

00361 25
22f



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE *LENTINUS BORYANUS*
EN EL LABORATORIO Y SU COMPARACIÓN CON
EL SHIITAKE JAPONÉS *LENTINUS EDODES*

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS (BIOLOGÍA) PRESENTA

GERARDO MATA MONTES DE OCA

México, D.F. 1990.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	8
OBJETIVOS.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
RESULTADOS.....	15
DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIONES.....	33
LITERATURA CITADA.....	34

RESUMEN

Se estudiaron dos cepas mexicanas (del estado de Veracruz) de *Lentinus boryanus* (cepas 17 y 67). Se cultivó el micelio en cuatro medios de cultivo sólidos: papa dextrosa agar (PDA), extracto de malta agar (EMA), agar de dextrosa Sabouraud (SAB) y agar de dextrosa (DEXT), bajo 5 condiciones de temperatura: 20, 22, 25, 27.5 y 30 °C. El mejor crecimiento se observó a 20 °C para la cepa 17 en EMA y para la 67 en PDA. Con la cepa 17 se realizó un estudio sobre el crecimiento micelial en los 4 medios de cultivo citados, ajustándolos a los pH 4.0, 4.5, 5.0, 5.5., 6.0, 7.0, 8.0 y 9.0; el mejor crecimiento se obtuvo, dependiendo del medio de cultivo, entre los pH 4.0 y 6.0.

Se determinó el patrón de sexualidad de *L. boryanus* que fue heterotálico tetrapolar. Se estudió el crecimiento del micelio de la cepa 17 en madera de cinco especies de árboles: *Alnus jonullensis*, *Carpinus caroliniana*, *Inga jinicuil*, *Quercus* sp. y *Q. salicifolia*. Las maderas se trabajaron a 6 diferentes porcentajes de humedad: 50, 60, 70, 80, 90 y 100 %. El mejor desarrollo micelial se encontró, dependiendo del tipo de madera, en el intervalo de 60 - 80 %. Se entrecruzó *L. boryanus* con *L. edodes* de Asia y se determinó que ambas especies son incompatibles.

INTRODUCCIÓN

Como resultado de la investigación científica en el área del cultivo de hongos comestibles, esta última actividad es hoy una valiosa alternativa para la producción de alimentos de consumo humano a través del reciclaje de esquilmos y subproductos agrícolas. La tecnología empleada en este proceso es relativamente sencilla, lo que permite obtener buenos resultados y genera además subproductos que se pueden destinar a la alimentación animal o como biofertilizantes (Chang, 1982; Guzmán y Martínez-Carrera, 1985).

A nivel mundial, de las más de 2000 especies de hongos comestibles, sólo unas 25 son ampliamente aceptadas como alimento humano (Chang, 1980). De entre los hongos cultivados actualmente, el 98 % de ellos pertenece a 6 géneros, a saber: *Agaricus*, *Lentinus*, *Volvariella*, *Flammulina*, *Auricularia* y *Pleurotus* (Chang y Miles, 1989).

En México, a pesar de que los hongos fueron utilizados por diferentes grupos étnicos en la alimentación, la medicina y en diversas festividades y prácticas religiosas (Dubovoy, 1968; Guzmán, 1984), no existen registros prehispánicos del cultivo de ninguna especie. Sin embargo, en Asia se han encontrado evidencias del cultivo de *Auricularia* spp. alrededor del año 600 d. C., de *Flammulina velutipes* entre 800 - 900 d. C. y de *Lentinus edodes* 1000 - 1100 d.c. (Chang y Miles, 1987).

México posee una enorme riqueza fúngica que apenas se está conociendo; se calcula que hay alrededor de 400 especies comestibles, de las cuales unas 89 son las más comunes en los mercados (Guzmán, 1977). En un principio sólo se cultivó en el país *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach, y en la actualidad se cultivan además *A. bitorquis* (Quel.) Sacc. y *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm., aunque este número podría aumentar por lo menos a 13 (Martínez et al., 1984), si se utilizaran la gran cantidad y diversidad de residuos agroindustriales y forestales que se generan en diferentes zonas (Mata y Martínez-Carrera, 1988).

El presente trabajo surgió de la necesidad de realizar estudios que permitan hacer uso racional de los recursos bióticos de México; con el se pretende sentar las bases del cultivo de un hongo comestible, *Lentinus boryanus* (Berk. & Mont.) Sing., que es potencialmente explotable. Las investigaciones en esta área se deben enfocar al uso de cepas nativas, adaptadas a las condiciones ecológicas locales y al desarrollo de tecnologías propias de bajo costo.

De particular importancia resulta la utilización de especies de hongos que sean capaces de metabolizar lignina, dado que el principal factor que ha limitado el uso de los subproductos agrícolas y forestales es que éstos están formados por los polisacáridos celulosa, hemicelulosa y lignina; sin embargo, es más bien la íntima asociación física que existe entre la lignina y la celulosa la causa de la resistencia a la degradación biológica (Leal Lara, 1985).

Por las ventajas que se obtienen al cultivar hongos comestibles sobre residuos lignocelulósicos, esta actividad es una fuerte industria en muchos países. En Japón produce en la actualidad más de un billón de dólares anualmente (Leatham, 1982) y es la principal ocupación de unas 170 000 personas (Miles y Chang, 1985), por lo que el cultivo comercial de diferentes especies de hongos se está expandiendo rápidamente a otras naciones, incluyendo las americanas (Farr, 1983; Guzmán y Martínez-Carrera, 1985; Martínez-Carrera, 1987; De León-Chocooj *et al.*, 1988; Lu *et al.*, 1988).

De entre los hongos que se cultivan comercialmente destaca *Lentinus edodes* (Berk.)Sing., el conocido shiitake japonés, que es el que ocupa el segundo lugar a nivel mundial y cuya producción y consumo han aumentado recientemente (tabla 1). Esta especie subtropical asiática está relacionada con *L. boryanus*, un hongo comestible que se conoce en México en el centro del estado de Veracruz como hongo de encino, hongo de palo y cuerudo (Mata y Guzmán, en prensa), el cual es morfológicamente muy similar al shiitake, por lo que se pensó que podrían ser sinónimos (Guzmán y Guzmán-Dávalos, 1984; Singer y Harris, 1987). Por lo tanto, es posible que *L. boryanus* se pueda cultivar en México siguiendo o modificando la técnica empleada para el shiitake japonés.

Sin embargo, antes de iniciar el cultivo de una nueva especie es necesario obtener la cepa y datos en el laboratorio acerca de su comportamiento y ciclo biológico general.

Generalidades de las especies estudiadas

Posición taxonómica y descripción de las especies

Según Singer (1986) y Singer y Harris (1987), *Lentinus boryanus* (Berk. & Mont.)Sing. y *Lentinus edodes* (Berk.)Sing. pertenecen a la familia Polyporaceae; sin embargo, para Pegler (1983 a, b) estas especies forman parte de la familia Tricholomataceae, a la que adscribe el género *Lentinula* [*Lentinula boryana* (Berk. & Mont.)Pegler y *L. edodes* (Berk.)Pegler]. Pegler (1983 a) argumenta que las especies de *Lentinula* se diferencian de las de *Lentinus* en que no tienen láminas decurrentes y tienen hifas ensanchadas y esclerotizadas y el sistema hifal es monomítico.

L. boryanus presenta píleo de 0.5 a 5.0 cm de diámetro, de color café claro a oscuro, subcarnoso, convexo más o menos plano, liso, no estriado, frecuentemente con un círculo de escamas pequeñas y blancas hacia el margen. Láminas de anexadas a adnadas, separadas o subadheridas al pie, blanquecinas manchadas de café vináceo, delgadas, de 2-3 mm, muy juntas. Estípite de 1-6 X 2-5 cm, de central a ligeramente excéntrico con la edad, fibroso a duro, casi leñoso, con pequeñas escamas fibrosas en las tres cuartas partes inferiores. Velo blanco y aracnoide que deja remanentes apendiculados sobre el margen del píleo y una zona anular en la parte superior del estípite. Esporas de 5-6 X 2-3.5 μm , oblongas o elipsoides, hialinas, lisas, de pared delgada. Basidios de 15-17 X 3-4 μm , tetraspóricos hialinos. Trama himenoforal

subregular, hialina, con hifas más o menos paralelas, con fibulas (Guzmán, 1977; Pegler, 1983 b).

L. boryanus se conoce en la bibliografía con el nombre de *L. cubensis* B. & C. (Singer, 1986) sinónimo muy común hasta 1989. Dennis (1970) consideró esta especie como *Lentinula dentosa* (Fr.) Murr.

L. edodes presenta un píleo de 5 a 11 cm de diámetro, de color café claro a café oscuro con tonos café rojizo, con escamas triangulares a acroladas, convexo a veces plano a ligeramente deprimido. Las láminas, blanquecinas, se manchan frecuentemente de color café rojizo, adnadas o anexo sinuadas pero generalmente libres, denticuladas. Esporada blanca. Esporas cilíndricas - elipsoides, de pared delgada de 5.8 - 6.4 X 2.8 - 3.3 μm , hialinas, lisas. Basidios de 30 - 31.5 X 5.8 μm , tetraspóricos, hialinos. Trama regular, hifas de 5 - 6 μm de diámetro. Estípite de blanquecino a color café rojizo, generalmente excéntrico, con escamas de color café oscuro, sólido, duro y subcoriáceo, de 30 - 40 X 8 - 13 mm (Singer, 1941).

Distribución y ecología

L. boryanus es una especie americana subtropical. En los E U A se le ha encontrado desde Louisiana hasta Florida (Singer, 1946). Se ha localizado también en las islas del Caribe y América del Sur (Dennis, 1970; Pegler, 1983 b; Guzmán, 1986).

