

00322



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

39

Estudio preliminar de los hongos del Canal Santa Cruz, Laguna Xaltocán y Canal Xaltocán, Delegación Xochimilco Distrito Federal.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A :

Allan Canek Chavarria Sánchez

Directora de tesis: **Dra. María del Carmen Auxilio Gonzalez Villaseñor**



2003
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCIÓN ESCOLAR

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

PAGINACION DISCONTINUA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
AVILA 117
MEXICO

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: "Estudio preliminar de los hongos del Canal Santa Cruz, Laguna Xaltocán y Canal Xaltocán, Delegación Xochimilco Distrito Federal."

realizado por Allan Canek Chavarria Sánchez

con número de cuenta 09313041-7 , quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

Dra. María del Carmen Auxilio González Villaseñor

Carmen

Propietario

Dr. Teófilo Herrera Suárez

T. Herrera

Propietario

Dr. Miguel Armando Ulloa Sosa

Miguel Ulloa Sosa

Suplente

M. en C. Celia Elvira Aguirre Acosta

C. Elvira Aguirre A.

Suplente

Dr. Sigfrido Sierra Galván

Sigfrido Sierra Galván

Consejo Departamental de Biología

[Firma]
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez
Coordinador de Biología

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE BIOLOGÍA

"Hay otros mundos, pero están en éste"
Paul Eluard.

*"Toda la vida es, asimismo, una cadena cuya
naturaleza conoceremos siempre que nos muestre uno
de sus eslabones." Sherlock Holmes.*

Dedicatoria

A mis abuelos, por estar siempre ahí

A mis padres, por todo lo que me han dado

A mis hermanos, primos y amigos, por los buenos momentos

A los ausentes, porque siempre los recordamos

A Enrique, Rufino y Mario

Agradecimientos

- A la Universidad Nacional Autónoma de México.
- A la Facultad de Ciencias, al Instituto de Biología y al Departamento de Botánica, UNAM.
- A la Dra. María del Carmen González por su paciencia y guía durante la realización de este trabajo.
- Al Dr. Teófilo Herrera, Dr. Miguel Ulloa, M. en C. Elvira Aguirre y Dr. Sigfrido Sierra por revisar y enriquecer esta tesis con sus ideas y experiencia.
- A la Delegación de Xochimilco por apoyar este proyecto, así como por facilitar el transporte en los canales.
- A mis profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades por introducirme en el universo de la Biología.
- A los maestros de la Facultad de Ciencias que me mostraron el mundo de los hongos y sus maravillas.
- A los biólogos (as) Alberto Gómez, Julio César, María Dolores Hernández, Silvia Bautista, Leonardo Alvarado, Octavio González Caballero por su apoyo.
- A mis compañeros de la carrera.

Resumen

En los cuerpos de agua dulce se pueden encontrar desarrollándose hongos, tanto terrestres como acuáticos. La función de dichos hongos es degradar la materia orgánica que cae al agua, contribuyendo de esta forma al reciclaje de los nutrientes. En México, los estudios dedicados a este tema son muy escasos. Por esa razón, el objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio preliminar en el Canal Santa Cruz, en la Laguna Xaltocán y en el Canal Xaltocán de la Delegación Xochimilco, Distrito Federal (ubicados dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México), mediante la aplicación de dos métodos específicos para la obtención de hongos microscópicos de ambientes acuáticos que degradan restos con celulosa y lignina: incubación de carnadas de madera e incubación de restos vegetales. Se obtuvieron un total de 200 incidencias, de las cuales, los hongos mitospóricos (152) presentaron el mayor número, seguido por Ascomycota (38), Basidiomycota (7) y Zygomycota (3). Se registraron 37 géneros, de los cuales *Phoma* (17.5%) fue el más abundante, seguido por *Doratomyces* (15.5%), *Stachybotrys* (10%) y *Fusarium* (6.5%). De los 37 géneros registrados, *Aniptodera*, *Chaetomium*, *Cirrenalia*, *Fusarium*, *Mycosphaerella*, *Ophioceras*, *Orbicula*, *Orbilina*, *Penicillium* y *Trichocladium* tienen especies exclusivamente de agua dulce o dulceacuícolas estrictas, particularmente *Aniptodera*, *Ophioceras*, *Cirrenalia* y *Trichocladium*, que son géneros típicos del ambiente acuático. Todos los géneros que se encontraron son nuevos registros para el ambiente acuático de Xochimilco, 28 son nuevos registros para Xochimilco, y 4 son nuevos registros para el país: *Aniptodera*, *Ophioceras*, *Orbicula* y *Orbilina*. La mayor diversidad se obtuvo en la Laguna Xaltocán y la menor en el Canal Xaltocán. En cuanto a la preferencia del sustrato se observó que en las ramas se presentó el mayor número de géneros (26), mientras que las carnadas (18) y las hojas (17) tuvieron prácticamente el mismo valor. No hubo diferencia significativa al comparar los 2 métodos, por lo que ambos son confiables. Este estudio contribuye al conocimiento en general de la micobiota del Distrito Federal y del país.

Contenido

i.	Dedicatoria	
ii.	Agradecimientos	
iii.	Resumen	
		Pág.
1	Introducción	1
1.1	Definición e importancia de la investigación.	1
1.2	Objetivos de la investigación.	5
2	Antecedentes	7
3	Materiales y métodos	12
3.1	Descripción del área de estudio.	12
3.1.1	Aspectos históricos.	12
3.1.2	Época actual.	13
3.1.3	Clima.	13
3.1.4	Tipos de suelos.	14
3.1.5	Hidrografía.	15
3.1.6	Vegetación.	15
3.1.7	Fauna.	16
3.1.8	Alteración de la zona.	16
3.2	Realización del muestreo.	17
3.3	Procesamiento de la muestra.	21
3.4	Identificación y conservación de los hongos.	23
3.5	Análisis de los datos.	24
3.5.1	Abundancia.	24
3.5.2	Similitud.	24
3.5.3	Diversidad.	25
3.5.4	Uniformidad o equiparabilidad.	26
3.5.5	Análisis de varianza.	26
4	Resultados	28
4.1	Registro de la micobiota.	28
4.2	Abundancia y diversidad.	28
4.3	Preferencia del sustrato.	44
4.4	Comparación de los métodos empleados.	44
5	Discusión	51
6	Conclusiones y recomendaciones	59
7	Literatura citada	63

1 Introducción

1.1 Definición e importancia de la investigación.

La presión que el hombre ha ejercido en los ecosistemas de la Tierra ha alterado de manera drástica su equilibrio ecológico. Dado que el agua es un recurso indispensable para todos los seres vivos (incluyendo al ser humano), el estudio de su calidad es un factor importante en los campos de la salud y la producción de alimentos (Ortega y Villalpando, 1984).

El estudio de los microorganismos que se encuentran en el agua permite conocer la calidad de este recurso, ya que algunos microorganismos sirven como indicadores de contaminación o pueden ser agentes causantes de enfermedades (Park, 1972; Vukojevic' *et al.*, 1997). En general, los microorganismos acuáticos (bacterias, hongos, algas, protozoarios, etc.) juegan un papel importante en la dinámica ecológica de los cuerpos de agua porque contribuyen a que el ecosistema acuático se conserve estable y funcione adecuadamente (Jones, 2001). Principalmente, la acción que realizan los hongos microscópicos en los ambientes de agua dulce tiene gran importancia porque son los degradadores primarios de los restos lignocelulósicos, lo que contribuye al reciclaje de los nutrientes en esos sistemas. Sin embargo, dicho proceso no está claro, ya que se desconocen muchos de sus aspectos biológicos y ecológicos (Wong *et al.*, 1998).

En la actualidad se estima que el número de especies de hongos en el mundo es de 1.5 millones, de las cuales, aproximadamente 80 060 se encuentran

descritas (Hawksworth, 2001; Hyde, 2001; Kirk *et al.*, 2001). En México probablemente existen 185 000 especies, con apenas unos 6 710 hongos registrados, de los que solamente 1 910 son micromicetes (Guzmán, 1998). Estas cifras muestran claramente que los hongos microscópicos se encuentran poco estudiados. Con respecto a los hongos dulceacuícolas *sensu stricto*, en el mundo se han reportado 1 000 especies (Ho *et al.*, 2001). En México, solamente están registrados dos hongos de los estados de Hidalgo y Nuevo León, pertenecientes al phylum Chytridiomycota (Céspedes y Castillo, 1982). Con respecto a los ascomicetes y hongos mitospóricos, no hay antecedentes en México sobre especies dulceacuícolas estrictas. Sobre los hongos de origen terrestre que pueden habitar en el agua dulce, es decir *sensu lato*, solamente se encuentra el trabajo de Martínez y colaboradores (1973), en el que registraron 15 géneros de hongos mitospóricos del Río Coatzacoalcos, Veracruz. En general, hay pocos antecedentes sobre el estudio de los hongos que habitan en los ambientes dulceacuícolas de México, lo que genera un vacío sobre el conocimiento de su diversidad, conservación y aprovechamiento.

Los hongos son importantes desde el punto de vista ecológico como degradadores de restos vegetales (hojas, ramas, etc.), de restos animales (pelo, escamas, piel, exoesqueletos de insectos, etc.), como patógenos de plantas, animales, de otros hongos, y como patógenos potenciales del hombre (Vukojevic' *et al.*, 1997; Wong *et al.*, 1998; Yuen, 1998; Garnett *et al.*, 2000;). En los ambientes acuáticos, la mayor parte del material vegetal que cae en el agua puede estar previamente colonizado por hongos terrestres, algunos de los cuales inician el proceso de degradación, pero posteriormente, éstos son desplazados

por los hongos dulceacuícolas, los cuales poseen un aparato enzimático que les permite degradar los restos vegetales en el agua (Vukojevic' *et al.*, 1997; Wong *et al.*, 1998; Garnett *et al.*, 2000). La composición bioquímica del sustrato determina el tipo de especies que lo colonizarán y degradarán por primera vez; algunos hongos degradan específicamente sustratos ricos en celulosa (hojas), mientras que otros degradan sustratos compuestos por lignina (ramas y tallos) (Sivichai *et al.*, 2002). También se puede presentar una sucesión de diferentes comunidades de hongos, las cuales compiten por el sustrato y emplean diversas sustancias químicas para evitar la competencia con otros organismos (Wong *et al.*, 1998; Fryar *et al.*, 2001). Durante el proceso de degradación, los hongos transforman el sustrato haciéndolo más palatable para algunos invertebrados (Suberkropp, 1995; Wong *et al.*, 1998; Garnett *et al.*, 2000), que al ir consumiendo este sustrato abren nuevas áreas de colonización para otros hongos (Garnett *et al.*, 2000). Los estudios realizados para conocer cómo estos hongos contribuyen al reciclaje de los nutrimentos en la cadena trófica son pocos y la mayor parte se han realizado en zonas templadas, mientras que para zonas tropicales han sido mínimos (Wong *et al.*, 1998; Ho *et al.*, 2001).

El potencial económico que los hongos pueden tener como productores de diversos compuestos químicos se ha demostrado muchas veces, *Aspergillus* y *Penicillium* son un ejemplo de lo anterior (Fujii *et al.*, 2002). Sin embargo, los estudios realizados con hongos de agua dulce y marinos en este contexto son limitados, en comparación con los realizados con hongos terrestres (Gloer, 1991). Para poder vivir en un ambiente diferente, los hongos han desarrollado mecanismos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos específicos que les permiten

sobrevivir y prosperar (Wong *et al.*, 1998). Esto los convierte en microorganismos con un gran potencial médico, industrial, alimenticio, etc., ya que al poseer genotipos diferentes pueden obtenerse de sus metabolitos secundarios nuevos compuestos químicos bioactivos, cuyo uso puede acarrear grandes beneficios para el hombre (Gloer, 1991).

El conocimiento, la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad del territorio de la Ciudad de México, una de las ciudades más grandes y contaminadas del mundo, es importante para poder implementar planes para mejorar su calidad ambiental, y de esta forma poder ofrecer a sus habitantes un ambiente adecuado para su desarrollo. La Ciudad de México actualmente ocupa el territorio del Distrito Federal y parte de los estados adyacentes a dicho distrito. El sistema hidrológico de Xochimilco se encuentra en la Delegación Xochimilco, una de las 16 delegaciones que conforman el Distrito Federal. Aunque dicha delegación ocupa solamente 7.9% de la zona metropolitana de la Ciudad de México, el sistema hidrológico de Xochimilco tiene gran importancia cultural, histórica y económica; además, ecológicamente es un ambiente único en su género en el mundo y es un Patrimonio de la Humanidad. En las zonas ribereñas y en las chinampas se cultivan flores y viveres, y además es una zona turística que recibe todo el año visitantes de procedencia local, nacional e internacional. En general, la flora y fauna de la zona, incluyendo la acuática, se encuentran bien estudiadas; también se han realizado algunos estudios microbiológicos de tipo bacteriológico, orientados principalmente para determinar la calidad del agua. Con respecto a los hongos microscópicos, solamente se encuentra el trabajo que realizaron Heredia y colaboradores (1988) sobre los hongos del suelo de una

chinampa en el que registraron 16 hongos mitospóricos. Por lo tanto, no existe ningún estudio sobre los hongos microscópicos de los canales y lagunas, por lo que este trabajo de tesis es la primera contribución al conocimiento de la diversidad de los hongos microscópicos de ambientes dulceacuícolas de México.

1.2 Objetivos de la investigación.

Con base en lo anteriormente expuesto, el objetivo general de la presente investigación fue:

Realizar un estudio preliminar sobre los hongos que habitan en el ambiente acuático de Xochimilco, para contribuir al conocimiento de la biodiversidad de la Ciudad de México y del país.

Para lograrlo, se establecieron los siguientes objetivos particulares:

1. Extraer los hongos filamentosos superiores que habitan en el ambiente de agua dulce del Canal Santa Cruz, de la Laguna Xaltocán y del Canal Xaltocán, Delegación Xochimilco, Distrito Federal, mediante la aplicación de dos métodos específicos para obtener los hongos que degradan restos con lignina y celulosa, e identificarlos hasta nivel de género.
2. Evaluar la abundancia y diversidad de los hongos registrados al analizar los datos por medio de la aplicación del índice de diversidad de Shannon y los índices de similitud de Sorensen y Jaccard.

3. Determinar la preferencia del sustrato de los hongos que se obtuvieron.
4. Valorar la confiabilidad de los dos métodos comparándolos a través de un análisis ANOVA de clasificación simple.
5. Conservar *ex situ* los hongos registrados en forma deshidratada, preparaciones microscópicas y/o en cultivos vivos, e integrar los ejemplares a la Colección de Hongos del Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología, UNAM.

2 Antecedentes

En el sentido estricto, los hongos dulceacuícolas son todas aquellas especies que completan su ciclo vital en el medio acuático y se encuentran asociadas a sustratos predominantemente dulceacuícolas. Se piensa que se originaron de ancestros terrestres que colonizaron el medio acuático y desarrollaron características específicas para el mismo (Wong *et al.*, 1998). Los primeros estudios de los hongos acuáticos dulceacuícolas se remontan hasta 1893-1894, cuando De Wildeman describió los primeros dos géneros: *Lemonniera* y *Tetracladium*; sin embargo, no es hasta 1942 cuando Ingold realiza los primeros trabajos formales (Ho *et al.*, 2001).

Hasta 1998 se conocían 600 especies de hongos dulceacuícolas (Wong *et al.*, 1998) y recientemente se conocen alrededor de 1000 especies (Ho *et al.*, 2001). Sin embargo, sólo en algunos países del mundo se han estudiado estos organismos, por lo que es poca la información que se tiene acerca de estos hongos, y todavía no se puede hablar de números definitivos. Los hongos de los ambientes dulceacuícolas pueden ser residentes, anfibios, o facultativos, lo que se debe a su grado de adaptación a este medio.

Dentro de las diversas adaptaciones que los hongos presentan al medio acuático están: 1) presencia de apéndices u ornamentaciones en la pared de sus esporas, los cuales les sirven durante su dispersión, así como para sujetarse a un sustrato determinado; 2) presencia de mucílago o apéndices mucilaginosos que

les ayudan a sujetarse al sustrato, y 3) mecanismos de dispersión que se activan con el movimiento del agua (Wong *et al.*, 1998).

