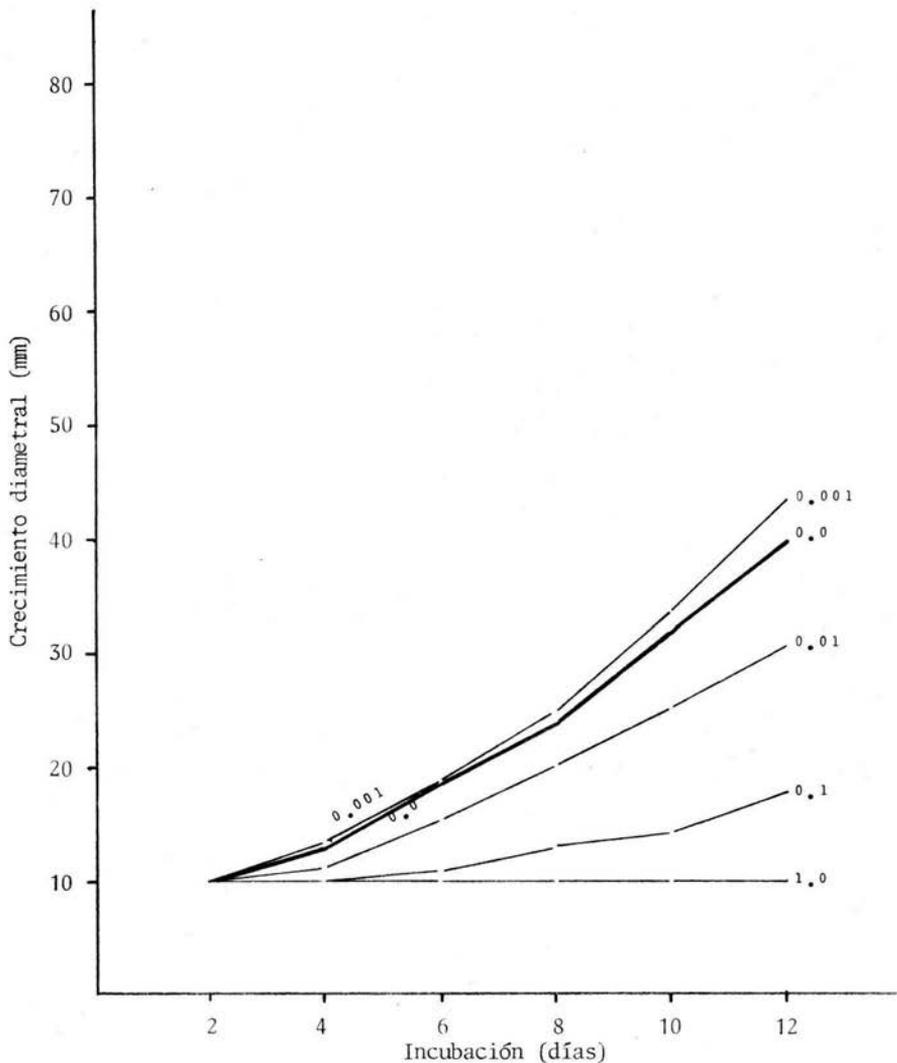
Gráfica 11. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-203. *Polyporus hirsutus* Wulf. ex Fr. en malta agar con 4 concentraciones y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