En México esta especie prospera tanto en bosques tropicales como subtropicales, pero se le encuentra con mayor frecuencia en los segundos (mesófilo de montaña y de encino) (Mata y Guzmán, en prensa). La literatura registra *L. boryanus* en los estados de Durango (Rodríguez-Scherzer y Guzmán-Dávalos, 1984), Guerrero (Guzmán, 1972), Hidalgo (Frutis y Guzmán, 1983), Jalisco (Guzmán-Dávalos et al., 1983), Michoacán (Mapes et al., 1981), Morelos (López et al., 1985), Oaxaca (Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979), Veracruz (Welden y Guzmán, 1978; Guzmán-Dávalos y Guzmán, 1979; Guzmán y Guzmán-Dávalos 1984), Coahuila, México y Puebla (Mata y Guzmán, en prensa). Crece sobre troncos de *Quercus laurifolia*, *Q. catesbaea*, *Sloanea massonii*, *Freziera undulata*, *Morisonia americana* y *Daphnopsis caribaea* (Singer, 1946; Pegler, 1983 b).

Por otra parte *L. edodes* es una especie asiática y se distribuye en Japón, China, Korea, Taiwán, Tailandia, Burma, Nepal, Borneo, Filipinas y Papúa, Nueva Guinea (Mori et al., 1976). Se le conoce con los nombres de shiitake en Japón, shiang-gu en China, y pyogo en Corea; se le encuentra creciendo sobre madera de diferentes especies, principalmente de encinos (Chang y Miles, 1987; Cheng y Han, 1987; Harris, 1986; Lee e Hirata, 1984).

ANTECEDENTES

En la última década en México, los trabajos de investigación científico - tecnológicos sobre el cultivo de los hongos comestibles han aumentado significativamente. La gran mayoría de ellos se han enfocado al estudio de los géneros *Pleurotus* y *Volvariella*. Según Guzmán y Salmones (1990), de los 93 trabajos de cultivo de hongos comestibles en México, publicados en revistas científicas, en resúmenes de congresos o en tesis, 1 se presentó en la década de 1960, 4 en la de 1970 y 88 en la de 1980. De dichos artículos, 33 tratan sobre *P. ostreatus*, 4 sobre *V. volvacea*, 1 sobre *Flammulina velutipes*, 1 sobre *Lentinus edodes* y 2 de *Auricularia*.

En el caso de *L. boyanus*, como en el de muchos otros hongos silvestres de México, no existen estudios básicos cuya información permita realizar el cultivo comercial de los mismos. Aunque en el país se ha iniciado la experimentación con *L. edodes* en la Universidad Autónoma de Baja California y en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, desafortunadamente aún no existe suficiente información al respecto. Se sabe también que se ha iniciado el cultivo comercial de *L. edodes* en el estado de Chiapas, con tecnología y personal extranjeros (Vogel, 1990).

OBJETIVOS

- 1) Caracterizar a nivel de laboratorio dos cepas mexicanas de *Lentinus boryanus* y encontrar el medio de cultivo, temperatura y pH óptimos de crecimiento micelial para la especie.
- 2) Determinar el patrón de sexualidad de *L. boryanus*.
- 3) Encontrar el porcentaje óptimo de humedad para el crecimiento micelial de *L. boryanus* en diferentes maderas.
- 4) Entrecruzar la especie americana, *L. boryanus*, con la asiática, *L. edodes*, y observar si se forman híbridos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepas. Las cepas estudiadas en este trabajo están depositadas en el Cepario de Hongos Comestibles del Instituto de Ecología. Se realizó la caracterización de dos cepas mexicanas de *L. boryanus* registradas en dicho cepario como 17 y 67. El patrón de sexualidad se determinó con micelios monospóricos obtenidos a partir del ejemplar Mata 285, el cual se encuentra depositado en el Herbario del Instituto de Ecología. Dichos micelios monospóricos se utilizaron además para realizar el entrecruzamiento con la cepa asiática de *L. edodes* registrada como 40. La cepa 17 se utilizó además para determinar el porcentaje de humedad para el crecimiento micelial en madera de diferentes especies. La procedencia de las cepas estudiadas se observa en la tabla 2.

Caracterización de cepas nativas. Las cepas de *L. boryanus* 17 y 67 se sembraron en 4 medios de cultivo sólidos: papa dextrosa agar (PDA), extracto de malta agar (EMA), agar de dextrosa Sabouraud (SAB) y agar de dextrosa (DEXT), todos de la marca Bioxon. Las cajas de Petri utilizadas fueron de 90 mm de diámetro y 15 mm de profundidad. Los medios de cultivo y las cajas de Petri se esterilizaron de manera convencional. Las cepas se sembraron por triplicado, en condiciones de esterilidad y el inóculo fue de 0.5 cm de diámetro; las muestras se incubaron a 30, 27.5, 25, 22, y 20 °C en la oscuridad, de acuerdo con Han et al. (1981). Las cajas se revisaron cada tercer día y se midió el diámetro de la colonia para poder estimar el área de la misma. La caracterización macroscópica tomó en cuenta color, textura,

velocidad de crecimiento y densidad. En la asignación del color se utilizó la carta del Royal Botanical Garden Edinburgh (1969) y para evaluar la densidad del micelio se elaboró una clave dicotómica (tabla 13). A nivel microscópico se midió el diámetro de las hifas, fibulación y tipo de ramificación, para lo cual se usó la terminología de Duvoboy y Herrera (1967) y Mata (1987).

Para observar el efecto del pH sobre el crecimiento micelial se utilizó la cepa 17 de *L. boyanus*. Dicha cepa se resembró por triplicado en los mismos medios de cultivo sólidos (PDA, EMA, SAB y DEXT) y se incubó a 20 °C en oscuridad. El pH inicial de los medios de cultivo se varió agregando carbonato de sodio (Na_2CO_3) o ácido clorhídrico (HCl). Los valores de pH se ajustaron con un potenciómetro digital en 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 7.0, 8.0 y 9.0, según el sistema usado para *L. edodes* por Han *et al.* (1981).

Los datos de la velocidad de crecimiento, en las diferentes temperaturas y pH probados, fueron analizados con el programa de cómputo BMDP y se utilizó el diseño factorial v4 el cual permitió realizar un análisis multivariado de la variancia y establecer diferencias entre estas variables y los medios de cultivo empleados. Se utilizó además el método de comparaciones múltiples de Bonferroni (Dunn y Clark, 1974), para determinar al 95 % de significancia la similitud de las medias de crecimiento (\bar{x}) en cada una de las condiciones probadas.

En las situaciones que se consideró necesario, se calculó el intervalo de confianza de la \bar{x} .

Determinación del patrón de sexualidad. Para este fin, se obtuvieron micelios monospóricos, haciendo diluciones de las esporas contenidas en 1 cm² de la esporada del ejemplar Mata 285, en 25 ml de agua destilada estéril. Se colocaron 0.5 ml de esta dilución en cajas de Petri con PDA y se incubó a 20 °C. Una vez que germinaron las esporas, los micelios monospóricos se aislaron usando un microscopio de disección y se revisaron al microscopio compuesto. De los micelios monospóricos aislados se escogieron 12 al azar y se entrecruzaron en todas las combinaciones posibles para determinar, de acuerdo a Eger (1978), las clases de compatibilidad. Se consideraron positivos los casos en que se formaron fíbulas, lo que indica el estado dicariótico (Mori et al., 1976).

Hibridización de la especie americana y la asiática. La especie mexicana se cruzó con la asiática, con base en el fenómeno Buller, el cual consiste en la migración de un núcleo del dicarion hacia el monocarion (Buller, 1958; Esser y Kuenen, 1967). De los micelios monospóricos aislados de *L. boryanus* se escogieron al azar el 4, 5, 6 y 8 como representantes de cada uno de los tipos de apareamiento determinados anteriormente, y se cruzaron con micelio dicariótico de la cepa 40 de *L. edodes*. Dado que los dicariones crecen generalmente más rápido que los monocariones (Aschan-Aberg, 1960), éstos se inocularon 4 días antes que el dicarion, de acuerdo al

método usado por Mori et al. (1976). Los micelios se mantuvieron en cajas de Petri con PDA a 20 °C en oscuridad. Según Mori et al. (1976) la formación de fíbulas en el monocarion se debe considerar como un cruzamiento positivo.

Determinación del porcentaje de humedad óptimo para el crecimiento micelial.

Se trabajó con la cepa 17 de *L. boryanus*. Las maderas se seleccionaron con base en la revisión de los trabajos de Singer (1946), Andó (1976), Mori et al. (1976), Ito (1978), San Antonio (1981), Tokimoto y Komatsu (1978), Pegler (1983 b) y Cotter y Flynn (1986), de los cuales se obtuvo una lista de especies en las cuales se ha cultivado *L. edodes* o se ha reportado que *L. boryanus* crece silvestre; cada una de las especies se buscó en el banco de datos de "Flora de Veracruz" (Instituto de Ecología) y se determinó su presencia y localidad en el estado.

Ninguna especie de *Quercus* citada en la bibliografía se localizó en Veracruz, por lo tanto, se escogieron dos encinos rojos, *Quercus* sp. y *Quercus salicifolia* Née, los cuales se identificaron de acuerdo con el trabajo de González Villarreal (1986). También se recolectaron *Alnus jorullensis* H.B. & K., conocido localmente como "ilite" y *Carpinus caroliniana* Walt. llamado "pipinque" o "caxin" (Nee, 1981). Se seleccionó además *Inga jinicuil* Schlecht. que, aunque no registrada en la bibliografía, es abundante en la zona de Xalapa, en donde se utiliza como sombra del cafetal.

Los ejemplares de Herbario se depositaron en el Herbario XAL del Instituto de Ecología; también se incorporaron muestras de la madera a la Xiloteca "Dr. Faustino Miranda" (XALw) del mismo Instituto. La procedencia de los materiales se observa en la tabla 3.

Los troncos fueron cortados de mediados de junio a julio de 1988 y se sometieron a un proceso de secado un día después del corte. Se pasaron por una canteadora eléctrica que los transformó en viruta, la cual se colocó en charolas metálicas dentro de un horno a 105 °C durante 48 horas hasta alcanzar peso constante, de acuerdo con el sistema de Rasmussen (1961). La madera seca se almacenó en bolsas de plástico selladas. El mismo sistema se utilizó para deshidratar cascarilla de trigo.

Para determinar el efecto del porcentaje de humedad del sustrato sobre el crecimiento micelial, se prepararon mezclas de cada una de las maderas con cascarilla de trigo, en una proporción de 9:1 de acuerdo con el sistema usado para *L. edodes* (Híroe, 1967; Royse, 1985; Cheng y Han, 1987).