En el ambiente dulceacuícola se pueden encontrar 5 grupos taxonómicos de hongos: 1) hongos mitospóricos (ingoldianos), que se caracterizan por degradar hojas en lagos y ríos, 2) Chytridiomycetes, que generalmente degradan sustratos no solamente con celulosa sino también con quitina y queratina, 3) Zygomycetes, que degradan restos con celulosa, 4) ascomicetes, que se presentan principalmente degradando la madera sumergida, y 5) basidiomicetes, que degradan restos vegetales (Wong *et al.*, 1998).

Los hongos acuáticos se pueden encontrar en hábitats como: a) ambiente léntico, que carece de corrientes de agua (lagos, estanques, pantanos) y b) ambiente lótico, que presenta corrientes de agua (ríos, riachuelos).

En cuanto a la distribución de los hongos de agua dulce, como el mayor número de trabajos se han realizado en pocos países (Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Hong Kong, etc.) (Cai *et al.*, 2002,) no es posible tener una idea clara de su biogeografía (Wong *et al.*, 1998). Sin embargo, los estudios realizados permiten concluir que muchas especies son cosmopolitas, aunque varias pueden ser más comunes en regiones tropicales y/o templadas; que algunas especies están restringidas a zonas templadas, tropicales o frías, y que hay especies que solamente se desarrollan en pequeñas áreas geográficas.

Sobre los hongos acuáticos se han realizado en otros países diversos estudios taxonómicos (Chang *et al.*, 1998; Hyde *et al.*, 1999), y ecológicos (Garnett *et al.*, 2000; Ho *et al.*, 2001; Fryar *et al.*, 2001) relacionados con la contaminación y con su distribución (Tan y Lim, 1983; Grupta y Dubey, 1987,

1991; Krauss *et al.*, 2001; Sridhar *et al.*, 2000), o sobre su aplicación biotecnológica como posibles productores de antibióticos (Saadoun *et al.*, 1999).

En México, con base en las extrapolaciones sobre la diversidad fúngica indican que es muy grande, sin embargo sólo se ha estudiado una parte muy pequeña de la misma, equivalente a 6 710 hongos registrados, de los que solamente 1 910 son micromicetes (Guzmán, 1998). Como consecuencia, los hongos acuáticos de este país se conocen muy poco. Solamente se encuentra el trabajo de Céspedes y Castillo (1982), en el que reportaron 18 especies de hongos, de los cuales, únicamente *Rhizophidium keratinophilum* (Chytridiales, Chytridiomycota) y *Allomyces neomoniliformis* (Blastocladales, Chytridiomycota) son hongos acuáticos estrictos; las especies restantes son oomicetes (Oomycota, Chromista) las cuales, en la actualidad, no se consideran hongos. Sin embargo, aunque dichos registros son importantes, no se consideran en este trabajo porque no pueden comprobarse debido a que el material fúngico no se conservó y la publicación no incluye dibujos ni fotografías.

Con respecto a los hongos de origen terrestre que se han registrado de ambientes de agua dulce se encuentran dos trabajos. Carranco y colaboradores (1984) registraron un hongo acuático, *Pythium* sp. (actualmente no considerado como un hongo), y 19 hongos terrestres de un sistema de estanques de estabilización de aguas residuales de Santo Tomás Atzingo, México. Martínez y colaboradores (1973), durante un estudio sobre los hongos filamentosos mitospóricos de origen terrestre del río Coatzacoalcos, realizado para conocer su posible uso como purificadores de las aguas contaminadas, aislaron 15 cepas que

identificaron solamente hasta género y que pertenecen principalmente a *Penicillium* y *Aspergillus*.

El ecosistema acuático de Xochimilco es muy interesante porque posee gran importancia histórica, económica y ecológica; además, como se encuentra dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México, es un ambiente que muestra un impacto causado por la población ribereña y turística, por lo que el estudio de la diversidad y el papel ecológico que tienen los hongos dulceacuícolas en ese ambiente es importante.

La zona de Xochimilco se ha estudiado desde varios puntos de vista, siendo el más importante el hidrológico debido a que es una zona de uso agrícola. Se han hecho estudios de la calidad del agua (parámetros físico-químicos) (Pedraza-García, 1995), del estado de la flora del parque ecológico (Salas, 1998), del impacto producido por los desechos sólidos en los canales (Olguín, 1992), y sobre la contaminación de los mismos (Balanzario-Zamorate, 1976). Dichos estudios se han enfocado también a aspectos microbiológicos, como los relacionados con el estudio de las bacterias y los parásitos contaminantes (Ortega y Villalpando, 1984), sobre las enterobacterias (Medellín-Rubio, 1996) y algas microscópicas (González, 1991), así como del impacto urbano (Serrano, 1987), entre otros.

En Xochimilco solamente se encuentra un antecedente sobre los hongos microscópicos, que fue un estudio de los hongos del suelo y de la rizosfera de plantas de espinaca cultivadas bajo el sistema de chinampas (Heredia *et al.*, 1988).

Dado que la zona de Xochimilco presenta un gran número de cuerpos de agua, no es de sorprender que pese a su actual estado de deterioro todavía se

puedan encontrar diversos tipos de organismos que formaron parte de la diversidad y, dentro de éstos, a varios grupos de hongos tanto terrestres como dulceacuícolas.

3 Materiales y métodos

3.1 Descripción del área de estudio.

3.1.1 Aspectos históricos.

La cuenca de Valle de México es de tipo endorreico, de formación natural, ya que se encuentra rodeada por montañas, las cuales son: al este, la Sierra Nevada; al oeste la Sierra de las Cruces; al sur la Sierra de Chichinautzin, y al norte las Sierras de Pachuca y Tezontlalpan (INEGI, 2000).

Los antecedentes de Xochimilco se remontan a los primeros asentamientos de la cuenca de México. Fue ocupado en sus inicios por tribus nahuatlacas que se establecieron cerca de manantiales de agua dulce a los que dieron el nombre de Xochimilco, que significa "en el sembradío de flores" (*xóchil*, flor; *milli*, milpa, y la terminación *co*, en el lugar de) (INEGI, 2000).

Antiguamente, Xochimilco estaba formado por dos lagos de agua dulce que ocuparon un área de 200 a 250 km². Sin embargo, en la actualidad dicha área se ha visto reducida debido en gran parte a las actividades humanas, ya que en la búsqueda de espacios para habitar el ser humano ha alterado su entorno de manera drástica; en este caso los lagos han sido sustituidos por una red de canales y pequeñas lagunas que abarcan un total de 189 km². de extensión carentes de corrientes (INEGI, 2000).

3. 1. 2 Época actual

Xochimilco es una de las 16 delegaciones que conforman el Distrito Federal (Fig. 1), cuya principal característica es la presencia de una red de canales precortesianos. Se localiza al sur de la ciudad y es la tercera delegación en extensión, con una superficie de 127.4 km², que representan en total 8.5% de la superficie de la ciudad. La cuenca de Xochimilco se localiza con posición geomatemática a 99° 00' y 99° 16' O y a 19° 00' y 19° 20' N, y está a una altura de 2 274 msnm. Colinda al norte con las delegaciones Coyoacán, Iztapalapa y Tláhuac; al oriente con Tláhuac y Milpa Alta, y al poniente con Tlalpan (INEGI, 2000).

El territorio de la delegación Xochimilco está dividido en tres zonas: Cinturón norte Ajusco-Teuhtli, Cinturón central Topilejo-Milpa Alta, y Zona de Canales. La delegación Xochimilco posee unas 1 968 ha destinadas a la chinampería, con aproximadamente 38 760 chinampas, cada una de las cuales puede variar en su área (INEGI, 2000).

Dentro de las características físicas de la delegación, su fisiografía está caracterizada por la presencia de llanuras lacustres, aluviales y por poseer la llamada meseta basáltica malpaís (INEGI, 2000).

3. 1. 3 Clima

El clima de la zona es templado con algunas variaciones de humedad.

Según García (1981) el clima de la zona es templado con humedad intermedia entre los subhúmedos (Cwii). La temperatura media anual es de 16° C, con extremos de 33° y 9° en el vaso lacustre (INEGI, 2000).

La precipitación en la cuenca de Xochimilco es de unos 970 mm anuales, que se registran para la zona lacustre. El promedio anual de precipitación va desde 600 a 700 mm en la zona norte de la delegación; de 700 a 800 mm para parte de la zona centro, este y oeste, y de 800 a 1 000 mm para el suroeste. La concentración de lluvias ocurre entre los meses de junio a octubre (INEGI, 2000).

La temperatura media anual es de 10° a 12° C en la zona sur de la delegación, de 12° a 14° C en la zona centro-sur, y de 14° a 16° C en la zona norte (INEGI, 2000).

3. 1. 4 Tipos de suelos

En Xochimilco se pueden encontrar los siguientes tipos de suelos: 1) andosol: está formado a partir de cenizas volcánicas, posee un color oscuro y es muy suelto, además es susceptible a la erosión, 2) regosol: no presenta capas diferenciadas, en general es claro y de fertilidad variable, 3) litosol: los suelos de este tipo poseen una profundidad menor a 10 cm hasta la roca, pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos, 4) fozom: presenta una capa superficial oscura, suave y rica en nutrientes, 5) litosol/regosol: es la combinación de los dos tipos anteriores (INEGI, 2000).

3.1.5 Hidrografía

La Delegación de Xochimilco se caracteriza por la vasta red de canales que presenta, así como la zona chinampera que colinda con ésta. Los canales principales son: Cuemanco, Apatlaco, Tlicuili, Nacional, Tezhuilo, Apampilco, Japón, La Noria, Amelalco y Atlític, aunque también hay toda una red de canales secundarios (INEGI, 2000).

Los manantiales más importantes de la zona son: San Luis, Santa Cruz, Nativitas y la Noria.

3.1.6 Vegetación

La vegetación y el tipo de agricultura presente en la zona es de cuatro tipos: agricultura de riego, agricultura de temporal, pastizal y bosque (INEGI, 2000). La vegetación del lugar es muy diversa, tanto en el ambiente terrestre como en el acuático. Los árboles que predominan en el paisaje alrededor de las chinampas son los ahuejotes (*Salix bonplandiana* y *Salix humboltdiana*) (Lot et al., 1979). También se encuentran, como parte de la vegetación flotante, el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), lentejilla (*Lemna* sp.) y chichicastle (*Wolffia columbiana*); además, se observan otras especies en menor abundancia, como los tules (*Typha dominguensis*) y espadañas (*Typha latifolia*). En las orillas de los canales se pueden encontrar casuarinas, eucaliptos, sauces, alcanfores y espadañas.

En las chinampas, se cultivan un gran número de plantas, como legumbres, verduras, cereales, maíz, frijol, calabaza, manzanilla, betabel, zanahoria, etc. Hay

también un gran número de lugares dedicados únicamente al cultivo de flores de todo tipo (INEGI, 2000).

3. 1. 7 Fauna

Antes del decaimiento en la calidad del agua, la fauna estaba constituida principalmente por ajolotes, almejas, ranas, carpas rojas, blancas y negras, truchas, acociles y tortugas. La fauna terrestre estaba formada por liebres, tigrillos y venados. Sin embargo, en la actualidad es muy difícil, si no es que imposible, encontrar algún organismo de este tipo en la zona, ya que el crecimiento urbano ha originado la extinción de un gran número de estos animales y la consecuente pérdida de su diversidad. En la zona de canales, lagunas y chinampas se encontraban varias clases de palmípedos, como la agachona común (*Gallinago* sp.), gallaretas (*Fulica* sp.), garzas blancas (*Casmerodius albus*), pato real (*Cairina moschata*) y tórtolas (*Columbina* sp.); desafortunadamente muchas de estas especies han desaparecido o su número ha disminuido drásticamente (INEGI, 2000).

3. 1. 8 Alteración de la zona

Uno de los principales problemas que presenta Xochimilco es la contaminación presente en el lugar, la cual se debe en gran parte a la acción del hombre, ya que éste ha usado la red de canales y lagunas como tiradero de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, ya sea en forma premeditada o por

ignorancia esta acción ha provocado la desaparición de un gran número de especies de la fauna típica debido a la disminución del oxígeno disuelto en el agua. Esta situación provocó una competencia mayor entre las especies de la zona lo cual afectó su distribución. Otra consecuencia es la obstrucción de los rayos solares necesarios para la fotosíntesis lo cual causó la muerte del fitoplancton (Olguín, 1992).

La excesiva extracción del agua de los manantiales de Xochimilco ha originado una disminución en nivel de la misma, así como una descompensación del régimen hidrológico. Para corregir esta acción, se han vertido en los manantiales aguas tratadas provenientes principalmente de la planta del Cerro de la Estrella. Esto trajo como consecuencia una alteración en el ecosistema, viéndose afectados plantas y animales (Balanzario-Zamorate, 1976). Todo lo mencionado aunado a la poca circulación del agua en los canales, el escurrimiento de tierra, la deposición de restos vegetales, estiércol y basura, ha provocado condiciones favorables para la putrefacción, proliferación de moscas, bacterias y una gran cantidad de parásitos (Balanzario-Zamorate, 1976).

3.2 Realización del muestreo

El 31 de julio de 2002 se realizó un muestreo en la Delegación Xochimilco, Ciudad de México, para lo cual se establecieron 3 puntos de muestreo: Canal Santa Cruz, Laguna Xaltocán y Canal Xaltocán, localizados cerca del embarcadero Nuevo Nativitas, y en cada uno se seleccionaron al azar 5 estaciones (Figuras 1-6).

En cada una de las estaciones se siguieron dos métodos diferentes para la obtención de los hongos. En el primer método, denominado incubación de carnadas de madera (Jones, 1971), se colocaron un total de 60 unidades de muestra denominadas carnadas (4 carnadas x 5 estaciones x 3 puntos de muestreo = 60), especialmente elaboradas para atraer a los hongos que se encuentran en el agua. Para este método se construyeron las carnadas como se explica a continuación. Cada carnada consta de dos pedazos de madera (*Pinus* sp.), previamente tratada con fungicida tecto-60, cortados de manera rectangular, cuyas medidas son de 10 cm de ancho por 20 cm de alto y 2 cm de espesor; a cada pedazo se le hicieron dos perforaciones centrales, una cerca de la parte inferior, a dos centímetros de la base, y la otra realizada de la misma manera en la parte superior. Por cada uno de los orificios se pasó una cuerda de nylon, el extremo inferior de la cuerda se amarró a un lastre para mantener sumergida la carnada, y el extremo superior de la cuerda se amarró a tallos, raíces o plantas de la orilla de los canales. Los dos pedazos de madera se separaron por medio de dos trozos de manguera de hule de 2 cm de largo por 1 cm de diámetro, colocados a la altura de las perforaciones (Figura 7). Se colocaron 2 pares de carnadas en cada una de las 5 estaciones de los 3 puntos de muestreo, dando un total de 30 pares de carnadas. Las carnadas del primer método se dejaron sumergidas seis semanas, al término de las cuales se regresó a la misma zona para recuperarlas. De un total de 60 de éstas, sólo se encontraron 26, debido a las labores de mantenimiento para la limpieza de los canales, lo que provocó que muchas de las carnadas fueran tomadas como basura y tratadas en consecuencia

