

00361

27  
2e)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**BIOLOGIA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**ECOLOGIA Y FENOLOGIA DE LOS MYXOMYCETES EN UN BOSQUE  
TROPICAL DEL ESTADO DE VERACRUZ.**

**TESIS QUE PRESENTA PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)**

**NISAO OGATA AGUILAR**

**México, D.F.**

**1992**



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 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

	Página
1. RESUMEN . . . . .	1
2. INTRODUCCION . . . . .	2
3. OBJETIVO . . . . .	5
4. BIOLOGIA DE MYXOMYCETES . . . . .	5
4.1. Fase ameboide . . . . .	5
4.2. Fase plasmodial . . . . .	8
4.3. Fase esporangial . . . . .	10
5. REVISION HISTORICA . . . . .	11
6. MATERIALES Y METODOS . . . . .	13
6.1. Area de estudio . . . . .	13
6.2. Estudio de campo . . . . .	18
6.3. Diseño del muestreo y toma de datos . . . . .	18
6.4. Estudio de laboratorio . . . . .	22
6.5. Análisis de la información . . . . .	22
7. RESULTADOS . . . . .	24
7.1. Especies estudiadas . . . . .	24
7.2. Riqueza . . . . .	27
7.3. Abundancia . . . . .	30
7.4. Diversidad . . . . .	30
7.5. Relación entre la precipitación, temperatura y luz, y la riqueza, abundancia y diversidad de especies . . . . .	30
8. DISCUSION . . . . .	35
9. CONSIDERACIONES FINALES . . . . .	39
10. LITERATURA CITADA . . . . .	41
11. APENDICE . . . . .	48

## RESUMEN

La presencia de los Myxomycetes (en sus distintas manifestaciones) como componentes del detrito en prácticamente todo tipo de ambientes y las evidencias obtenidas en estudios de laboratorio, sugieren un importante papel de estos organismos en los ecosistemas. No obstante, poca investigación se ha realizado acerca de la ecología de estos organismos, especialmente en tipos de vegetación tropical. El objetivo de este trabajo fue conocer los patrones de riqueza, abundancia y diversidad de especies de los Myxomycetes que ocurren en una barranca cubierta por selva mediana subperennifolia y la relación entre estos patrones y la precipitación, la temperatura y la luz. Dicho estudio fue realizado en Pinoltepec, Municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México; entre abril y diciembre de 1989. Por otra parte, se recopiló y analizó la información referente a los Myxomycetes reportados en la literatura para México y en especial para las selvas. Los resultados obtenidos evidenciaron que la riqueza, abundancia y diversidad de Myxomycetes se ve influenciada significativamente por la precipitación y la temperatura; al parecer, la influencia de estos factores se presenta al inicio de la época de lluvias e incremento en la temperatura, momento en el cual, presumiblemente, se lleva a cabo la mayor actividad de los Myxomycetes (v.gr., germinación, reproducción, alimentación y formación de plasmodios). La luz, aunque no presentó ninguna correlación con los patrones analizados, es probable que su influencia se haya visto reflejada en uno de los lados de la barranca que presentó mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies. El análisis de la información bibliográfica demostró que casi el 50% de las especies que han sido reportadas para México se encuentran en las selvas. Finalmente, se compararon los resultados obtenidos en este trabajo, con los realizados por otros autores en bosques templados y se planteó una hipótesis para tratar de explicar la escasez de los Myxomycetes en las selvas, en comparación con los bosques templados.

## INTRODUCCION

Los avances en el conocimiento de la distribución geográfica, fisiología, genética, ultraestructura, morfogénesis y bioquímica de los Myxomycetes, sugieren que este grupo desempeña un papel importante en los ecosistemas (Madelin, 1984a). Sin embargo, se han desarrollado pocos estudios sobre la ecología de este grupo de organismos. Entre las aportaciones que más han contribuído a conocer la ecología de los Myxomycetes están los siguientes trabajos que se discuten a continuación.

Carr (1939), comparó la composición de especies en dos localidades de Virginia (E.U.A.), que diferían en el tipo de suelo (calizo vs. arenoso) y encontró que las especies carbonatadas, v.gr., Physarales, presentaban preferencia por los suelos calizos; por su parte, las especies no carbonatadas, v.gr., Stemonitales, Trichiales, Liceales, fueron mayormente encontradas en suelos arenosos o con bajas concentraciones de carbonato.

Pirola y Credaro (1975), en Italia, compararon los patrones de distribución de los Myxomycetes colectados durante varios años, en dos tipos de sustrato (madera vs. humus) y en varios tipos de comunidades de plantas, y encontraron que ciertas especies de Myxomycetes preferían ciertos tipos de sustrato y ciertas especies de plantas. De manera similar, Drozdowicz (1977), en Polonia, relacionó la ocurrencia de Myxomycetes con el tipo de madera en que aparecían las fructificaciones, pero tomando además en consideración el tipo de hábitat y pH del sustrato en que se colectaba.

Maimoni-Rodella y Gottsberger (1980), compararon la ocurrencia anual (1976-1977) de los Myxomycetes en dos estados sucesionales de un bosque tropical húmedo (Sao Paulo, Brasil), analizaron la posible preferencia de las especies de Myxomycetes

por cierto tipo de sustrato y relacionaron la aparición y abundancia de las especies con la precipitación y la temperatura. Dichos autores sugirieron que la preferencia de fructificación por sustratos de ciertas especies vegetales no es evidente en los trópicos y que la posible preferencia que al parecer ocurre en zonas templadas se debe principalmente a que en estas zonas, la diversidad de especies vegetales es baja. Por otro lado, encontraron que en el bosque maduro existió mayor preferencia de las fructificaciones por la madera, mientras que en el bosque secundario la preferencia fue por hojas y ramas. Finalmente, sugirieron que en su estudio, las bajas temperaturas, al parecer, fueron más determinantes que la precipitación en la aparición y abundancia de los Myxomycetes en estos ecosistemas.

Eliasson (1981), analizó durante 1971-1974 los patrones de ocurrencia de ciertas especies de Myxomycetes en un bosque de abetos en Suecia, y encontró que la composición de especies presentaba diferencias de un año a otro. Así mismo, evidenció que las especies con faneroplasmodios, v.gr., *Fuligo septica*, tienden a ser raras en ambientes secos y que la aparición de algunas especies no está condicionada a las épocas de mayor precipitación.

Ing (1983), describió la asociación de especies de Myxomycetes que aparecen en barrancas cubiertas por briofitas en las Islas Británicas. De acuerdo a sus observaciones, cinco especies de Myxomycetes aparecieron asociadas a este tipo de hábitat, y sugirió que dicha asociación puede también ser encontrada en los bosques de la parte oeste de las islas, y especialmente donde existan ensamblajes de criptógamas del Atlántico. Así mismo, resaltó que la presencia de las briofitas son las que determinan la presencia de los Myxomycetes en este tipo de hábitat.

López-Sánchez et al. (1987), trabajando en bosques de coníferas en España, relacionaron la ocurrencia de los

Myxomycetes en distintos tipos de sustrato y la preferencia de las especies por ciertos sustratos y por determinado grupo de plantas. Los resultados mostraron una mayor preferencia de las especies de Myxomycetes por el sustrato clasificado como madera; el 60% de las especies fructificó sobre coníferas, el 30% sobre planifolios y el 10% sobre otros sustratos.

Stephenson (1988), durante 1982-1986, realizó un estudio comparativo de la ocurrencia de los Myxomycetes en cinco diferentes comunidades de bosque templado en el sudoeste de Virginia (E.U.A.) que presentaban un gradiente de humedad (de xérico a méxico). La composición de especies fue muy similar en las cinco comunidades. Sin embargo, la abundancia, riqueza y diversidad fueron más altas hacia las partes méxicas del gradiente. Por otro lado, el patrón estacional, tanto para la riqueza como para la diversidad, presentó valores bajos al inicio de la época de lluvias, un máximo incremento a mediados de la estación y un decline al final de esta.

Stephenson (1989), utilizando la técnica de cámara húmeda, en el sudoeste de Virginia (E.U.A.) durante 1982-1986, estudió los Myxomycetes asociados con las cortezas de árboles vivos, hojas de detrito y estiércol. Analizó también los patrones de composición y diversidad de especies en cada microhábitat. Los resultados indicaron que la mayoría de las especies de Myxomycetes exhibían diferentes patrones de distribución con respecto al tipo de microhábitat potencialmente disponible, y que esas diferencias estaban relacionadas a las variaciones microambientales existentes dentro y entre esos microhábitats. Las diferencias que existieron en la composición de especies de los Myxomycetes fueron relacionadas a las diferencias de acidez y textura de la corteza. Como respuesta a la carencia general de conocimiento acerca de la ecología de los Myxomycetes y, en especial para las zonas tropicales, dada la importancia que estos organismos tienen en la intrincada cadena trófica que ocurre en el detrito de los ecosistemas, es que se planteó este trabajo.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es el de estudiar en un bosque tropical en el Estado de Veracruz los patrones sobre la riqueza, abundancia y diversidad de Myxomycetes en relación con la temperatura, precipitación y luz. Se considera también el comportamiento fenológico de las especies y se recopila y analiza la información disponible sobre los Myxomycetes mexicanos, con especial énfasis en los reportados para zonas con vegetación tropical.

## BIOLOGIA DE MYXOMYCETES

Los Myxomycetes (o Myxomycota) son un grupo de organismos clasificado en el reino Protocista, de distribución cosmopolita, con 3 Suclases, 6 órdenes, 13 familias, 54 géneros, y aproximadamente 500 especies (Frederick, 1990). Presentan un ciclo de vida caracterizado por una fase ameboide, una plasmodial y una esporangial (Figura 1).

**Fase ameboide.** Se inicia con la germinación de la espora, que bien puede efectuarse por rompimiento de la pared, o mediante la formación de un poro, de donde pueden emerger una o varias mixamebas (Gray y Alexopoulos, 1968). Dependiendo de la humedad del sustrato, las mixamebas pueden presentar dos undulipodios (uno más largo que otro) en sustratos húmedos, o retraerlos en sustratos secos (Madelin, 1984a). Sin embargo, al menos en el caso de *Physarum polycephalum*, la aparición de undulipodios también puede verse influida por factores nutricionales (Goodman, 1972) (Figura 1 A-D).

La nutrición de mixamebas es principalmente fagotrófica, y se ha demostrado que se alimentan de bacterias y/o esporas fungales (Gilbert, 1928). No obstante, es probable que la alimentación por ósmosis también juegue un papel importante. McCullough y Dee (1976), lograron el cultivo de mixamebas de

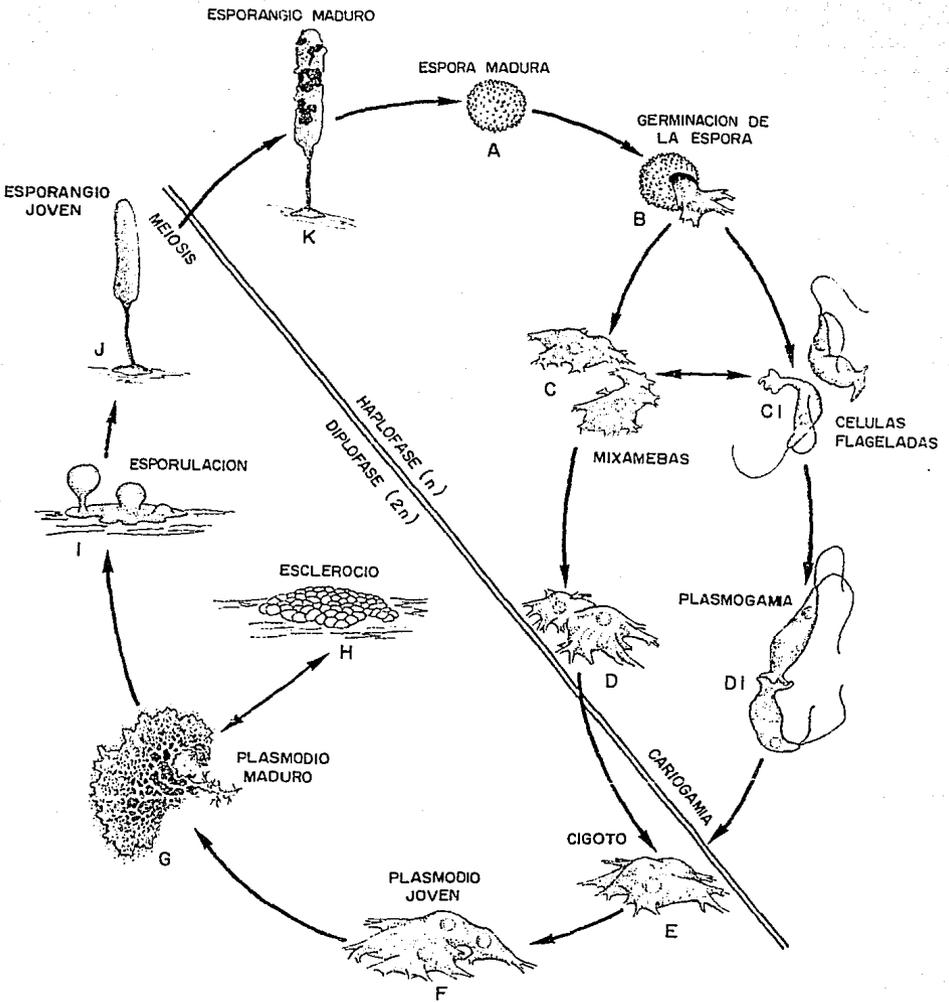


Figura 1. CICLO DE VIDA DE LOS MYXOMYCETES  
(Tomado de Alexopoulos y Mims., 1979)

*Physarum polycephalum* en un medio líquido químicamente definido.