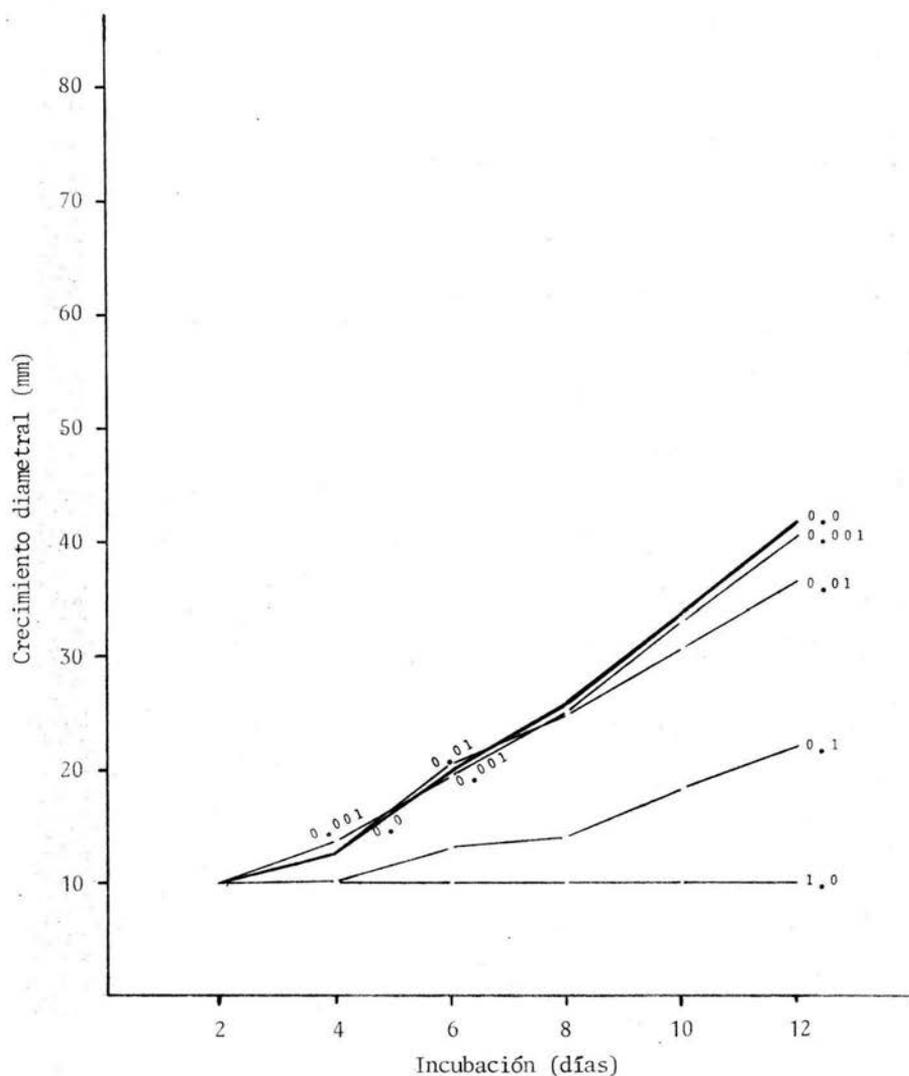
Gráfica 12. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-204. *Hexagonia tenuis* Fr. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



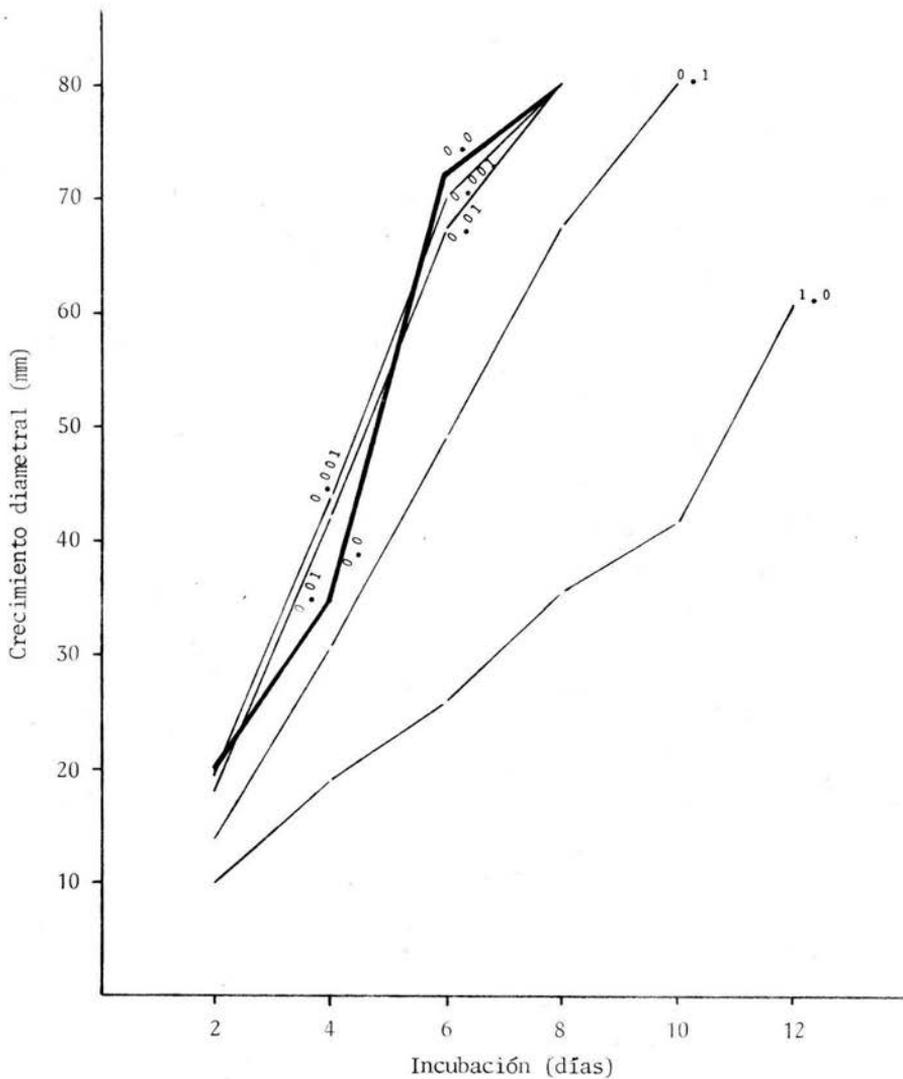
Gráfica 13. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-205. *Trametes corrugata* (Pers.) Bres. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