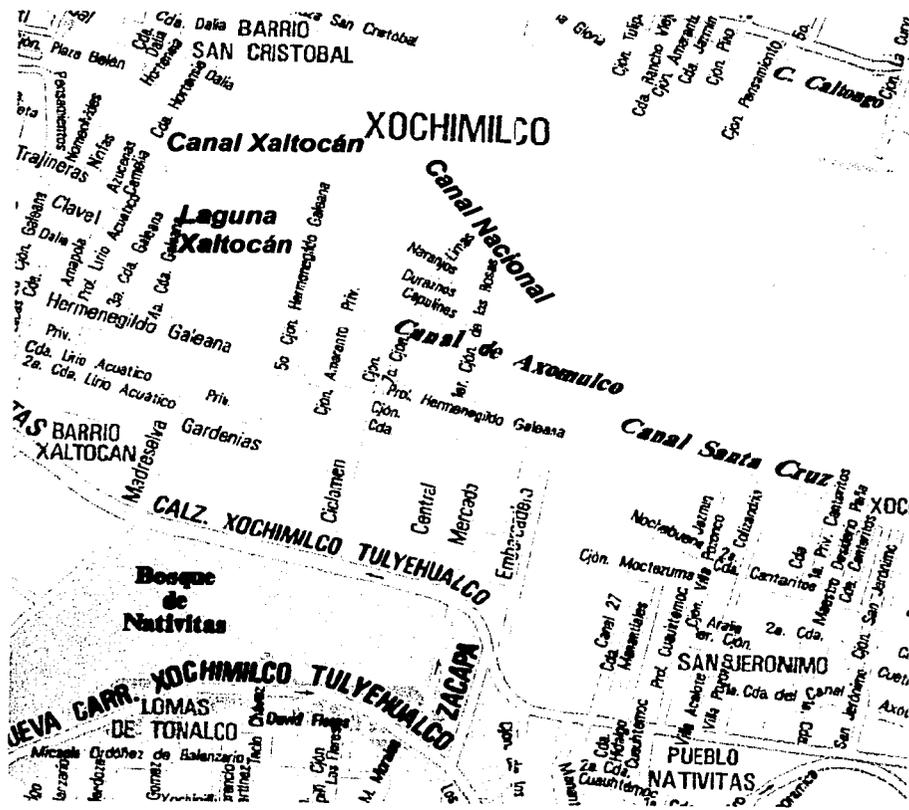
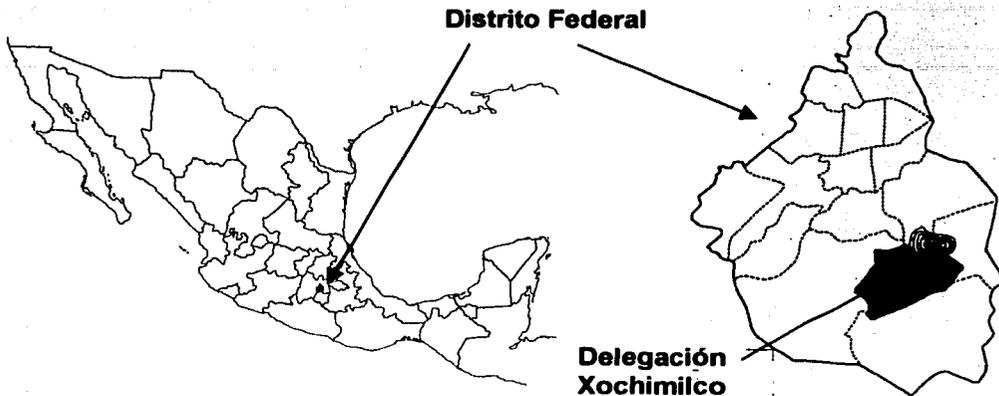


Fig. 1. Mapa que muestra la localización del Canal Santa Cruz, Laguna Xaltocán y Canal Xaltocán en la Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Figs. 2-6. Fotografías de la zona de estudio. 2, 3. Canal Santa Cruz. 4, 5. Laguna Xaltocán. 6. Canal Xaltocán.

TESIS CON
FALLA LE ORIGEN

como tal. Las carnadas se colocaron en bolsas de plástico Zip-loc® estériles y se transportaron al laboratorio en una hielera para procesarlas.

Simultáneamente, se siguió la segunda técnica denominada incubación de restos vegetales (Shearer, 1993), que consistió en la recolección de 10 unidades de muestra constituidas por pedazos de restos vegetales (ramas y hojas) en cada una de las 5 estaciones de los 3 puntos de muestreo, dando un total de 150; dichas unidades de muestra se colocaron en bolsas de plástico Zip-loc® estériles y se trasladaron al laboratorio en una hielera para su procesamiento.

3.3 Procesamiento de la muestra

En el laboratorio, las carnadas de la primera técnica se desarmaron separando los dos bloques de madera, y cada pedazo se lavó con agua destilada estéril y, posteriormente, cada uno se colocó sobre dos toallas de papel absorbente estériles, humedecidos previamente con agua destilada estéril dentro de cajas de plástico estériles con tapa hermética (Figura 8) y después de seis semanas se revisaron con un microscopio para localizar el crecimiento de los hongos. Asimismo, las unidades de muestra obtenidas con la segunda técnica, compuestas por 2 tipos de sustratos: hojas y, pedazos de ramas y tallos, se lavaron con agua destilada estéril y, posteriormente, cada una se colocó sobre dos toallas de papel absorbente estériles, humedecidas previamente con agua destilada estéril dentro de cajas de plástico estériles con tapa hermética. Las cajas se almacenaron durante 5 meses a temperatura ambiente (alrededor de 25° C), se examinaron semanalmente para localizar crecimiento fúngico y cuando

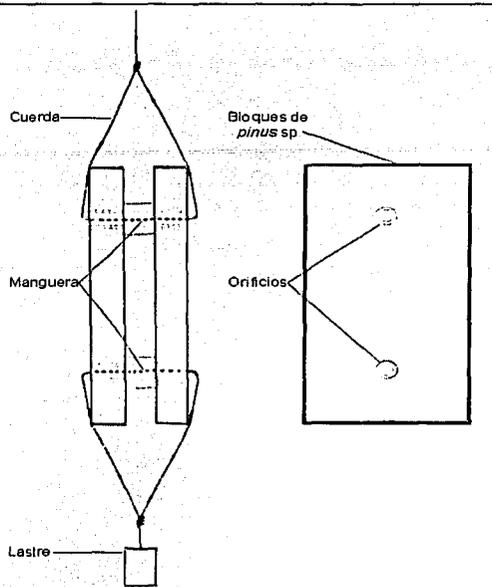


Fig. 7. Esquema que muestra la carnada totalmente armada, Jones (1971).

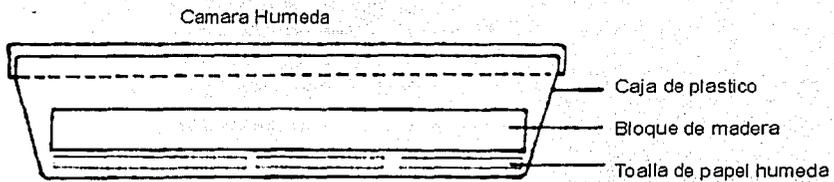


Fig. 8. Esquema de la cámara húmeda con el bloque de madera en su interior, Jones (1971).

fue necesario se les agregó agua estéril con el fin de mantener la muestra hidratada.

3.4 Identificación y conservación de los hongos

De los hongos presentes en las unidades de muestra que se obtuvieron con ambos métodos, se realizaron preparaciones microscópicas para identificarlos. Se montaron en agua destilada estéril y se realizaron mediciones de sus estructuras utilizando un micrómetro ocular y analizando sus caracteres morfológicos. Además, se tomaron fotomicrografías utilizando película Fujicolor Superia, ISO 100. También se procedió a cultivar y aislar los hongos que pudieron crecer en medio de cultivo, usando cajas de Petri desechables estériles con medio de cultivo agar jugo V-8 (Ulloa y Hanlin, 1974).

Para la identificación de los hongos que se obtuvieron se utilizaron diversas claves; para los hongos mitospóricos se emplearon las claves de Barnett y Hunter (1998) y Wang y Zabel (1990), mientras que para los ascomicetes se usaron las de Hanlin (1992 y 1998), Frohlich y Hyde (2000) y Breitbach y Kranzlin (1984).

Los hongos se observaron con un microscopio y se tomaron fotomicrografías utilizando microscopía de luz y de contraste de fases.

La conservación se llevó a cabo deshidratando los bloques de madera, así como los basidiomicetes, los cuales se incorporaron a la Colección de Hongos del Herbario Nacional (MEXU). Los cultivos de las especies que se cultivaron se conservaron vivos y se anexaron a la colección personal de la Dra. María del

Carmen González Villaseñor, (MGV) localizada en el Laboratorio de Micromicetes del Instituto de Biología, UNAM.

3. 5 Análisis de los datos.

3. 5. 1 Abundancia.

La abundancia de las especies (n) se expresó como el número de incidencias individuales de una especie. El porcentaje de abundancia es el número de incidencias de una especie dividida entre el número total de incidencias recuperadas de la muestra. Para comparar la abundancia relativa de las especies y la abundancia de las especies principales que incidieron en más de una muestra, las especies se acomodaron en orden descendente según su abundancia. Para enfatizar los hongos dominantes y los raros, la abundancia total de cada especie se presentó en orden descendente (Bills y Polishook, 1994).

3. 5. 2 Similitud.

Para analizar la similitud entre la composición de las especies de las comunidades estudiadas, se empleó el índice de similitud de Sørensen (1948), basado únicamente en la presencia de géneros en este estudio. Este índice se expresa como valores que van de 0 a 100, para cuantificar desde la disimilitud total hasta la semejanza completa, respectivamente. Cuando el índice se acerca a 100 es por que los puntos de recolección son similares.

$$S = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

donde:

S= Índice de similitud de Sørensen, límites de 0 a 100

C= Número de géneros comunes para ambos puntos de recolección

a= Número de géneros de un punto de recolección

b= Número de géneros de otro punto de recolección

Adicionalmente, se analizaron las comunidades estudiadas aplicando el coeficiente de similitud de Jaccard mediante la ejecución del programa NTSYS-pc (numerical taxonomy and multivariate analysis system) (Rholf, 1993) para confirmar y graficar los resultados.

3. 5. 3 Diversidad.

La diversidad es un aspecto importante en la estructura de una comunidad. El índice de diversidad en este trabajo se aplicó para comparar la composición de géneros de diferentes comunidades, y cuando el valor de dicho índice es satisfactorio es posible extrapolar los datos para determinar el número de géneros de un universo dado. Se empleó la ecuación de Shannon y Weaver (1949).

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.

S= Número de géneros.

pi= Proporción del total de la muestra que corresponde al género i.

3. 5. 4 Uniformidad o equiparabilidad.

Para medir el grado de uniformidad o equiparabilidad en el prorrato de los individuos entre los géneros de micromicetes se aplicó la ecuación del índice citado por Pielou (1966).

$$E1 = \frac{H}{\ln(S)}$$

donde:

E= Índice de uniformidad o equiparabilidad

H= Índice de Shannon

S= Número de especies

Conforme aumenta el índice de Shannon, aumenta el grado de equiparabilidad, que al alcanzar el valor de uno indica uniformidad perfecta.

3. 5. 5 Análisis de varianza.

Para determinar si hay diferencias entre la utilización de dos métodos de muestreo para extraer los hongos del ambiente, se tomaron los números de hongos que se obtuvieron al aplicar los dos métodos y se aplicó un análisis de

varianza (ANOVA) de una variable de clasificación. Si un método no es mejor que el otro, y si la \bar{x} de población del número de hongos para los dos métodos son M1 y M2, entonces el problema se reduce a la prueba de la hipótesis:

$$H_0: M1 = M2$$

4 Resultados

4.1 Registro de la micobiota.

Como resultado del muestreo se obtuvieron un total de 200 incidencias de hongos microscópicos, con representantes de los siguientes grupos: hongos mitospóricos (21 géneros), Ascomycota (14 géneros), Zygomycota (2 géneros), y Basidiomycota (2 géneros) (Tabla 1).

De los 37 géneros registrados, 10 incluyen especies dulceacúcolas: *Aniptodera*, *Chaetomium*, *Cirrenalia*, *Fusarium*, *Mycosphaerella*, *Ophioceras*, *Orbicula*, *Orbilia*, *Penicillium* y *Trichocladium*. Los géneros restantes son típicamente de origen terrestre (Figuras 9-86).

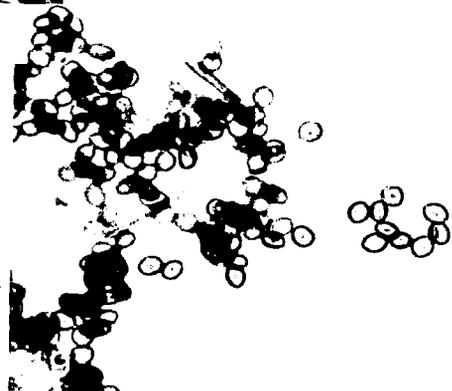
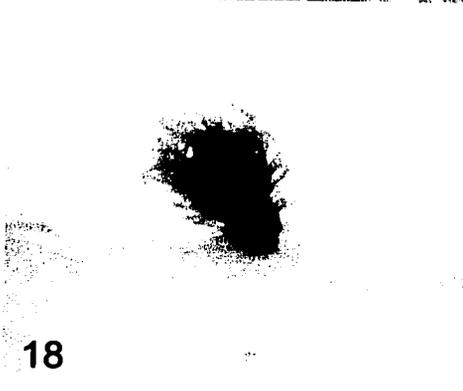
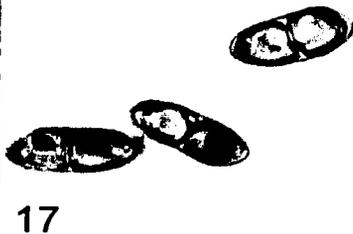
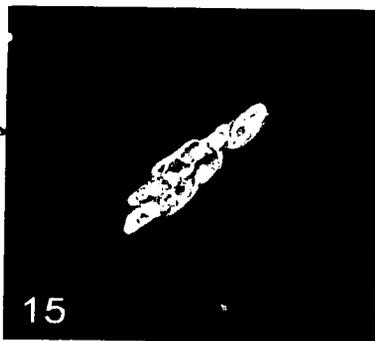
4.2 Abundancia y diversidad.

De los 37 géneros registrados, los hongos que presentaron la mayor abundancia y que se consideran dominantes fueron *Phoma* (17.5%), *Doratomyces* (15.5%), *Stachybotrys* (10%), y *Fusarium* (6.5%), mientras que *Podospora*, *Marasmius*, *Cirrenalia*, *Mycosphaerella*, *Orbicula*, *Thielaviopsis*, *Chrysosporium*, *Gelasinospora*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Dendrographium*, *Alternaria* y *Orbilia* fueron los menos abundantes (1%) por lo que se consideran raros (Tabla 2).