Aunque, posteriormente, fue demostrado que el éxito del experimento se debió a mutaciones propias de la especie (McCullough et al., 1978). Por otro lado, Haskins (1970), trabajando con cultivos axénicos de *Echinostelium minutum*, observó que las mixamebas eran incapaces de transformarse en plasmodios a menos que se adicionaran bacterias o levaduras.

Las mixamebas presentan quimiotaxis, de esta manera, ya sea utilizando los undulipodios o los pseudópodos, pueden detectar alimentos (de peso molecular entre 200 y 400) sobre distancias que exceden las 600 micras (Konijn y Koevenig, 1971). Jacobson (1980) reportó que aproximadamente 200 bacterias son necesarias para mantener una sola mixameba de *Physarum polycephalum* hasta antes de fisionarse.

La fisión de mixamebas es otra característica importante, esta ocurre mientras encuentra alimento disponible (Gray y Alexopoulos, 1968). En caso de escasez de alimento o humedad, las mixamebas tienen la capacidad de enquistarse (microquistes) y mantenerse latentes hasta que las condiciones sean propicias (Gray y Alexopoulos, 1968).

La abundancia de mixamebas o microquistes en la naturaleza, ha sido evidenciada de manera indirecta mediante análisis de suelo, Madelin (1984a) reportó que pueden encontrarse entre 10 y 1000 (y algunas veces hasta 10,000) unidades formadoras de plasmodio (mixamebas o microquistes) por gramo de suelo.

Los datos anteriores nos dan una idea del importante papel ecológico que pueden desempeñar las mixamebas bajo condiciones naturales, al menos en la regulación de poblaciones fungales o bacterianas.

La transformación de mixamebas en plasmodios puede ocurrir

mediante el cruzamiento heterotálico, o mediante la apomixis (Madelin, 1984a). Collins et al. (1983) propusieron que la apomixis y el heterotalismo pueden ser modos alternativos del ciclo de vida en todas las especies de Myxomycetes, y que la habilidad para cambiar entre apomixis y/o heterotalismo refuerza la capacidad para sobrevivir en la naturaleza. Es decir, la apomixis es ventajosa en ambientes estables, mientras que el heterotalismo es ventajoso en ambientes cambiantes o fluctuantes.

**Fase plasmodial.** Una vez formado el cigoto, este presenta divisiones nucleares sincrónicas que finalmente dan por resultado una célula multinucleada o plasmodio. Alexopoulos (1960) reconoció tres tipos principales de plasmodio: protoplasmodios, afanoplasmodios y faneroplasmodios (Figura 1 E-H).

El protoplasmodio es característico de especies de pequeño tamaño (v.gr., *Echinostelium minutum*, *Licea parasitica*, *Clastoderma debaryanum*). Carece de venas y, en comparación con el sistema de corrientes del faneroplasmodio, presenta un sistema de corrientes citoplasmáticas irregular y lento (Gray y Alexopoulos, 1968). Presenta movimiento pseudopoidal, así como quimiotaxis, lo que le permite desplazarse por alimento y condiciones de humedad adecuadas. De acuerdo con los trabajos de Peterson (1952), Alexopoulos (1960) y Mcmanus (1961), cada protoplasmodio produce solo un esporangio y tiene la capacidad de enquistarse. De acuerdo con Olive (1975), el protoplasmodio, y por ende las especies que lo presentan, son evolutivamente las más primitivas de la Clase Myxomycetes, y están estrechamente relacionadas con la Clase Protostelia.

El afanoplasmodio está representado principalmente en la Subclase Stemonitomicetidae (v.gr., *Stemonitis fusca*, *S. flavogenita*, *Comatricha laxa*, *C. typhoides* y *Lamproderma scintillans*). Presenta un retículo delicado y aplanado más o menos definido, un sistema de venas terminales hacia el margen de la célula, y corrientes citoplasmáticas reversibles (Madelin,

1984a). Las venas son muy angostas (5-10  $\mu$  m de diámetro) y largas; por su forma, algunas veces pueden ser confundidas con hifas fungales. De manera más evidente que el protoplasmodio, el afanoplasmodio presenta movimiento pseudopoidal, quimiotaxis y, además, en condiciones desfavorables, puede enquistarse. Madelin (1984b) sugirió que este tipo de plasmodio puede tener ventajas para penetrar en la madera en descomposición, hábitat en el cual se encuentran muchas especies con este tipo de plasmodio.

El faneroplasmodio es el más conspicuo en la naturaleza, tiende a ser en forma de abanico, alcanza varios centímetros de diámetro (a veces hasta 20 cm) y frecuentemente es pigmentado. Este tipo de plasmodio está representado principalmente por especies del orden Physarales (v.gr., *Physarum polycephalum*, *Didymium nigripes*, *D. iridis*). El retículo está formado por un sistema de venas gruesas, las cuales no son terminales y por las cuales corrientes citoplasmáticas reversibles distribuyen los nutrientes (Madelin, 1984a; Gray y Alexopoulos, 1968; Olive, 1975). La cubierta de la célula es una membrana mucilaginosa compuesta de galactosa, glicoproteínas y polisacáridos. Asgari y Henney (1978) reportaron para *Physarum flavicomun* la secreción de glicoproteínas con alto peso molecular, y observaron que estas tenían la capacidad de reducir hasta en un 50% la tasa de crecimiento de mixamebas haploides. El faneroplasmodio presenta movimiento más activo que los dos tipos anteriores, así como quimiotaxis y la capacidad de enquistarse. Olive (1975) consideró al faneroplasmodio como el más avanzado evolutivamente de la Clase Myxomycetes.

Además de los tipos de plasmodio anteriormente descritos, Madelin (1984a) y Alexopoulos (1960), sugirieron que tipos intermedios pueden ser encontrados en algunas especies del orden Trichiales. La nutrición de plasmodios se lleva a cabo mediante tres rutas: fagocitosis, pinocitosis y absorción directa (Madelin, 1984a). La fuente principal de alimento del plasmodio son las bacterias (incluyendo Actinomycetes y cyanobacterias),

hifas fungales, levaduras, cuerpos fructíferos y esporas fungales, algas, esporas, microquistes y mixamebas de *Myxomycetes* y, probablemente, líquenes (Madelin, 1984b).

En cuanto a la alimentación de plasmodios sobre hifas fungales, es importante el trabajo de Howard y Curie (1932). Ellos demostraron la alimentación de plasmodios de 21 especies de *Myxomycetes* sobre hifas de 49 especies de hongos destructores de madera, aunque la susceptibilidad de ataque sobre las especies de hongos varió de acuerdo a la especie de *Myxomycetes* y al sustrato en que fueron cultivados los hongos. Debido a la importancia económica de los hongos destructores de madera, conocer la repercusión de la depredación de plasmodios sobre estos hongos, es otro aspecto del ciclo de vida de *Myxomycetes* que necesita ser investigado.

En relación a la senescencia, los trabajos de Jahn (1919), Lott y Clark (1980), Clark y Mulleavy (1982), Lott et al. (1981) y Hosoda (1980), demuestran que, dependiendo de la especie, del genotipo y de la técnica con que se trabaje, los plasmodios pueden durar días, meses o años antes de morir. En el caso de *Badhamia utricularis* se presentan tres etapas: "juventud", "maduración" y "vejez" (Jahn, 1919). La primera se caracteriza por ser una etapa de crecimiento que, bajo condiciones adecuadas, puede durar hasta seis meses. En la segunda, la vitalidad del plasmodio declina hasta aproximadamente los dos años de vida y la tercera representa la fase final de envejecimiento y muerte.

La transformación del plasmodio en cuerpos fructíferos se inicia con la migración de este hacia sitios secos y muchas veces iluminados. Dicha transformación puede durar horas o días, dependiendo de la especie (Therrien y Haskins, 1981; Ganju y Mukherjee, 1969; Gray, 1949).

**Fase esporangial.** Los factores principales que inducen la formación del esporangio (al menos para *Physarum polycephalum*),

son la supresión de nutrientes, así como la exposición alternada a luz y sombra. Sin embargo, esto no puede generalizarse. Por ejemplo, Clark y Lott (1981) estudiaron plasmodios senescentes de *Didymium iridis*, y encontraron que estos fructificaban independientemente de los nutrientes disponibles en el cultivo (Figura 1 I-K).

El producto de la fructificación es la espora. La dispersión de esporas se lleva a cabo principalmente por aire, aunque también ha sido evidenciada la dispersión por ácaros (Keller y Smith, 1978) e insectos (Blackwell, 1984).

La longevidad de esporas ha sido examinada por diversos autores (Smith, 1929; Elliott, 1949; Erbisch, 1964), quienes trabajando con especímenes de herbario, lograron la germinación de esporas almacenadas hasta por 68 años.

#### REVISION HISTORICA

Las primeras investigaciones sobre los Myxomycetes de México se inician con Masee (1892), quien registró *Stemonitis axifera*. Macbride y Smith (1896) registraron doce especies para México. Posteriormente, Macbride (1899, 1922) adicionó nueve especies. Torrend (1909) registró *Trichia verrucosa* y *Physarum tropicale*, aunque dichas especies ya habían sido registradas por Macbride y Smith (1896) y Macbride (1899), respectivamente. Lister (1925) también estudió *T. verrucosa*. Emoto (1933) registró 24 especies no conocidas y Hagelstein (1944) hizo también referencia a *T. verrucosa*. No es sino hasta 1961 cuando apareció una nueva referencia, la de Welden y Lemke (1961), en donde registraron cinco especies para zonas templadas. Siete años más tarde, Alexopoulos y Blackwell (1968) describieron una nueva especie para la ciencia proveniente de México, y un año despues apareció la obra clásica de Martin y Alexopoulos (1969), en donde consideraron Myxomycetes mexicanos. Posteriormente, Guzmán (1972) registró algunas especies del volcán Popocatepetl. Braun y Keller

(1976) elaboraron la primera estimación de los Myxomycetes de México haciendo referencia a especies halladas en zonas con vegetación tropical. Farr (1976), en Flora Neotropica, hizo referencia a México en la primera revisión de los Myxomycetes del Neotrópico; Keller y Braun (1977), estudiaron los Myxomycetes corticolas de México; Welden y Guzmán (1978) y Welden et al. (1979), registraron Myxomycetes de zonas con vegetación tropical. Pérez-Silva (1979) registró una especie no conocida para México. López et al. (1979, 1981a, 1981b) estudiaron los Myxomycetes del Estado de Veracruz, especialmente en zonas de bosque templado, Gómez (1980) estudió los Myxomycetes del Estado de Nuevo León y Guzmán y Guzmán-Dávalos (1981) registraron *Physarum pusillum* para el Distrito Federal.

López et al. (1981c) realizaron la segunda estimación de los Myxomycetes de México y la primera para el Estado de Veracruz. Villarreal (1983, 1985) registró algunas especies no conocidas para el Neotrópico, México y el Estado de Veracruz. Guzmán (1983) hizo referencia a algunas especies de Myxomycetes de la Península de Yucatán. Guzmán y Villarreal (1984) en su estudio sobre la Mico-Flora del Cofre de Perote, describieron algunas especies de Myxomycetes no conocidas para el Estado de Veracruz, entre ellas una no conocida para México. Chacón y Guzmán (1984) registraron dos especies no conocidas para el Estado de Chiapas. Braun y Keller (1986) registraron especies no conocidas para México y realizaron la tercera estimación de los Myxomycetes mexicanos. Ogata (1987) describió las especies del género *Didymium* en el Estado de Veracruz; Pérez-Moreno y Villarreal (1988) y Villarreal (1990) adicionaron nuevos registros para algunos estados de la República.

Resumiendo la información sobre los Myxomycetes de la República Mexicana, se conocen 187 especies y 2 variedades adscritas a 39 géneros, 11 familias, 6 ordenes y 3 subclases. De estos taxa, 106 especies, 1 variedad, 28 géneros, 9 familias, 6 ordenes y 3 subclases son conocidos del Estado de Veracruz

(Apéndice).

En relación a los Myxomycetes de zonas de vegetación tropical, y en especial de México, la información es muy escasa. Como se ha mencionado ya, los trabajos de Welden y Guzmán (1978) y Welden et al. (1979), se refieren a Myxomycetes tropicales de Veracruz. Braun y Keller (1976, 1986) registraron especies de zonas de vegetación tropical de Guerrero, Yucatán, Tabasco y Colima; Guzmán (1983) registró especies de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Chacón y Guzmán (1984), Pérez-Moreno y Villarreal (1988) y Villarreal (1990) estudiaron especies tropicales de Campeche y Chiapas.

Basado en esta información, y en los resultados de este trabajo, podemos decir que para las zonas con vegetación tropical (v.gr., selva baja, mediana, alta) de los Estados mexicanos de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, se conocen 80 especies, 1 variedad y 23 géneros, agrupados en 9 familias, 6 ordenes y 3 subclases.