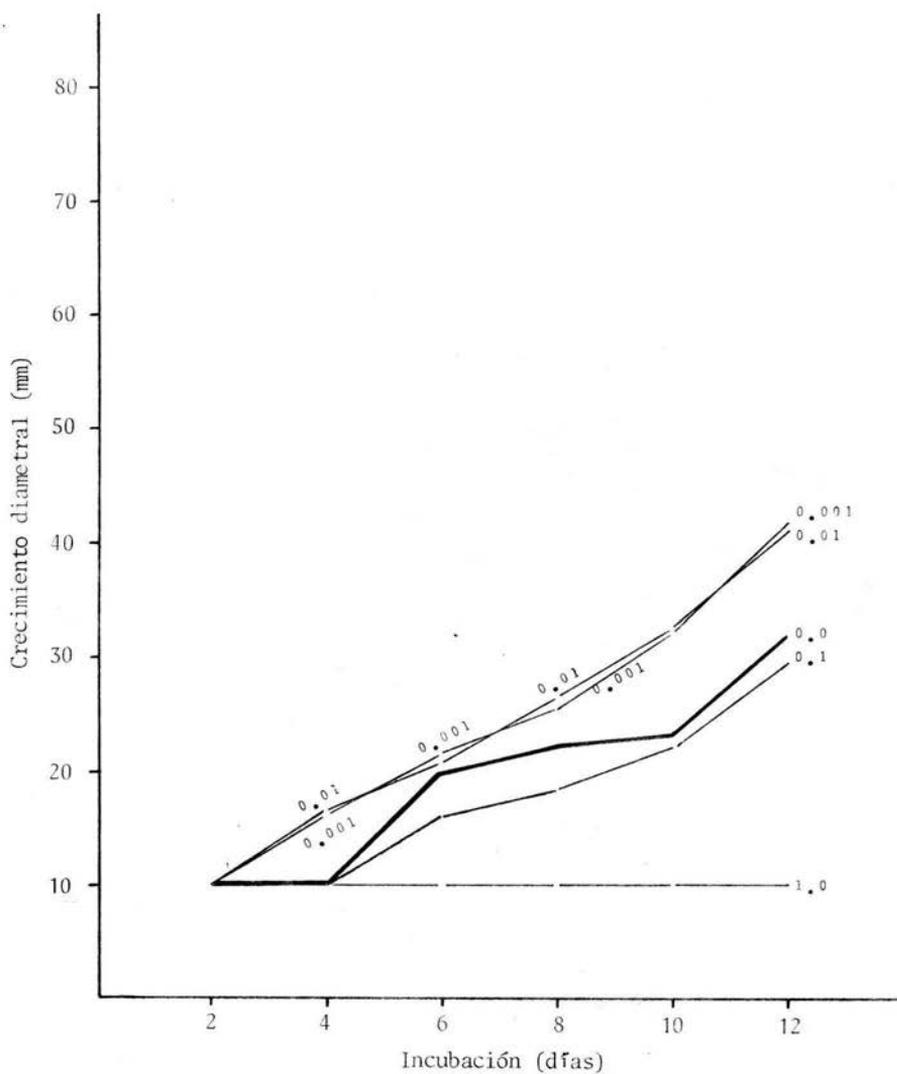
Gráfica 14. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-206. *Panus* sp. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