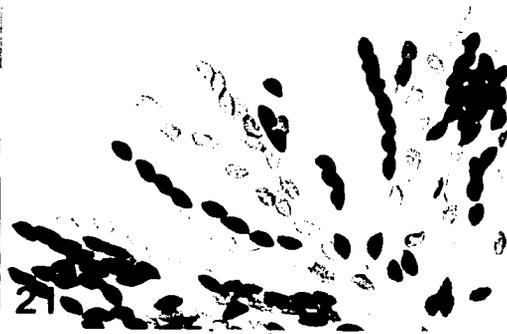
Figs. 9-13. *Aniptodera* sp. Fig. 9. Ascomas sobre carnadas de madera, x 23. Fig. 10. Ascoma joven, x 33. Fig. 11. Ascoma maduro, x 23. Fig. 12. Ascoma abierto con ascosporas, x 125. Fig. 13. Ascus, x 500. Fig. 13. Fotomicrografia tomada con microscopia de contraste de fases.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



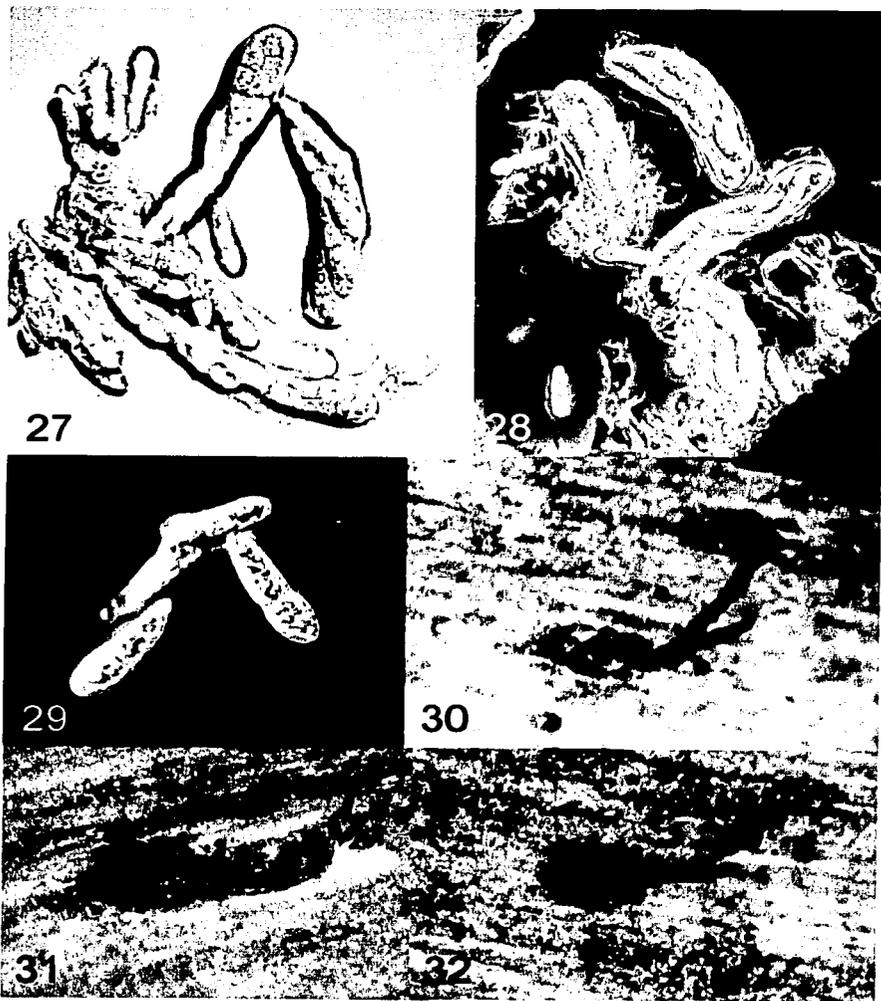
Figs. 14-17. *Aniptodera* sp. Figs. 14-15 Ascas con ascosporas, x 600. Figs. 16-17. Ascosporas, x 900, x 600.
 Figs. 18-19. *Chaetomium* sp. A. Fig. 18. Ascoma sobre rama, x 23. Fig. 19. Ascosporas, x 365.
 Fig. 15. Fotomicrografía tomada con microscopia de contraste de fases.
 Figs. 14-16. Fotomicrografías tomadas con microscopia de contraste diferencial de Nomarski.
 Fig. 17. Ascosporas teñidas con violeta de genciana.

TESIS CON
 FALSA DE ORIGEN



Figs. 20-21. *Chaetomium* sp. B. Fig. 20. Ascoma, x 50. Fig. 21. Ascas con ascosporas, x 365.
 Fig. 22. *Gelasinospora* sp. Ascosporas, x 275. Figs. 23-24. *Leptosphaeria* sp.
 Fig. 23. Ascas con ascosporas, x 1150. Fig. 24. Ascosporas, x 400. Figs. 25-26. *Petriella* sp.
 Fig. 25. Ascoma, x 50. Fig. 26. Ascosporas, x 880.

TESIS CON
 FALLA LE ORIGEN



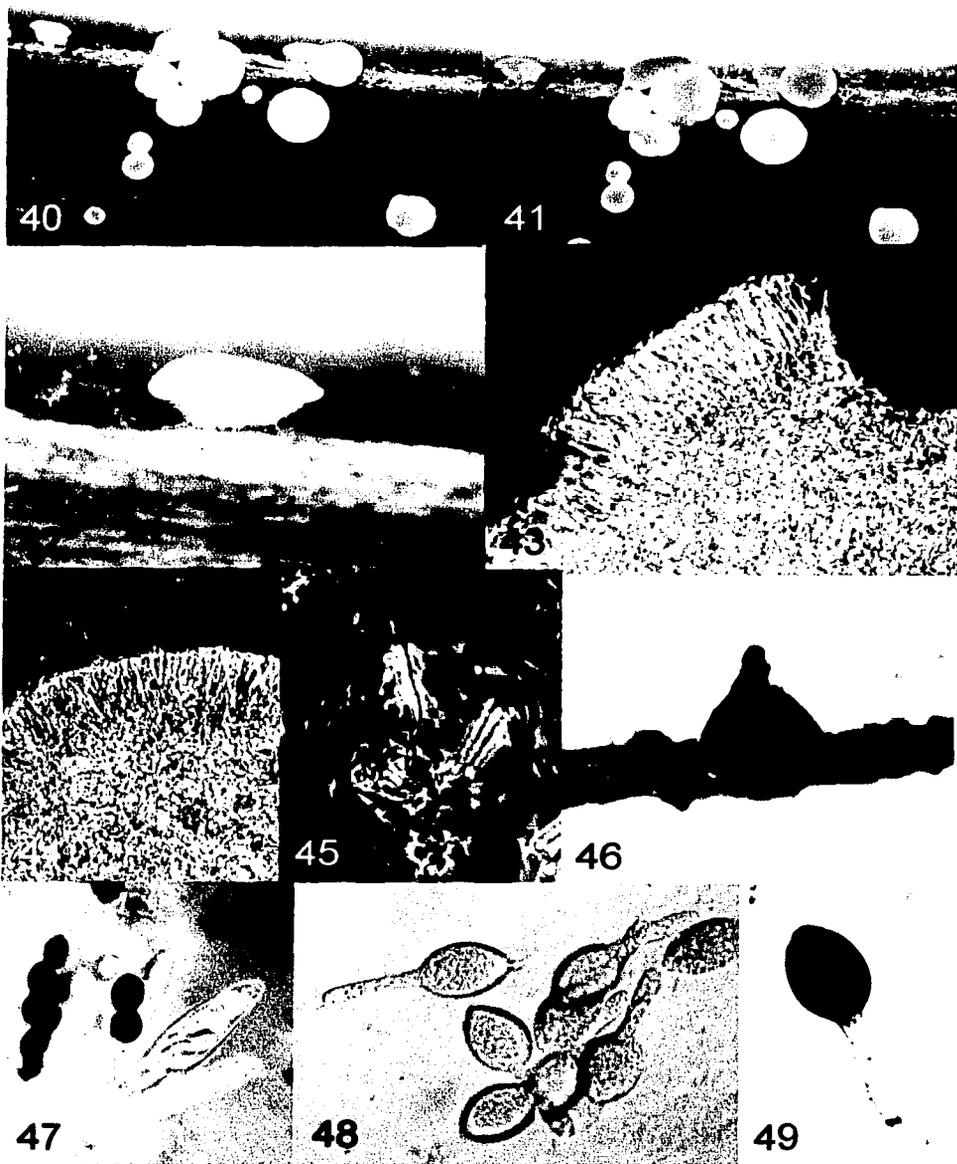
Figs. 27-29. *Mycosphaerella* sp. Figs. 27-28. Ascas con ascosporas, x 1300, x 1100. Fig. 29. Ascosporas, x 2600. Figs. 30-32. *Ophioceras* sp. Figs. 30-32. Ascoma, x 42, x 32, x 40. Figs. 28-29. Fotomicrografías tomadas con microscopía de contraste de fases.
 Fig. 27. Fotomicrografía tomada con microscopía de contraste diferencial de Nomarski.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



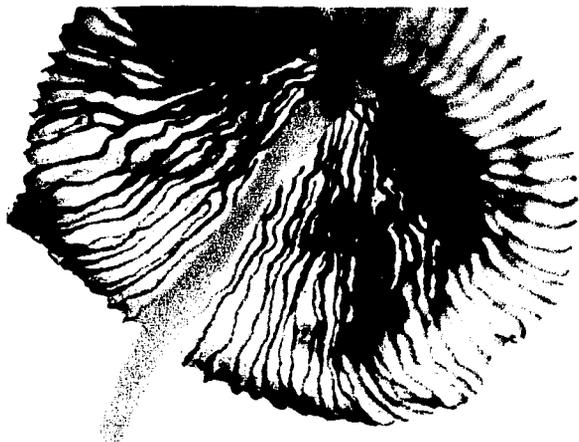
Figs. 33-37. *Ophioceras* sp. Fig. 33. Ascoma, x 50. Figs. 34-36. Asca, x 370, x 420, x 830. Fig. 37. Ascospora, x 1000. Figs. 38-39. *Orbicula* sp. Ascas con ascosporas, x 1000.
 Figs. 34-36-37. Fotomicrografías tomadas con microscopia de contraste de fases.
 Figs. 35-38-39. Fotomicrografías tomadas con microscopia de contraste diferencial de Nomarski.

TESIS CON
 FALLA L. ORIGEN



Figs. 40-45. *Orbillia* sp. Fig. 40. Ascomas jóvenes, x 5. Fig. 41. Ascomas maduros, x 5.5. Fig. 42. Vista lateral del apotecio, x 14. Figs. 43-44. Himenio, x 425, x 300. Fig. 45. Ascas, x 475. Figs. 46-49. *Podospora* sp. Fig. 46. Ascoma, x 45. Fig. 47. Ascas con ascosporas, x 300. Figs. 48-49. Ascosporas maduras, x 830, x 1000. Figs. 43-44-45. Fotomicrografías tomadas con microscopía de contraste de fases. Figs. 47-48. Fotomicrografías tomadas con microscopía de contraste diferencial de Nomarski.

TELIS CON
FALLA LE ORIGEN



50



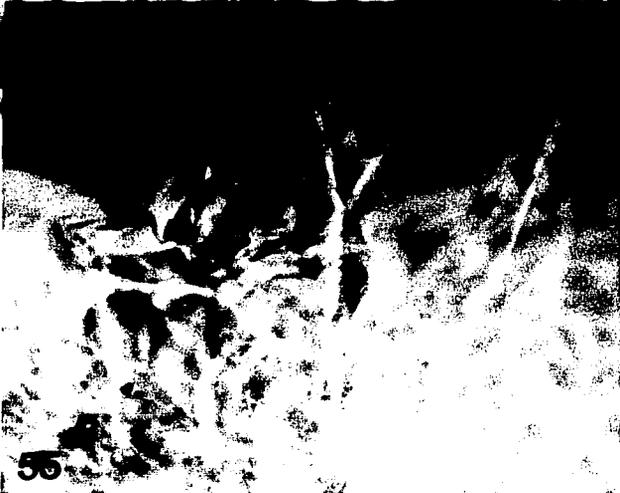
51



53



54



55

Figs. 50-51. *Coprinus* sp. Fig. 50. Pileo mostrando láminas, x 11. Fig. 51. Basidiosporas, x 700. Figs. 52-55. *Marasmius* sp. Figs. 52-53. Basidio, x 1300, ambas. Fig. 54. Basidiosporas, x 1300. Fig. 55. Cistidios, x 1400. Figs. 52-53-55. Fotomicrografías tomadas con microscopía de contraste de fases.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

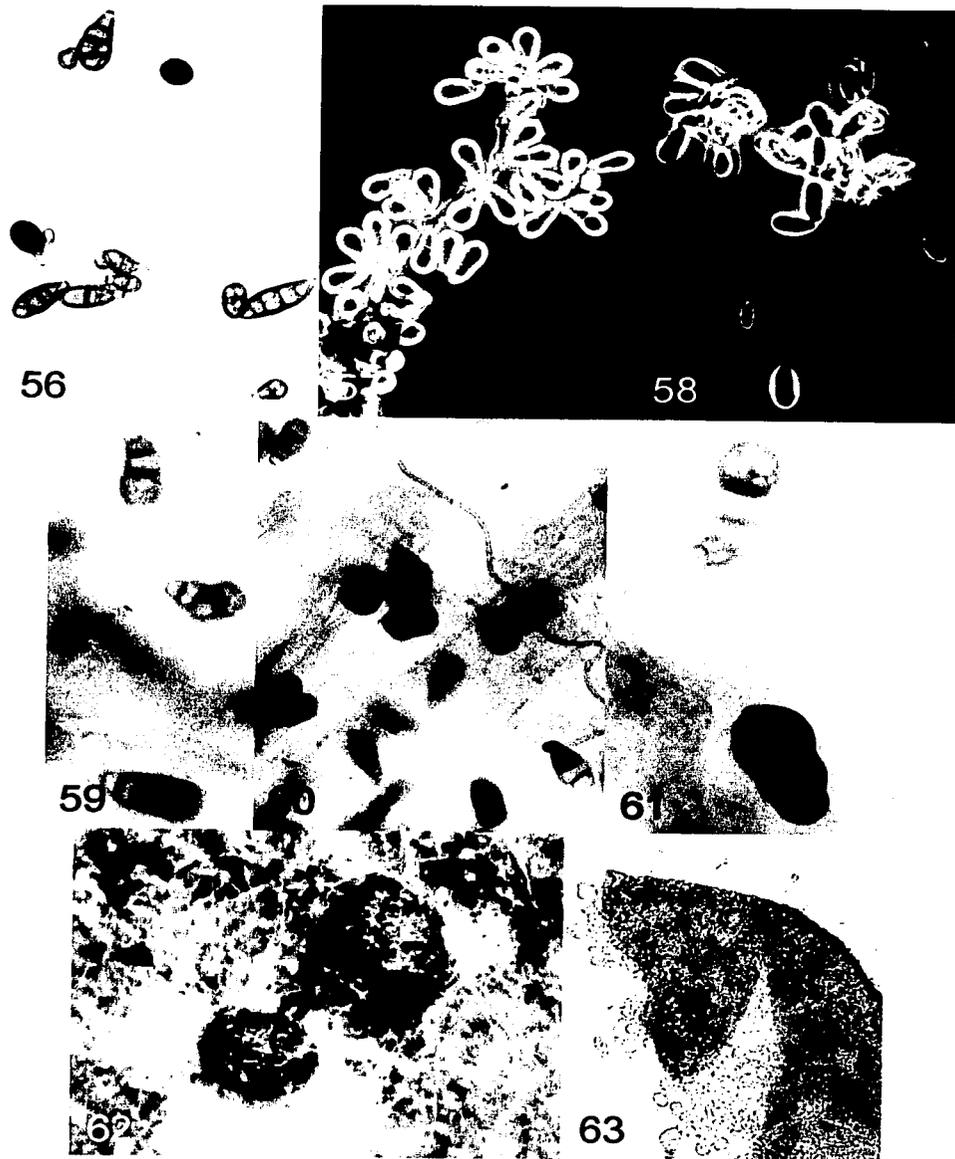


Fig. 56. *Alternaria* sp. Conidiosporas, x 280. Figs. 57-58. *Arthrotrys* sp. Fig. 57. Conidióforo, x 300. Fig. 58. Conidiosporas, x 200. Figs. 59-61. *Cirrenalia* sp. Conidiosporas, x 850, x 400, x 1100. Figs. 62-63. *Chaetomella* sp. Fig. 62. Conidioma sobre rama, x 60. Fig. 63. Conidioma con setas curvadas, x 1050.
Figs. 57-58. Fotomicrografías tomadas con microscopía de contraste de fases.