#### MATERIALES Y METODOS

##### Area de estudio:

El presente trabajo fue realizado en una barranca situada a 2.5 km al sureste de la comunidad de Pinoltepec, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz; a 500 m.s.n.m. (Mapa 1). Dicha barranca mide aproximadamente 500 m de largo por 60 m de ancho, con una pendiente entre 50° y 80°. La vegetación en el área presenta aproximadamente 20 m de altura y aproximadamente el 40% de las especies que la componen tienen hojas caducas. Fisonómicamente, las especies más sobresalientes son *Bursera simaruba* (Sw.) Sarg., *Protium copal* (Schlecht. et Cham.) Engl., *Ficus* spp. y *Spondias mombin* L. De acuerdo con Gómez-Pompa (1977) el tipo de vegetación podría ser considerado, en este trabajo, como selva mediana subperennifolia. Este tipo de selva presenta una altura entre 15 y 25 m de altura, con el 40% o más de sus

especies caducas. Se presenta en lugares con 1400 mm o más de lluvia y, con una temporada de sequía muy pronunciada. Florísticamente es un tipo de selva difícil de caracterizar debido a que es una zona de transición con especies de selva alta tolerantes a sequía y especies de selva baja tolerantes a humedad.

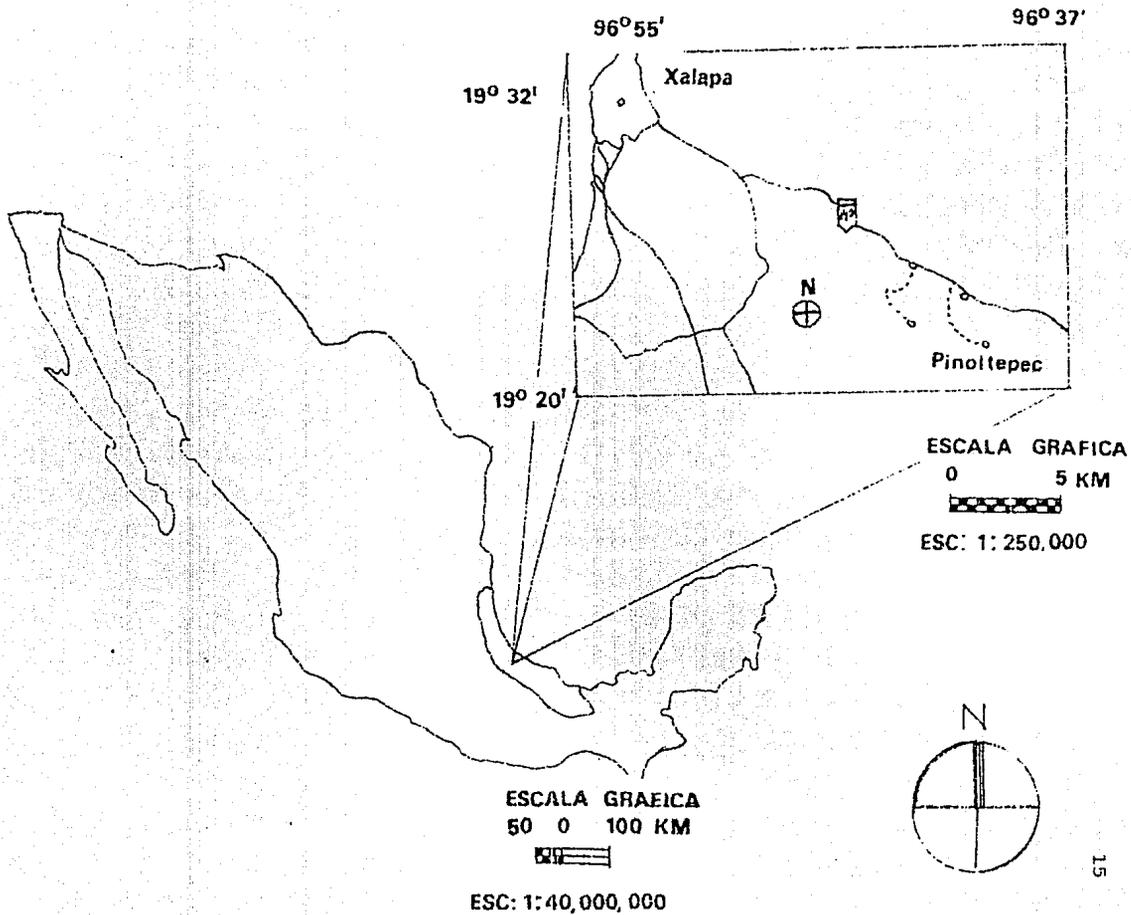
La barranca está compuesta de dos lados, uno con orientación noroeste (llamado zona A en este trabajo), otro con orientación sureste (llamado zona B en este trabajo); divide a la barranca un arroyo que, dependiendo de la época del año, varía entre 50 cm y 3 m de ancho. Al parecer, la orientación de la barranca (la cual resguarda a la vegetación de los vientos) y la circulación del arroyo son los factores principales que permiten el desarrollo de este tipo de vegetación.

De acuerdo con entrevistas a informantes locales, la zona no ha sido utilizada para fines agrícolas al menos en unos quince años. La zona A, al parecer, no ha sido utilizada para fines agrícolas debido a la pronunciada y accidentada pendiente que presenta. Sin embargo, en la zona B, algunas partes presenta una pendiente accesible al cultivo. En esta zona se encontraron algunas plantas de cafeto, que por el tamaño y estado de abandono que presentan, es probable que la zona B haya sido utilizada hace al menos unos diez años.

El clima en la zona, es una transición de los tipos Aw0 (i')g.- y (A)Cw" 2(i')g.

El tipo Aw0 (i')g.- = Cálido subhúmedo con lluvias en verano y un cociente P/T menor de 43.2, con poca oscilación térmica entre el mes más frío y el más cálido; su marcha anual de temperatura es de tipo ganges (antes de junio).

Mapa 1. Localizacion de la zona de estudio, en Pinoltepec, Municipio de Emiliano Zapata, Veracruz.



El tipo (A)Cw" 2(i')g.-= Semicálido subhúmedo con lluvias en verano y canícula, un cociente P/T mayor a 55.0, con poca oscilación térmica anual (5° y 7°C). La marcha anual de temperatura es de tipo ganges.

El comportamiento de la precipitación, temperatura y luz durante 1989 se presentó de la siguiente manera.

**Precipitación.** Como se puede apreciar en la Figura 2, en los meses de enero a abril la precipitación fue escasa. En mayo, hubo un incremento considerable en comparación con los meses anteriores, este incremento se continuó en junio y julio (en este último se presentó la mayor precipitación del año). En agosto se presentó un descenso, y en septiembre hubo un segundo pico de máxima precipitación (aunque no mayor que julio). En octubre, hubo un marcado descenso, y en noviembre y diciembre se volvió a incrementar.

**Temperatura.** La temperatura en los meses de enero a marzo se mantuvo alrededor de los 18.7°C. En abril, hubo un incremento de 2.7°C, y en mayo otro de 2.2°C (en este mes se presentó la máxima temperatura registrada en el año), esta temperatura prácticamente se mantuvo en junio (.1°C menos). En julio, hubo una baja de 1.2°C, y un decremento gradual hasta noviembre. Finalmente en diciembre, hubo una baja de 5.4°C (Figura 2).

**Luz.** Durante los meses de abril a agosto tuvo la misma forma gráfica en ambos lados de la barranca, sin embargo, la incidencia de luz fue mayor para la zona A que para la zona B. Contrario a los meses anteriores, de septiembre a diciembre, la incidencia de luz fue mayor para la zona B que para la zona A (Figura 3).

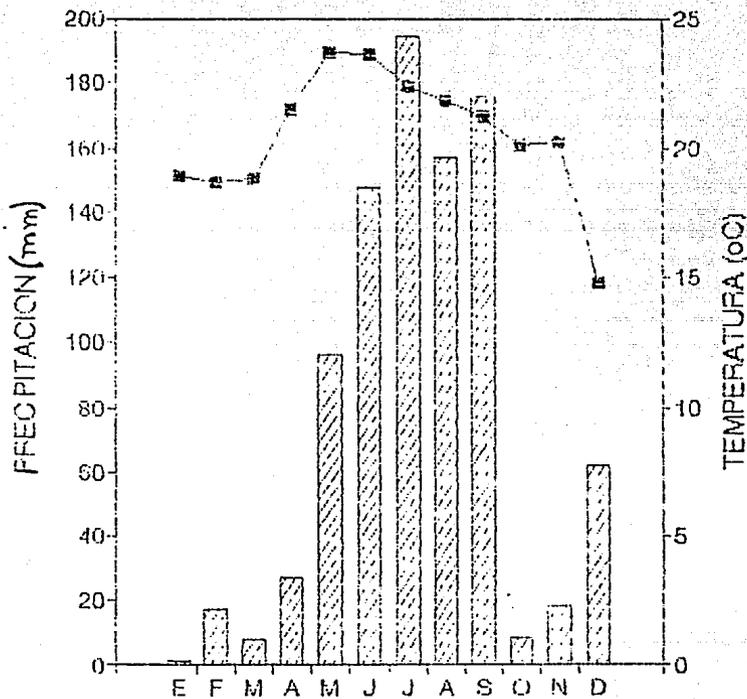


Figura 2. Precipitación y Temperatura durante 1989, en Pínohtepec, Mpio. Emiliano Zapata, Veracruz.

El método de estudio se dividió de la manera siguiente.

#### **Estudio de campo.**

Para determinar las unidades de muestreo que permitieran las observaciones de los Myxomycetes, durante varios meses en lugares fijos, y controlar las fluctuaciones poblacionales, se eligió una parcela de 30 m x 30 m en cada lado de la barranca. Una parcela tiene orientación noroeste (Zona A) y la otra orientación sureste (Zona B) (Figura 4).

Para los propósitos de este estudio, se escogieron troncos como unidades naturales de muestreo, debido a que son más fáciles de ubicar en el espacio y son más duraderos; además de que existen evidencias de mayor preferencia de los Myxomycetes por este sustrato (Maimoni-Rodella y Gottsberger, 1980). Sin embargo, es necesario aclarar que algunas especies, por ejemplo del orden Physarales, pueden presentar mayor preferencia por hojas o pequeñas ramas que por troncos (Gray y Alexopoulos, 1968; Martin y Alexopoulos, 1969; observaciones personales).

Se definió como "tronco" a los trozos de madera que presentaran como mínimo 15 cm de diámetro y 50 cm de largo. Una vez definidas las unidades de muestreo, se procedió a contar los troncos en cada una de las parcelas (A y B), localizando cada tronco en un sistema de coordenadas.

#### **Diseño del muestreo y toma de datos.**

El siguiente problema metodológico por resolver fue que parte del ciclo de vida de los Myxomycetes muestrear, y como muestrear las poblaciones de Myxomycetes.

Se decidió muestrear los cuerpos fructíferos porque son la expresión más conspicua y permanente del ciclo. Sin embargo, muestrear los cuerpos fructíferos presentó dos alternativas. La primera, muestrear las fructificaciones individualmente. El inconveniente es que la cantidad de cuerpos fructíferos varía

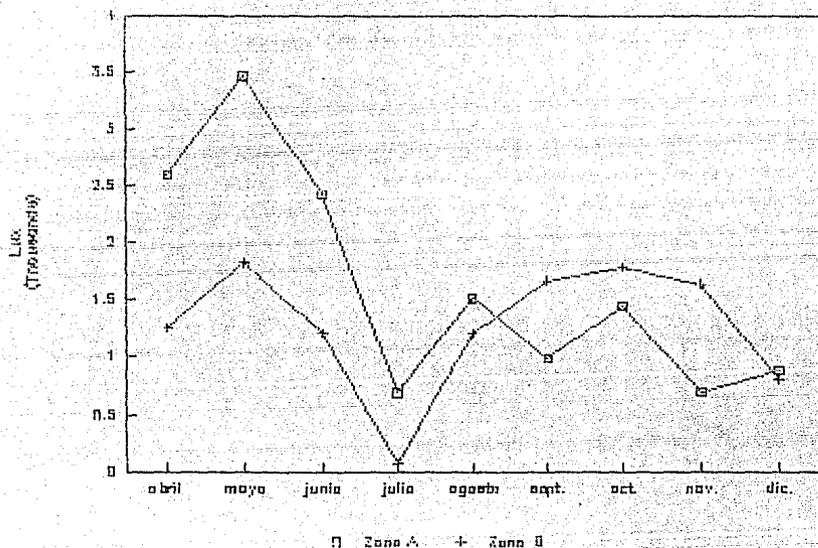


Figura 3. Intensidad de Luz en cada lado de la barranca, durante abril a diciembre de 1989, en Píñoltepec, Mpio. Emiliano Zapata, Veracruz.

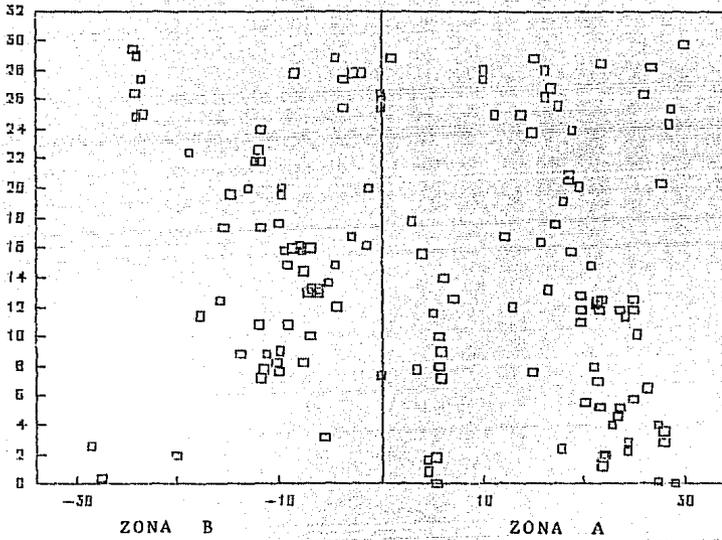


Figura 4. Distribución espacial de troncos en cada lado de la barranca en Pinoltepec, Mpio. Emiliano Zapata, Veracruz.

dependiendo de la especie, v.gr., un plasmodio de *Physarum didermoides* puede producir más de 1000 cuerpos frutíferos, mientras que un plasmodio de *Echinostelium minutum* puede producir un solo cuerpo fructífero. La segunda alternativa fue considerar los individuos provenientes de un mismo plasmodio como una "colección" (Eliasson, 1981). De esta manera, se evita que los datos de abundancia se vean influidos por las especies que producen menos. Los datos de diversidad y abundancia presentados en este trabajo estuvieron basados en "colecciones", que se definieron como el grupo de fructificaciones que provienen de un mismo plasmodio, siguiendo los criterios utilizados por Eliasson (1981). Para diferenciar una colección de otra, se consideró una distancia de 30 cm, a menos que se hubiera observado un plasmodio nuevo en o cerca de un grupo de fructificaciones ya desarrolladas.

