

00345  
A  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CONSIDERACIONES ECOLOGICAS Y PATRONES DE  
DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES DEL ORDEN  
LICEALES ( MYXOMYCETES ). PRESENTES EN EL  
BOSQUE DE Abies - pinus DEL VOLCAN LA  
MALINTZI, TLAXCALA.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
( BIOLOGIA VEGETAL )  
P R E S E N T A :  
MARIA MERCEDES RODRIGUEZ PALMA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO ESTRADA TORRES**

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

ESTE TRABAJO SE REALIZÓ EN EL LABORATORIO DE  
MICOLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA,  
BAJO LA DIRECCIÓN DEL DR. ARTURO ESTRADA TORRES Y CON  
APOYO DE BECA CONACYT (No. 83285) PARA LA REALIZACIÓN  
DE LOS ESTUDIOS DE MAESTRÍA.

**Con amor y respeto, a mis padres: *Natalia* y *Florencio*.  
Por el apoyo, comprensión y aliento que me han dado toda la vida.  
Por su ejemplo de lucha para alcanzar siempre lo que deseamos.**

**A mis hermanos, sobrinos y cuñados por todos los momentos que  
hemos vivido y que nos han motivado para superarnos.**

**A *Lucy* y *Angélica* por su ternura y por toda su alegría que  
contagia y que nos llena de vida.**

**A *Ernesto* por su generosa ayuda, comprensión y por los  
gratos momentos que compartimos.**

**A mis compañeros y amigos.**

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis mas sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta tesis y en especial:

Al Dr. Arturo Estrada T. por sus enseñanzas, consejos y sobre todo el constante apoyo que fue la base principal para la culminación de este trabajo.

Al Dr. Carlos Lado R. del Real Jardín Botánico de Madrid, España y a Mr. D. W. Mitchell de Upper Hartfield, East Sussex, Inglaterra, por sus valiosos comentarios para la ubicación taxonómica de las especies.

Al Dr. Teófilo Herrera S., Dr. Miguel Ulloa S., Dra. Patricia Lappe O. y M. en C. María del Carmen González V. del Instituto de Biología, UNAM. A la M. en C. Margarita Villegas R. de la Facultad de Ciencias, UNAM y al M. en C. Luis Villarreal R. del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados, sinodales de esta tesis, por sus atinadas observaciones y valiosos comentarios para el mejoramiento de la misma.

A la Biól. Adriana Montoya E. por su ayuda para la realización de los análisis estadísticos con el programa NTSYS.

Al Biól. Alejandro Kong L. por el apoyo fotográfico.

A la Biól. Laura Hernández C. y la Biól. Gema Galindo F. por su ayuda en el trabajo de campo.

A mis compañeros del Laboratorio de Micología del C.I.C.B. Héctor Luna, Yolanda Nava y Guadalupe Santiago y a Alfredo Vázquez G. del Jardín Botánico Tizatlán, por sus múltiples favores.

Al Méd. Cir. Luis Antonio Angulo Montejo, Coordinador del Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcla.

**TESIS**

**COMPLETA**

## ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES	
2.1. Taxonomía .....	5
2.2. Ecología y distribución.....	7
2.3. Grado de conocimiento para el estado de Tlaxcala .....	11
3. DELIMITACIÓN DEL GRUPO ESTUDIADO .....	12
4. DIAGNOSIS DEL ORDEN LICEALES .....	12
5. OBJETIVOS	
Objetivo general.....	13
Objetivos particulares .....	13
6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	
6.1. Descripción del estado de Tlaxcala	
6.1.1. Ubicación geográfica .....	14
6.1.2. Suelos .....	14
6.1.3. Clima .....	14
6.1.4. Vegetación .....	15
6.2. Descripción del Volcán La Malintzi	
6.2.1. Ubicación geográfica .....	15
6.2.2. Suelos .....	15
6.2.3. Clima .....	16
6.2.4. Vegetación .....	16
7. MATERIAL Y MÉTODOS	
7.1. Estudio taxonómico	
7.1.1. Recolección y determinación taxonómica de los ejemplares.....	17
7.2. Análisis ecológico	
7.2.1. Riqueza, abundancia y diversidad de especies .....	18
7.2.2. Similitud entre sitios y unidades de muestreo .....	19
7.3. Índice de importancia.....	19
7.4. Selectividad de sustratos .....	20