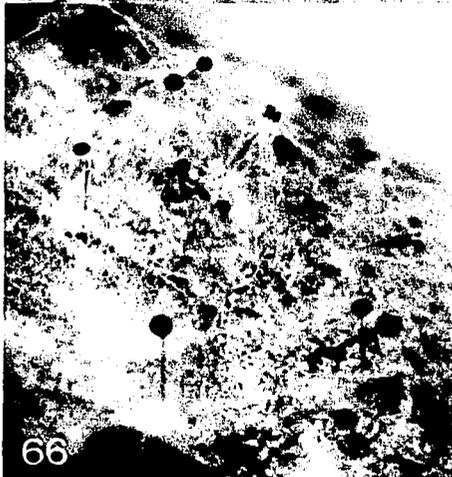
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



64



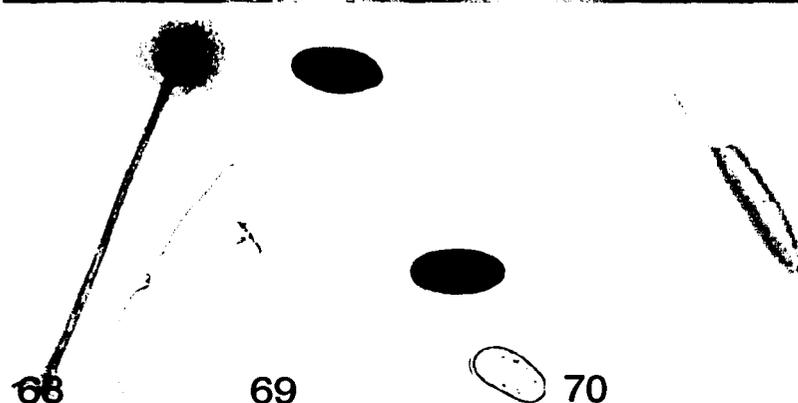
65



66



67



68

69

70

Fig. 64. *Doratomyces* sp. Sinema, x 36. Fig. 65. *Fusarium* sp. Macroconidios con clamidosporas, x 400. Figs. 66-68. *Graphium* sp. Sinema, x 38, x 88, x 155. Fig. 69. *Lasiodiplodia* sp. Conidiosporas, x 630. Fig. 70. *Pestalotiopsis* sp. Conidiosporas x 1000.
 Fig. 65. Fotomicrografia tomada con microscopia de contraste de fases.
 Fig. 70. Fotomicrografia tomada con microscopia de contraste diferencial de Nomarski.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

37

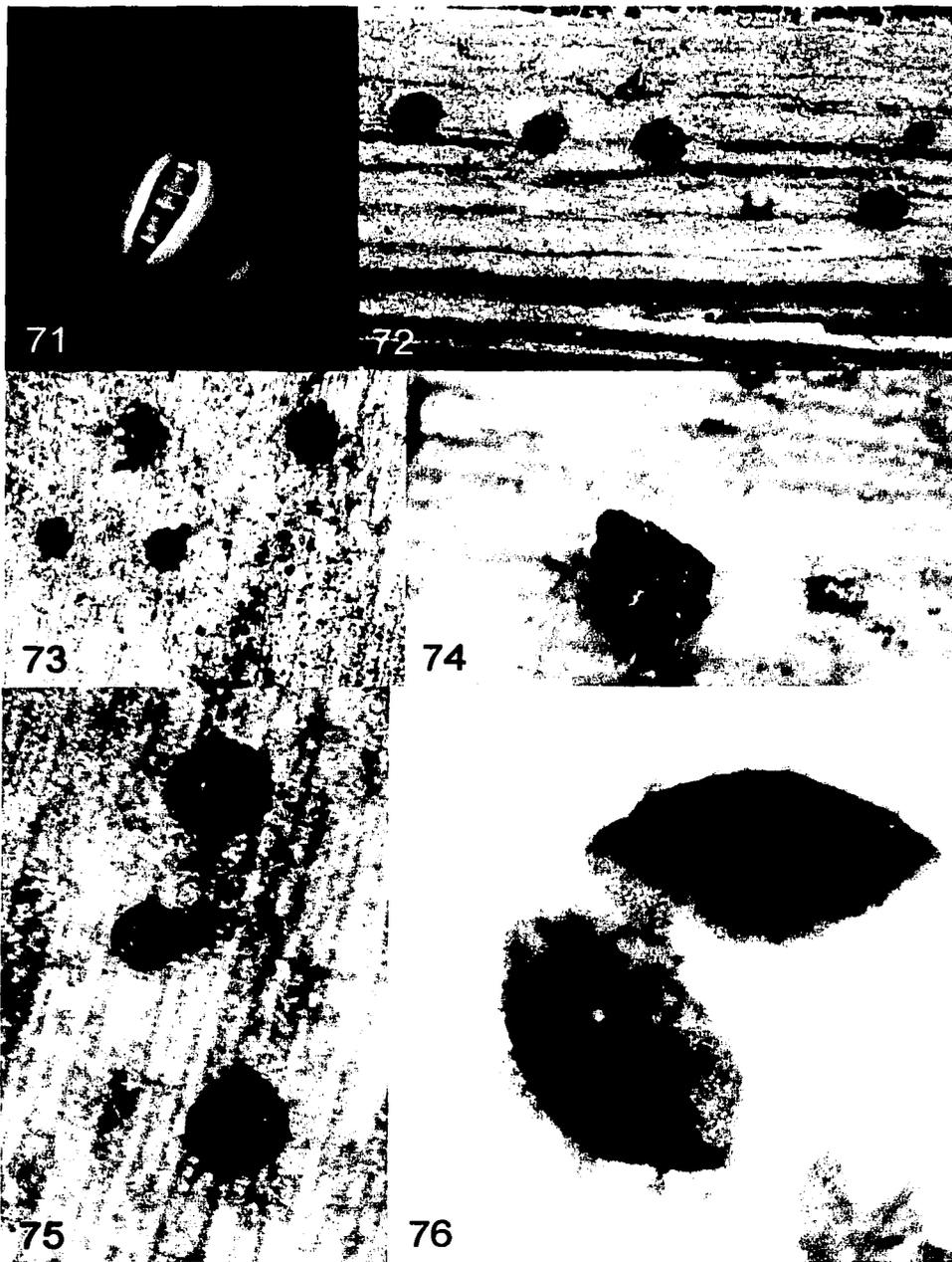
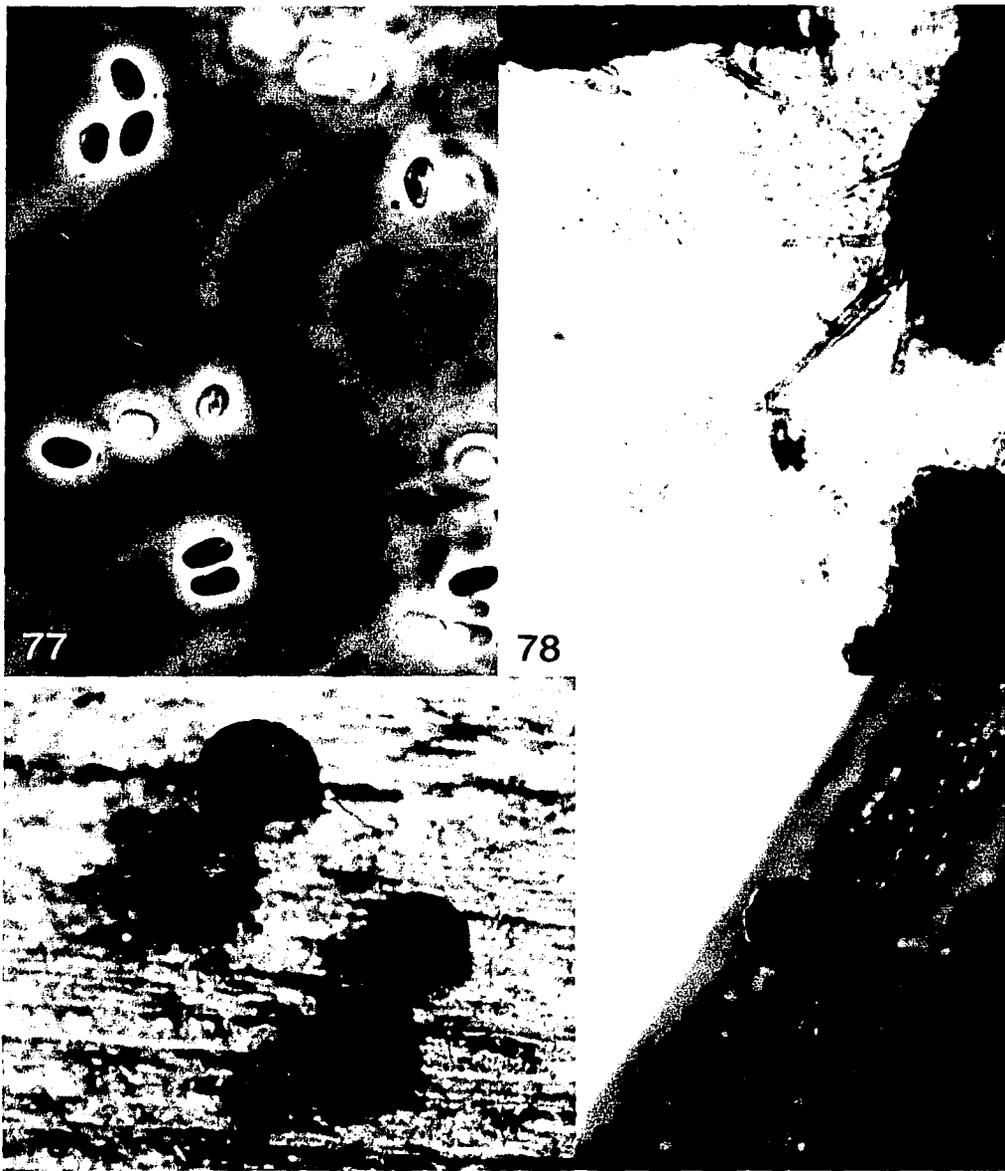
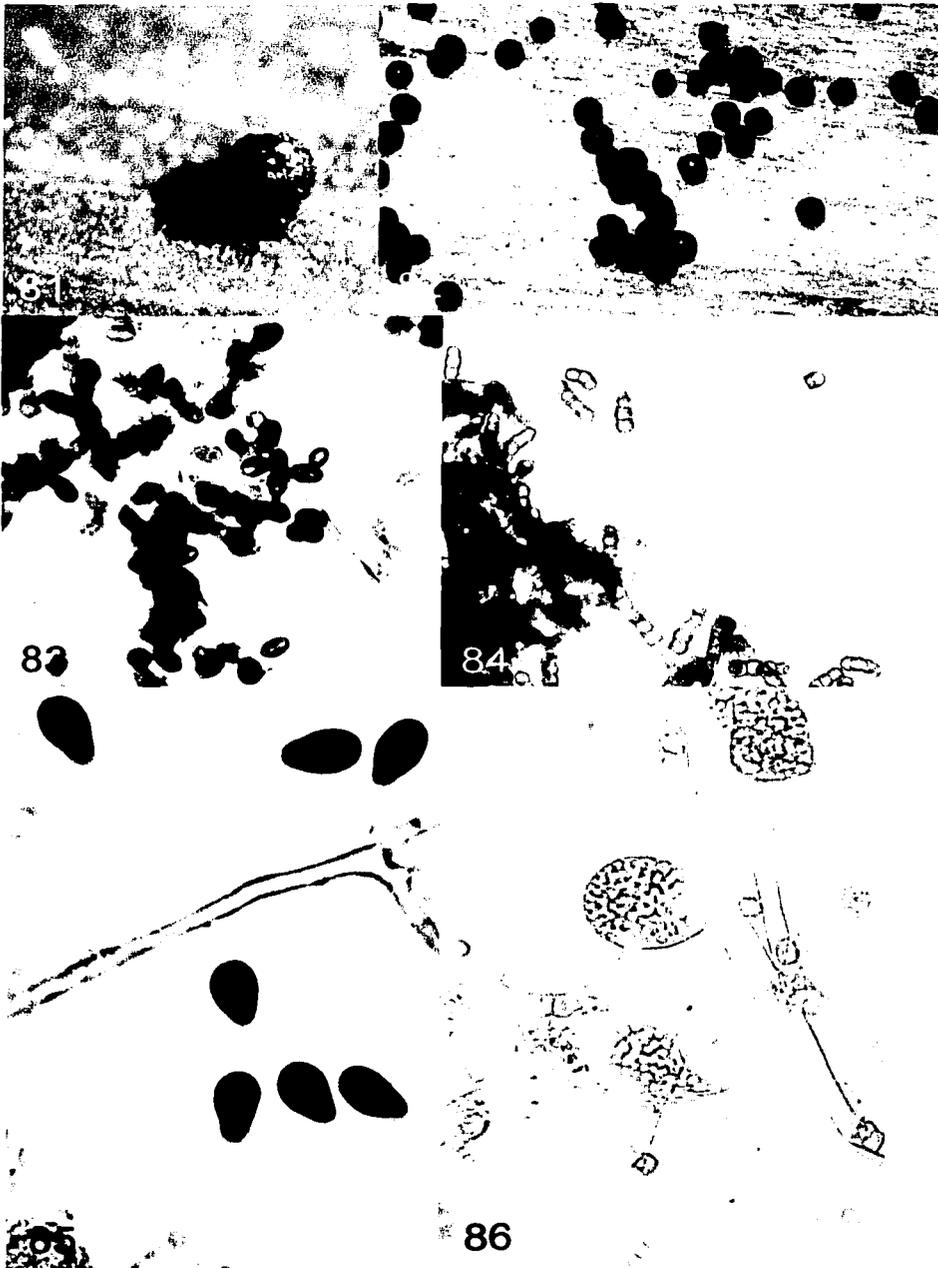


Fig. 71. *Pestalotiopsis* sp. Conidiosporas, x 850. Figs. 72-76. *Phoma* sp. Figs. 72-75. Conidioma sobre carnada madera, x 20, x 16, x 60, x 55. Fig. 76. Conidioma abierto mostrando el ostiolo, x 180.
 Fig. 71. Fotomicrografia tomada con microscopía de contraste de fases.



Figs. 77-78. Conidiosporas, x 1300, x 830. Figs. 79-80. *Sclerotium* sp. Esclerocios sobre carnada de madera, x 7, x 6.
Fig. 77. Fotomicrografia tomada con microscopia de contraste de fases.

TESIS CON
FALLA DE COBRE



Figs. 82-82. *Sclerotium* sp. Esclerocios sobre carnada de madera, x 6, x 1.6.
 Fig. 83. *Stachybotrys* sp. Conidiosporas, x 400. Fig. 84. *Thielaviopsis* sp. Conidiosporas, x 1000.
 Fig. 85. *Trichocladium* sp. Conidiosporas, x 650. Fig. 86. *Mucor* sp. Esporangios y esporangiosporas, x 500.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Tabla 1. Micobiota registrada del Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán, Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

	Phylum Ascomycota			Hongos mitospóricos	
1	<i>Aniptodera</i>	Shearer & M.A. Mill.	20	<i>Aspergillus</i> grupo <i>niger</i>	
2	<i>Apiosporina</i>	Pert.	21	<i>Cirrenalia</i>	Meyers & R.T. Moore
3	<i>Chaetomium</i> A	Kunze	22	<i>Chaetomella</i>	Fuckel
4	<i>Chaetomium</i> B	Kunze	23	<i>Chrysosporium</i>	Corda
5	<i>Emericella</i>	Berk.	24	<i>Dendrographium</i>	Massee
6	<i>Gelasinospora</i>	Dowding	25	<i>Doratomyces</i>	Corda
7	<i>Leptosphaeria</i>	Ces. & De Not.	26	<i>Fusarium</i>	Link
8	<i>Mycosphaerella</i>	Johanson	27	<i>Graphium</i>	Corda
9	<i>Ophioceras</i>	Sacc.	28	<i>Penicillium</i>	Link
10	<i>Orbicula</i>	Cooke	29	<i>Pestalotiopsis</i>	Steyaert
11	<i>Orbillia</i>	Fr.	30	<i>Sclerotium</i>	DC.
12	<i>Petriella</i>	Curzi	31	<i>Stachybotrys</i>	Corda
13	<i>Podospora</i>	Ces.	32	<i>Thielaviopsis</i>	Went
14	Ascomicete no identificado		33	<i>Trichocladium</i>	Harz
	Phylum Basidiomycota		34	<i>Trichoderma</i>	Pers.
15	<i>Coprinus</i>	Pers.	35	Hongo no identif.	
16	<i>Marasmius</i>	Fr.	36	<i>Lasiodiplodia</i>	Ellis & Everth.
	Hongos mitospóricos		37	<i>Phoma</i>	Sacc.
17	<i>Alternaria</i>	Nees		Phylum Zygomycota	
18	<i>Arthrobotrys</i>	Corda	38	<i>Mucor</i>	Fresen.
19	<i>Aspergillus</i> grupo <i>flavus</i>		39	<i>Rhizopus</i>	Ehreb.

El Canal Santa Cruz presentó la mayor abundancia (79 incidencias), seguido por la Laguna Xaltocán (76 incidencias) y el Canal Xaltocán (45 incidencias).