El trabajo de campo se desarrolló entre abril y diciembre de 1989. Para la toma de datos se visitó la zona entre dos y cuatro veces por mes, según la época lluviosa.

En cada parcela se midió la cantidad de luz (medida en lux) con un exposímetro "Lunaxis 3" (Gossen), a lo largo y a lo ancho, a espacios de 5 m de distancia, y se obtuvo la media para cada parcela. Las mediciones de luz fueron hechas entre las 11:00 y 14:00 hrs.

Los datos de precipitación y temperatura presentados en este trabajo están basados en la media mensual obtenidas en la estación meteorológica de Rancho Viejo, Ver. localizada a aproximadamente 3.5 km del área de estudio.

Para cada tronco se registró el número de colecciones y, en todos los casos, se tomó una fracción de la "colección" para su posterior determinación en el laboratorio. El resto fue marcado y dejado en su sitio. Cada porción colectada fue colocada en cajas de cartón con los datos correspondientes a la fecha, zona, tronco

y la parte del tronco en donde se colectó. Las colectas una vez herborizadas y etiquetadas se depositaron en el Herbario del Instituto de Ecología, A.C. (XAL).

#### Estudio de laboratorio.

Para la observación de los especímenes en microscopio de campo claro y contraste de fases se utilizaron preparaciones fijas y montadas en medio Hoyer. La determinación taxonómica se realizó con la ayuda de los trabajos taxonómicos de Martín y Alexopoulos (1969), Farr (1976) y Ogata (1987).

#### Análisis de la información.

La información obtenida en los apartados anteriores, fue resumida en una matriz de datos correspondiente a toda la zona, y otra para cada lado de la barranca. En cada matriz, se enlistaron las especies y sus respectivas abundancias a través del tiempo.

Con los datos obtenidos, se analizó la riqueza, abundancia, diversidad y equitabilidad mensual de las especies para cada lado de la barranca. En este trabajo, se utilizó el término riqueza (S), para designar simplemente el número de especies. Para conocer la diversidad de especies se utilizó el índice de diversidad de Shannon y Weaver (Ludwig y Reynolds, 1988).

Posteriormente, se comparó la diversidad mensual entre ambos lados de la barranca. Para conocer que tan significativamente diferentes podían ser, se examinó la hipótesis nula de que ambos lados eran iguales. Para esto, se utilizó la prueba t-Student propuesta por Hutcheson (1970). Finalmente, se utilizó el índice de correlación de Spearman (Zar, 1984) para conocer la relación entre los factores ambientales y la riqueza, la abundancia y la diversidad. En esta última prueba, se analizaron los datos en forma correspondiente y en forma desfasada. En forma correspondiente significó correlacionar por ejemplo, los datos de riqueza para abril con los datos de precipitación del mismo mes. Al realizar la prueba de manera desfasada, por ejemplo a un mes

de desfaseamiento, implicó correlacionar los datos de riqueza de abril con los datos de precipitación de marzo, la riqueza de mayo con la precipitación de abril y así sucesivamente; lo mismo a dos o tres meses de desfaseamiento.

## RESULTADOS

**Especies estudiadas.**

Se determinaron 33 especies y una variedad de Myxomycetes en 951 colecciones (Tabla 1) localizadas en ambos lados de la barranca durante los meses de abril a diciembre de 1989. Doce especies y una variedad son comunes a ambos lados de la barranca, 17 especies sólo se presentaron en la zona A y 5 fueron exclusivas a la zona B (Tabla 2).

De las especies estudiadas en este trabajo, *Arcyria stipata* y *Cribraria tenella*, se registran por primera vez para México. *Perichaena chrysosperma*, *Cribraria violacea*, *Dictydiaethalium plumbeum*, *Lycogala exiguum*, *Comatricha elegans*, *Comatricha nigra*, *Stemonitis axifera* var. *smithii* y *Stemonitis virginiensis*, se registran por primera vez para el Estado de Veracruz. El resto de las especies ya habían sido registradas previamente en los trabajos de López et al. (1981c), Ogata (1987) y Villarreal (1983, 1985). El hecho de haber encontrado dos nuevos registros para México y ocho nuevos registros para el Estado de Veracruz, es un buen indicador de la falta de estudios en zonas con vegetación tropical.

Las especies estudiadas en este trabajo presentan una distribución cosmopolita según Martin y Alexopoulos (1969) y Farr (1976). Sin embargo, cabe hacer la aclaración que *Arcyria stipata*, considerada por estos autores como cosmopolita, en el continente Americano solo se conocía de Jamaica, República Dominicana y de Florida.

La madera muerta es el hábitat preferente de la mayoría de las especies estudiadas en este trabajo. Sin embargo, según Martin y Alexopoulos (1969), Farr (1976), y de acuerdo a observaciones personales, *Ceratiomyxa fruticulosa* también se

ESPECIE	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
<i>H. calyculata</i>	35	25	28	22	46	99	92	72	43	462
<i>H. serpula</i>	52	13	13	20	3	28	19	15	10	173
<i>A. cinerea</i>	3	8	8	9	10	23	13	5	2	81
<i>S. axifera</i> var. <i>smithii</i>	5	17	6	2	7	12	10	0	0	59
<i>L. epidendrum</i>	0	6	3	2	2	3	3	0	0	19
<i>A. denudata</i>	0	0	0	5	7	3	0	0	0	15
<i>P. sp.1</i>	2	1	0	0	4	3	1	1	1	13
<i>C. typhoides</i>	0	0	0	3	0	1	2	1	3	13
<i>C. fruticulosa</i>	1	2	1	3	2	3	0	0	0	12
<i>M. vesparium</i>	2	2	2	1	0	0	1	2	1	11
<i>C. tenella</i>	0	0	0	2	5	1	2	0	0	10
<i>S. fusca</i>	0	0	0	0	0	0	8	0	2	10
<i>S. axifera</i>	0	0	0	5	0	0	0	1	3	9
<i>P. didermoides</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
<i>P. viride</i>	0	0	0	1	3	3	0	0	0	7
<i>C. elegans</i>	0	0	0	4	2	0	0	0	0	6
<i>S. splendens</i>	0	0	0	0	3	0	3	0	0	6
<i>P. chryso sperma</i>	0	0	0	0	0	0	2	3	0	5
<i>C. violacea</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4
<i>L. arcyrionema</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	1	4
<i>D. cancellatum</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>D. squamulosum</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3
<i>P. polycephalum</i>	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3
<i>A. stipata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>C. microcarpa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>S. virginensis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>D. plumbeum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>L. exiguum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>C. debaryanum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>D. ovoideum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>P. oblonga</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>F. septica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>C. nigra</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>S. pallida</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	103	76	63	87	99	186	162	104	71	951

Tabla 1. Riqueza de especies y número de colecciones, de abril a diciembre de 1989, en el área de estudio.

ESPECIE	ZONA A	ZONA B
<i>Ceratiomyxa fruticulosa</i> (Hull.) Macbr.	*	
<i>Clastoderma dobaryanum</i> Blytt		*
<i>Cribraria microcarpa</i> (Schrad.) Pers.		*
<i>C. tenella</i> Schrad.	*	*
<i>C. violacea</i> Rex	*	
<i>Dictydium cancellatum</i> (Batsch) Macbr.	*	
<i>Dictydieathalium plumbeum</i> (Schum.) Rost.	*	
<i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr.	*	*
<i>L. exiguum</i> Morgan	*	
<i>Didymium ovoideum</i> Nann.-Brem.		*
<i>D. squamulosum</i> (Alb. & Schw.) Fr.	*	
<i>Physarella oblonga</i> (Berk. & Curt.) Morgan	*	
<i>Fuligo septica</i> (L.) Wiggers		*
<i>Physarum didermoides</i> (Pers.) Rost.		*
<i>P. polycephalum</i> Schw.	*	
<i>P. sp.1</i>	*	
<i>P. viride</i> (Bull.) Pers.	*	*
<i>Comatricha elegans</i> (Racib.) G. Lister	*	
<i>C. nigra</i> (Pers.) Schroet.	*	
<i>C. typhoides</i> (Bull.) Rost.	*	*
<i>Lamproderma arcyronema</i> Rost.	*	
<i>Stemonitis axifera</i> (Bull.) Macbr.	*	*
<i>S. axifera</i> var. <i>smithii</i> (Macbr.) Hagelst.	*	*
<i>S. fusca</i> Roth	*	
<i>S. pallida</i> Wingate	*	
<i>S. splendens</i> Rost.	*	
<i>S. virginifensis</i> Rex	*	*
<i>Arcyria cinerea</i> (Bull.) Pers.	*	*
<i>A. denudata</i> (L.) Wettst.	*	*
<i>A. stipata</i> (Schw.) A. Lister	*	
<i>Hemitrichia calyculata</i> (Speg.) Farr	*	*
<i>H. serpula</i> (Scop.) Rost.	*	*
<i>Metatrichia vesparium</i> (Batsch) Nann.-Brem.	*	*
<i>Perichaena chrysosepma</i> (Currey) A. Lister	*	

Tabla 2. Especies encontradas de abril a diciembre de 1989 en cada lado de la barranca.

presenta en hojas o humus; *Cribraria violacea* en corteza viva y sobre musgos; *Arcyria cinerea* en hojas, restos de plantas y estiércol; *Metatrichia vesparium* ocasionalmente en hojas; *Hemitrichia serpula* en hojas y restos de plantas; *Clastoderma debaryanum* en corteza de árboles vivos, cuerpos frutíferos de hongos, y plantas en descomposición; *Lamproderma arcyriionema* sobre hojas y madera; *Comatricha typhoides* a veces sobre hojas; *Fuligo septica* en plantas vivas y en el suelo; *Physarum viride* sobre viejos cuerpos frutíferos de hongos; *Physarum polycephalum* y *Physarella oblonga* frecuentemente se extienden sobre varias superficies (hojas, troncos, cuerpos frutíferos de hongos, etc.); *Didymium ovoideum* preferentemente sobre hojas muertas y pequeños tallos; *Didymium squamulosum* preferentemente en hojas, restos de plantas y estiércol.

Es necesario aclarar que no se consideraron representativas las abundancias de *Didymium ovoideum*, *D. squamulosum* y *Ceratiomyxa fruticulosa*, debido a que las dos primeras especies, en especial la primera, fueron abundantes sobre hojas y tallos, a veces cubriendo completamente pequeñas plántulas. Sin embargo, en los troncos muestreados fueron muy escasos. En el caso de *Ceratiomyxa fruticulosa*, las fructificaciones son fácilmente destruidas por el agua o la desecación, por lo que desaparecen rápidamente.

#### Riqueza.

Como se puede apreciar en la Figura 5, en toda la barranca se incrementó la riqueza conforme a los meses de mayor precipitación; sin embargo, la zona B, además de presentar menor número de especies durante todo el estudio, presentó un incremento notorio en la riqueza un mes después que la zona A. Por otro lado, la Figura 6 muestra que a excepción de tres especies, la composición fue variable en cada lado de la barranca a través del tiempo.

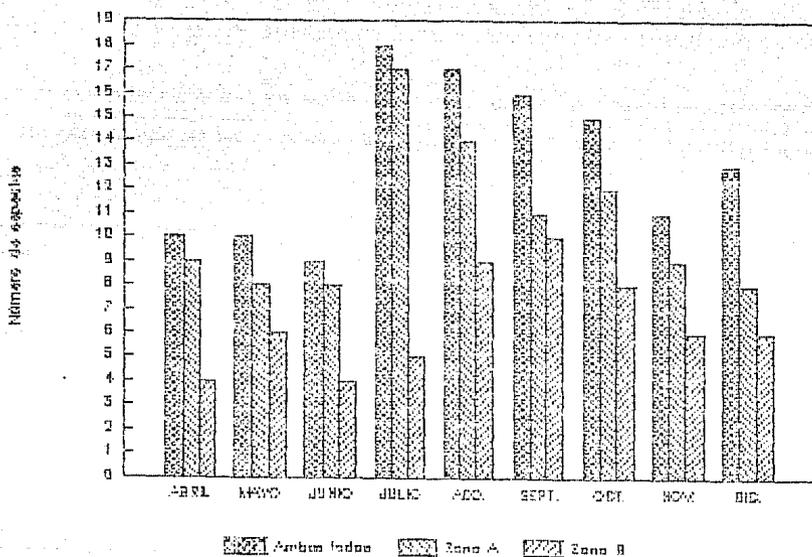
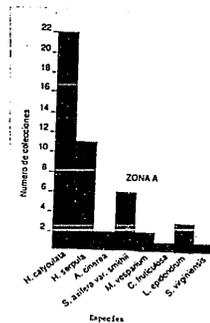
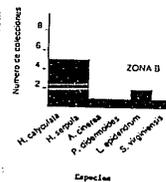
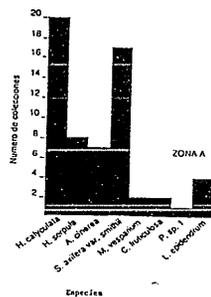
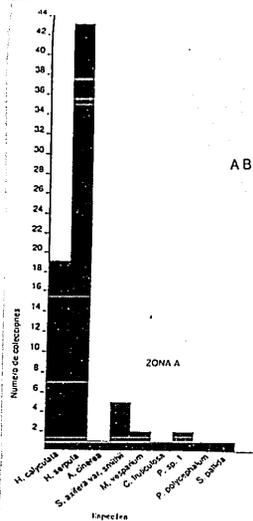
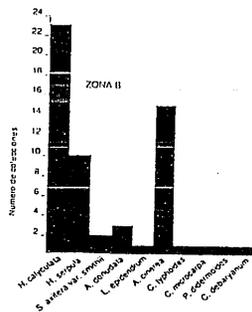
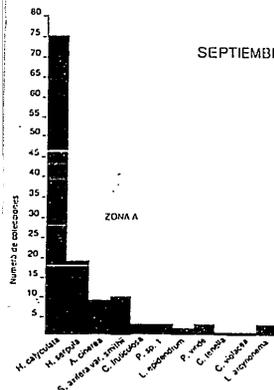


Figura 5. Riqueza de especies durante abril a diciembre de 1989, en la Barranca de Pinoltepec, Mpio. de Emiliano Zapata, Veracruz.