7.5. Distribución de las especies	
7.5.1. Distribución geográfica y por zonas climáticas .....	20
7.5.2. Distribución en diversos ecosistemas .....	20
7.6. Análisis biogeográfico .....	20
7.7. Análisis fenológico.....	21
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
8.1. Estudio taxonómico.....	20
8.1.1. Composición de especies.....	20
8.1.2. Descripción de las especies estudiadas.....	25
8.2. Análisis ecológico .....	52
8.2.1. Riqueza de especies.....	52
8.2.2. Abundancia de especímenes.....	55
8.2.3. Diversidad de especies .....	58
8.2.4. Similitud entre sitios y unidades de muestreo .....	62
8.3. Índice de importancia.....	72
8.4. Selectividad de sustratos	
8.4.1. Distribución en los diferentes tipos de sustrato .....	76
8.4.2. Selectividad y frecuencia de fructificación en los sustratos .....	80
8.5. Distribución de las especies	
8.5.1. Distribución geográfica por zonas climáticas .....	83
8.5.2. Distribución en diversos ecosistemas .....	84
8.6. Análisis biogeográfico .....	87
8.7. Análisis fenológico .....	96
9. CONSIDERACIONES FINALES.....	103
10. CONCLUSIONES .....	108
11. LITERATURA CONSULTADA .....	110

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
I	Material estudiado .....	120
II	<b>A. Análisis cualitativo de similitud para los sitios de muestreo</b>	
	i) Matriz de datos .....	129
	ii) Matriz de similitud .....	129
	iii) Análisis de correlación .....	129
	<b>B. Análisis cuantitativo de similitud para los sitios de muestreo</b>	
	i) Matriz de datos .....	130
	ii) Matriz de similitud .....	130
	iii) Análisis de correlación .....	130
III	<b>A. Análisis cualitativo de similitud para las unidades muestrales</b>	
	i) Matriz de datos .....	131
	ii) Matriz de similitud .....	131
	iii) Análisis de correlación .....	132
	<b>B. Análisis cuantitativo de similitud para las unidades muestrales</b>	
	i) Matriz de datos .....	133
	ii) Matriz de similitud .....	133
	iii) Análisis de correlación .....	134
IV	Distribución geográfica, climática, en comunidades vegetales y sustratos en donde se desarrollan las especies del orden Liceales encontradas en el estado de Tlaxcala.....	135
V	Análisis cualitativo de similitud para los sustratos sobre los que fructificaron las especies de Liceales encontradas en estado de Tlaxcala.	
	i) Matriz de datos .....	151
	ii) Matriz de similitud .....	152
	iii) Análisis de correlación .....	152
VI	Análisis cualitativo de similitud para las localidades comparadas con el bosque de <i>Abies-Pinus</i> del Volcán La Malintzi, Tlaxcala	
	i) Matriz de datos .....	153
	ii) Matriz de similitud .....	154
	iii) Análisis de correlación.....	155