Los porcentajes de humedad probados fueron: 50, 60, 70, 80, 90 y 100 %. Tales porcentajes se determinaron con base en las diferencias de peso seco, según el sistema usado por Han et al. (1981) y Mata (1986). El experimento se realizó por quintuplicado en cajas de Petri de 90 mm de diámetro y 15 mm de profundidad, en las cuales se

colocó, en peso húmedo, el equivalente a 7 g de peso seco de mezcla de viruta y cascarilla. El inóculo fue de 0.5 cm de diámetro y se obtuvo de micelio cultivado en cajas de Petri con PDA. La temperatura de incubación fue de 20 °C en condiciones de oscuridad. Las cajas se revisaron cada tercer día con un microscopio de disección para medir el diámetro de la colonia. El análisis de los datos de la velocidad de crecimiento, se realizó con el mismo programa de cómputo y el método de comparaciones múltiples de Bonferroni, citados anteriormente.

RESULTADOS

Caracterización de cepas nativas

1) CEPA 17

A) Temperatura 30 °C. No hubo crecimiento en ningún medio.

B) Temperatura 27.5 °C. En DEXT el micelio no creció. En los medios restantes, el micelio fue blanco (No. 7)¹ con textura algodonosa, sin hifas aéreas, con crecimiento uniforme y radial. En SAB el micelio fue el más denso. A los 21 días la superficie promedio de los micelios fue de 382 mm² en PDA, 223 mm² en EMA y 771 mm² en SAB (fig. 1, tabla 4).

C) Temperatura 25 °C. En DEXT el micelio no creció. En PDA, EMA y SAB el micelio fue blanco (No. 7), uniforme, sin hifas aéreas y textura algodonosa; sin embargo, en PDA y EMA se presentaron pequeñas agregaciones hifales. La mayor densidad se observó en SAB. A los 21 días el área promedio de las colonias fue de 2648 mm² en PDA, 5815 mm² en EMA y 1865 mm² en SAB (fig. 2, tabla 4).

¹ El número que aparece junto a los colores corresponde a la clave en la tabla de color utilizada.

D) Temperatura 22 °C. En DEXT las colonias sólo alcanzaron en promedio 6 mm² de área. En los otros medios de cultivo el micelio fue blanco (No. 7) sin hifas aéreas. En PDA el micelio fue uniforme, con textura algodonosa-lanosa. En EMA creció uniforme, con la densidad más alta en esta temperatura y textura lanosa. En SAB fue uniforme, con textura algodonosa y presentó un exudado de aspecto oleoso el cual varió de transparente a color café oscuro (No. 24). A los 21 días las colonias tuvieron una superficie promedio de 4960 mm² en PDA, 5463 mm² en EMA y 3423 mm² en SAB (fig. 3, tabla 4).

E) Temperatura 20 °C. En DEXT los micelios sólo alcanzaron 6 mm² de área. En los otros medios el micelio fue blanco (No. 7), uniforme y con hifas aéreas escasas. En PDA y EMA presentó textura lanosa aunque en el segundo, que fue el más denso, se observó un exudado que presentó coloración de transparente a color café oscuro (No. 24). En SAB la textura fue lanosa. A los 21 días el área promedio de los micelios fue de 5414 mm² en PDA, 6361 mm² en EMA y 3658 mm² en SAB (fig. 4, tabla 4).

Microscópicamente, se observaron a 20 °C en los tres medios de cultivo hifas regulares a ligeramente varicosas, hialinas, de pared delgada, de ramificación dicotómica y diámetro de 2.4 - 4.8 µm. En PDA se observaron en la periferia de la colonia hifas varicosas a subglobosas con ramificaciones de tipo dicotómico o acremoniforme y anastomosis en forma de H. En EMA se detectaron unas hifas ensanchadas de color café ferruginoso (No. 12) y otras varicosas hialinas; las primeras

mostraron protuberancias terminales e intercalares, muy semejantes a clamidosporas. En SAB también se encontraron células parecidas a las precursoras de clamidosporas; dichas estructuras tuvieron un diámetro de 4.8-8.0 μm .

2) CEPA 67

A) Temperatura 30 °C. No hubo crecimiento en ningún medio.

B) Temperatura 27.5 °C. En DEXT no hubo crecimiento. En los otros medios el micelio fue blanco (No. 7), sin hifas aéreas y con textura algodonosa. En PDA fue uniforme pero no radial, con algunas agregaciones hifales y exudados de aspecto oleoso. En EMA fue el más denso de esta temperatura y formó círculos concéntricos irregulares y con pliegues. En SAB presentó un círculo concéntrico con pliegues muy marcados y exudados de color café oscuro (No. 24). A los 21 días las colonias tuvieron una superficie promedio de 822 mm² en PDA, 617 mm² en EMA y 314 mm² en SAB (fig. 1, tabla 4).

C) Temperatura 25 °C. En DEXT no hubo crecimiento. En los otros medios el micelio fue blanco (No. 7) con zonas de color café oscuro (No. 24) y escasas hifas aéreas. En PDA fue uniforme y de textura lanosa. En EMA y SAB formó círculos concéntricos dentro de los cuales se presentaron pliegues de color amarillo claro (No.

6) a café oscuro (No. 24) y la textura fue algodonosa. La mayor densidad se observó en EMA. A los 21 días el área promedio de las colonias fue de 1764 mm² en PDA, 1017 mm² en EMA y 771 mm² en SAB (fig. 2, tabla 4).

D) Temperatura 22 °C. En DEXT no hubo crecimiento. En los otros tres medios el micelio fue blanco (No. 7) con zonas de color café oscuro (No. 24) y escasas hifas aéreas. En PDA presentó crecimiento no radial, con un círculo concéntrico no uniforme y textura lanosa. En EMA se diferenciaron 2 zonas, una con micelio blanco (No. 7) y exudado oleoso y otra con hifas de color café claro (No. 17) y postradas. En SAB formó círculos concéntricos con pliegues y las hifas de color café claro (No. 17) y textura algodonosa. A los 21 días la superficie promedio de los micelios fue de 2466 mm² en PDA, 1912 mm² en EMA y 1299 mm² en SAB (fig. 3, tabla 4).

E) Temperatura 20 °C. En DEXT no hubo crecimiento. En los otros medios el micelio fue blanco (No.7), con zonas de color café claro (No. 17) y escasas hifas aéreas. En PDA fue uniforme pero no radial, con textura lanosa. En EMA se distinguieron tres zonas, una de micelio blanco (No. 7), uniforme y textura lanosa; otra central, con exudados de color café oscuro (No. 24) y la zona periférica, con micelio escaso e hifas postradas. En SAB formó un semicírculo de color café claro (No. 17), con pliegues y textura algodonosa. A los 21 días la superficie promedio del micelio fue de 4001 mm² en PDA, 2330 mm² en EMA y 1664 mm² en SAB (fig. 4, tabla 4).

Microscópicamente, se observaron a 20 °C en los tres medios hifas regulares y varicosas, hialinas, de pared delgada, con ramificación dicotómica, prolongaciones acremoniformes y diámetro de 2.4 - 4.0 μm . En PDA, en las hifas periféricas se presentaron ramificaciones prominetas y subglobosas, incluso formando cadenas. En EMA se encontraron hifas irregulares de color café oscuro (No. 24) y subglobosas; se observaron conidiosporas, hialinas, lisas, ovoides, de pared delgada, de 12.8 - 7.2 X 4.8 - 4.0 μm . En SAB se encontraron hifas hialinas con forma de células precursoras de clamidosporas.

El análisis estadístico referente a la interacción entre los factores medio de cultivo y temperatura produjo dos hipótesis nulas principales. La primera (H_{01}) se refiere a que no hay interacción entre los factores y la segunda (H_{02}) indica que no existe diferencia al interior de cada factor, es decir, que el crecimiento del hongo es igual en todas las temperaturas o en todos los medios de cultivo. Los resultados obtenidos bajo la suposición de validez de H_{01} corresponden a una probabilidad de ocurrencia sumamente baja, por lo cual se rechazó y se aceptó la hipótesis alternativa (H_{a1}). Por otra parte, la H_{02} se rechazó también por la misma razón que la anterior y se aceptó la hipótesis alternativa (H_{a2}).

Los resultados del método de comparaciones múltiples de Bonferroni se observan en la tabla 5 para la cepa 17 y en la tabla 6 para la cepa 67.

Determinación del pH óptimo

A) Medio de cultivo PDA. El crecimiento micelial a pH 4.0, 4.5, 5.0, 5.5 y 6.0 fue muy similar; se observó un micelio de densidad regular, blanco (No. 7), de crecimiento uniforme, con algunas agregaciones hifales pequeñas, hifas aéreas escasas y textura lanosa. A pH 7.0, 8.0 y 9.0 el crecimiento fue escaso y de tipo uniforme. El mayor crecimiento se encontró a los 18 días a pH 4.0, 5.0 y 5.5, con 6361 mm² de área (fig. 5, tabla 7). Entre las condiciones de mayor crecimiento no hubo diferencias significativas al 95 % y cada una de ellas fue significativamente diferente de las condiciones de 4.5, 6.0, 7.0, 8.0 y 9.0 (tabla 8).

B) Medio de cultivo EMA. A pH 4.0 y 4.5 el micelio fue blanco (No. 7) con densidad regular, crecimiento formando un círculo concéntrico de agregaciones hifales, escaso micelio aéreo y textura central algodonosa con un círculo lanoso. A pH de 5.0, 5.5, 6.0 y 7.0 el micelio mostró crecimiento uniforme con sólo un pequeño círculo cercano al inóculo de micelio, sin agregaciones hifales y con textura lanosa. A pH 8.0 el crecimiento fue muy pobre y a 9.0 no se observó crecimiento. El crecimiento máximo se encontró a los 18 días a pH 4.5, 5.5 y 6.0 con 6361 mm² de área (fig. 6, tabla 7); entre ellas no hubo diferencias significativas al 95 % sin embargo, en los otros pH sí ya que cada una de las condiciones restantes fue significativamente diferente a la media máxima (tabla 8).