ABRIL



SEPTIEMBRE



OCTUBRE

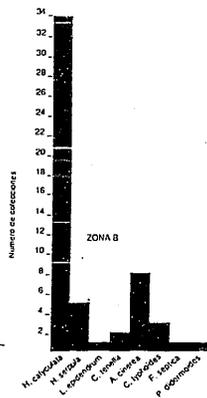
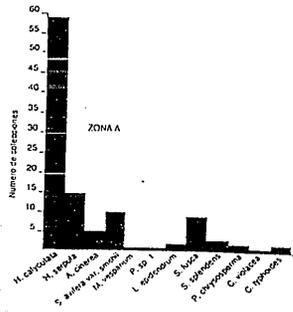
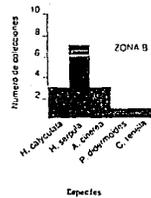
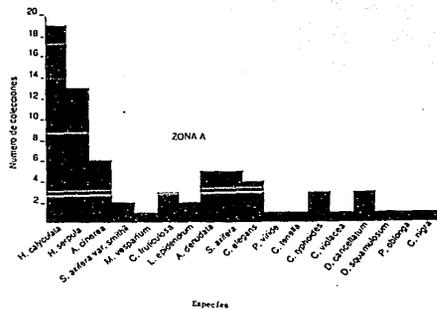
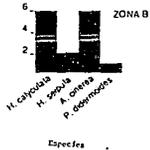
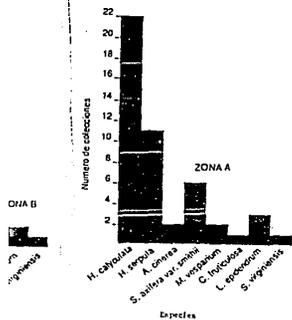
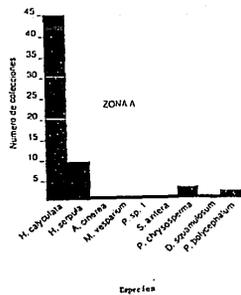
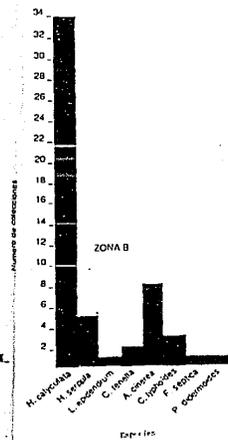


Figura 6. Fenología de las especies, de abril a diciembre de 1989, en el área de estudio.

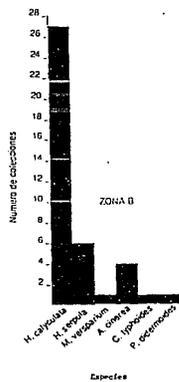
JUNIO



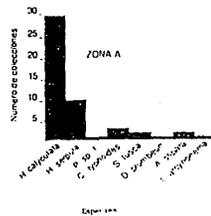
BRE



NOVIEMBRE



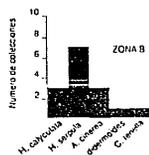
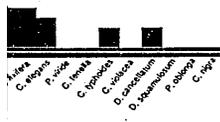
DICIEMBRE



36  
34  
32  
30  
28  
26  
24  
22  
20  
18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2  
0

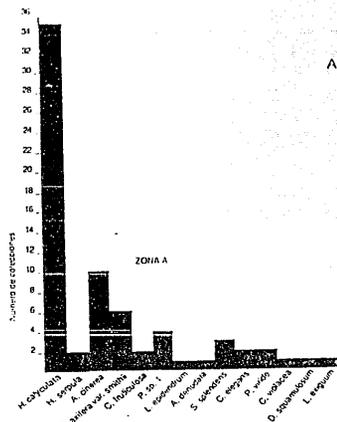
Numero de colecciones

JULIO

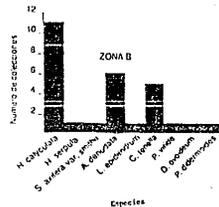


Especies

AGOSTO



Especies



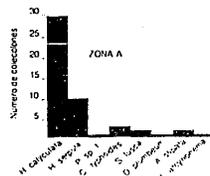
Especies

DICIEMBRE

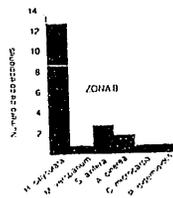
ZONA B



Especies



Especies



Especies

### Abundancia.

El número total de colecciones en ambos lados de la barranca fue de 951. En abril se encontraron 103 colecciones, número que descendió en mayo y junio. En julio, la abundancia volvió a incrementarse hasta alcanzar un máximo en septiembre y declinar en los meses subsecuentes. La abundancia siempre fue mayor en la zona A que en la zona B (Figura 7).

### Diversidad.

La diversidad ( $H'$ ) en la zona A osciló entre 1.10 y 2.35, mientras en la zona B varió entre 0.99 y 1.71. El análisis t-Student probó que sólo en el mes de julio la diversidad entre A y B fue significativamente diferente ( $P < 0.05$ ). La equitabilidad en la zona A varió entre 0.50 y 0.83, mientras en la zona B entre 0.58 y 0.86 (Tabla 3).

### Relación entre la precipitación, temperatura, luz, y la riqueza, abundancia y diversidad de especies.

Riqueza vs. precipitación, temperatura y luz. Para toda la barranca, la máxima riqueza de especies se presentó en julio y la mínima en junio. Julio fue uno de los meses más cálidos ( $22.4^{\circ}\text{C}$ ), de mayor precipitación (194.2 mm) y menor incidencia de luz (entre 200 y 700 lux). Junio fue un mes cálido ( $23.6^{\circ}\text{C}$ ), uno de los de mayor precipitación (147.2 mm) y una intensidad de luz entre 600 y 1900 lux. La mayor riqueza en la zona A coincidió con el mes de julio, sin embargo, la zona B presentó la máxima riqueza en septiembre, un mes también cálido ( $21.2^{\circ}\text{C}$ ), en donde se presentó la segunda mayor precipitación (175 mm) y una intensidad de luz de alrededor de 1600 lux.

Para toda la barranca, se utilizó el índice de correlación de Spearman ( $r_s$ ) en forma correspondiente y desfasada. En este sentido, la riqueza y la temperatura presentaron una correlación

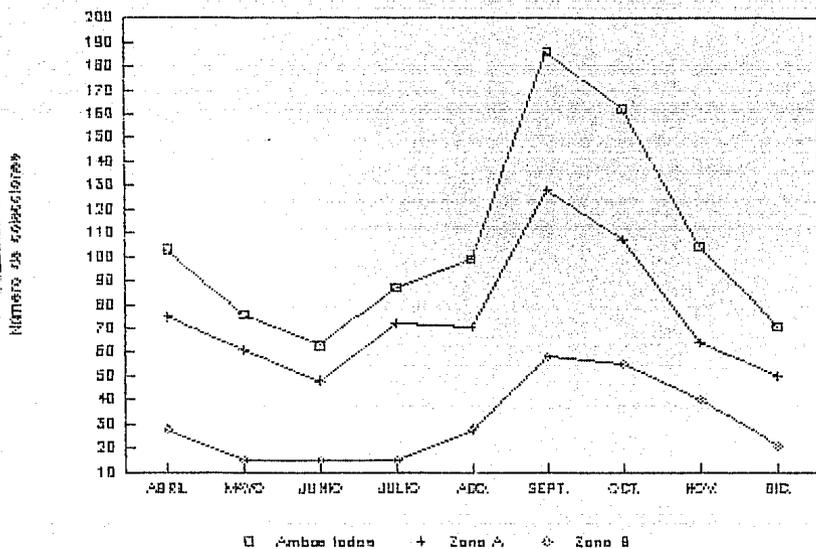


Figura 7. Abundancia de colecciones de abril a diciembre de 1989 en el área de estudio.

	H' (T)	H' (A)	H' (B)	E' (T)	E' (A)	E' (B)	t 0.05(2)9
abril	1.29	1.27	0.99	0.56	0.57	0.71	P>0.05
mayo	1.80	1.70	1.54	0.78	0.82	0.86	P>0.05
junio	1.62	1.55	1.18	0.73	0.74	0.85	P>0.05
julio	2.30	2.35	1.36	0.79	0.83	0.84	P<0.05
agosto	2.02	1.83	1.71	0.71	0.69	0.78	P>0.05
sept.	1.62	1.45	1.63	0.58	0.60	0.71	P>0.05
oct.	1.57	1.61	1.29	0.58	0.64	0.62	P>0.05
nov.	1.15	1.10	1.05	0.48	0.50	0.58	P>0.05
dic.	1.63	1.28	1.23	0.63	0.62	0.68	P>0.05

Tabla 3. Diversidad mensual (H'), Índice de equitabilidad (E') y Prueba de t-Student para H'(A) vs H'(B). H'(T)= Diversidad en toda la barranca; H'(A)= Diversidad en la zona A; H'(B)= Diversidad en la zona B. E'(T)= Equitabilidad en toda la barranca; E'(A)= Equitabilidad en la zona A; E'(B)= Equitabilidad en la zona B. t 0.05 (2)9= Prueba de t-Student en una tabla de dos colas con nueve grados de libertad.

positiva significativa ( $r_{s(2)9} P < 0.05$ ) a dos meses de desfaseamiento, mientras que, la riqueza y la precipitación, y la riqueza y la luz no presentaron correlación significativa ni en forma correspondiente o desfasada ( $r_{s(2)9} P > 0.05$ ) (Tabla 4).

**Abundancia vs. precipitación, temperatura y luz.** La mayor abundancia en ambos lados de la barranca se presentó en septiembre, y la mínima en junio. Al examinarse el índice de correlación de Spearman ( $r_s$ ) para toda la barranca, no hubo correlación en forma correspondiente con ninguno de los parámetros ( $r_{s(2)9} P > 0.05$ ). Al examinarse el índice en forma desfasada, sólo hubo correlación positiva significativa entre la abundancia y la precipitación a dos meses de desfaseamiento ( $r_{s(2)9} P < 0.05$ ) (Tabla 4).

**Diversidad vs. precipitación, temperatura y luz.** En la zona A, la mayor diversidad se presentó en julio ( $H' = 2.35$ ), mientras que la zona B, la presentó en agosto ( $H' = 1.71$ ). La diversidad presentó una correlación positiva significativa con la precipitación en forma correspondiente ( $r_{s(2)9} P < 0.05$ ). Con la temperatura hubo una correlación positiva a un mes de desfaseamiento ( $r_{s(2)9} P < 0.05$ ) (Tabla 4).

	S	Ab	H'	T	Pp	Lx
S		_____	_____	P<0.05(2)9**	_____	_____
Ab	_____		_____	_____	P<0.05(2)9**	_____
H'	_____	_____		P<0.05(2)9*	_____	_____
T	_____	_____	_____		_____	_____
Pp	_____	_____	rs=P<0.05(2)9	_____		_____
Lx	_____	_____	_____	_____	_____	

Tabla 4. Correlación entre la riqueza (S), abundancia (Ab), diversidad (H'), temperatura (T), precipitación (Pp) y luz (Lx) en toda la barranca. En donde rs= Índice de Correlación de Spearman; debajo del área sombreada la correlación es en forma correspondiente, sobre el área sombreada la correlación es en forma desfazada. \* = 1 mes de desfazamiento, \*\* = 2 meses de desfazamiento. Los espacios sin valor no presentaron correlación.

## DISCUSION

En este trabajo, se encontraron 33 especies y una variedad de Myxomycetes que crecían sobre troncos, en un área de 1800 m<sup>2</sup>, durante nueve meses de estudio. Maimoni-Rodella y Gottsberger (1980), en un trabajo realizado en un tipo de vegetación similar, recolectando sobre todo tipo de sustratos y durante 13 meses, en un área de 100 m<sup>2</sup>, encontraron 20 especies. Si se comparan estos datos con los que se mencionan a continuación para zonas templadas, entonces podríamos considerar que la riqueza y la diversidad en zonas con vegetación tropical es baja. Por ejemplo, la Dra. Nannenga-Bremekamp, en Holanda, ha colectado en un solo día hasta 22 especies de Myxomycetes, en el jardín de su casa (Maimoni-Rodella y Gottsberger, 1980). Frei, en Suiza, colectó 24 especies en un área de 100 m x 120 m en menos de dos días, y Johnson y Andrews, en Mississippi, en un mes, colectaron alrededor de 500 colecciones adscritas a 33 especies y 4 variedades (Alexopoulos, 1963).