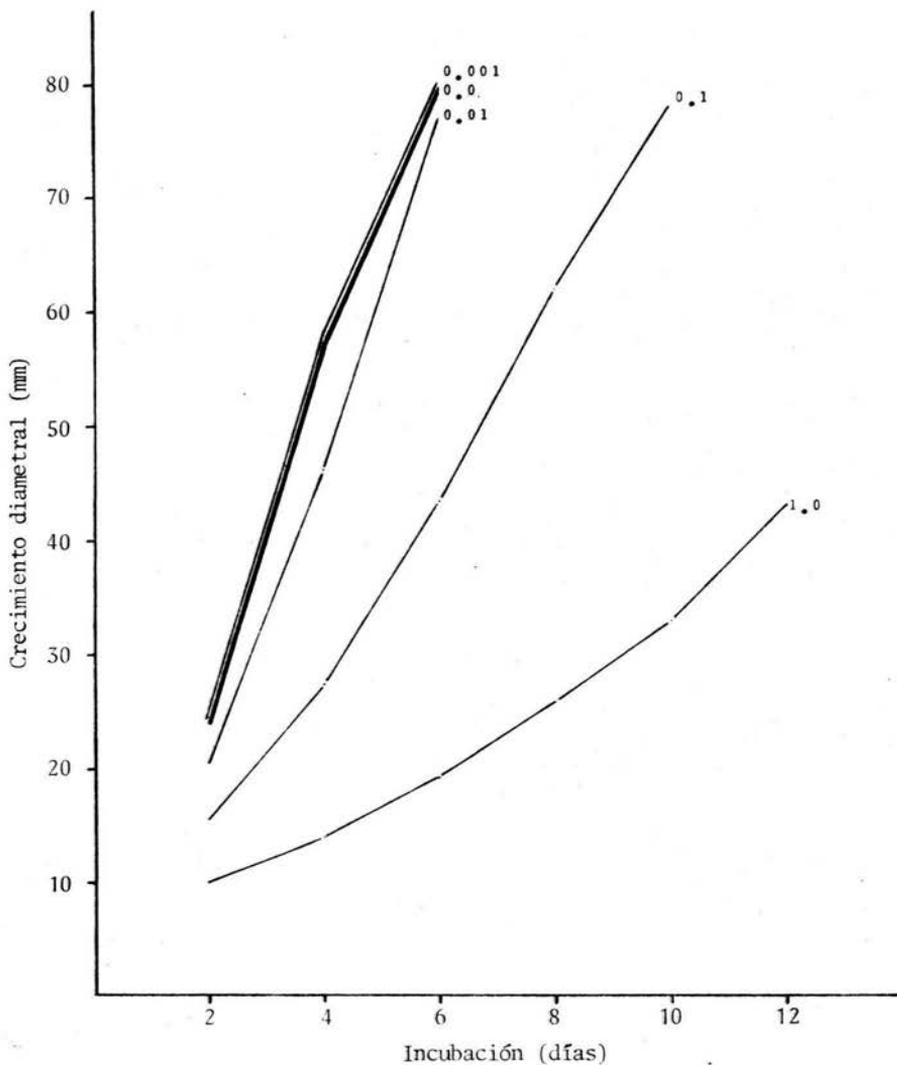
Gráfica 15. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-207. *Polyporus tricholoma* Mont. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