Los valores que se obtuvieron al aplicar el índice de similitud de Sørensen (1948) indicó una similitud media entre la composición de las especies registradas en el Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán (Tabla 3).

TEJES CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 2. Abundancia y diversidad de hongos que se registraron en el Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán, Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

Hongo	Phyla	Incidencias por zona de muestreo			Total	Porcentaje %
		1	2	3		
1 <i>Phoma</i> Sacc.	M	16	9	10	35	17.5
2 <i>Doratomyces</i> Corda	M	15	8	8	31	15.5
3 <i>Stachybotrys</i> Corda	M	11	5	4	20	10.0
4 <i>Fusarium</i> Link	M	6	7	0	13	6.5
5 <i>Aspergillus</i> grupo <i>niger</i>	M	1	7	1	9	4.5
6 Hongo mitospórico no Identif.	M	2	3	3	8	4.0
7 <i>Emericella</i> Berk.	A	0	7	0	7	3.5
8 <i>Coprinus</i> Pers.	B	4	2	0	6	3.0
9 <i>Graphium</i> Corda	M	2	2	2	6	3.0
10 <i>Chaetomium</i> A Kunze	A	1	4	0	5	2.5
11 <i>Chaetomium</i> B Kunze	A	1	3	1	5	2.5
12 <i>Leptosphaeria</i> Ces. & De Not.	A	1	3	1	5	2.5
13 <i>Trichocladium</i> Harz	M	2	2	1	5	2.5
14 <i>Trichoderma</i> Pers.	M	2	0	2	4	2.0
15 <i>Pestalotiopsis</i> Steyaert	M	0	3	1	4	2.0
16 <i>Aniptodera</i> Shearer & M.A. Mill.	A	1	1	1	3	1.5
17 <i>Arthrobotrys</i> Corda	M	2	1	0	3	1.5
18 <i>Lasiodiplodia</i> Ellis & Everth.	M	0	0	3	3	1.5
19 <i>Apiosporina</i> Pert.	A	2	0	0	2	1.0
20 <i>Chaetomella</i> Fuckel	M	2	0	0	2	1.0
21 <i>Ophioceras</i> Sacc.	A	2	0	0	2	1.0
22 <i>Sclerotium</i> DC.	M	0	1	1	2	1.0
23 <i>Petriella</i> Zukal	A	0	0	2	2	1.0
24 <i>Mucor</i> Fresen.	Z	1	0	1	2	1.0
25 Ascomicete no Identif.	A	2	0	0	2	1.0
26 <i>Podospora</i> Ces.	A	1	0	0	1	0.5
27 <i>Mycosphaerella</i> Johanson	A	0	1	0	1	0.5
28 <i>Orbicula</i> Cooke	A	0	1	0	1	0.5
29 <i>Thielaviopsis</i> Went	M	0	1	0	1	0.5
30 <i>Chrysosporium</i> Corda	M	0	1	0	1	0.5
31 <i>Gelasinospora</i> Dowding	A	0	1	0	1	0.5
32 <i>Rhizopus</i> Ehrenb.	Z	0	1	0	1	0.5
33 <i>Aspergillus</i> grupo <i>flavus</i>	M	0	1	0	1	0.5
34 <i>Dendrographium</i> Massee	M	0	0	1	1	0.5
35 <i>Alternaria</i> Nees	M	0	0	1	1	0.5
36 <i>Penicillium</i> Link	M	0	1	0	1	0.5
37 <i>Marasmius</i> Fr.	B	1	0	0	1	0.5
38 <i>Cirrenalia</i> Meyers & R.T. Moore	M	1	0	0	1	0.5
39 <i>Orbillia</i> Fr.	A	0	0	1	1	0.5
Total de géneros por localidad		23	25	19		
Total de incidencias		79	76	45	200	100
Porcentaje de incidencias %		39.5	38	22.5		100
Diversidad		2.591	2.901	2.565		
Equiparabilidad		0.826	0.901	0.871		

A = Ascomycota, B = Basidiomycota, M = Hongos Mitospóricos, Z = Zygomycota.
1= Canal Santa Cruz, 2= Laguna Xaltocán, 3= Canal Xaltocán.

Tabla 3. Índice de similitud de los hongos que se desarrollaron en: A- Canal Santa Cruz, B- Laguna Xaltocán y C- Canal Xaltocán, de la Delegación de Xochimilco, Distrito Federal.

Pares de transectos Comparados	Especies comunes	Índice de similitud
A - B	14	58
B - C	12	55
A - C	12	57

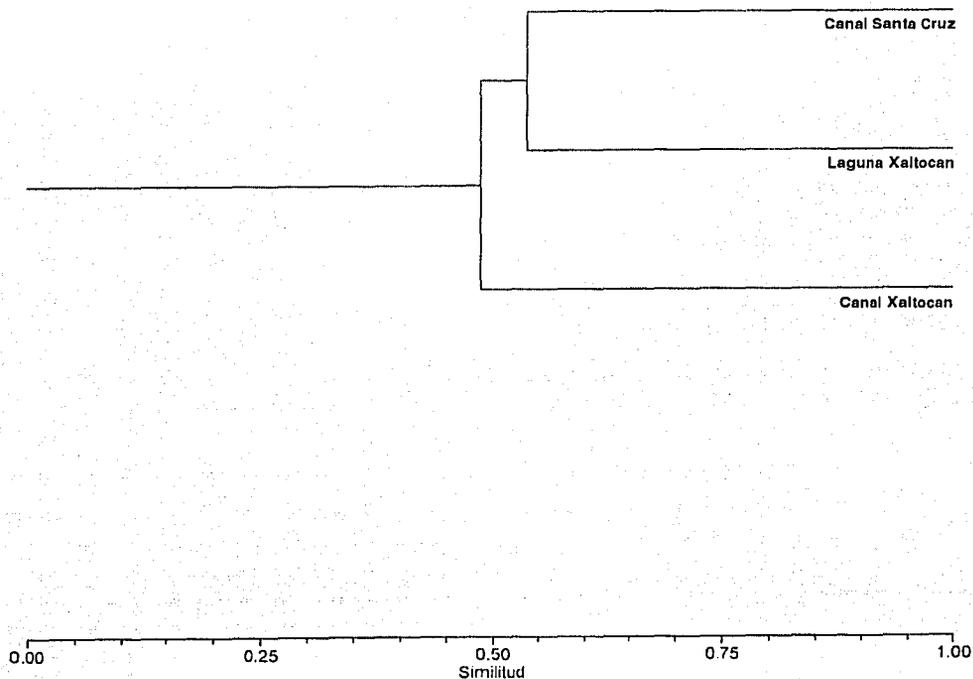


Fig. 87. Dendrograma que muestra la similitud de la microbiota entre el Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán, Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

Se encontraron 9 géneros comunes para las tres zonas de muestreo: *Phoma*, *Doratomyces*, *Stachybotrys*, *Aspergillus*, *Graphium*, *Chaetomium* B, *Leptosphaeria*, *Trichocladium*, *Aniptodera*. Al aplicar el índice de Jaccard se observó que las microbiotas del Canal Santa Cruz y de la Laguna Xaltocán fueron las más similares (Figura 87).

Las tablas 4, 5 y 6 muestran los valores obtenidos para el índice de diversidad de Shannon para el Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán. La Laguna Xaltocán fue la que tuvo la mayor diversidad (25 géneros), seguida por el Canal Santa Cruz (23 géneros) y el Canal Xaltocán (19 géneros). Los resultados del análisis de equiparabilidad mostraron equidad en el prorateo de los individuos entre los géneros de micromicetes.

4.3 Preferencia del sustrato.

En cuanto a la preferencia del sustrato se observó que las carnadas de madera tuvieron el mayor número de incidencias (74), seguida de las ramas (70) y las hojas (56). También se observó que el mayor número de géneros se presentó en las ramas colectadas (26), mientras que las carnadas (18) y las hojas (17) tuvieron prácticamente el mismo número de géneros. Solamente 6 géneros se encontraron asociados a un sustrato de tipo foliar: *Pestalotiopsis*, *Ophioceras*, *Mucor*, *Podospora*, *Dendrographium* y *Alternaria* (Tabla 7).

4.4 Comparación de los métodos empleados.

De los dos métodos empleados en este estudio, el método incubación de restos vegetales fue con el que se obtuvo el mayor número de géneros (Tabla 8). Sin embargo, al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) a los datos obtenidos se observó que no hubo diferencia significativa entre los 2 métodos, por lo que ambos son efectivos para la obtención de los hongos (Tabla 9).

Tabla 4. Valores obtenidos al aplicar el índice de diversidad de Shannon para el Canal Santa Cruz, Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

Hongo	Abundancia Proporcional Pi	Ln (Pi) *	-(pi) (ln pi)**
1 Phoma	0.2025316	-1.5968591	0.323
2 Doratomyces	0.1898734	-1.6613977	0.315
3 Stachybotrys	0.1392405	-1.9715526	0.274
4 Fusarium	0.0759493	-2.5776884	0.196
5 Aspergillus grupo niger	0.0126582	-4.3694479	0.055
6 Hongo mitospórico no Identif.	0.0253164	-3.6763007	0.093
7 Emericella	0	0	0
8 Coprinus	0.0506329	-2.9831535	0.151
9 Graphium	0.0253164	-3.6763007	0.093
10 Chaetomium A	0.0126582	-4.3694479	0.055
11 Chaetomium B	0.0126582	-4.3694479	0.055
12 Leptosphaeria	0.0126582	-4.3694479	0.055
13 Trichocladium	0.0253164	-3.6763007	0.093
14 Trichoderma	0.0253164	-3.6763007	0.093
15 Pestalotiopsis	0	0	0
16 Aniptodera	0.0126582	-4.3694479	0.055
17 Arthrotrichum	0.0253164	-3.6763007	0.093
18 Lasiodiplodia	0	0	0
19 Apiosporina	0.0253164	-3.6763007	0.093
20 Chaetomella	0.0253164	-3.6763007	0.093
21 Ophioceras	0.0253164	-3.6763007	0.093
22 Sclerotium	0	0	0
23 Petriella	0	0	0
24 Mucor	0.0126582	-4.3694479	0.055
25 Ascomicete no Identif.	0.0253164	-3.6763007	0.093
26 Podospora	0.0126582	-4.3694479	0.055
27 Mycosphaerella	0	0	0
28 Orbicula	0	0	0
29 Thielaviopsis	0	0	0
30 Chrysosporium	0	0	0
31 Gelasinospora	0	0	0
32 Rhizopus	0	0	0
33 Aspergillus grupo flavus	0	0	0
34 Dendrographium	0	0	0
35 Alternaria	0	0	0
36 Penicillium	0	0	0
37 Marasmius	0.0126582	-4.3694479	0.055
38 Cirrenalia	0.0126582	-4.3694479	0.055
39 Orbilia	0	0	0

* pi = abundancia proporcional

** -(pi) (ln pi) = diversidad de especies de la muestra si todas las especies tuvieran igual abundancia.

Tabla 5. Valores obtenidos al aplicar el Índice de diversidad de Shannon para la Laguna Xaltocán, Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

Hongo	Abundancia Proporcional P_i	$\ln(P_i)$	$-(P_i)(\ln p_i)$
1 Phoma	0.118421	-2.1335088	0.253
2 Doratomyces	0.101265	-2.290063	0.231
3 Stachybotrys	0.063291	-2.760009	0.175
4 Fusarium	0.092105	-2.384823	0.220
5 Aspergillus grupo niger	0.092105	-2.384823	0.220
6 Hongo mitospórico no Identif.	0.039473	-3.232121	0.128
7 Emericella	0.092105	-2.384823	0.220
8 Coprinus	0.026315	-3.637586	0.096
9 Graphium	0.026315	-3.637586	0.096
10 Chaetomium A	0.052631	-2.944439	0.155
11 Chaetomium B	0.039473	-3.232121	0.128
12 Leptosphaeria	0.039473	-3.232121	0.128
13 Trichocladium	0.026315	-3.637586	0.096
14 Trichoderma	0	0	0
15 Pestalotiopsis	0.039473	-3.232121	0.128
16 Aiptodera	0.013157	-4.330733	0.057
17 Arthrobotrys	0.013157	-4.330733	0.057
18 Lasiodiplodia	0	0	0
19 Apiosporina	0	0	0
20 Chaetomella	0	0	0
21 Ophioceras	0	0	0
22 Sclerotium	0.013157	-4.330733	0.057
23 Petriella	0	0	0
24 Mucor	0	0	0
25 Ascomicete no Identif.	0	0	0
26 Podospora	0	0	0
27 Mycosphaerella	0.013157	-4.330733	0.057
28 Orbicula	0.013157	-4.330733	0.057
29 Thielaviopsis	0.013157	-4.330733	0.057
30 Chrysosporium	0.013157	-4.330733	0.057
31 Gelasinospora	0.013157	-4.330733	0.057
32 Rhizopus	0.013157	-4.330733	0.057
33 Aspergillus grupo flavus	0.013157	-4.330733	0.057
34 Dendrographium	0	0	0
35 Alternaria	0	0	0
36 Penicillium	0.013157	-4.330733	0.057
37 Marasmius	0	0	0
38 Cirrenalia	0	0	0
39 Orbilia	0	0	0

* p_i = abundancia proporcional

** $-(P_i)(\ln p_i)$ = diversidad de especies de la muestra si todas las especies tuvieran igual abundancia.

Tabla 6. Valores obtenidos al aplicar el Índice de diversidad de Shannon para el Canal Xaltocán, Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

Hongo	Abundancia Proporcional Pi	Ln (Pi)	-(pi) (ln pi)
1 <i>Phoma</i>	0.222222	-1.504077	0.334
2 <i>Doratomyces</i>	0.177777	-1.727220	0.307
3 <i>Stachybotrys</i>	0.088888	-2.420368	0.215
4 <i>Fusarium</i>	0	0	0
5 <i>Aspergillus grupo niger</i>	0.022222	-3.806662	0.085
6 Hongo mitospórico no Identif.	0.066666	-2.708050	0.180
7 <i>Emericella</i>	0	0	0
8 <i>Coprinus</i>	0	0	0
9 <i>Graphium</i>	0.044444	-3.113515	0.138
10 <i>Chaetomium A</i>	0	0	0
11 <i>Chaetomium B</i>	0.022222	-3.806662	0.085
12 <i>Leptosphaeria</i>	0.022222	-3.806662	0.085
13 <i>Trichocladium</i>	0.022222	-3.806662	0.085
14 <i>Trichoderma</i>	0.044444	-3.113515	0.138
15 <i>Pestalotiopsis</i>	0.022222	-3.806662	0.085
16 <i>Aniptodera</i>	0.022222	-3.806662	0.085
17 <i>Arthrobotrys</i>	0	0	0
18 <i>Lasiodiplodia</i>	0.066666	-2.708050	0.180
19 <i>Apiosporina</i>	0	0	0
20 <i>Chaetomella</i>	0	0	0
21 <i>Ophioceras</i>	0	0	0
22 <i>Sclerotium</i>	0.022222	-3.806662	0.085
23 <i>Petriella</i>	0.044444	-3.113515	0.138
24 <i>Mucor</i>	0.022222	-3.806662	0.085
25 <i>Ascomicete no Identif.</i>	0	0	0
26 <i>Podospora</i>	0	0	0
27 <i>Mycosphaerella</i>	0	0	0
28 <i>Orbicula</i>	0	0	0
29 <i>Thielaviopsis</i>	0	0	0
30 <i>Chrysosporium</i>	0	0	0
31 <i>Gelasinospora</i>	0	0	0
32 <i>Rhizopus</i>	0	0	0
33 <i>Aspergillus grupo flavus</i>	0	0	0
34 <i>Dendrographium</i>	0.022222	-3.806662	0.085
35 <i>Alternaria</i>	0.022222	-3.806662	0.085
36 <i>Penicillium</i>	0	0	0
37 <i>Marasmius</i>	0	0	0
38 <i>Cirrenalia</i>	0	0	0
39 <i>Orbilia</i>	0.022222	-3.806662	0.085

* pi = abundancia proporcional

** -(pi) (ln pi) = diversidad de especies de la muestra si todas las especies tuvieran igual abundancia.

Tabla 7. Preferencia del sustrato de los hongos que se registraron en el Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán en la Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