C) Medio de cultivo SAB. En los pH 4.0, 4.5 y 5.0 el micelio tuvo densidad abundante, fue blanco (No. 7), con crecimiento uniforme, hifas aéreas escasas y textura lanosa. A pH 5.5 y 6.0 el micelio fue muy denso, escaso en la periferia, sin hifas aéreas y textura algodonosa. A pH 8.0 y 9.0 no hubo crecimiento. A los 18 días la mayor superficie micelial se encontró a pH 4.0, con 4536 mm² (fig. 7, tabla 7) y la media de crecimiento a dicho pH fue significativamente diferente al 95 % de las medias de las otras condiciones (tabla 8).

D) Medio de cultivo DEXT. A pH 4.0, 4.5 y 5.0 el micelio fue muy denso, blanco (No. 7), con crecimiento uniforme al ras del sustrato y textura algodonosa; se observó además cerca del inóculo un exudado de aspecto oleoso y de color café oscuro (No. 24). A pH 5.5 el crecimiento fue incipiente, mientras que en 6.0, 7.0, 8.0 y 9.0 no hubo desarrollo micelial. A los 18 días el máximo crecimiento se encontró a pH 4.0 con 533 mm² de área (fig. 8, tabla 7); la media de crecimiento a este pH fue significativamente diferente al 95 % de todas las demás (tabla 8).

Determinación del patrón de sexualidad

Al cruzar entre sí los 12 micelios monospóricos obtenidos de la esporada del ejemplar Mata 285, se obtuvieron 4 clases de compatibilidad, lo que significa que *L. boryanus* presenta un patrón de sexualidad de tipo heterotálico tetrapolar (tabla 9).

Hibridación entre *L. boryanus* y *L. edodes*

En todos los casos el cruzamiento de los micelios monospóricos de *L. boryanus* y el micelio dicariótico de *L. edodes* resultó negativo y la incompatibilidad se observó macro y microscópicamente. No se encontraron fibulas en los monocariones, lo cual es significativo e indica la no conjugación (tabla 10).

Porcentaje de humedad óptimo para el crecimiento micelial

El crecimiento micelial en la madera de las diferentes especies utilizadas fue el siguiente:

Abus jorullensis. La media de crecimiento micelial más alta se presentó a los 15 días en el 80 % de humedad con una área promedio en los micelios de 5493 mm² (fig. 9, tabla 11); se observaron diferencias significativas entre dicho promedio y los observados en las humedades de 50, 70, 90 y 100 % (tabla 12). Los micelios presentaron densidad regular entre 50 - 80 % de humedad y abundante en 90 y 100 %. El crecimiento micelial no produjo ningún cambio de color en el sustrato.

Carpinus caroliniana. La media de crecimiento micelial más alta se presentó a los 15 días en el 70 % de humedad, con una área micelial promedio de 6307 mm² (fig.

10, tabla 11); se observaron diferencias significativas con todas las otras condiciones (tabla 12). Los micelios mostraron densidad muy abundante del 60 al 90 %. En esta madera se encontró la media de crecimiento más alta y la mayor densidad de todas las condiciones probadas. El micelio produjo un cambio total de color en el sustrato en las condiciones de 60 - 90 % de humedad.

Inga jinicuil. La media de crecimiento más alta se encontró en 60 % de humedad a los 12 días, con una área promedio en los micelios de 546 mm² (fig. 11, tabla 11) y hubo diferencias significativas con las áreas promedio de 70, 80, 90 y 100 % (tabla 12). Los micelios mostraron crecimiento escaso y en algunas condiciones (50, 60, 80 y 100 %) el micelio comenzó a morir después de 12 días. En esta especie se observó el menor crecimiento micelial y la densidad más baja de todas las condiciones probadas. No se presentó ningún cambio de color en el sustrato.

Quercus sp. En esta especie la media de crecimiento más alta se encontró a los 15 días en el 60 % de humedad, con 4885 mm² (fig. 12, tabla 11), sin embargo, hubo diferencias significativas sólo con las condiciones de 50 y 100 % (tabla 12). Los micelios presentaron densidad regular en 60 %, abundante en 50, 70 y 80 % y muy abundante en 90 y 100 % de humedad. El color del sustrato cambió ligeramente entre 50 y 80 %, mientras que en 90 y 100 % el cambio fue total.

Quercus salicifolia. En esta especie se encontró la segunda media de crecimiento más alta, la cual se observó a los 15 días en 60 % de humedad, con 5704 mm² (fig. 13, tabla 11). Las diferencias significativas fueron con 50, 80 y 100 % (tabla 12). Los micelios tuvieron densidad regular en 50, 60 y 70 %, abundante en 80 y 90 % y muy abundante en 100 % de humedad. El micelio produjo un ligero cambio de color entre 50 y 90 % y un cambio total en 100 %.

El análisis estadístico sobre la interacción de los factores madera y humedad rechaza la primera hipótesis nula (H_{01}). Debido a la baja probabilidad de ocurrencia de los resultados observados bajo esta hipótesis, se aceptó la hipótesis alternativa (H_{a1}).

La siguiente hipótesis nula (H_{02}), la cual menciona que no existen diferencias en el crecimiento de los micelios en las distintas maderas, se rechazó por la baja probabilidad de ocurrencia de los resultados bajo ésta y se aceptó la H_{a2} . Lo mismo sucedió con la última hipótesis nula (H_{03}), que se refiere a que no hay diferencias en el crecimiento micelial en los distintos porcentajes de humedad probados y esta fue rechazada por la misma razón que las anteriores y se aceptó la H_{a3} .

DISCUSIÓN

Caracterización de cepas

De las dos cepas estudiadas de *L. boryanus*, la 17 presentó mayor velocidad de crecimiento y un intervalo más amplio de temperatura óptima que la 67. Esto es una evidencia de las variaciones naturales y diferencias fisiológicas que existen en las poblaciones de hongos de una misma especie.

El crecimiento micelial de la cepa 17 no presentó diferencias significativas entre las temperaturas 20 y 22 °C en los cuatro medios de cultivo, por lo que se puede deducir que el óptimo de temperatura es en realidad, más que un punto, un intervalo comprendido entre estos dos valores. Se debe destacar que en el medio DEXT, debido al escaso crecimiento micelial, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las temperaturas probadas (tabla 4). Debido a la interacción de los factores medio de cultivo y temperatura, en EMA el intervalo de crecimiento óptimo fue más amplio, de 20 a 25 °C (fig. 14, tabla 5). Por su parte la cepa 67 mostró diferencias en el crecimiento entre las \bar{x} más altas, a los 20 y 22 °C (tabla 4), pero también en EMA presentó un intervalo amplio desde 20 a 25 °C, en el que no hubo diferencias significativas (fig. 15, tabla 6). Entre los medios de cultivo empleados se encontraron diferencias: el mayor crecimiento se observó para la cepa 17 en EMA y para la 67 en PDA (figs. 14 y 15).

Se observaron diferencias significativas en la velocidad de crecimiento de las colonias en las distintas temperaturas probadas; la cepa 17 mostró un crecimiento más uniforme que la 67. A nivel microscópico el diámetro de las hifas no se vio afectado por la temperatura, sin embargo, la cepa 17 produjo hifas con un diámetro mayor que la 67. Es interesante destacar el hecho de que las dos cepas de *L. boryanus* formaron células precursoras de clamidosporas, aunque solamente la cepa 67 desarrolló conidiosporas.

En cuanto a las pruebas del pH, se encontró que la interacción de los factores medio de cultivo y pH produjo diferencias significativas en el crecimiento del micelio bajo las distintas condiciones probadas. La mayor superficie micelial se observó a diferentes pH, dependiendo del medio de cultivo empleado, por lo tanto, el gradiente de pH utilizado en el experimento produjo básicamente diferencias en la velocidad de crecimiento.

En PDA, debido a que el tamaño de las colonias fue muy uniforme, se presentaron diferencias significativas en el crecimiento a pH 4.5 y 6.0, sin embargo, es probable que *L. boryanus* tenga en este sustrato un intervalo de crecimiento óptimo de 4.0 a 6.0, ya que las diferencias observadas se pueden atribuir a variaciones aleatorias, como se ve en la figura 5.

En EMA el intervalo de crecimiento óptimo es el mismo en pH de 4.0 a 6.0, a pesar de las diferencias presentadas a 4.0 y 5.0, que se atribuyen al tamaño de la muestra, como en el caso anterior (figura 6).

En SAB se observó claramente un punto óptimo de pH para el crecimiento micelial que fue de 4.0, en virtud de las diferencias significativas con las otras condiciones y a la distribución regular del intervalo de confianza (fig. 7).

En el medio DEXT el efecto del pH fue más notorio, ya que el micelio sólo creció en 4.0, 4.5, 5.0 y 5.5 . En este caso se obtuvo también un punto claro que se puede considerar como óptimo para el crecimiento del micelio y fue el de pH 4.0 (fig. 8).

Los datos obtenidos del crecimiento de *L. boryanus* parecen coincidir con los citados por la literatura para *L. edodes*, que presenta un amplio intervalo de crecimiento micelial de pH 3.0 a 6.0 (fig. 16) (Andó, 1976; Tokimoto y Komatsu, 1978; Han et al., 1981; Leatham, 1983, 1985; Song, et al., 1987; Jong, 1989; Leatham y Leonard, 1989; Sobal et al., 1989).

Hibridación de la especie americana y la asiática

Si bien se encontró que *L. boryanus* tiene el mismo patrón de sexualidad que el conocido para *L. edodes*, según Tokimoto (1974), Tokimoto y Komatsu (1978) y Raper (1978), también se observó que la especie mexicana tiene diferente temperatura óptima de crecimiento micelial (20 - 22 °C) que la registrada por Han et al. (1981) y Tokimoto y Komatsu (1982) para la especie asiática (24 - 26 °C). Por otra parte, *L. boryanus* forma células precursoras de clamidosporas y conidiosporas, que no se han encontrado en *L. edodes*, basándose en la observaciones de Tokimoto (1974) y Raper (1978).

Si a lo antes mencionado se le agrega el resultado negativo de la hibridación entre *L. boryanus* y *L. edodes*, se puede sugerir que se trata de dos especies distintas, aunque muy relacionadas. Pegler (1983 b) hizo ver que ambas especies son muy semejantes, pero que *L. boryanus* tiene basidiocarpos más pequeños y menos escamosos. Otra semejanza morfológica es el tamaño de las basidiosporas, que en *L. boryanus* son de 2-3.5 X 5-6 μm (Pegler, 1983 b) y en *L. edodes* de 2.5-3 X 5 μm (Nakai y Ushiyama, 1974 a, 1974 b, 1974 c).