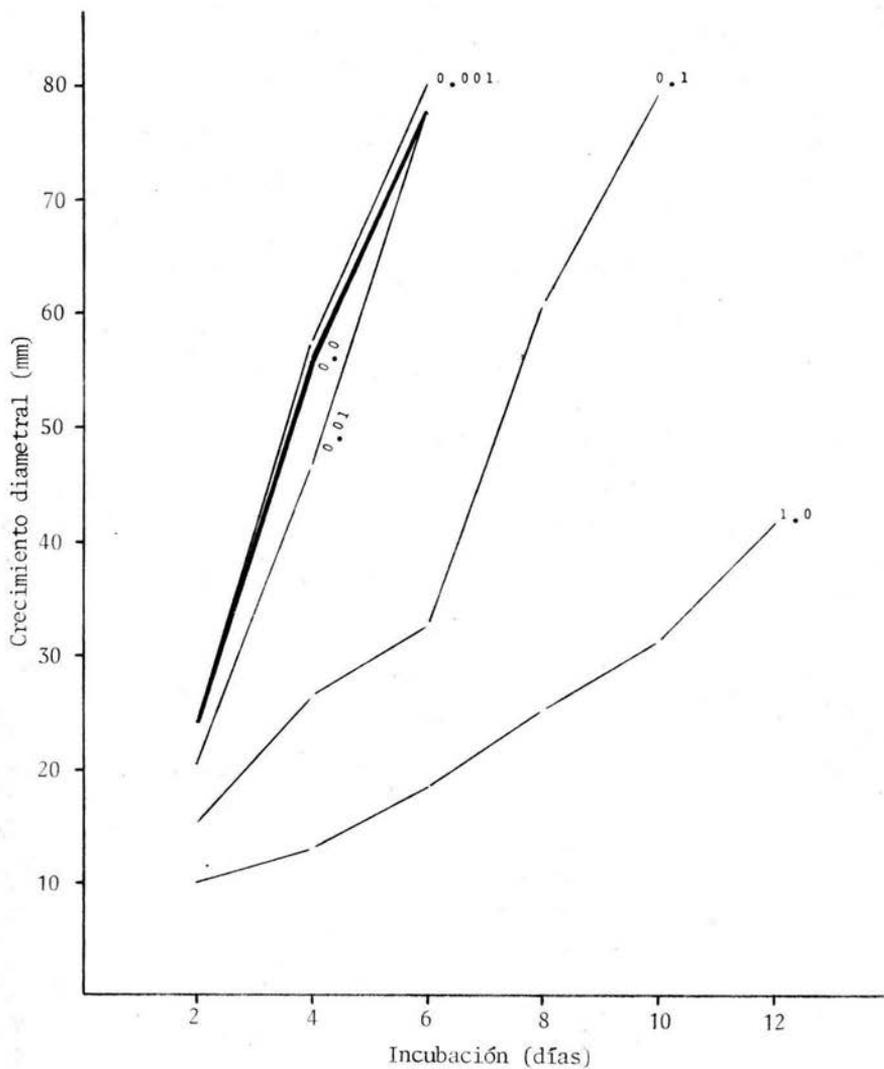
Gráfica 16. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-209. *Trametes corrugata* (Pers.) Bres. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