Hongo	Hojas	Sustratos Ramas	Madera <i>Pinus</i> sp.	Total
1 <i>Phoma</i>	17	7	11	35
2 <i>Doratomyces</i>	3	6	22	31
3 <i>Stachybotrys</i>	11	7	2	20
4 <i>Fusarium</i>	2	2	9	13
5 <i>Aspergillus grupo niger</i>	0	9	0	9
6 Hongo mitospórico no Identif.	0	3	5	8
7 <i>Emericella</i>	0	7	0	7
8 <i>Coprinus</i>	4	1	1	6
9 <i>Graphium</i>	0	3	3	6
10 <i>Chaetomium A</i>	2	3	0	5
11 <i>Chaetomium B</i>	2	3	0	5
12 <i>Leptosphaeria</i>	0	1	4	5
13 <i>Trichocladium</i>	0	5	0	5
14 <i>Trichoderma</i>	1	0	3	4
15 <i>Pestalotiopsis</i>	4	0	0	4
16 <i>Aniptodera</i>	0	1	2	3
17 <i>Arthrobotrys</i>	0	1	2	3
18 <i>Lasiodiplodia</i>	0	0	3	3
19 <i>Apiosporina</i>	1	1	0	2
20 <i>Chaetomella</i>	1	1	0	2
21 <i>Ophioceras</i>	2	0	0	2
22 <i>Sclerotium</i>	0	1	1	2
23 <i>Petriella</i>	1	0	1	2
24 <i>Mucor</i>	2	0	0	2
25 Ascomicete no Identif.	0	0	2	2
26 <i>Podospora</i>	1	0	0	1
27 <i>Mycosphaerella</i>	0	1	0	1
28 <i>Orbicula</i>	0	1	0	1
29 <i>Thielaviopsis</i>	0	1	0	1
30 <i>Chrysosporium</i>	0	1	0	1
31 <i>Gelasinospora</i>	0	1	0	1
32 <i>Rhizopus</i>	0	1	0	1
33 <i>Aspergillus grupo flavus</i>	0	1	0	1
34 <i>Dendrographium</i>	1	0	0	1
35 <i>Alternaria</i>	1	0	0	1
36 <i>Penicillium</i>	0	1	0	1
37 <i>Marasmius</i>	0	0	1	1
38 <i>Cirrenalia</i>	0	0	1	1
39 <i>Orbillia</i>	0	0	1	1
Total de géneros por sustrato	17	26	18	
Total de incidencias	56	70	74	200
Porcentaje de incidencias %	28	35	37	100

Tabla 8. Comparación entre los métodos empleados para la obtención de los hongos del Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán en la Delegación Xochimilco, Distrito Federal.

Hongo	Métodos		Total
	A	B	
1 <i>Phoma</i>	24	11	35
2 <i>Doratomyces</i>	9	22	31
3 <i>Stachybotrys</i>	18	2	20
4 <i>Fusarium</i>	4	9	13
5 <i>Aspergillus grupo niger</i>	9	0	9
6 Hongo mitospórico no Identif.	3	5	8
7 <i>Emericella</i>	7	0	7
8 <i>Coprinus</i>	5	1	6
9 <i>Graphium</i>	3	3	6
10 <i>Chaetomium A</i>	5	0	5
11 <i>Chaetomium B</i>	5	0	5
12 <i>Leptosphaeria</i>	1	4	5
13 <i>Trichocladium</i>	2	3	5
14 <i>Trichoderma</i>	1	3	4
15 <i>Pestalotiopsis</i>	4	0	4
16 <i>Aniptodera</i>	1	2	3
17 <i>Arthrobotrys</i>	1	2	3
18 <i>Lasioidiploidia</i>	0	3	3
19 <i>Apiosporina</i>	2	0	2
20 <i>Chaetomella</i>	2	0	2
21 <i>Ophioceras</i>	2	0	2
22 <i>Sclerotium</i>	1	1	2
23 <i>Petriella</i>	1	1	2
24 <i>Mucor</i>	2	0	2
25 Ascomicete no Identif.	0	2	2
26 <i>Podospora</i>	1	0	1
27 <i>Mycosphaerella</i>	1	0	1
28 <i>Orbicula</i>	1	0	1
29 <i>Thielaviopsis</i>	1	0	1
30 <i>Chrysosporium</i>	1	0	1
31 <i>Gelasinospora</i>	1	0	1
32 <i>Rhizopus</i>	1	0	1
33 <i>Aspergillus grupo flavus</i>	1	0	1
34 <i>Dendrographium</i>	1	0	1
35 <i>Alternaria</i>	1	0	1
36 <i>Penicillium</i>	1	0	1
37 <i>Marasmius</i>	0	1	1
38 <i>Cirrenalia</i>	0	1	1
39 <i>Orbillia</i>	0	1	1
Total géneros por método	34	19	
Total de incidencias	123	77	200
Porcentaje de incidencias %	61.5	38.5	100

A = Método incubación de restos vegetales.
B = Método uso de carnadas de madera.

Tabla 9. Resultados del ANOVA en el que se comparó la efectividad de los dos métodos empleados para la obtención de los hongos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	MS	Fs
Medidas de columna	1	2.33	2.33	0.09
Error experimental	51	1304.39	25.58	
Totales	52	1304.72		

a=2

F 0.05 (1, 51) = 4.03

F 0.01 (1, 51) = 7.17

5 Discusión

Todos los hongos que se encuentran creciendo en sustratos sumergidos o en las partes sumergidas de sustratos parcialmente sumergidos, son considerados como hongos dulceacuícolas. Los resultados de estudios anteriores indican que los hongos que se han registrado del agua dulce se conocen sólo de ese ambiente con amplia distribución geográfica (Shearer, 2001). De los 37 géneros registrados, *Aniptodera*, *Chaetomium*, *Cirrenalia*, *Fusarium*, *Mycosphaerella*, *Ophioceras*, *Orbicula*, *Orbilina*, *Penicillium* y *Trichocladium* tienen especies exclusivamente de agua dulce o dulceacuícolas estrictas, particularmente *Aniptodera*, *Ophioceras*, *Cirrenalia* y *Trichocladium* que son géneros típicos del ambiente acuático.

Los resultados de este trabajo son interesantes porque posiblemente indican que parte de la microbiota indígena de Xochimilco ha sobrevivido a pesar del impacto del hombre, además, la presencia de dichos géneros posiblemente muestra que el manejo ecológico de la zona ha sido adecuado. Desafortunadamente no pueden compararse los resultados de este trabajo con datos anteriores. Muchas de las especies de origen terrestre posiblemente son facultativas, es decir, pueden actuar tanto en el medio terrestre como en el acuático, pero para poder afirmarlo debe demostrarse *in situ* su actividad; tal es el caso de *Phoma*, ya que su elevada abundancia posiblemente es una evidencia de que es un hongo activo en el medio acuático. El alto número de hongos no dulceacuícolas registrados en este trabajo probablemente indica que son activos

y contribuyen en el proceso de remineralización y reciclaje de nutrimentos en ese ambiente. De los 37 géneros que se registraron en este trabajo, 28 son nuevos registros para Xochimilco, ya que Heredia y colaboradores (1988) registraron 22 géneros del suelo de una chinampa. Todos los hongos que se encontraron son nuevos registros para el ambiente acuático de Xochimilco. Cuatro géneros son nuevos registros para el país: *Aniptodera*, *Ophioceras*, *Orbicula* y *Orbillia*.

Algunos de los géneros reportados en este estudio ya se habían encontrado en trabajos previos realizados en otros países y en México. Algunos géneros *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* y *Trichoderma* ya se habían registrado en cuerpos de agua contaminada, como las del río Coatzacoalcos, Veracruz, México (Martínez *et al.*, 1973), en aguas tratadas y no tratadas de Estados Unidos y el Reino Unido (Kinsey *et al.*, 1999); algunos hongos (*Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Chaetomium* y *Phoma*) se han reportado del Lago de Venecia, Italia (Del Frate *et al.*, 1991) y en el río Brahmaputra, India (*Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium* y *Mucor*) (Baruah y Bora, 1979). Se han encontrado también hongos (*Trichoderma*, *Phoma* y *Penicillium*) que soportan los procesos de purificación usados para las aguas de consumo (Rosenzweig y Pipes, 1989). Algunos géneros de hongos (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Petriella*, *Pestalotiopsis* y *Mucor*) se han hallado inclusive en ambientes costeros (Muruetá, 2001; Hernández-Castillo, 2002). Varios de los géneros que se obtuvieron en este trabajo (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Trichoderma*) muestran claramente una tolerancia muy grande a las aguas contaminadas.

La abundancia de los hongos encontrados (Tabla 2) muestra que para el Canal Santa Cruz y la Laguna Xaltocán, tanto el número de géneros como el total de incidencias, fueron prácticamente los mismos, mientras que para el Canal Xaltocán se observa una variación con respecto a los dos anteriores, ya que se encontró un menor número de géneros. Esto puede deberse al grado de navegación que hay en el Canal Santa Cruz y la Laguna Xaltocán, que es mínima, mientras que el Canal Xaltocán, al colindar directamente con el Canal Nacional es muy transitado por embarcaciones que levantan continuamente sedimento del fondo, enturbiando el agua, lo que posiblemente afecta el paso de luz solar impidiendo que las algas realicen la fotosíntesis y de esta manera disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, lo cual crea condiciones para que sólo ciertos grupos de hongos puedan prosperar. Otro factor que tal vez influyó en los resultados fue la anchura de los canales puesto, que el Canal Xaltocán es angosto.

El grupo de los hongos mitospóricos fue el que presentó la mayor abundancia; esto puede estar relacionado con su ciclo parasexual, el cual les da la variabilidad genética necesaria para su adaptabilidad y éxito en un ambiente donde las presiones ejercidas son muy grandes (Herrera y Ulloa, 1990).

Se observó que *Phoma* es el que presentó la mayor abundancia, seguido de *Doratomyces* y *Stachybotrys*; también los géneros *Fusarium* y *Aspergillus* presentaron una abundancia notable. *Phoma* se caracteriza por ser saprobio y parásito de diversas plantas y esto posiblemente explica su presencia en diversos sustratos. También se ha registrado en aguas cuyo grado de contaminación es alto, por lo que no es de sorprender que se encuentre desarrollándose en el agua

de los canales de Xochimilco; dadas las características biológicas de *Phoma*, es posible que por el hecho de poseer un conidioma que proteja a las conidiosporas, éstas resistan un mayor tiempo las condiciones del ambiente.

La abundancia de *Fusarium* también fue elevada. Dicho género es parásito de plantas y potencialmente del hombre; se ha registrado en aguas residuales y contaminadas, las cuales se emplean en muchas ocasiones en la irrigación (Cooke, 1967), y, en el caso de Xochimilco para el riego de hortalizas que se cultivan en las chinampas y en viveros en la ribera de los canales y lagunas.

Al analizar los resultados, aplicando el índice de similitud, se aprecia que entre las zonas de muestreo la diferencia en cuanto a la composición de especies es muy pequeña (Tabla 3). Dichas variaciones pueden atribuirse a las pequeñas diferencias entre las zonas muestreadas, como abundancia y diversidad de plantas cercanas a la orilla, presencia de desagües, tránsito de embarcaciones, factores fisicoquímicos, etc.

Las diversas actividades que el hombre realiza en los cuerpos de agua afectan las comunidades biológicas que habitan en ellas, lo que consecuentemente altera los ciclos de nutrientes y perturba de manera directa o indirecta la cadena de alimentación; como los microorganismos son los más afectados por dichas variaciones, son los indicadores más confiables del grado de perturbación en un cuerpo de agua, ya que están relacionados con el flujo de los nutrientes (Jones, 2001). En el caso de las comunidades de los hongos microscópicos, éstas se ven perjudicadas al aumentar el número bacterias y de sedimentos suspendidos en el agua, así como la disminución del oxígeno disuelto (Garnett *et al.*, 2000). Además, la contaminación física y química también afecta

la abundancia y distribución de los microorganismos (Tan y Lim, 1983). Un ejemplo son los detergentes vertidos en el agua, que ocasionan variaciones en la cantidad de oxígeno (Grupta y Dubey, 1987 y 1991). A pesar de la importancia que tienen los hongos microscópicos que habitan en los cuerpos de agua dulce, en México se ha estudiado poco su diversidad. En los canales de Xochimilco se han realizado numerosas investigaciones sobre diversos aspectos biológicos y ecológicos. Sin embargo, no se encontró ningún antecedente acerca de los hongos microscópicos de agua dulce, a pesar de la enorme importancia que tiene su presencia y actividad ecológica en los canales y lagunas de la zona.

Por los resultados de este trabajo preliminar, es posible que la diversidad de los hongos microscópicos sea alta en los canales de Xochimilco, ya que se registraron 37 géneros pertenecientes a 3 de los 4 phyla (Zygomycota, Ascomycota y Basidiomycota) que constituyen el reino de los hongos, no habiendo encontrado representantes del cuarto phylum (Chytridiomycota) porque las técnicas que se siguieron en este estudio son específicas para obtener los hongos de los 3 phyla mencionados, por lo que los resultados de este trabajo confirman la aplicación correcta de los métodos empleados. Al aplicar el índice de Shannon, se observó que en la Laguna Xaltocán se obtuvo el valor más alto, debido probablemente a que la laguna ocupa una mayor superficie. La falta de circulación del agua de los canales también es un factor importante, ya que provoca que en algunas partes el agua se estanque favoreciendo el crecimiento de lirio acuático y de bacterias, ocasionando una gran competencia entre toda la biota existente en el agua (Olguín, 1992). La presencia de ciertas sustancias químicas en el agua puede favorecer el crecimiento de varios hongos y provocar al

mismo tiempo alteraciones en la distribución de otros (Grupta y Dubey, 1987). En ambientes no perturbados, los hongos terrestres que colonizan una hoja que cae al agua son desplazados posteriormente por hongos acuáticos estrictos, no obstante, en ambientes perturbados, estos hongos pueden tener una mayor ventaja que sus contrapartes de agua dulce. Géneros de origen terrestre, como *Aspergillus* y *Trichoderma*, se han reportado creciendo tanto en aguas contaminadas como en aguas limpias (Kinsey *et al.*, 1999).

En este trabajo se observó una mayor diversidad de géneros en las ramas colectadas, por lo que los hongos presentaron una mayor afinidad para colonizar la madera (Tabla 7). Las carnadas elaboradas con madera de pino tuvieron una diversidad menor, lo cual puede atribuirse a que dicha madera fue siempre la misma, mientras que las ramas colectadas fueron de diferentes especies de plantas. Ho y colaboradores (2002) reportan una mayor diversidad de hongos en sustratos naturales que en carnadas de dos tipos de madera; esto puede deberse al tiempo de inmersión, y al tipo de madera empleada en la elaboración de las carnadas. Wong y colaboradores (1998) mencionan que los rangos de crecimiento de los hongos son afectados por la temperatura, el tipo de sustrato y la interacción con otros microorganismos; asimismo, sólo algunos hongos poseen el aparato enzimático necesario para degradar la madera, lo cual puede explicar también por qué muchos de los géneros se encontraron tanto en las carnadas como en las ramas. La degradación de las hojas también es una actividad dominante de varios hongos cuyas enzimas les permiten romper la estructura química de las hojas (Suberkropp, 1998). Sin embargo, la diversidad de géneros y el número de aislamientos fue menor en las hojas que en la madera, lo que puede

atribuirse a que sólo ciertos géneros pueden soportar las condiciones químicas del agua de los canales y prosperar en ellas.

Los métodos empleados para la obtención de los hongos presentan variaciones en sus resultados (Tabla 8). El segundo método (incubación de restos vegetales) muestra un mayor número de incidencias y de géneros, mientras que el primer método (uso de carnadas de madera) presenta un número menor; sin embargo, al analizar los datos mediante un ANOVA se observó que no hubo una diferencia significativa entre los dos métodos, por lo que se considera que ambos fueron efectivos para el aislamiento de los hongos del ambiente acuático (Tabla 9).