Porcentaje óptimo de humedad

La interacción de los dos factores madera y humedad produjo diferencias de crecimiento micelial entre las distintas maderas y condiciones de humedad probadas. El punto óptimo de crecimiento, considerado como aquél en el que el micelio alcanzó el área promedio máxima, no fue el mismo para todos los tipos de madera empleada. El mayor crecimiento se presentó en 60, 70 y 80 % de humedad, dependiendo del sustrato. Estas diferencias, y por lo tanto el hecho de que *L. boryanus* no muestre un solo porcentaje de humedad como óptimo de crecimiento, se deben a que cada tipo de madera puede ceder o retener cierta cantidad de agua, característica que se basa en la anatomía y estructura de la madera.

En la madera de *Alnus jorullensis* el mayor crecimiento (80 %) no fue significativamente diferente del de 60 % pero sí del de 70%. En este caso, al graficar el intervalo de confianza, se puede ver que existe una desviación fuerte en el de 70 % de humedad (fig. 9), lo cual no se puede atribuir a variaciones aleatorias sino a un evento fuera de control en el experimento. Por lo tanto, es probable que el verdadero intervalo de crecimiento micelial óptimo en esta madera sea de 60 - 80 %.

En *Carpinus caroliniana* el micelio presentó un punto óptimo de crecimiento, dado que el máximo alcanzado en 70 % de humedad fue significativamente diferente del de todas las otras humedades probadas. Esta hipótesis se afianza con los datos del

intervalo de confianza de la \bar{x} en las distintas humedades (fig. 10). En este caso la humedad no afectó la densidad del micelio ya que ésta fue igual en las condiciones de 60 - 90 %.

En *Inga jinicuil* el micelio presentó su crecimiento más escaso. En este caso el micelio tuvo un intervalo de crecimiento óptimo de 50 - 60 % de humedad, ya que en él no hubo diferencias significativas y los datos mostraron un intervalo de confianza normal (fig. 11). Se debe destacar que en algunas condiciones de humedad, el micelio detuvo su crecimiento a los 6 días y después de 12 días comenzó a morir, lo cual significa que la madera de esta especie no es un buen sustrato para *L. boyanus*.

En *Quercus* sp. los datos sugieren que existe un intervalo muy amplio para el crecimiento del micelio de *L. boyanus*; dicho intervalo fue de 60 a 90 % de humedad, dado que en esas condiciones no hubo diferencia significativa con la media máxima. Esta hipótesis se ve apoyada en el hecho de que el intervalo de confianza de la \bar{x} de crecimiento micelial muestra una distribución uniforme (fig. 12).

En *Q. salicifolia* las diferencias significativas de crecimiento entre la condición de máximo desarrollo (60 %) y la de 80 % se pueden atribuir a situaciones aleatorias, ya que el intervalo de confianza de la media mostró distribución uniforme (fig. 13). Por lo tanto, es muy probable que el intervalo de crecimiento micelial óptimo en este tipo de madera sea entre 60 y 90, como en el caso de *Quercus* sp.; el micelio creció sin

diferencias significativas en el intervalo de 60 a 70 % y 90 %. Esto sugiere la posibilidad de que el intervalo de crecimiento óptimo sea más amplio, como en *Quercus* sp., es decir, de 60 a 90 %.

Dado que la hipótesis de no interacción de madera y humedad (Ho1) se rechazó, el óptimo de humedad para el crecimiento del micelio depende del tipo de madera que se considere y análogamente cada madera debe trabajarse a diferente porcentaje de humedad (fig. 17).

CONCLUSIONES

A) La temperatura óptima de crecimiento micelial depende del medio de cultivo utilizado y viceversa. Para la cepa 17 el mejor crecimiento se encontró en EMA a los 20 °C y para la 67 en PDA a 20 °C.

B) El pH óptimo de crecimiento se encontró en el intervalo de 4.0 a 6.0 dependiendo del medio de cultivo utilizado.

C) El patrón de sexualidad de *L. boryanus* es heterotálico tetrapolar.

D) La especie americana *L. boryanus* no se hibridizó con la asiática *L. edodes*, por lo tanto, es probable que se trate de dos especies diferentes.

E) El porcentaje óptimo de humedad para el crecimiento micelial de *L. boryanus* depende del tipo de madera utilizada. En el intervalo de 60 a 80 % de humedad se encontró el mayor crecimiento micelial.

LITERATURA CITADA

- Andó, M., 1976. Fruit body formation of *Lentinus edodes* (Berk.)Sing. on the artificial media. *Mush. Sci.* 9: 415 - 422.
- Aschan - Aberg, K., 1960. Studies on mono and dicaryotic mycelia of *Collybia velutipes*. *Physiol. Plant.* 13: 280 - 297.
- Buller, A. H. R., 1958. *Researches on Fungi*. Vol. 4. Hafner Publishing Co., Nueva York.
- Chang, S. T., 1980. Mushrooms as human food. *BioScience* 30: 399 - 401.
- Chang, S. T., 1982. The prospects for mushroom protein in developing countries. In: Chang, S. T. y T. H. Quimio (eds.), *Tropical mushroom, biological nature and cultivation methods*. The Chinese University Press, Hong Kong.
- Chang, S. T., 1987. World production of cultivated edible mushrooms in 1986. *Mush. J. tropics* 7: 117 - 120.
- Chang, S. T. y P. G. Miles, 1982. Introduction to mushroom science. In: Chang, S. T. y T. H. Quimio (eds.), *Tropical mushrooms. Biological nature and cultivation methods*. The Chinese University Press, Hong Kong.
- Chang, S. T. y P. G. Miles, 1987. Historical record of the early cultivation of *Lentinus* in China. *Mush. J. Tropics.* 7: 31 - 37.
- Chang, S. T. y P. G. Miles, 1989. *Edible Mushrooms and Their Cultivation*. CRC Press, Boca Ratón, Florida.

- Cheng, S. Y. y Y. S. Han, 1987. A new process for commercial growing of Hsian-ku (*Lentinus edodes*) in Taiwan, Republic of China. In: Kaul, N. T. y B. M. Kapur (eds.), *Science and Cultivation Technology of Edible Fungi. Indian mushroom science II*. Reg. Researh Lab. JAMMU TAWI.
- Cotter, V.T. y T. Flynn, 1986. An easy, inexpensive cultivation method. *Mushroom J.* 13 Vol. 14 (4): 35 - 36.
- Delclaire, J. R., 1978. Economics of cultivated mushrooms. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (eds.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- De León-Chocooj, R., G. Guzmán y D. Martínez-Carrera, 1988. Planta productora de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) en Guatemala. *Rev. Mex. Mic.* 4: 297 - 301.
- Dennis, R. W. G. , 1970. *Fungus flora of Venezuela and adjacent countries*. Kew Bull. Add. Ser. III. Cramer, Londres.
- Dubovoy, C., 1968. Conocimiento de los hongos en el México antiguo. *Bol. Inf. Soc. Mex. Mic.* 2: 16 - 24.
- Dubovoy, C. y T. Herrera, 1967. Estudio morfológico de los micelios de *Psilocybe caerulescens* Murrill. en diversos medios líquidos de cultivo. *An. Inst. Biol. Mex. Ser. Bot.* 39: 45 - 79.
- Dunn, O.J. y V.A. Clark, 1974. *Applied Statistics Analysis of Variance and Regression*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Eger, G., 1978. Biology and breeding of *Pleurotus*. In Chang, S.T. y W.A. Hayes (eds.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Esser, K. y R. Kuenen, 1967. *Genetics of Fungi*. Springer Verlag, Nueva York.

- Farr, D. F., 1983. Mushroom Industry: Diversification with additional species in the United States. *Mycologia* 75: 351 - 360.
- Frutis, I. y G. Guzmán. 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del Estado de Hidalgo. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 18: 219-265.
- González Villarreal, L. M., 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Jalisco. *Flora de Jalisco 1*. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, México.
- Guzmán, G. 1972. Macromicetos mexicanos en el Herbario The National Fungus Collection de E.U.A. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 32: 31-55.
- Guzmán, G. 1977. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera*. Limusa, México.
- Guzmán, G., 1984. El uso de los hongos en Mesoamérica. *Ciencia y Desarrollo* 59: 17 - 27.
- Guzmán, G. 1986. Distribución de los hongos en el Caribe y zonas vecinas. *Caldasia* 15: 103-120.
- Guzmán, G. y L. Guzmán-Dávalos, 1984. Nuevos registros de hongos en el Estado de Veracruz. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 221 - 244.
- Guzmán, G. y D. Martínez-Carrera, 1985. Planta productora de hongos comestibles sobre pulpa de café. *Ciencia y Desarrollo* 65: 41 - 48.
- Guzmán, G. y D. Salmones, 1990. El cultivo de los hongos comestibles en México. Recopilación de los trabajos publicados, presentados en congresos o tesis desde 1966 a 1989. Instituto de Ecología A.C., Xalapa.

- Guzmán-Dávalos, L. y G. Guzmán. 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del sureste de México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 89-125.
- Guzmán-Dávalos, L., Nieves, G. y G. Guzmán. 1983. Hongos del Estado de Jalisco, II. Especímenes depositados en el Herbario ENCB, 1a. parte. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 18: 165-181.
- Han, Y. H., W. T. Ueng, L. C. Chen y S. Cheng, 1981. Physiology and ecology of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. *Mush. Sci.* 11 (2): 623-658.
- Harris, B., 1986. Shiitake. *Mushroom I. 12 Vol. 4* (3): 24 - 26.
- Hiroe, I., 1967. On the progress in saw-dust cultivation of mushroom in Japan and applied mushroom science. *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 17: 583 - 586.
- Ito, T., 1978. Cultivation of *Lentinus edodes*. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (eds.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Jong, S. C., 1989. Commercial cultivation of the shiitake mushroom on supplemented sawdust. *Mush. J. Tropics* 9: 89 - 98.
- Leal Lara, H., 1985. La utilización microbiológica de desperdicios lignocelulósicos. Potencialidades y perspectivas. In: Quintero Ramírez, R. (comp.), *Prospección de la biotecnología en México*. Fundación Barros Sierra, A. C. y CONACYT, México.
- Leatham, G. F., 1982. Cultivation of shiitake, the japanese forest mushroom on logs: a potential industry for the United States. *Forest Products Journal* 32: 29 - 35.
- Leatham, G. F., 1983. A chemically defined medium for the fruiting of *Lentinus edodes*. *Mycologia* 75: 905 - 908.