En relación a la abundancia, *Hemitrichia calyculata* con 467 colecciones, fue la especie más abundante en el área de estudio. Le siguieron; *Hemitrichia serpula*, *Arcyria cinerea* y *Stemonitis axifera* var. *smithii* con más de 50 colecciones cada una. En conjunto estas especies constituyeron el 81.4% de las colecciones. El resto estuvo representado por menos de 20 colecciones (Tabla 1). Como se puede apreciar, y de acuerdo con las observaciones hechas por Gochenauer (1978) y Stephenson (1988), los Myxomycetes exhiben una estructura organizacional (como muchos otros taxa), en donde pocas especies son abundantes y el resto poco abundantes o raras.

Por otra parte, los resultados evidenciaron que la precipitación y la temperatura influyeron de manera significativa en la riqueza, abundancia y diversidad de Myxomycetes.

El hecho de haber encontrado una correlación positiva entre

la riqueza y la temperatura, y la precipitación y la abundancia a dos meses de desfase, parece indicar que la influencia de estos factores ambientales se lleva a cabo al inicio de la época de lluvias. En este sentido, es posible suponer que en el inicio de la época de lluvias e incremento en la temperatura, es cuando se presenta la mayor actividad de los Myxomycetes (v.gr., germinación, alimentación, cruzamiento de mixamebas, formación de plasmodios). Entonces, el haber hallado una correlación positiva entre la diversidad y la temperatura a un mes de desfase, y la diversidad y la precipitación en forma correspondiente, podría ser interpretada como el resultado de la respuesta de estos organismos a condiciones de extrema humedad y/o temperatura que promueve la formación de cuerpos fructíferos.

Si bien la luz no presentó una correlación significativa con ninguno de los índices examinados, esto no quiere decir que no haya influido en la riqueza, abundancia y diversidad de Myxomycetes. Los siguientes trabajos evidencian el efecto de la luz en la formación de cuerpos fructíferos; Gray (1938) reportó que las especies que poseen plasmodios con pigmentos amarillos requieren luz para esporular, mientras las no pigmentadas esporulan igualmente en la luz que en la oscuridad. En este sentido, Straub (1954) demostró que la esporulación en *D. nigripes* se activaba al iluminar los plasmodios con luz blanca, azul, roja o ultravioleta, más no en la oscuridad o con luz verde. Gray (1938) y Rakoczy (1967) respectivamente, demostraron en *P. polycephalum* y *P. nudum* que la esporulación era más favorable a longitudes de onda corta.

Weaver (1976) evidenció que los pigmentos amarillos de *P. polycephalum* activaban la esporulación de plasmodios cultivados en oscuridad. Por su parte, Rakoczy (1962) propuso que la esporulación se llevaba a cabo mediante la acción de dos sustancias hipotéticas (A y B). Según dicho autor, la "sustancia B" es formada por reacciones fotoquímicas de la "sustancia A", esta a su vez se forma durante el crecimiento vegetativo del

plasmodio, ya sea en la luz o en la oscuridad. Entonces, la cantidad de "sustancia B" formada es directamente proporcional a la concentración inicial de la "sustancia A", y la cantidad de esta última es directamente proporcional a la edad del plasmodio.

Como ya se ha mencionado en este trabajo, la zona A presentó mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies que la zona B. Si suponemos que la actividad de los Myxomycetes se lleva a cabo al inicio de la época de lluvia y de incremento de la temperatura; coincidentemente, durante los meses que suponemos se promueve la esporulación (abril a julio), la zona A estuvo más iluminada.

Así mismo, la riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona B, se incrementó cuando lo hizo la luz en dicha zona (agosto a diciembre). De acuerdo con estos datos, y a las evidencias anteriormente presentadas es muy probable que las diferencias en riqueza, abundancia y diversidad entre ambos lados de la barranca se haya visto influida por las diferencias de luz que presentó la barranca.

Estos datos son también el resultado de que, obviamente, no todas las especies de Myxomycetes responden de igual manera a los factores ambientales. En el caso de *Physarella oblonga*, reportada como cosmopolita (Martin y Alexopoulos, 1969), es probable que esta sea una especie de esporádica aparición en el campo, cuyos factores determinantes aún son desconocidos. Gray y Alexopoulos (1968), mencionaron que, en zonas templadas, esta especie es raramente encontrada antes de mediados de julio. Farr (1969), en Dominica, encontró tres colecciones en un periodo de tres meses (en la estación más seca del año), de las cuales sólo una había fructificado en el campo (las dos restantes las recolectó como plasmodios y fructificaron en cámara húmeda). Maimoni-Rodella y Gottsberger (1980), a pesar de recolectar sistemáticamente durante un año sobre dos zonas en bosque tropical lluvioso, no encontraron dicha especie. Stephenson (1988), en su trabajo de

cuatro años en cinco diferentes comunidades de bosque templado, tampoco la reportó. López-Sánchez et al. (1987), recopilaron datos de 1978 a 1987 en bosque templado, y tampoco la reportaron. En este trabajo, *P. oblonga* apareció sólo una ocasión, y esto sucedió en el mes de julio.

Algunas especies como *Comatricha nigra*, *Dictydium cancellatum* y *Physarum viride*, en zonas de vegetación tropical, al parecer, aparecen escasamente en la época de mayor precipitación. Al menos así aparecieron en el trabajo de Maimoni-Rodella y Gottsberger (1980) y en el presente trabajo, en donde también se comportaron de la misma manera; *Comatricha elegans*, *Lamproderma arcyronema*, *Cribraria violacea*, *C. microcarpa*, *Clastoderma debaryanum*, *Lycogala exiguum* y *Fuligo septica*.

Por otro lado, la aparición de especies como *Hemitrichia calyculata*, *H. serpula*, *Arcyria cinerea* y *Stemonitis axifera* var. *smithii*, parecen no depender directamente de los factores ambientales antes mencionados, debido a que fueron encontrados indistintamente durante todo el estudio. Cabe hacer notar que *Physarum didermoides* presentó sólo una colección, esta se mantuvo durante todos los meses de estudio sin encontrarse ninguna otra colección, ya fuera en troncos o en otro tipo de sustrato.

La fenología de las especies más abundantes fue similar en el caso de *Hemitrichia calyculata*, *Arcyria cinerea* y *Stemonitis axifera* var. *smithii*, presentando un pico de mayor abundancia en septiembre. Por su parte, *Hemitrichia serpula* presentó la máxima abundancia en abril (Figura 6). Es interesante hacer notar que cuando se incrementó la diversidad en ambas zonas, hubo una tendencia de las especies antes mencionadas a decrecer en abundancia.

### CONSIDERACIONES FINALES

De las 187 especies y dos variedades conocidas para México, el 43% de estas especies han sido registradas en zonas con vegetación tropical (v.gr., selva baja, mediana y alta). De los Estados de la República con vegetación tropical, en donde se ha registrado este 43% de especies, a la fecha, no se ha recolectado en más allá de 50 localidades. De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada en este trabajo, en la mayoría de estas localidades, las colectas no fueron sistemáticas y, por lo general, se realizaron en zonas accesibles, como a orillas de camino, de carretera o en zonas turísticas. Esto nos indica que el número de especies reportado en zonas tropicales de México aún no es significativo, y que es seguro que el número ascienda conforme se recolecte en mayor número de localidades.

Al comparar los datos de zonas templadas vs. zonas tropicales, los resultados sugirieron que en las zonas tropicales la riqueza, abundancia y diversidad de Myxomycetes es baja. En primer término, y como ya se mencionó, este hecho puede ser el reflejo de la escasez de estudios en este tipo de ecosistemas. Aunque también se ha argumentado que esta escasez es debida a la alta precipitación que ocurre en estos ecosistemas, provocando que los cuerpos fructíferos sean atacados por hongos o se rompan y desaparezcan rápidamente; además de la presencia de gran cantidad de organismos que pueden alimentarse de ellos (Alexopoulos, 1970). También se ha mencionado que la excesiva acidez de los sustratos y la falta de movimientos de aire para la entrada y dispersión de esporas puedan condicionar la aparición de los cuerpos fructíferos (Farr, 1976).

Sin embargo, es necesario considerar que en zonas templadas se presentan marcadas estaciones climáticas y que la presencia de Myxomycetes se lleva a cabo durante la época de lluvias; en este lapso es cuando hay mayor disponibilidad de recursos. Después de la época de lluvias es muy difícil o nulo encontrar cuerpos

fructíferos (Martin y Alexopoulos, 1969).

En contraste, en bosques tropicales lluviosos, las estaciones climáticas no son tan marcadas como en zonas templadas, además, la presencia de Myxomycetes puede ser evidenciada durante todo el año (Farr, 1969, 1976; Alexopoulos, 1970) y la disponibilidad de los recursos es también durante todo el año.

Es muy importante considerar que la escasez o abundancia de Myxomycetes en la naturaleza ha sido directamente relacionada a la presencia o ausencia de cuerpos fructíferos. Sin embargo, la presencia o ausencia de cuerpos fructíferos no precisamente debe estar directamente relacionada con la presencia o ausencia de estos organismos. En este sentido, Hosoda (1980) mantuvo durante ocho años cepas de *Physarum polycephalum* en estado microplasmoidal, los cuales sufrieron solamente una pérdida en competencia de esporulación, misma que fue restaurada mediante la adición de nutrientes (avena) al medio en que se encontraban. Elliot y Elliot (1920) mantuvieron bajo observación una rama de encino durante ocho años; en el séptimo año de observación notaron la aparición de fructificaciones de *Physarum nutans* y al año siguiente la aparición de *Stemonitis fusca*. La distribución de *P. nutans* en el tronco estuvo correlacionada con las fructificaciones de los Discomycetes *Bulgaria polymorpha* y *Coryne sarcoides*, estas especies, que habían sido en un principio abundantes, desaparecieron después del cuarto y quinto año, respectivamente. Estos datos sugieren que los micelios de los Discomycetes fueron absorbidos y destruidos durante el estadio plasmodial de *P. nutans*, el cual se supone tomó cerca de tres años para fructificar. Sobels (In: Madelin, 1984b) realizó observaciones similares en el ataque de Myxomycetes sobre hongos destructores de la madera, encontrando que después de la presencia de los Myxomycetes los hongos desaparecían.

Estos datos sugieren, que en condiciones naturales, los

Myxomycetes podrían permanecer en estadio plasmodial durante largos periodos de tiempo siempre y cuando existieran recursos disponibles y no se presentaran marcadas variaciones climáticas. Entonces, desde esta perspectiva, la fase esporangial bien podría ser considerada como una alternativa y no como un fin dentro del ciclo de los Myxomycetes.

Resumiendo, si en bosques tropicales lluviosos no se presentan marcadas estaciones climáticas y durante todo el año existe disponibilidad de recursos, entonces, podría ser plausible pensar que la escasez de Myxomycetes observada se deba principalmente a que los plasmodios utilizan en menor proporción la alternativa del estadio esporangial.

#### LITERATURA CITADA

- Alexopoulos, C. J. 1960. Gross morphology of the plasmodium and its possible significance in the relationships among the myxomycetes. *Mycologia* 52: 1-20.
- Alexopoulos, C. J. 1963. The Myxomycetes II. *Bot. Rev.* 29: 1-78.
- Alexopoulos, C. J. 1970. Rain forest Myxomycetes. Capítulo F-3. In: Odum, H. T. (ed.). A tropical Rain forest. U. S. Atomic Energy Commission.
- Alexopoulos, C. J. y M. Blackwell. 1968. Taxonomic studies in the Myxomycetes. II. Physarina. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 84: 48-51.
- Asgari, M. y H. R. Henney. 1978. The effect of plasmodial slime on the metabolism of haploid cells of *Physarum flavicomum* and the respiration of isolated mitochondria. *Cytobiol.* 16: 345-357.
- Blackwell, M. 1984. Myxomycetes and their arthropod associates. In: Wheeler, Q. y M. Blackwell (eds.) 1984. *Fungus-Insect Relationships: Perspectives in Ecology and Evolution*. Columbia University Press. Nueva York.
- Braun, K. L. y H. W. Keller. 1976. Myxomycetes of México, I. *Mycotaxon* 3: 297-317.
- Braun, K. L. y H. W. Keller. 1986. Myxomycetes de México III. *Rev. Mex. Mic.* 2: 25-40.