Los dos métodos que se emplearon presentaron desventajas. Muchos hongos tal vez no se obtuvieron porque no colonizaron las carnadas de madera debido a factores bióticos y abióticos desfavorables. Algunos hongos si crecieron en las carnadas pero no esporularon y, por lo tanto, no pudieron ser identificados con las claves taxonómicas. El método del uso de las carnadas de madera presenta la ventaja de poder asegurar de que ningún hongo colonizó previamente el sustrato, mientras que el método de los restos vegetales presenta el inconveniente de que las hojas y ramas pueden estar previamente colonizados por hongos terrestres antes de caer en el agua, y que éstos no sean activos en el medio acuático.

Es necesario mencionar que los resultados de este estudio sobre la abundancia y diversidad de los hongos dulceacuícolas son imprecisos porque en la actualidad la aplicación y confiabilidad de los métodos de estudio y la evaluación de la diversidad fúngica tienen serias limitaciones debido a la dificultad de definir y delimitar un hongo en la naturaleza. Además, pocos investigadores

han desarrollado técnicas específicas para estudiar los hongos de los cuerpos de agua dulce. En este trabajo se aplicaron dos métodos específicos establecidos para estudiar este ambiente, con el objeto de extraer el mayor número posible de hongos filamentosos superiores que degradan restos con lignina y celulosa. Hasta el presente, no hay un método específico para aislar únicamente los hongos dulceacuícolas, es decir, los que viven y son activos en ese medio, por lo que se deben aplicar nuevas metodologías para resolver estos problemas.

6 Conclusiones y recomendaciones

- Los resultados de este estudio indican que la microbiota que degrada los restos vegetales del Canal Santa Cruz, la Laguna Xaltocán y el Canal Xaltocán, situados en la Delgación Xochimilco, posiblemente es abundante y diversa, puesto que en este trabajo preliminar se registraron 37 géneros pertenecientes a 3 de los 4 phyla del reino de los hongos.
- Se registraron 10 géneros que tienen especies exclusivamente de agua dulce o dulceacuícolas estrictas: *Aniptodera*, *Chaetomium*, *Cirrenalia*, *Fusarium*, *Mycosphaerella*, *Ophioceras*, *Orbicula*, *Orbilía*, *Penicillium* y *Trichocladium*.
- Todos los hongos que se encontraron son nuevos registros para el ambiente acuático de Xochimilco, 28 son nuevos registros para Xochimilco y 4 son nuevos registros para el país: *Aniptodera*, *Ophioceras*, *Orbicula* y *Orbilía*.
- Los géneros *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Phoma* y *Chaetomium* se han reportado de aguas residuales, por lo que su presencia en Xochimilco posiblemente es consecuencia de que en ocasiones los canales estudiados son alimentados con aguas tratadas.
- Los hongos dulceacuícolas se encontraron en baja proporción, mientras que se registró una mayor abundancia y diversidad de hongos terrestres, algunos de los cuales posiblemente sean facultativos.
- *Phoma* fue el género más abundante por lo que se sospecha que se ha adaptado para actuar en el ambiente acuático.

- Hay que hacer notar que el bajo número de hongos acuáticos nativos no significa que estén ausentes; probablemente se han desplazado a otras áreas cuyo grado de alteración es menor.
- La mayor diversidad se obtuvo en la Laguna Xaltocán y la menor en el Canal Xaltocán.
- En cuanto a la preferencia del sustrato se observó que en las ramas se presentó el mayor número de géneros (26), mientras que las carnadas (18) y las hojas (17) tuvieron prácticamente el mismo valor.
- Al comparar los dos métodos se encontró que ambos son confiables para obtener los hongos.
- El conocimiento de la diversidad de los hongos dulceacuícolas del sistema hidrológico de Xochimilco es importante desde los puntos de vista biológico, ecológico y económico, por lo que los resultados de este trabajo contribuyen al conocimiento de la diversidad fúngica del país; es el primero que se realiza sobre los hongos dulceacuícolas filamentosos superiores, y además, es una contribución al conocimiento de la micobiota del territorio de la Ciudad de México.

Los datos que se generaron al caracterizar la estructura de las comunidades de los hongos microscópicos y al valorar su abundancia, diversidad y distribución servirán en el futuro para:

- Describir nuevas especies para la ciencia.

- Explicar el ciclo de vida de las especies interesantes, para comprender su biología y la función ecológica que realizan en el ambiente acuático.
- Proponer especies como indicadores biológicos del impacto ambiental, basándose en la evaluación de la presencia de géneros típicamente acuáticos en Xochimilco, como *Aniptodera* y *Ophioceras*.
- Conocer el grado de contaminación del agua de los canales al establecer un monitoreo periódico en el que se evalúe la diversidad de la microbiota registrada.
- Usar especies como degradadoras de desechos contaminantes, como una estrategia para contribuir a la regeneración ambiental.
- Obtener de los metabolitos secundarios producidos por los hongos dulceacuícolas, compuestos químicos nuevos bioactivos con posible uso biomédico, agrícola e industrial.
- El método establecido servirá para realizar estudios posteriores más detallados sobre los hongos dulceacuícolas de Xochimilco, en los que se puedan evaluar otras variables, como probar varios tipos de carnadas, diferentes tiempos de sumersión y de incubación, realizar muestreos mensuales o durante cada estación del año.
- El método de incubación de carnadas de madera podrá aplicarse en otros ambientes de agua dulce de México.
- Es necesario realizar estudios más a fondo sobre los microorganismos presentes en el ambiente acuático de Xochimilco, para poder determinar su composición, abundancia e impacto en la zona.

- Sería interesante realizar estudios, semejantes al efectuado en Xochimilco, en otros cuerpos de agua del país.

7 Literatura Citada

- Balanzario-Zamorate, J.R. 1976. Contaminación de las aguas en los canales de Xochimilco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Barnett, H.L. y Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi, 4th. ed. APS Press, Minnesota.
- Baruah, C.K. y Bora, K.N. 1979. A study of the fungal population of the water of River Brahmaputra. *Indian J. Ecol.*, 6: 103-104.
- Bills, G. y Polishook, J. 1994. Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rain forest in Costa Rica. *Mycologia* 86: 187-198.
- Breitenbach, J. y Kranzlin, F. 1984. Fungi of Switzerland. Vol. 1. Ascomycetes. Verlag, Switzerland.
- Cai, L., Tsui, C.K.M., Zhang, K. y Hyde, K.D. 2002. Aquatic fungi from Lake Fuxian, Yunnan, China. *Fungal Div.* 9: 57-70.
- Carranco, P.D., Hernández, A.O., Rivera, F. y Rosas, I. 1984. Soil and aquatic fungi in a waste-stabilization pond system of the state of Mexico, México. *Water Air Soil Pollut.* 23: 249-256.
- Céspedes, A.E. y Castillo, J. 1982. Algunos Chytridiomycetes y Oomycetes aislados de 10 localidades en cuatro estados de la República Mexicana. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 17: 207-210.
- Cooke, W.B. 1967. Potential plant pathogenic fungi in sewage and polluted water. In: Biology of Water Pollution. Ingram, W.M., Keup, L.E., y Mackenthun,

- K.M. eds., Federal Water Pollution Control Administration, Washington D.C., pp. 201-206.
- Chang, H.S., Hsieh, S.Y., Jones, E.B.G., Read, S.J. y Moss, S.T. 1998. New freshwater species of *Ascotaiwania* and *Savoriella* from Taiwan. *Mycol. Res.* 102: 709-718.
- Del Frate, G., Mangiarotti, A.M. y Caretta, G. 1991. Fungi from the water of Venice Lagoon. *Micol. Ital.* 20: 35-47.
- Frohlich, J. y Hyde, K.D. 2000. Palm Microfungi. Fungal Diversity Press, Hong Kong.
- Fryar, R.T., Yuen, T.K., Hyde, K.D. y Hodgkiss, I.J. 2001. The influence of competition between tropical fungi on wood colonization in streams. *Microb. Ecol.* 41: 245-251.
- Fujii, Y., Asahara, M., Ichinoe, M. y Nakajima, H. 2002. Fungal melanin inhibitor and related compounds from *Penicillium decumbens*. *Phytochemistry* 7: 703-708.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana. Offset Larios, México.
- Garnett, H., Bärlocher, F. y Giberson, D. 2000. Aquatic hyphomycetes in Catamaran brook: colonization dynamics, seasonal patterns, and logging effects. *Mycologia* 92: 29-41.
- Gloer, J.B. 1991. Marine and aquatic fungi as sources of new biologically active natural products. 2 International Marine Biotechnology Conference (IMBC), Baltimore.

- González, B.A. 1991. Contribución al estudio ficológico estacional de la laguna de Tlila y canales adyacentes, Xochimilco, México, D. F. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Grupta, S. y Dubey, T. 1987. Effect of chemical contents of water on seasonal occurrence of aquatic fungi. *Perspectives in Mycological Research*, Vol. I., pp. 63-68.
- Grupta, S. y Dubey, T. 1991. Effect of water pollutants on the rate of oxygen uptake of three aquatic fungi from India. *Proc. W. Va. Acad. Sci.* 63: 82-88.
- Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biod. Cons.* 7: 369-384.
- Hawksworth, D.L. 2001. The magnitud of fungal diversity: 1.5 million species estimate revised. *Mycol. Res.* 105: 1422-1432.
- Hanlin, R.T. 1992. *Illustrated Genera of Ascomycetes*, Vol. I. APS Press, Minnesota.
- Hanlin, R.T. 1998. *Illustrated Genera of Ascomycetes*, Vol. II. APS Press, Minnesota.
- Heredia, G., Ulloa, M. y Sosa, V.J. 1988. Estudio comparativo entre las comunidades fúngicas del suelo y de la rizosfera de plantas de espinaca cultivadas bajo el sistema de chinampas. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 30: 155-161.
- Hernández-Castillo, M.D. 2002. Abundancia de hongos marinos arenícolas de algunas playas de Cancún, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Herrera, T. y Ulloa, M. 1990. *El Reino de los Hongos*. UNAM y Fondo de Cultura Económica, México.

- Ho, W.W., Hyde, K.D., Hodgkiss, I.J. y Yanna. 2001. Fungal communities on submerged wood from streams in Brunei, Hong Kong, and Malaysia. *Mycol. Res.* 105: 1492-1501.
- Ho, W.W., Yanna, Hyde, K.D. y Hodgkiss, I.J. 2002. Seasonality and sequential occurrence of fungi in wood submerged in Tai Po Kau Forest Stream, Hong Kong. *Fungal Div.* 10: 21-43.
- Hyde, K.D. 2001. Where are the missing fungi? Does Hong Kong have any answers? *Mycol. Res.* 105: 1514-1518.
- Hyde, K.D., Wong, S.W. y Jones, E.B.G. 1999. *Cataractispora* gen. nov., with three new freshwater lignicolous species. *Mycol. Res.* 103: 1019-1031.
- INEGI. 2000. Distrito Federal. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://df.inegi.gob.mx>.
- Jones, E.B.G. 1971. Aquatic fungi. In: Methods in Microbiology. Booth, C. ed., Vol 4., Academic Press, London, pp. 335-365.
- Jones, G.J. 2001. Freshwater ecosystem-structure and response. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 50: 107-113
- Krauss, G., Barlocher, F., Shreck, P., Wenrich, R., Glaser, W. y Krauss G.J. 2001. Aquatic hyphomycetes occur in hyperpolluted waters in Central Germany. *Nov. Hed.* 72: 419-428.
- Kinsey, G.C., Paterson, R.R. y Kelley, J. 1999. Methods for the determination of filamentous fungi in treated and untreated waters. *J. Appl. Microbiol.* 85: 214-224.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. y Stalpers J.A. 2001. Dictionary of the Fungi, 9th ed., CAB International, Wallingford.

- Lot, A., Novelo, A. y Quiroz, A. 1979. The chinampa: an agricultural system that utilizes aquatic plants. *J. Aquat. Pl. Management* 17: 74-75.
- Martínez, J., Garza-Garza, D. y Trujillo, A. 1973. Estudio de los hongos filamentosos aislados de las aguas del río Coatzacoalcos. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7: 39-50.
- Medellín-Rubio, A. 1996. Distribución de enterobacterias, con énfasis en el género *Shigella* en los canales de Xochimilco, D. F., México. Tesina, Licenciatura en Biología, UAM, Xochimilco.
- Murueta, L.N. 2001. Micromicetes arenícolas terrestres de tres playas de Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Olguín, L.M. 1992. Evaluación y cuantificación de los desechos sólidos en los canales de ecosistema lacustre Xochimilco y su efecto sobre la biota. Informe de Servicio Social. UAM. Xochimilco.
- Ortega, Y. y Villalpando, Y. 1984. Estudio de la frecuencia de bacterias y parásitos contaminantes de aguas negras tratadas y de las aguas de las aguas de riego de los canales de la Delegación Xochimilco. Tesis de Licenciatura de QFB. Facultad de Química, UNAM.
- Park, D. 1972. Methods of detecting fungi in organic detritus in waters. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 58: 281-290.
- Pedraza-García, M.T. 1995. Comparación hidrológica de los canales de dos zonas chinamperas de la región Xochimilco-Tláhuac a través de sus parámetros físico-químicos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13, 131-144.
- Rholf, F. 1993. NTSYS-pc v 2.0. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis. System Applied Biostatistics, Setuket, New York.
- Rosenzweig, W.D. y Pipes, W.O. 1989. Presence of Fungi in Drinking Water. Biohazards of Drinking Water Treatment, Lewis Publishers, New York.
- Saadoun, I., Hameed, K.M. y Moussauui, A. 1999. Characterization and analysis of antibiotic activity of some aquatic actinomycetes. *Microbios* 99: 173-179.
- Salas, S.I. 1998. Estudio de la vegetación del Parque Ecológico de Xochimilco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Serrano, S.B.C. 1987. Análisis del impacto urbano en la Delegación de Xochimilco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Shearer, C.A. 1993. The freshwater Ascomycetes. *Nov. Hed.* 56: 1-33.
- Shearer, C.A. 2001. The distribution of freshwater filamentous ascomycetes. In: Trichomycetes and other Fungal Groups. Misra J., Horn B., eds., Science Publishers, Enfield, pp 225-292.
- Sivichai, S., Jones, E.B.J. y Nywel-Jones, N. 2002. Fungal colonisation of wood in a freshwater stream at Tad Ta Phu, Khao Yai National Park, Thailand. *Fungal Div.* 10: 113-129.
- Sridhar; Krauss, G., Barlocher, F., Wennrich, R. y Krauss, G.J. 2000. Fungal diversity in heavy metal polluted waters in central Germany. *Fungal Div.* 5: 119-129.

- Suberkropp, K. 1995. The influence of nutrients on fungal growth, productivity, and sporulation during leaf breakdown in streams. *Can. J. Bot.* 73: 1361-1396.
- Suberkropp, K. 1998. Effect of dissolved nutrients on two aquatic hyphomycetes growing on leaf litter. *Mycol. Res.* 8: 998-1002.
- Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr.* 5: 1-34.
- Tan, T.K. y Lim, G. 1983. Effects of water pollution on fungi of submerged organic debris. *Mycopathologia* 82: 121-124.
- Ulloa, M. y Hanlin, R. 1974. Atlas de Micología Básica. Ed. Concepto, México.
- Vukojevic', J., Franic'-Mihajilovic', D. y Duletic'-Lausevic, S. 1997. Soil micromycetes in the aquatic ecosystem of Vlasinsko lake and its tributes. *Mycol. Helv.* 9: 121-136.
- Wang, C.J.K. y Zabel, R.A. 1990. Identification Manual for Fungi from Utility Poles in the Eastern United States. American Type Culture Collection, Maryland.
- Wong, M.K.M., Goh, T.K., Hodgkiss, I.J., Hyde, K.D., Ranghoo, V.M., Tsui, C.K.M., Ho, W.H., Wong, W.S.W. y Yuen, T.K. 1998. Role of the fungi in freshwater ecosystems. *Biod. Cons.* 7: 1187-1206.
- Yuen, T.K. 1998. Role of the fungi in freshwater ecosystems. *Biod. Cons.* 7:1187-1206.

NO SALES
NO SALES