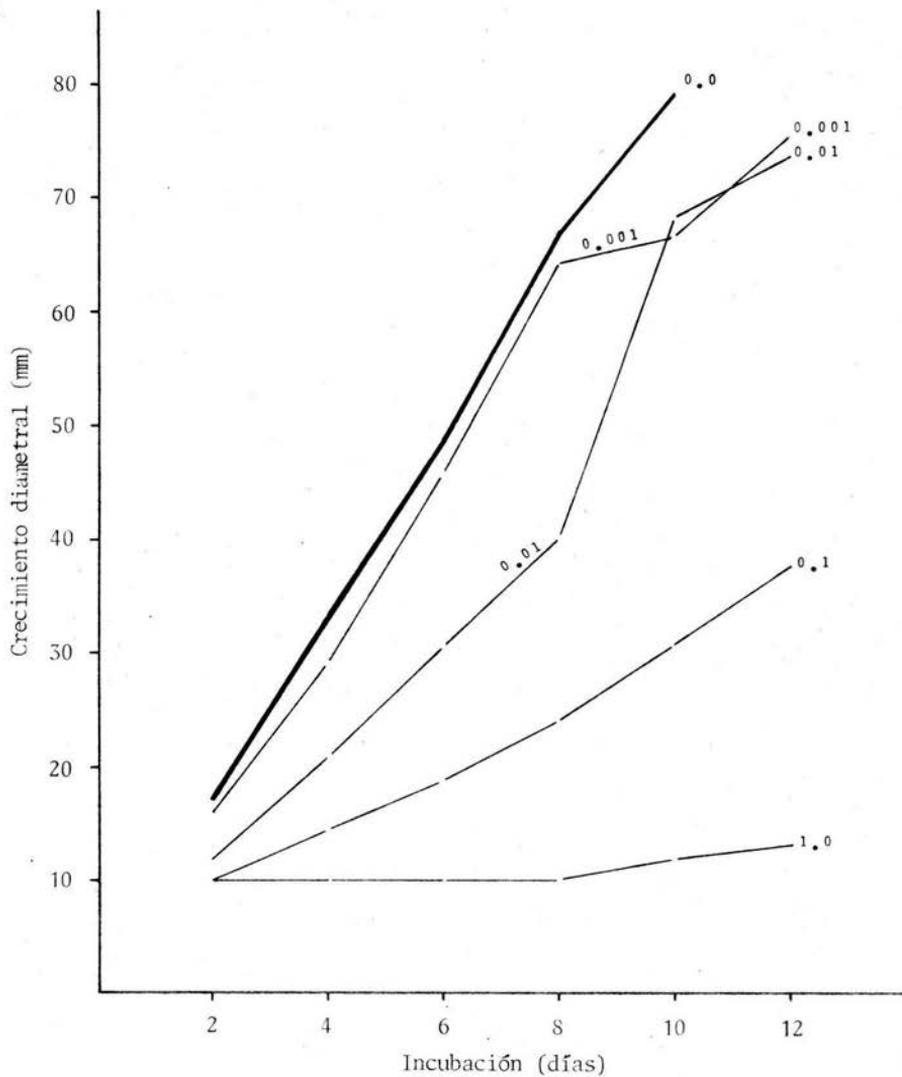
Gráfica 17. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-210. *Rigidoporus ulmarius*. (Fr.) Imaz. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedios de una sola prueba.



Gráfica 18. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-211. *Polyporus tricholoma* Mont. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



Gráfica 19. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-213 *Panus rudis* Fr. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.



Gráfica 20. Crecimiento diametral (mm) de la cepa LB-216. *Pycnoporus sanguineus* (L. ex Fr.) Murr. en malta agar con 4 concentraciones de creosota y un testigo. Promedio de los promedios de 2 pruebas independientes o repeticiones.

Un análisis general de las gráficas 1 a la 20, permiten hacer algunas observaciones, confrontando las curvas de cada concentración.

En primer lugar, puede notarse que en algunos casos, la creosota a una concentración tan baja como 0.001 %, aparentemente estimuló el crecimiento, pues las curvas muestran valores de crecimiento diametral superiores a los del testigo (0.0 %) como ocurrió con las cepas LB-36, LB-67, LB-178, LB-203, LB-205, LB-206, LB-210, LB-211 y LB-213. Este hecho puede interpretarse de dos formas: si los valores de crecimiento diametral son muy cercanos a los del testigo, estos pueden deberse a simple variabilidad; si los valores no son aproximados a los del testigo, hubo una estimulación, propiamente dicha, en el crecimiento. El crecimiento estimulado puede deberse a una reacción evasiva a las condiciones adversas en el medio, de modo que una colonización más extensiva del micelio incrementaría las posibilidades de alcanzar un medio más favorable. Esto solo es posible a concentraciones muy bajas de agentes tóxicos, pues a mayores concentraciones, el efecto tóxico limita inevitablemente el desarrollo.