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Localidades de donde proceden las especies estudiadas.....	22
2	Lista de especies del orden Liceales encontradas en Tlaxcala.....	23
3	Estado de conocimiento del orden Liceales.....	24
4	Riqueza y abundancia de especies encontradas en el Volcán La Malintzi.....	53
5	Diversidad ( $H'$ ) de especies por sitio y unidad muestral.....	59
6	Caracterización de algunas unidades muestrales .....	67
7	Valor de importancia de las especies encontradas y categoría a la que corresponden.....	72
8	Incidencia por sustrato de las especies encontradas y selectividad reportada en la literatura.....	77
9	Géneros de plantas con las que se asocian las especies encontradas.....	81
10	Distribución de las especies en diferentes comunidades vegetales .....	84
11	Composición de especies de Liceales para las localidades consideradas en el análisis biogeográfico .....	88
12	Localidades consideradas en el análisis biogeográfico y tipo de ecosistema que presentan.....	90
13	Frecuencia mensual, riqueza de especies y abundancia de especímenes en el tiempo de muestreo.....	96
14	Diversidad mensual durante el tiempo de muestreo.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Delimitación de la zona de estudio señalando los sitios de muestreo.....	15
2	Esporocarpo de <i>Licea parasitica</i> .....	32
3	Esporas de <i>L. parasitica</i> .....	32
4	Esporocarpo de <i>L. pusilla</i> .....	32
5	Esporas de <i>L. pusilla</i> .....	32
6	Esporocarpos de <i>L. pygmaea</i> .....	32
7	Esporas <i>L. pygmaea</i> .....	32
8	Esporocarpo de <i>Licea</i> sp.....	32
9	Esporas de <i>Licea</i> sp.....	32
10	Etalio de <i>Enteridium intermedium</i> .....	32
11	Esporas y filamento de pseudocapilicio de <i>E. intermedium</i> .....	32
12	Seudocapilicio de <i>E. lycoperdon</i> .....	32
13	Esporas de <i>E. lycoperdon</i> .....	32
14	Etalio de <i>E. olivaceum</i> .....	32
15	Esporas agrupadas de <i>E. olivaceum</i> .....	32
16	Etalio de <i>E. splendens</i> var. <i>juratum</i> .....	32
17	Esporas y filamento de pseudocapilicio <i>E. splendens</i> var. <i>juratum</i> .....	32
18	Etalio de <i>E. splendens</i> var. <i>splendens</i> .....	32
19	Esporas de <i>Enteridium splendens</i> var. <i>splendens</i> .....	37
20	Etalios de <i>Lycogala epidendrum</i> .....	37
21	Capas de la corteza de <i>L. epidendrum</i> .....	37
22	Esporas <i>L. epidendrum</i> .....	37
23	Etalio de <i>L. exiguum</i> .....	37
24	Capas de la corteza <i>L. exiguum</i> .....	37
25	Esporas <i>L. exiguum</i> .....	37
26	Etalio de <i>L. flavofuscum</i> .....	37
27	Esporas y tubo de pseudocapilicio <i>L. flavofuscum</i> .....	37
28	Seudoetalio de <i>Tubifera casparyi</i> .....	37
29	Esporas y fragmento de peridio granular <i>Tubifera casparyi</i> .....	37
30	Seudoetalio de <i>T. ferruginosa</i> .....	37
31	Esporas y fragmento de peridio liso <i>T. ferruginosa</i> .....	37
32	Seudoetalio de <i>T. microsperma</i> .....	37
33	Esporas y fragmento de peridio lacunoso <i>T. microsperma</i> .....	37
34	Seudoetalio de <i>Lindbladia tubulina</i> .....	44
35	Esporas y gránulos cálcicos <i>L. tubulina</i> .....	44
36	Colonia de <i>Cribraria argillacea</i> .....	44
37	Esporocarpo de <i>C. argillacea</i> .....	44
38	Esporas y nodo de la red peridial <i>C. argillacea</i> .....	44
39	Esporocarpo de <i>C. atrofusca</i> .....	44
40	Esporas <i>C. atrofusca</i> .....	44
41	Esporocarpo de <i>C. cancellata</i> .....	44
42	Esporas y bandas peridiales <i>C. cancellata</i> .....	44
43	Esporocarpo de <i>C. mirabilis</i> .....	44
44	Esporas y bandas peridiales <i>C. mirabilis</i> .....	44
45	Esporocarpos de <i>C. oregana</i> .....	44
46	Esporas y nodos peridiales <i>C. oregana</i> .....	44
47	Esporocarpos de <i>C. piriformis</i> .....	51
48	Esporas y gránulos cálcicos <i>C. piriformis</i> .....	51