- Leatham, G. F., 1985. Growth and development of *Lentinus edodes* on a chemically defined medium. In: Moore, D., L. A. Casselton, D. A. Wood y J. C. Frankland (eds.), *Developmental Biology of Higher Fungi*. British Mycological Society symposium 10; April 1984; University of Manchester, Cambridge, England: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Leatham, G. F. y T. J. Leonard, 1989. Biology and physiology of shiitake mushroom cultivation. Presentado en: *shiitake mushrooms: A national symposium and trade show*. Center for alternative plant and animal products. University of Minnesota, St. Paul, Minnesota.
- Lee, T. S. y R. J. Hirata, 1984. Simposium sobre el cultivo de hongos. Memoria. S.A.R.H., Puebla.
- López, L., Mora, V., Montiel, E. y G. Guzmán. 1985. Nuevos registros de los Agaricales del Estado de Morelos. *Rev. Mex. Mic.* 1: 269-284.
- Lu, S. -I., T. J. Leonard, S. Dick y G. F. Leatham, 1988. A new strategy for genetic improvement of edible fungi through enhancement of their lignocellulose degrading and fruiting abilities. *Mic. Noetrop. Aplic.* 1: 5 - 19.
- Mapes, C., Guzmán, G. y J. Caballero. 1981. *Etnomicología Purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la Cuenca de Pátzcuaro, Michoacán*. Cuad. divulg. 2 Dir. Gral. Culturas Populares, SEP, Soc. Mex. Mic. & UNAM, México, D.F.
- Martínez-Carrera, D., 1987. Design of a mushroom farm for growing *Pleurotus* on coffee pulp. *Mush. J. tropics* 7: 13 - 23.
- Martínez, D., M. Quirarte, C. Soto, D. Salmenes y G. Guzmán, 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 207 - 219.

- Mata, G., 1986. Comportamiento de una cepa del hongo de invierno *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr.) Sing. (Fungi: Basidiomycetes) en tres diferentes medios de cultivo y desarrollo del micelio en un sustrato preparado. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Veracruzana.
- Mata, G., 1987. Comportamiento de una cepa extranjera de *Flammulina velutipes* en tres medios de cultivo. *Rev. Mex. Mic.* 3: 39-46.
- Mata, G. y D. Martínez-Carrera, 1988. Estimación de la producción anual de residuos agroindustriales potencialmente utilizables para el cultivo de hongos comestibles en México. *Rev. Mex. Mic.* 4: 287 - 296.
- Mata, G. y G. Guzmán.. Distribución y datos ecológicos del hongo *Lentinus boryanus* (Agaricales, Tricholomataceae) en México. *Brenesia* (en prensa).
- Miles, P. G. y S. T. Chang, 1985. *Lentinus* and the future. *Mushroom Newsletter for the Tropics* 6 (2): 2 - 3.
- Mori, K., S. Fukai y A. Zennyozzi, 1976. Hibridization of shiitake (*Lentinus edodes*) between cultivated strains of Japan and wild strains grown in Taiwan and New Guinea. *Mush. Sci.* 9 (1): 391-403.
- Nakai, Y. y R. Ushiyama, 1974 a. Fine structure of shiitake, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. I. Scanning electronmicroscopy on basidia and basidiospores. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 11: 1-6.
- Nakai, Y. y R. Ushiyama, 1974 b. Fine structure of shiitake, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. II. Development of basidia and basidiospores. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 11: 7-15.
- Nakai, Y. y R. Ushiyama, 1974 c. Fine structure of shiitake, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. III. Germination of basidiospores. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 11: 16-22.

- Nee, M., 1981. Betulaceae. *Flora de Veracruz 20*. INIREB, México.
- Pegler, D. N., 1983 a. *The Genus Lentinus. A World Monograph*. Kew. Bull. Add. Ser. X, ed. H.M.S.D., Londres.
- Pegler, D. N., 1983 b. *Agaric Flora of the Lesser Antilles*. Kew. Bull. Add. Ser. IX, ed. H.M.S.D., Londres.
- Raper, C., 1978. Sexuality and breeding. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (eds.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Rasmussen, E. F., 1961. *Dry kiln operator's manual*. Department of Agriculture, Forest Service, E.U.A.
- Rodríguez-Scherzer, G. y L. Guzmán-Dávalos. 1984. Los hongos (macromicetos) de las reservas de la biósfera de la Michilía y Mapimí, Durango. *Bol. Soc. Mex. Mic. 19*: 159-168.
- Royal Botanical Garden Edinburgh, 1969. *Flora of British Fungi. Colour Identification Chart*. ed H.M.S.O., Londres.
- Royse, D. J., 1985. Effect of spawn run time and substrate nutrition on yield and size of the shiitake mushroom. *Mycologia 77*: 756 - 772.
- San Antonio, J. P., 1981. Cultivation of the shiitake mushroom. *HortScience 16*: 151 - 156.
- Singer, R., 1941. Is shiitake a *Cortinellus*? *Mycologia 33*: 449 - 451.
- Singer, R. 1946. Type Studies on Agarics, II. *Lloydia 9*: 114-131.

- Singer, R. 1986. *The Agaricales in Modern Taxonomy*. 4a. ed. Koeltz Sc. Books, Koenigstein.
- Singer, R. y B. Harris, 1987. *Mushrooms and Truffles. Botany, Cultivation and Utilization*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Sobal, M., P. Morales y D. Martínez-Carrera, 1989. Efecto del pH sobre el crecimiento de diversas cepas mexicanas y extranjeras de hongos comestibles en el laboratorio. *Micol. Neotrop Apl.* 2: 41 - 51.
- Song, C. H., K. Y. Cho y N. G. Nair, 1987. A synthetic medium for the production of submerged cultures of *Lentinus edodes*. *Mycologia* 79: 866 - 876.
- Tokimoto, K., 1974. Formation of callus-like aberrant fruit bodies on agar cultures of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. *Rept. Tottori Mycol. Inst.* 11: 23 - 28.
- Tokimoto, K. y M. Komatsu, 1978. Biological nature of *Lentinus edodes*. In: Chang, S. T. y W. A. Hayes (eds.), *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, Nueva York.
- Tokimoto, K. y M. Komatsu, 1982. Influence of temperature on mycelium growth and primordium formation in *Lentinus edodes*. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 23: 385 - 390.
- Vogel, F., 1990. Comunicación personal.
- Welden, A. L. y G. Guzmán 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). *Bol. Soc. Mex. Mic.* 12: 59-102.

Tabla 1. Producción mundial de hongos (en miles de toneladas) entre 1975 y 1986. Tomado de: Delclaire (1978); Chang y Miles (1982); Chang y Miles (1989); Chang (1987)

ESPECIES	1975	1979	1983-84	1986
<i>Agaricus</i> spp.	670	870	1022	1227
<i>Lentinus edodes</i>	130	170	234	314
<i>Volvariella</i> spp.	42	49	65	178
<i>Flammulina velutipes</i>	38	60	60	100
<i>Pleurotus</i> spp.	12	32	32	169
<i>Auricularia</i> spp.	5.7	10	46	119

Tabla 2. Cepas estudiadas y procedencia de las mismas

ESPECIE/REGISTRO	PROCEDENCIA	RECOLECTOR
<i>Lentinus boryanus</i> Cepa 17	Carretera Xalapa - Coatepec, Vía Briones, Ver.	García s/n
<i>L. boryanus</i> Cepa 67	Parque Ecológico Fco. J. Clavijero, Xalapa, Ver.	Soto 90
<i>L. boryanus</i> Mata 285	Parque Ecológico Fco. J. Clavijero, Xalapa, Ver.	Mata 285
<i>L. edodes</i> Cepa 40	Hong Kong	Chang s/n

Tabla 3. Procedencia de las especies de madera que se utilizaron para el crecimiento micelial de *Lentinus boryanus*

ESPECIE	LOCALIDAD	RECOLECTOR	Reg. XALw
<i>Alnus jorullensis</i>	San Miguel del Soldado, Ver.	Mata 289	2139
<i>Carpinus caroliniana</i>	San Miguel del Soldado, Ver.	Mata 290	2215
<i>Inga jinicuil</i>	Prolongación de Rebsamen, Xalapa, Ver.	Mata 288	2173
<i>Quercus salicifolia</i>	Jilotepec, Ver.	Mata 292	
<i>Quercus</i> sp.	San Miguel del Soldado, Ver.	Mata 291	

Tabla 4. Tamaño promedio de los micelios en mm² de las cepas estudiadas a los 21 días en los medios de cultivo y temperaturas experimentadas

		CEPA 17							
		MEDIO DE CULTIVO							
TEMPERATURA (°C)	PDA		EMA		SAB		DEXT		
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	
20	5414	689	6361	0	3658	786	0	0	
22	4960	734	5463	550	3423	207	0	0	
25	2648	321	5815	473	1865	235	0	0	
27.5	382	69	223	82	771	56	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	

		CEPA 67							
		MEDIO DE CULTIVO							
TEMPERATURA (°C)	PDA		EMA		SAB		DEXT		
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	
20	4001	340	2330	771	1664	144	0	0	
22	2466	175	1912	88	1299	74	0	0	
25	1764	224	1017	322	771	56	0	0	
27.5	882	443	617	87	314	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 5. Comparaciones entre la media de crecimiento de la cepa 17, en los medios de cultivo y temperaturas probados

Comparación entre los intervalos de temperatura en los diferentes medios de cultivo

Medio de cultivo	INTERVALO DE TEMPERATURA (°C)									
	20 22	20 25	20 27	20 30	22 25	22 27	22 30	25 27	25 30	27 30
PDA		*	*	*	*	*	*	*	*	*
EMA			*	*		*	*	*	*	*
SAB	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DEXT										