En las curvas correspondientes a las dos concentraciones más bajas (0.001 y 0.01 %), hubo casos que mostraron un grado de crecimiento muy semejante dentro de la misma cepa, indicativo de una tolerancia muy similar de las cepas a la creosota a esas dos concentraciones. Este es el caso de las cepas: FPRL-150A, LB-180, LB-182, LB-193, LB-204, LB-209 y LB-210. Para las cepas restantes, las curvas de crecimiento a estas dos concentraciones no muestran relación alguna dentro de la misma cepa.

Se puede observar que para la concentración 0.01 %, las cepas LB-11, LB-36, LB-67, LB-68, LB-71, LB-178, LB-203 y LB-213, presentan curvas de crecimiento con tendencias muy similares, logrando todas ellas un crecimiento diametral máximo de 80 mm a los 8 días de incubación, con excepción de las cepas LB-203 y LB-213, que lo alcanzaron a los 6 días. Esto indica que dichas cepas presentaron una respuesta similar de tolerancia a la creosota a esta concentración de 0.01 %. Por otro lado, las cepas LB-205, LB-206 y LB-211, muestran curvas de crecimiento lento muy semejantes entre sí, no alcanzando a cubrir toda la superficie del medio

dentro del límite del tiempo de la prueba. Su lento crecimiento indica poca tolerancia a la concentración de 0.01 % de creosota.

Una comparación de las curvas de crecimiento diametral en medio adicionado con 0.1 % de creosota, muestra que las cepas LB-11, LB-36, LB-67, LB-68, LB-71, LB-178, LB-180, LB-182, LB-193, LB-203, LB-204, LB-209, LB-211 y LB-213, presentan una curva característica de crecimiento intermedio entre el testigo y la concentración más alta, con el micelio alcanzando a cubrir toda la superficie del medio entre los 10 y 12 días de incubación, con excepción de la cepa LB-180, que a los 12 días no logró cubrir todo el medio. Dentro de esta misma concentración (0.1 %), puede distinguirse otros dos grupos diferentes de curvas. El primero, muestra un crecimiento más lento, con respecto a el testigo, aproximándose la curva más hacia la de mayor concentración y en donde el micelio alcanza apenas a cubrir la mitad de la superficie del medio, como ocurrió con las cepas FPRL-150A, LB-205 y LB-206. Tal patrón sugiere que estas cepas son menos tolerantes a la creosota, por mostrar mayor sensibilidad a esta concentración. El segundo grupo, al que pertenecen las cepas LB-206, LB-207 y LB-210, mostraron un periodo de crecimiento nulo hasta los 4 días de incubación, el cual podría haberse debido a una fase de adaptación o ajuste fisiológico al medio, seguido de una fase de crecimiento lento y variable que no llegó ni a la mitad del máximo crecimiento posible. De acuerdo con las observaciones anteriores, este patrón de crecimiento correspondería a cepas todavía menos tolerantes a la creosota que las anteriores.

Finalmente, a la concentración de 1.0 % de creosota, hubo casos que presentaron crecimiento nulo durante todo el periodo de incubación, como las cepas LB-206, LB-207 y LB-210. También hubo casos que presentaron una fase de adaptación o ajuste fisiológico al medio con preservador, con tiempos variables; de 4 días para las cepas LB-11, FPRL-150A y LB-205; de 6 días para la cepa LB-180; de 8 días para la cepa LB-216; y de 10 días para la cepa LB-182. Las cepas restantes presentaron crecimiento desde los 2 días de incubación o antes. De cualquier manera, en ningún caso el micelio llegó a cubrir toda la superficie del medio a esta concentración, durante los 12 días de incubación.

Aunque el análisis de las gráficas 1 a 20 no permite establecer una escala comparativa de la tolerancia relativa a la creosota en las 20 cepas estudiadas, se decidió utilizar este sistema para facilitar la ubicación del comportamiento de estos hongos en cada una de las concentraciones durante los 12 días de incubación. De tal manera que esta información pueda ser interpretada desde el punto de vista de toxicidad del preservador y no solamente en el aspecto de mayor o menor tolerancia a la creosota.

LITERATURA CITADA.