- Carr, L. G. 1939. A comparison of Mycetozoa fauna in sandstone and limestone regions of Augusta County, Virginia. *Mycologia* 31: 157-160.
- Clark, J. y T. Lott. 1981. Aging in the acellular slime mold *Didymium iridis*: temperature and nutritional effects. *Exp. Mycol.* 5: 369-372.
- Clark, J. y P. Mulleavy. 1982. The effects of polyploidy on life span of *Didymium iridis*. *Exp. Mycol.* 6: 71-76.
- Collins, O. R., T. Gong y M. Grantham. 1983. Genetical analyses of an apomictic-heterothallic convertant of *Didymium iridis* (Myxomycetes). *Mycologia* 75: 683-692.
- Chacón, S. y G. Guzmán. 1984. Nuevas observaciones sobre los hongos, líquenes y mixomicetos de Chiapas. *Bol. Soc. Mex. Micol.* 19: 245-252.
- Drozdowicz, A. 1977. Myxomycetes of the Wladyslaw Orkan Forest Reserve at Turbacz in the Gorce Mountains. *Zesz. Nauk. Univ. Jagiellon. Pr. Bot.* 5: 157-167.
- Eliasson, U. 1981. Patterns of occurrence of myxomycetes in a spruce forest in south Sweden. *Holarctic Ecology* 4: 20-31.
- Elliot, W. T. y J. S. Elliot. 1920. The sequence of fungi and mycetozoa. *J. Bot.* 58: 273-274.
- Elliott, W. W. 1949. The swarm-cells of Myxomycetes. *Mycologia* 41: 141-170.
- Emoto, Y. 1933. Myxomyceten aus Mexiko. *Shokub. Zasshi [Bot. Mag.] Tokyo* 47 (554): 132-135.
- Erbisch, F. H. 1964. Myxomycetes spore longevity. *The Mich. Bot.* 3: 120-121.
- Farr, M. L. 1969. Bredin-Archbold-Smithsonian biological survey of Dominica. Myxomycetes from Dominica. *Contr. U.S. Nat. Herb.* 37: 397-439.
- Farr, M. L. 1976. Myxomycetes. In: *Flora Neotropica* 16, Cramer, Nueva York.
- Frederick, L. 1990. Phylum Plasmodial Slime Molds Class Myxomycota. Capitulo 27a. In: Margulis, L., J. O. Corliss, M. Melkonian, D. J. Chapman (eds.). *Handbook of Protoctista*. Jones and Bartlett Publishers. Boston.
- Ganju, S. K. y K. L. Mukherjee. 1969. some studies on the photobiology of slime mould, *Didymium iridis*. *Indian Phytopat.* 22: 364-375.

- Gilbert, F. A. 1928. Feeding habits of the swarm cells of the myxomycete *Dictydiaethalium plumbeum*. *Amer. J. Bot.* 15: 123-131.
- Gochenauer, S. E. 1978. Fungi of a Long Island oak-birch forest. I. Community organization and seasonal occurrence of the opportunistic decomposers of the A horizon. *Mycologia* 70: 975-994.
- Gómez, A. 1980. Myxomycetes de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. Tesis Profesional.
- Gómez-Pompa, A. 1978. Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz. CECSA. México, D.F.
- Goodman, E. M. 1972. Axenic culture of myxamoebae of the myxomycete *Physarum polycephalum*. *J. Bact.* 111: 242-247.
- Gray, W. D. 1938. The effect of light on the fruiting of Myxomycetes. *Am. J. Bot.* 25: 511-522.
- Gray, W. D. 1949. The laboratory cultivation and development of the myxomycetes *Physarella oblonga* and *Physarum didermoides*. *Ohio J. of Sci.* 49: 105-108.
- Gray, W. D. y C. J. Alexopoulos. 1968. Biology of the Myxomycetes. The Ronald Press Company, Nueva York.
- Guzmán, G. 1972. Algunos macromicetos, líquenes y mixomicetos importantes de la zona del Volcán Popocatepetl. In: Guías Botánicas de Excursiones en México. *Soc. Bot. Méx.* Pgs. 17-44.
- Guzmán, G. 1983. Los hongos de la Península de Yucatán. II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. *Biotica* 8: 71-100.
- Guzmán, G. y L. Guzmán-Dávalos. 1981. Nuevos datos sobre el Myxomycete *Physarum pusillum* en México. *Bol. Soc. Mex. Micol.* 16: 105-108.
- Guzmán, G. y L. Villarreal. 1984. Estudios sobre los hongos, líquenes y mixomicetos del Cofre de Perote, Veracruz, I: Introducción a la Mico-flora de la región. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 107-124.
- Hagelstein, R. 1944. The Mycetozoa of North America. Pub. por el autor. Mineola, Nueva York.
- Haskins, E. F. 1970. Axenic culture of the myxomycete *Echinostelium minutum*. *Can. J. Bot.* 48: 663-664.
- Hosoda, E. 1980. Culture methods and sporulation of *Physarum*

*polycephalum*. *Mycologia* 72: 500-504.

- Howard, F. L. y M. E. Curie. 1932. Parasitism of myxomycete plasmodia on fungous mycelia. *J. Arn. Arb.* 13: 439-447.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theoret. Biol.* 29: 151-154.
- Ing, B. 1983. A ravine association of Myxomycetes. *J. Biogeogr.* 10: 299-306.
- Jacobson, d. N. 1980. Locomotion of *Physarum polycephalum* amoebae is guided by a short range interaction with *E. coli*. *Exp. Cell Res.* 125: 441-452.
- Jahn, F. 1919. Lebensdauer und alterserscheinungen eines plasmodiums. *Berich. der Deust. Bot. Gesell.* 37: 18-33.
- Keller, H. W. y K. L. Braun. 1977. Myxomycetes of México, II. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 11: 163-180.
- Keller, H. W. y D. M. Smith. 1978. Dissemination of myxomycete spores through the feeding activities (ingestion-defecation) of an acarid mite. *Mycologia* 70: 1239-1241.
- Konijn, T. M. y J. L. Koevenig. 1971. Chemotaxis in myxomycetes or true slime moulds. *Mycologia* 63: 901-906.
- Lister, G. 1925. A monograph of the Mycetozoa. British Museum, Londres.
- López, A., A. Sosa y L. Villarreal. 1979. Estudios sobre los Myxomycetes del Estado de Veracruz, I. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 127-144.
- López, A., A. Sosa y L. Villarreal. 1981a. Estudios sobre los Myxomycetes del Estado de Veracruz, II. *Biotica* 6: 43-56.
- López, A., L. Villarreal y A. Sosa. 1981b. Estudios sobre los Myxomycetes del Estado de Veracruz, III. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 16: 77-94.
- López, A., A. Sosa y L. Villarreal. 1981c. Estudios sobre los Myxomycetes del Estado de Veracruz, V. Los Myxomycetes mexicanos reportados en la literatura. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 16: 95-104.
- López-Sánchez, E., M. Honrubia, E. Gracia y F. J. Gea. 1987. Apuntes sobre la ecología de Myxomycetes en el S.E. de España Peninsular. *Rev. Ibérica Mycol.* 4: 105-114.
- Lott, T. y J. Clark. 1980. Plasmoidal senescence in the acellular slime mold *Didymium iridis*. *Exp. Cell Res.* 128: 455-357.

- Lott, t., S. Gorman y J. Clark. 1981. Superoxide dismutase in *Didymium iridis*: characterization and changes in activity during senescence and sporulation. *Mech. Ageing and Dev.* 17: 119-130.
- Ludwig, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: A primer on methods and computing.* John Wiley & Sons. San Diego.
- Macbride, H. T. 1899. *The North American slime-moulds.* Macmillan Co. Nueva York.
- Macbride, H. T. 1922. *The North American slime-moulds.* Macmillan Co. Nueva York.
- Macbride, H. T. y C. L. Smith. 1896. *The Nicaraguan Myxomycetes. With notes on certain Mexican species.* *Bull. Lab. Hist. State Univ. Iowa.* 4: 73-75.
- Macmanus, M. A. 1961. Laboratory cultivation of *Clastoderma debaryanum.* *Amer. J. Bot.* 48: 884-888.
- Madelin, M. f. 1984a. Myxomycete data of ecological significance. *Trans. Brit. Myc. Soc.* 82: 1-19.
- Madelin, M. F. 1984b. Myxomycetes, microorganisms and animals: a model of diversity in animal-microbial interactions. In: Anderson, J. M., A. D. M. Rayner y D. W. H. Walton (eds.). *Invertebrate-Microbial Interactions.* Cambridge University Press. Cambridge.
- Maimoni-Rodella, R. y G. Gottsberger. 1980. Myxomycetes from the forest and the cerrado vegetation in Botucatu, Brazil: a comparative ecological study. *Nova Hedw.* 34: 207-246.
- Martin, G. W. y C. J. Alexopoulos. 1969. *The Myxomycetes.* University Iowa Press, Iowa City.
- Massee, G. 1892. *A Monograph of the Myxogastres.* Methuen & Co., Londres.
- McCullough, C. H. R. y J. Dee. 1976. Defined and semi-defined media for the growth of amoebae of *Physarum polycephalum.* *J. Gen. Microb.* 95: 151-158.
- McCullough, C. H. R., J. Dee y J. L. Foxon. 1978. Genetic factors determining the growth of *Physarum polycephalum* amoebae in axenic medium. *J. Gen. Microb.* 106: 297-306.
- Ogata, N. 1987. Estudio monográfico del género *Didymium* schrad. (Myxomycetes: Physarales) y descripción de las especies del Estado de Veracruz. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa. Tesis Profesional.

- Olive, L. S. 1975. *The Mycetozoans*. Academic Press, Nueva York.
- Pérez-Moreno, J. y L. Villarreal. 1988. Los hongos y Myxomycetes del Estado de Chiapas, México. Estado actual del conocimiento y nuevos registros. *Micol. Neotrop. Apl.* 1: 97-135.
- Pérez-Silva, E. 1979. Primer registro del Myxomycete *Physarum flavicomum* en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 239-242.
- Peterson, J. E. 1952. Myxomycetes developed on bark of living trees in moist chamber culture. M. Sc. thesis. Michigan State University, East Lansing.
- Pirola, A. y V. Credaro. 1975. Tentativo di inquadramento sinecologico di myxomyceti italiani. *Not. Fitosoc.* 10: 111-130.
- Rakoczy, L. 1962. The effect of light on the frutification of the slime mold *Physarum nudum* Macbride as influenced by the age of the culture. *Acta Soc. Bot. Poloniae* 31: 651-665.
- Rakoczy, L. 1967. Antagonistic action of light in sporulation of the myxomycete *Physarum nudum*. *Acta Bot. Poloniae* 36: 153-159.
- Smith, E. C. 1929. Longevity of myxomycete spores. *Mycologia* 21: 145-159.
- Stephenson, S. L. 1988. Distribution and ecology of Myxomycetes in temperate forest. I. Patterns of occurrence in the upland forest of southwestern Virginia. *Can. J. Bot.* 66: 2187-2207.
- Stephenson, S. L. 1989. Distribution and ecology of Myxomycetes in temperate forest. II. Patterns of occurrence on bark surface of living trees, leaf, litter, and dung. *Mycologia* 81: 608- 621.
- Straub, J. 1954. Das licht bei der Auslösung der Fruchtkörperbildung von *Didymium nigripes* und die Übertragung der Lichtwirkung durch Plasma. *Naturwiss.* 41: 219-220.
- Therrien, C. D. y E. F. Haskins. 1981. The nuclear cycle of the myxomycete *Echinostelium minutum*. II. Cytophotometric analysis of the nuclear DNA content of the sporangia phase. *Exp. Myc.* 5: 229-235.
- Torrend, C. 1909. *Flore des Myxomycetes*. Lechevalier, Paris.
- Villarreal, L. 1983. Algunas especies de Myxomycetes no registradas del Estado de Veracruz. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 18: 153-164.

- Villarreal, L. 1985. Nuevos registros de Myxomycetes en el Estado de Veracruz. *Rev. Soc. Mex. Mic.* 1: 363-378.
- Villarreal, L. 1990. Estudios sobre los Myxomycetes de México, I. Nuevos registros. *Micol. Neotrop. Apl.* 3: 67-69.
- Weaver, R. F. 1976. The new biology: II. The cancer puzzle. *Nat. Geog.* 150: 396-399.
- Welden, A. L. y P. A. Lemke. 1961. Notas sobre algunos hongos mexicanos. *Soc. Bot. Mex.* 26: 1-24.
- Welden, A. L. y G. Guzmán. 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y myxomycetes 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.
- Welden, A. L., L. Dávalos y G. Guzmán. 1979. Segunda lista de hongos, líquenes y myxomycetes de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (México). *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 151-161.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.

APENDICE

Myxomycetes reportados en la literatura para México, el Estado de Veracruz y zonas tropicales (Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Oaxaca, Tabasco, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán)<sup>+</sup>.

Subclase: CERATIOMYXOMYCETIDAE

Orden: CERATIOMYXIALES

Familia: CERATIOMYXACEAE

*Ceratiomyxa fruticulosa* (Müll.) Macbr. (\*;T){7,12,14,13,16,17,23,27,  
28,32,33}

*C. morchella* Welden (\*;T){16,17}

*C. sphaerosperma* Boedijn (T){28}

Subclase: MYXOGASTROMYCETIDAE

Orden: LICEALES

Familia: LICEACEAE

*Licea castanea* G. Lister (T){31}

*L. kleistobolous* Martin {31}

*L. minima* Fries {14,28}

+

\* Especies reportadas para el Estado de Veracruz

T Especies reportadas para zonas Tropicales

{ } Fuente bibliográfica:

- 1.- Massee, 1892; 2.- Macbride y Smith, 1896; 3.- Macbride, 1899; 4.- Torrend, 1909; 5.- Macbride, 1922; 6.- G. Lister, 1925; 7.- Emoto, 1933; 8.- Hagelstein, 1944; 9.- Welden y Lemke, 1961; 10.- Alexopoulos y Blackwell, 1968; 11.- Martin y Alexopoulos, 1969; 12.- Guzmán, 1972; 13.- Farr, 1976; 14.- Braun y Keller, 1976; 15.- Keller y Braun, 1977; 16.- Welden y Guzmán 1978; 17.- López, et. al. 1979; 18.- Welden, et. al. 1979; 19.- Pérez-Silva, 1979; 20.- López, Sosa, y Villarreal, 1981a; 21.- López, Villarreal, y Sosa, 1981b; 22.- López, Sosa, y Villarreal, 1981c; 23.- Gómez, 1980; 24.- Villarreal, 1983; 25.- Villarreal, 1985; 26.- Ogata, 1987; 27.- En este trabajo; 28.- Villarreal, 1990; 29.- Pérez-Moreno y Villarreal, 1988; 30.- Chacón y Guzmán, 1984; 31.- Braun y Keller, 1986; 32.- Guzmán, 1983; 33.- Guzmán y Villarreal, 1984; 34.- Guzmán y Guzmán-Dávalos, 1981.