*Intervalos en los que se presentan diferencias significativas al 95 %

Tabla 6. Comparaciones entre la media de crecimiento de la cepa 67, en los medios de cultivo y temperaturas probados

Comparación entre los intervalos de temperatura en los diferentes medios de cultivo

Medio de cultivo	INTERVALO DE TEMPERATURA (°C)									
	20 22	20 25	20 27	20 30	22 25	22 27	22 30	25 27	25 30	27 30
PDA	*	*	*	*	*	*	*		*	
EMA			*	*		*	*	*	*	*
SAB	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DEXT										

*Intervalos en los que se presentan diferencias significativas al 95 %

Tabla 7. Tamaño promedio de los micelios en mm² de la cepa 17 a los 18 días en los diferentes medios de cultivo e intervalos de pH probado

INTERVALO DE pH	MEDIO CULTIVO DE							
	PDA		EMA		SAB		DEXT	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
4.0	6361	0	4844	2628	4536	0	533	81
4.5	5808	0	6361	0	3633	203	267	113
5.0	6361	0	6085	276	3495	322	160	81
5.5	6361	0	6361	0	2290	0	0	0
6.0	6082	0	6361	0	2463	0	0	0
7.0	3710	0	5541	0	872	444	0	0
8.0	78	0	26	45	0	0	0	0
9.0	1342	461	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Comparaciones entre la media de crecimiento micelial de la cepa 17, en los medios de cultivo e intervalos de pH probados

		MEDIO DE CULTIVO			
		PDA	EMA	SAB	DEXT
I	4.0 - 4.5	*		*	*
	4.0 - 5.0			*	*
N	4.0 - 5.5			*	*
	4.0 - 6.0	*		*	*
T	4.0 - 7.0	*		*	*
	4.0 - 8.0	*	*	*	*
E	4.0 - 9.0	*	*	*	*
	4.5 - 5.0	*			
R	4.5 - 5.5	*		*	*
	4.5 - 6.0	*		*	*
V	4.5 - 7.0	*	*	*	*
	4.5 - 8.0	*	*	*	*
A	4.5 - 9.0	*	*	*	*
	5.0 - 5.5			*	*
L	5.0 - 6.0	*		*	*
	5.0 - 7.0	*	*	*	*
O	5.0 - 8.0	*	*	*	*
	5.0 - 9.0	*	*	*	*
D	5.5 - 6.0	*		*	
	5.5 - 7.0	*	*	*	
E	5.5 - 8.0	*	*	*	
	5.5 - 9.0	*	*	*	
P	6.0 - 7.0	*	*	*	
	6.0 - 8.0	*	*	*	
H	6.0 - 9.0	*	*	*	
	7.0 - 8.0	*		*	
	8.0 - 9.0	*			

*Intervalos en los que se presentaron diferencias significativas al 95 %

Tabla 9. Determinación de las cuatro clases de compatibilidad de los aislamientos monospóricos de *Lentinus boryanus*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
	2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
			4	-	-	-	+	+	-	-	-	-
				5	+	-	-	-	-	-	+	-
					6	-	-	-	-	-	-	-
						7	+	+	-	-	-	-
							8	-	+	-	-	+
								9	+	-	-	+
									10	-	-	-
										11	-	-
											12	-

tipos de apareamiento			
I	II	III	IV
1	2	5	8
4	3		9
7	6		
10	11		
12			

Tabla 10. Hibridación de los micelios monospóricos de *Lentinus boryanus* con micelio dicariótico de *L. edodes*

	<i>Lentinus boryanus</i> Mata 285 tipos de apareamiento			
	I	II	III	IV
<i>Lentinus edodes</i> Cepa 40	-	-	-	-

Tabla 11. Tamaño promedio de los micelios en mm² de la cepa 17 a los 15 días en las diferentes maderas y porcentajes de humedad probados

% DE HUMEDAD	TIPO DE MADERA									
	1		2		3		4		5	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
50	3857	419	0	0	356	75	2853	599	4589	353
60	4508	659	277	619	546	215	4885	446	5704	304
70	3422	146	6307	236	122	31	4960	486	5651	304
80	5493	340	4650	643	62	28	4505	608	4123	371
90	4397	268	3874	727	45	31	4258	306	4841	585
100	4210	207	0	0	32	9	3424	250	4588	314

Tipos de madera

1. *Alnus jorullensis*
2. *Carpinus caroliniana*
3. *Inga jinicuil*
4. *Quercus* sp.
5. *Q. salicifolia*

Nota: Los datos de *Inga jinicuil* fueron obtenidos con los datos correspondientes a los 12 días de crecimiento

Tabla 12. Comparaciones entre la media de crecimiento micelial de la cepa 17 en las diferentes maderas e intervalos del porcentaje de humedad probados

Porcentaje de humedad (intervalos)	TIPO DE MADERA				
	1	2	3	4	5
50 - 60				*	*
50 - 70		*	*	*	*
50 - 80	*	*	*	*	
50 - 90		*	*	*	
50 - 100			*		
60 - 70	*	*	*		
60 - 80		*	*		*
60 - 90		*	*		
60 - 100			*	*	*
70 - 80	*	*	*		*
70 - 90	*	*	*		
70 - 100	*	*	*	*	*
80 - 90	*				
80 - 100	*	*		*	
90 - 100		*		*	

* Intervalos en los que se presentaron diferencias significativas al 95 %

Tipos de madera:

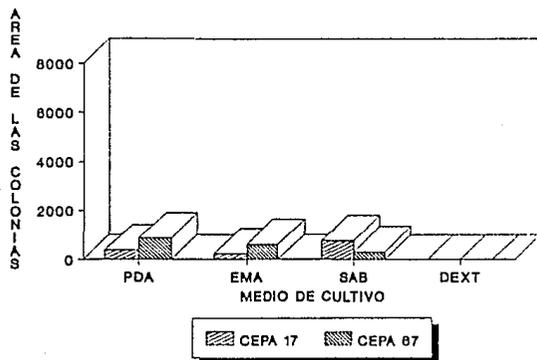
1. *Alnus jorullensis*
2. *Carpinus caroliniana*
3. *Inga jinicuil*
4. *Quercus* sp.
5. *Q. salicifolia*

Tabla 13. Clave para evaluar la densidad del micelio en las cajas de Petri

- 1a. Hifas largas que se observan a simple vista hasta su parte apical..... 2
- 1b. Hifas largas que se pueden observar en su parte apical sólo con microscopio estereoscópico..... densidad escasa
- 2a. Micelio que cubre completamente el sustrato..... 3
- 2b. Micelio que crece dejando algunos huecos que se pueden observar a simple vista..... densidad regular
- 3a. Micelio que presenta crecimiento sin formar agregaciones hifales..... densidad abundante
- 3b. Micelio que presenta crecimiento con agregaciones hifales..... densidad muy abundante

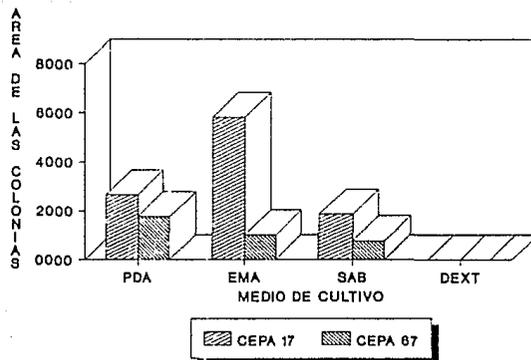
1

CEPAS 17 Y 67 DE *Lentinus boryanus*
A 27.5 °C (AREA EN mm2)



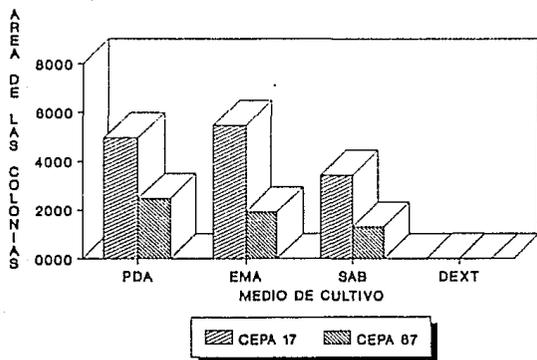
2

CEPAS 17 Y 67 DE *Lentinus boryanus*
A 25 °C (AREA EN mm2)



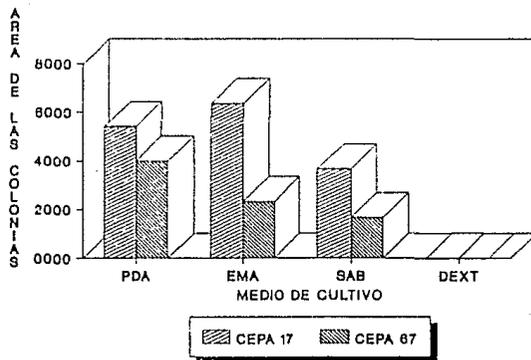
3

CEPAS 17 Y 67 DE *Lentinus boryanus*
A 22 °C (AREA EN mm2)



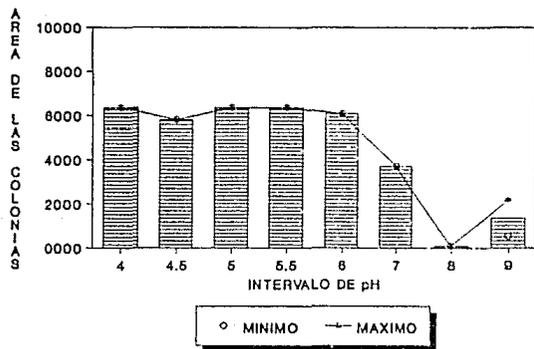
4

CEPAS 17 Y 67 DE *Lentinus boryanus*
A 20 °C (AREA EN mm2)

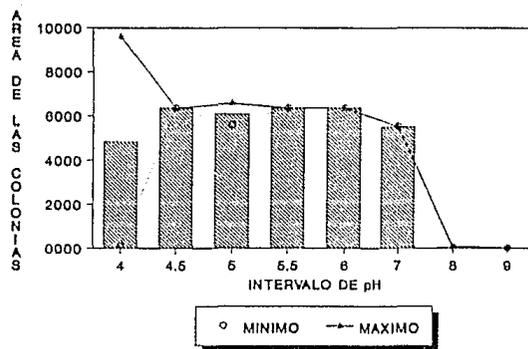


Figs. 1-4. Area promedio de los micelios de las cepas 17 y 67 de *Lentinus boryanus* a los 21 días. 1: incubación a 27.5 °C, 2: incubación a 25 °C, 3: incubación a 22 °C, 4: incubación a 20 °C.