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1967. Standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. ASTM D 2017-63.
- Standard method of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures. ASTM D 1413-61. En: *1967 ASTM Book of standards. Part 16 Structural sandwich constructions, wood, adhesives*. American Society for Testing and Materials. Filadelfia, 896 p.
- AMERICAN WOOD-PRESERVERS' ASSOCIATION, 1971. Revised standard method of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures. AWPA D M 10-71. *Proceedings of the American Wood-Preservers' Association 67*: 75-82.
- BAKSHI, B. K., 1971. *Indian Polyporaceae (on trees and timber)*. Indian Council of Agricultural Research. Nueva Dehli, 246 p.
- BOYCE, J. S., 1961. *Forest Pathology*. McGraw-Hill. Nueva York, 572 p.
- CAREY, J. K., 1975. Isolation and characterization of wood-inhabiting fungi. En: LOVELOCK, D. W. y R. J. GILBERT (Eds.). *Microbial aspects of the deterioration of materials*. Academic Press. Londres, 261 p.
- GALVAN VILLANUEVA, R. y G. GUZMAN, 1977. Estudio florístico sobre los hongos destructores de la madera del grupo de los poliporáceos, en el Estado de Morelos. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 11*:35-98.
- GILBERTSON, R. L., 1974. *Fungi that decay ponderosa pine*. University of Arizona Press. Tucson, 197 p.
- GUZMAN, G., 1963. Frecuencia y distribución de algunos basidiomicetos lignícolas importantes en México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 12*(1-4):23-41.
- GUZMAN, G. y T. HERRERA, 1971. Especies de macromicetos citadas de México, II. *Fistulinaceae, Meruliaceae y Polyporaceae*. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 5*:57-77.
- HUDSON, H. J., 1980. *Fungal saprophytism*. Edward Arnold. Londres, 67 p.

- HUNT, G. M. y G. A. GARRAT, 1962. *Preservación de la madera*. Salvat. Barcelona, 486 p.
- LOPEZ GUERRERO, M. T., 1979. *Caracterización de algunos cultivos de hongos causantes de pudrición en la madera*. Tesis Profesional de Biólogo. Fac. de Ciencias, UNAM. México, D. F., 76 p.
- LOT-HELGUERAS, A., 1975. La Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: pasado, presente y futuro. En: GOMEZ-POMPA, A., C. VAZQUEZ-YANES, S. DEL AMO RODRIGUEZ y A. BUTANDA CERVERA (Eds.). *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. CECSA. México, D. F., 676 p.
- MENDIOLA, G. y G. GUZMAN, 1973. Las especies de Tremellales conocidas en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7:89-97.
- NOBLES, M. K., 1958. A rapid test for extracellular oxidase in culture of wood-inhabiting hymenomyces. *Canadian Journal of Botany* 36(1): 91-99.
- NOBLES, M. K., 1965. Identification of cultures of wood-inhabiting hymenomyces. *Canadian Journal of Botany* 43:1097-1139.
- PEREZ-SILVA, E., 1975. El género *Xylaria* (Pyrenomycetes) en México, I. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 9:31-52.
- ROBINSON, P. M., 1978. *Practical fungal physiology*. Wiley. Chichester, 123 p.
- SANCHEZ RAMIREZ, R., 1980. Macromicetos patógenos y destructores de la madera en los bosques de la Meseta Tarasca, Mich. *Ciencia Forestal* 5(23):3-19.
- SCHEFFER, T. C., 1973. Microbiological degradation and the causal organisms. En: NICHOLAS, D. D. (Ed.) *Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Vol. I. Degradation and protection of wood*. Syracuse University Press. Syracuse, 380 p.
- SCHMITZ, H. et al., 1931. A suggested toximetric method for wood preservatives. *Proceedings of the American Wood-Preservers' Association* 27:81-86.

- VELIZ AVILA, F., 1982. *Caracterización de 22 cepas de hongos basidiomicetos causantes de pudrición en la madera*. Tesis Profesional de Biólogo. ENEP-Iztacala, UNAM. México, D. F., 109 p.
- WELDEN, A. L., L. DAVALOS y G. GUZMAN, 1979. Segunda lista de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (México). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 13:151-161.
- WELDEN, A. L. y G. GUZMAN, 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los Estados de Veracruz y Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12:59-102.