- L. operculata* (Wingate) Martin (\*) [31]  
*L. pedicellata* (H. C. Gilbert) H. C. Gilbert [11,14,15]  
*L. pseudoconica* Brooks & Keller [15]  
*L. tenera* Jahn [11]

Familia: ENTERIDIACEAE

- Dictydiaethalium plumbeum* (Schum.) Rost. (\*;T) [23,27,28]  
*Tubifera ferruginosa* (Batsch) J. F. Gmel. (\*;T) [9,14,16,18,33]  
*T. microsperma* (Berk. & Curt.) Martin (\*;T) [14,16,32,33]  
*Lycogala conicum* Pers. (\*) [25]  
*L. epidendrum* (L.) Fr. (\*;T) [2,7,9,12,14,15,16,20,23,27,30,32,33]  
*L. exiguum* Morgan (\*;T) [23,27]  
*L. flavofuscum* (Ehrenb) Rost. [28]  
*Enteridium intermedia* (Nann.-Brem.) Farr [14]  
*E. lycoperdon* (Bull.) Farr (\*) [13,22,23,24,28,33]  
*E. splendens* (Morgan) Farr [23]

Familia: CRIBRARIACEAE

- Cribraria aurantiaca* Schrad. (T) [32]  
*C. argillacea* (Pers.) Pers. [14]  
*C. atrofusca* Martin et Lovejoy (\*) [28]  
*C. intricata* Schrad. (T) [32]  
*C. languescens* Rex (\*,T) [17,32]  
*C. laxa* Hagest. (\*) [17]  
*C. martinii* Nann.-Brem. (T) [16]  
*C. microcarpa* (Schrad.) Pers. (\*;T) [21,27]  
*C. tenella* Schrad. (\*;T) [27]  
*C. violacea* Rex (\*;T) [13,14,15,23,27,28,29]

*Dictydium cancellatum* (Batsch) Macbr. (\*;T)[7,17,23,27,28,32,33]

*Lindbladia tubulina* Fr. [23]

Orden: ECHINOSTELIALES

Familia: CLASTODERMATACEAE

*Barbeyella minutissima* Meylan (\*) [24,33]

*Clastoderma debaryanum* Blytt (\*;T)[13,25,27,32]

Familia: ECHINOSTELIACEAE

*Echinostelium arboreum* Keller & Brooks (T)[15]

*E. minutum* de Bary (T)[11,14,15,23]

*E. elachiston* Alexop. (T)[31]

Orden: TRICHIALES

Familia: DIANEMACEAE

*Calomyxa metallica* (Berk.) Nieuwl. [15]

*Dianema* sp. [15]

Familia: TRICHIACEAE

*Perichaena chryso sperma* (Currey) A. Lister (\*;T)[7,14,15,23,27,32]

*P. depressa* Libert (\*,T)[3,5,14]

*P. vermicularis* (Schw.) Rost. (\*) [21,28]

*Calonema luteolum* Kowalski [14]

*Arcyria cinerea* (Bull.) Pers. (\*;T)[5,13,14,16,20,27,28,32,33]

*A. denudata* (L.) Wettst. (\*;T)[2,14,17,23,27,28]

*A. incarnata* (Pers.) Pers. (T,\*) [13,23,30,32]

*A. ferruginea* Sauter [15,28]

*A. globosa* Schw. (\*) [22,24]

*A. insignis* Kalchbr. & Cooke (\*,T)[14,22]

- A. magna* Rex (\*;T)[16,18]  
*A. nutans* (Bull.) Grev. (\*;T)[5,14,16,21,28]  
*A. leiocarpa* (Cooke) Martin & Alexopoulos (T)[14]  
*A. pomiformis* (Leers) Rost. (\*)[25]  
*A. stipata* (Schw.) A. Lister (\*;T)[27]  
*Metatrichia vesparium* (Batsch) Nann.-Brem. (\*;T)[2,7,14,20,23,27,28]  
*Hemitrichia calyculata* (Speg.) Farr (\*;T)[2,5,13,14,16,27,28,29,32,33]  
*H. clavata* (Pers.) Rost. [2,5,7]  
*H. intorta* (A. Lister) A. Lister [15]  
*H. karstenii* (Rost.) A. Lister [14]  
*H. montana* (Morgan) Bacbr. (\*)[21]  
*H. serpula* (Scop.) Rost. (\*;T)[2,3,5,13,14,20,21,27,28,29,32]  
*Trichia botritis* (J. F. Gmel.) Pers. (\*)[17]  
*T. erecta* Rex (\*)[28]  
*T. decipiens* (Pers.) Macbr. [2,3,5,7,13,23]  
*T. favoginea* (Batsch) Pers. (\*)[2,3,5,7,12,13,14,20,23,33]  
*T. lutescens* (A. Lister) A. Lister [11]  
*T. scabra* Rost. [15]  
*T. varia* (Pers.) Pers. (\*)[13,14]  
*T. verrucosa* Berk. (\*)[2,3,4,5,6,7,8,11]

Orden: PHYSARALES

Familia: PHYSARACEAE

- Cienkowskia reticulata* (Alb. & Schw.) Rost. [23]  
*Leocarpus fragilis* (Dicks.) Rost. (\*)[13,24,28,33]  
*Physarella oblonga* (Berk. & Curt.) Morgan (\*;T)[7,14,15,17,27]  
*Badhamia affinis* Rost. (\*)[7,12,14,22,24]

- B. capsulifera* (Bull.) Berk [13]  
*B. foliicola* A. Lister [28]  
*B. gracilis* (Macbr.) Macbr. [14]  
*B. macrocarpa* (Ces.) Rost. (\*) [9,21]  
*B. obovata* (Peck) S. J. Smith (\*) [21]  
*B. panicea* (Fries) Rost. [9]  
*B. papaveracea* Berk. & Rav. [23]  
*B. utricularis* (Bull.) Berk. [14]  
*Fuligo cinerea* (Schw.) Morgan [13,14,28]  
*F. intermedia* Macbr. [23]  
*F. megaspora* Sturgis (T) [23,28]  
*F. septica* (L.) Wiggers (\*;T) [2,7,12,14,16,18,23,27,28, 32,33]  
*Craterium aureum* (Schum.) Rost. (\*,T) [14,22,24]  
*C. leucocephalum* (Pers.) Ditmar (\*;T) [7,13,14,15,22,23,24,28]  
*C. minutum* (Leers) Fr. [13]  
*C. obovatum* Perck (\*) [33]  
*Physarum bitectum* G. Lister [15]  
*P. bivalve* Pers. (\*) [22,24]  
*P. bogoriense* Racib. (T) [13,14,23]  
*P. cinereum* (Batsch) Pers. (\*,T) [5,11,13,14,20,23]  
*P. citrinum* Schum. [14]  
*P. compressum* Alb. & Schw. (\*) [7,13,14,15,20,28]  
*P. didermoides* (Pers.) Rost. (\*;T) [22,23,24,27]  
*P. flavicomum* Berk. [19]  
*P. galveum* Wingate (T) [32]  
*P. gyrosum* Rost. [28]  
*P. globuliferum* (Bull.) Pers. (\*;T) [3,7,14,18]

- P. leucophaeum* Fr. [7,11,13,23]  
*P. leucopus* Link (\*)[25]  
*P. luteolum* Peck (\*)[25]  
*P. melleum* (Berk. & Br.) Massee (\*,T)[14,20,23,28]  
*P. mutabile* (Rost.) G. Lister [14]  
*P. murinum* Lister (\*)[25]  
*P. nicaraguense* Macbr. (\*)[7,14,25]  
*P. notabile* (Rost.) G. Lister (\*)[22,28]  
*P. nucleatum* Rex (\*)[25]  
*P. nutans* Pers. (\*)[7,14,25]  
*P. oblatum* Macbr. [7,14]  
*P. penetrale* Rex (T)[14]  
*P. pezizoideum* (Jungh.) Pav. & Lag. (\*)[20]  
*P. polycephalum* Schw. (\*;T)[20,27]  
*P. pulcherripes* Peck (\*)[17]  
*P. pusillum* (Berk. & Curt.) G. Lister (\*) [13,14,21,23, 34]  
*P. roseum* Berk. & Br. (\*)[21]  
*P. serpula* Pers. (\*)[22,24]  
*P. stellatum* (Mass.) Martin (T)[7,14,32]  
*P. sulphureum* A.b. & Schw. [7,14]  
*P. tenerum* Rex (\*)[7,14,22]  
*P. tropicale* Macbr. (\*)[3,4,5,11,14]  
*P. vernum* Somm. [11,14]  
*P. virescens* Ditmar (T)[14]  
*P. viride* (Bull.) Pers. (\*;T)[14,22,23,27,32]  
*P. sp.* (\*;T)[27]

## Familia: DIDYMIACEAE

- Diachea bulbillosa* (Berk. & Br.) A. Lister (\*) [17,28]
- D. leucopodia* (Bull.) Rost. (\*) [13,17,23]
- D. radiata* G. Lister & Petch (\*) [20]
- Physarina echinospora* Thind & Manocha [10,11]
- Diderma asteroides* (A. & G. Lister) [23]
- D. crustaceum* Peck (\*,T) [14,21]
- D. chondrioderma* (de Bary & Rost.) G. Lister [15]
- D. deplanatum* Fr. (T) [32]
- D. effusum* (Schw.) Morgan [7,14]
- D. hemisphaericum* (Bull.) Hornem. (\*;T) [7,13,14,15,16,20,23]
- D. niveum* (Rost.) Macbr. (T) [14]
- D. ochraceum* Hoffm. (\*) [28]
- D. spumarioides* (Fr.) Fr. [14]
- D. testaceum* (Schrad.) Pers. (T) [14]
- Mucilago crustacea* Wiggers [14,23,28]
- Didymium anellus* Morgan (T) [14]
- D. clavus* (Alb. & Schw.) Rab. (\*) [7,14,15,26]
- D. crustaceum* Fr. [13]
- D. difforme* (Pers.) S. F. Gray (T) [14,15]
- D. iridis* (Ditmar) Fr. (\*,T) [7,14,23,24,26,33]
- D. leoninum* Berk. & Br. (\*) [22,24]
- D. megalosporum* Berk. & Curt. (\*) [11,26]
- D. melanospermum* (Pers.) Macbr. (\*) [15,21,23]
- D. minus* (A. Lister) Morgan (\*,T) [14,26]
- D. nigripes* (Link) Fr. (\*) [7,14,21,26]
- D. ovoideum* Nann.-Brem. (\*;T) [25,26,27]

*D. squamulosum* (Alb. & Schw.) Fr. (\*;T){7,14,22,25,26,27,28}

*D. vaccinum* (Dor. & Mont.) Buchet (\*) {21}

*D. verrucosporum* Welden (\*) {26}

*Lepidoderma tigrinum* (Schrad.) Rost. (\*) {23,28}

Subclase: **STEMONITOMYCETIDAE**

Orden: **STEMONITALES**

Familia: **STEMONITACEAE**

*Enerthenema papillatum* (Pers) Rost. {31}

*Colloderma robustum* Meylan {31}

*Colloderma sp.* {14}

*Stemonitis axifera* (Bull.) Macbr. (\*;T){1,14,17,18,27,28,33}

*S. axifera* var. *smithii* (Macbr.) Hagelst. (\*;T){2,7,27,32}

*S. confluens* Cooke & Ellis (\*) {21}

*S. flavogenita* Jahn (T) {16,32}

*S. fusca* Roth (\*;T){12,14,13,17,23,27,28,32}

*S. herbatica* Peck {13}

*S. nigrescens* Rex (T) {28}

*S. pallida* Wingate (\*;T) {7,14,17,27,32}

*S. splendens* Rost. (\*;T) {7,12,16,17,27,28}

*S. trechispora* (Berk.) Macbr. {7,28}

*S. virginensis* Rex (\*;T) {14,27}

*S. webberi* Rex (T) {32}

*Macbrideola cornea* (G. Lister & Cran) Alexop. (T) {14,15}

*M. decapillata* H. C. Gilbert {15}

*Lamproderma arcyriionema* Rost. (\*;T) {3,5,14,25,27,29,32}

*L. arcyrioides* (Sommerf.) Rost. (\*) {21}

*L. echinulatum* (Berk.) Rost. {14}

- L. muscorum* (Lév.) Hagelst. (\*) [28]
- L. scintillans* (Berk. & Br.) Morgan (T) [23,29]
- Comatricha elegans* (Racib.) G. Lister (\*;T) [13,14,27]
- C. fimbriata* G. Lister et Cran (\*) [31]
- C. laxa* Rost. (T) [32]
- C. longa* Peck (T) [7,16]
- C. longipila* Nann.-Brem. (\*) [21]
- C. nigra* (Pers.) Schroet (\*;T) [23,27]
- C. pulchella* (C. Bab) Rost. (\*) [2,7,12,17]
- C. subcaespitosa* Peck [14]
- C. tenerrima* (M.A. Curt.) G. Lister (\*;T) [14,22]
- C. typhoides* (Bull.) Rost. (\*;T) [2,7,13,14,20,23,27, 32]
- C. typhoides* var. *similis* G. Lister [7]