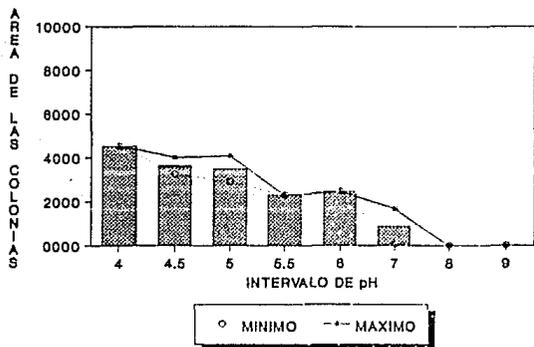
CEPA 17 A DIFERENTES pH EN PDA
(AREA EN mm²)



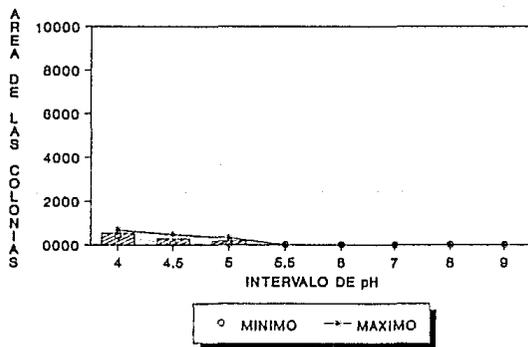
CEPA 17 A DIFERENTES pH EN EMA
(AREA EN mm²)



CEPA 17 A DIFERENTES pH EN SAB
(AREA EN mm²)

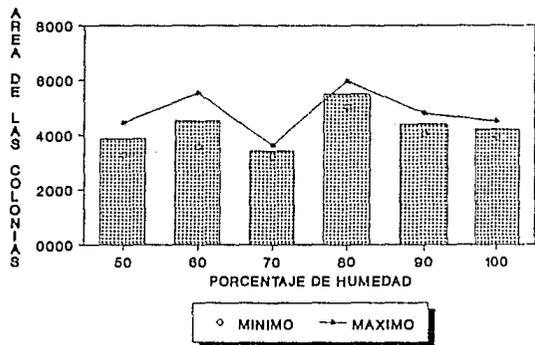


CEPA 17 EN DIFERENTES pH EN DEXT
(AREA EN mm²)

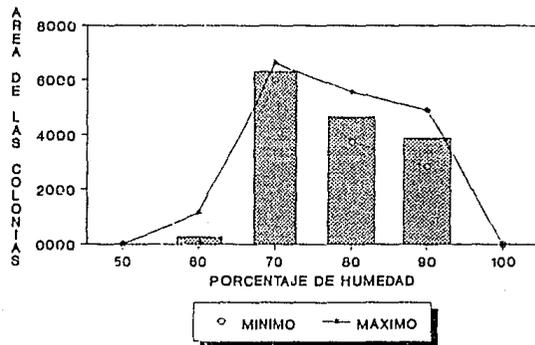


Figs. 5-8. Area promedio del micelio de la cepa 17 de *Lentinus boryanus* a los 18 días de incubación a 20 °C bajo diferentes condiciones de pH (se incluye el intervalo de confianza). 5: en el medio de cultivo PDA, 6: en el medio de cultivo EMA, 7: en el medio de cultivo SAB, 8: en el medio de cultivo DEXT.

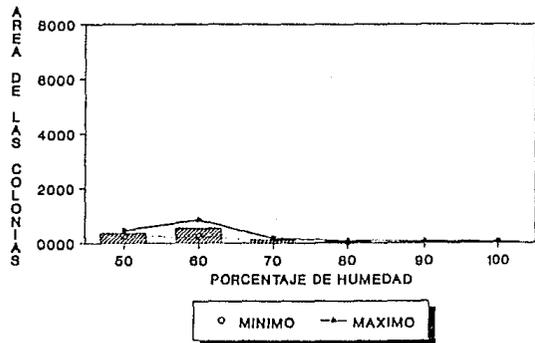
AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 17
EN MADERA DE *Alnus jorullensis*



AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 17
EN MADERA DE *Carpinus caroliniana*

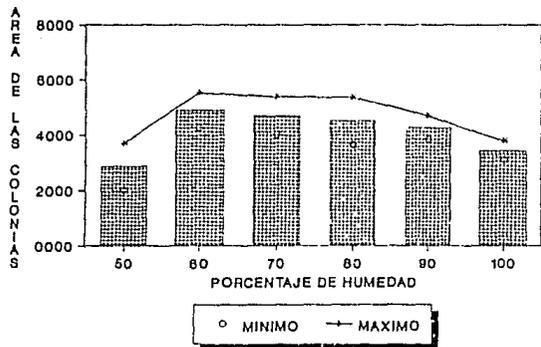


AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 17
EN MADERA DE *Inga jinicuil*

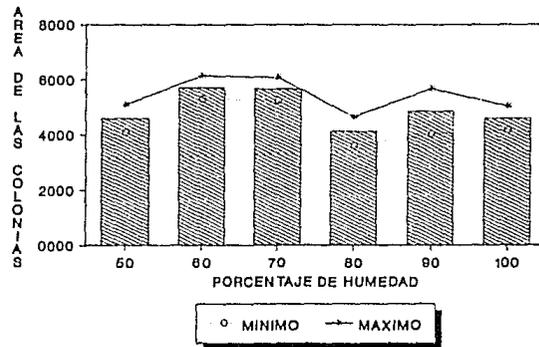


Figs. 9-11. Area promedio del micelio de la cepa 17 de *Lentinus boryanus* a los 15 días de incubación a 20 °C, en diferentes condiciones de humedad (se incluye el intervalo de confianza). 9: en madera de *Alnus jorullensis*, 10: en madera de *Carpinus caroliniana*, 11: en madera de *Inga jinicuil*.

AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 17
EN MADERA DE *Quercus* sp.

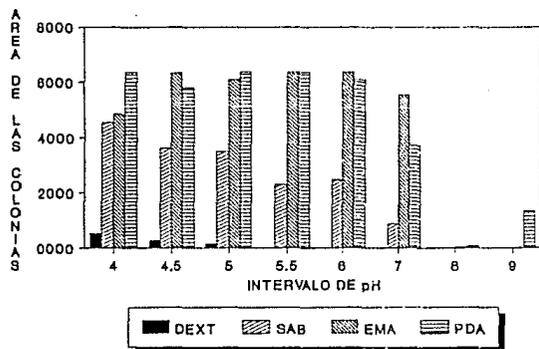


AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 17
EN MADERA DE *Quercus salicifolia*

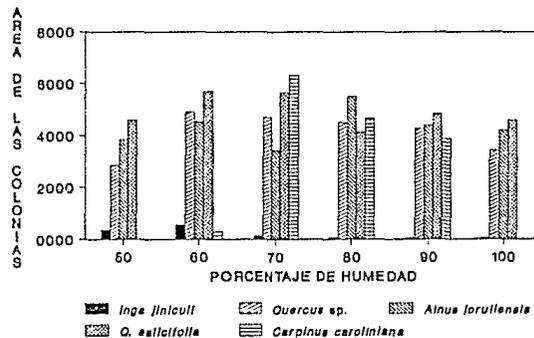


Figs. 12-13. Area promedio del micelio de la cepa 17 de *Lentinus boryanus* a los 15 días de incubación a 20 °C, en diferentes condiciones de humedad (se incluye el intervalo de confianza). 12: en madera de *Quercus* sp., 13: en madera de *Quercus salicifolia*.

CEPA 17 A DIFERENTES pH EN 4 MEDIOS DE CULTIVO (AREA EN mm²)

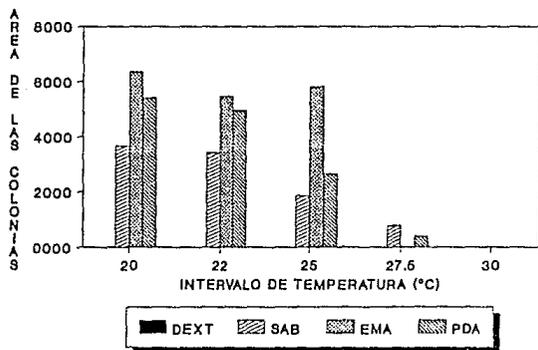


AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 17 EN CINCO DIFERENTES MADERAS

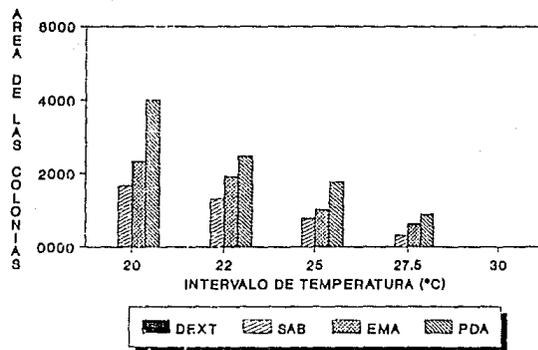


Figs. 14-15. Area promedio de los micelios de *Lentinus boyanus* a los 21 días de incubación en 4 medios de cultivo y 5 temperaturas. 14: cepa 17, 15: cepa 67.

AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 17
EN 4 MEDIOS DE CULTIVO Y 5 TEMPERATURAS



AREA DE LOS MICELIOS DE LA CEPA 67
EN 4 MEDIOS DE CULTIVO Y 5 TEMPERATURAS



Figs. 16-17. Area promedio de los micelios de la cepa 17 de *Lentinus boryanus*. 16: a los 18 días de incubación a 20 °C, en cuatro medios de cultivo ajustados a diferentes pH, 17: a los 15 días de incubación (excepto en *Inga jinicuil* a los 12 días), en diferentes maderas y porcentajes de humedad.