49	Esporocarpo de <i>C. purpurea</i> .....	51
50	Esporas y nodo del peridio <i>C. purpurea</i> .....	51
51	Esporocarpos de <i>C. rubiginosa</i> .....	51
52	Esporas <i>C. rubiginosa</i> .....	51
53	Esporocarpos de <i>C. rufa</i> .....	51
54	Esporas <i>C. rufa</i> .....	51
55	Esporocarpo de <i>C. splendens</i> .....	51
56	Esporas y nodo peridial <i>C. splendens</i> .....	51
57	Esporocarpos de <i>C. vulgaris</i> .....	51
58	Esporas y banda peridial <i>C. vulgaris</i> .....	51
59	Riqueza de especies del orden Liceales por altitud .....	54
60	Riqueza de especies del orden Liceales por unidad muestral .....	55
61	Abundancia de especímenes del orden Liceales por altitud .....	56
62	Abundancia de especímenes del orden Liceales por unidad muestral.....	57
63	Diversidad de especies del orden Liceales por altitud.....	60
64	Diversidad de especies del orden Liceales por unidad muestral.....	61
65	Grado de similitud entre los sitios de muestreo, utilizando el coeficiente de Jacard.....	62
66	Análisis de componentes principales por sitios de muestreo, utilizando el coeficiente de Jacard.....	64
67	Grado de similitud entre los sitios de muestreo, utilizando el índice de Morisita .....	65
68	Análisis de componentes principales para los sitios de muestreo, utilizando el índice de Morisita.....	66
69	Grado de similitud entre las unidades de muestreo, utilizando el coeficiente de Jacard.....	68
70	Análisis de componentes principales para las unidades de muestreo, utilizando el coeficiente de Jacard.....	69
71	Grado de similitud entre las unidades de muestreo utilizando el índice de Morisita .....	70
72	Análisis de componentes principales para las unidades de muestreo, utilizando el índice de Morisita.....	71
73	Curva de abundancia de las especies del orden Liceales, presentes en el Volcán La Malintzi.....	75
74	Grado de similitud entre los diferentes sustratos utilizando el coeficiente de Jacard.....	79
75	Análisis de componentes principales para los sustratos, utilizando el coeficiente de Jacard.....	80
76	Grado de similitud entre diversas localidades del mundo, utilizando el coeficiente de Jacard.....	92
77	Análisis de componentes principales para las localidades, utilizando el coeficiente de Jacard.....	94
78	Precipitación y temperatura durante el muestreo.....	97
79	Riqueza mensual de especies .....	98
80	Abundancia mensual de especímenes.....	99
81	Diversidad mensual de especies .....	100
82	Fenología esporulativa de alguna especies de Liceales.....	102
83	Comparación de la riqueza de especies de diferentes grupos de mixomicetes del estado de Tlaxcala con diversas regiones geográficas .....	105

## RESUMEN

El presente estudio comprendió un análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de las especies del orden Liceales que se encontraron en troncos caídos a lo largo de un gradiente altitudinal en el bosque de *Abies-Pinus* del Volcán La Malintzi, en el estado de Tlaxcala.

La recolección de los organismos se desarrolló mediante un muestreo sistemático y dirigido, durante dos ciclos anuales en la zona señalada.

Se estudiaron 26 especies y una variedad de las cuales 23 constituyen el primer registro para el estado de Tlaxcala, 10 para México y ocho para la zona Neotropical. Con este trabajo, el número de especies de mixomicetes conocidas para México se incrementa a 233.

La gran riqueza de especies encontrada en el Volcán La Malintzi, depende básicamente de: a) su ubicación geográfica, ya que en ella convergen tanto elementos boreales como tropicales; b) la diversidad de ambientes en el gradiente altitudinal, que van desde zonas de vegetación abierta hasta lugares con una cobertura vegetal densa, y de condiciones templadas hasta ligeramente frías, y c) el tipo de muestreo que fue intensivo y dirigido durante dos años, lo que permitió detectar tanto las especies comunes como las que son poco frecuentes, o algunas que ocasionalmente llegan a encontrarse sólo en épocas frías y secas del año.

La riqueza de especies en cada sitio y unidad de muestreo posiblemente estuvo condicionada por la variación de los microhábitats, los que a su vez dependieron de: a) la diversidad vegetal, b) la diversidad de sustratos, c) el grado de descomposición y la cantidad de humedad retenida por éstos, d) el grado de inclinación y área de exposición de los troncos. Asimismo, los factores macroambientales, como humedad, temperatura y disposición de la cobertura vegetal, pudieron jugar un papel relevante en la formación de microambientes.

Por su parte, la abundancia relativa de cada especie pudo depender de la cantidad y disponibilidad de nutrimentos presentes en cada sustrato, permitiendo la proliferación de algunas especies que incluso, llegaron a ser las dominantes en la comunidad como: *Lycogala epidendrum*, *Cribraria mirabilis*, *Cribraria piriformis* y *Cribraria vulgaris*,

La estructura de la comunidad establecida en el Volcán La Malintzi estuvo determinada básicamente por *C. vulgaris*, *L. epidendrum*, *C. mirabilis* y *C. piriformis*, que fueron las especies catalogadas como muy abundantes (> 6.0 %) y *C. purpurea*, *C. atrofusca*, *C. argillacea* y *C. splendens*, que fueron las especies abundantes (> 3.0 y < 6.0 %).

En cuanto a la selectividad de sustratos, las especies presentaron tres tendencias básicas: 1) especies exclusivamente lignícolas, 2) especies principalmente lignícolas pero que eventualmente fructificaron en otros sustratos, y 3) especies generalistas.

La distribución de las especies del orden Liceales respondió a factores geográficos, como latitud y altitud, y a factores ecológicos, como el tipo de ecosistema y comunidad vegetal. De acuerdo con esto, las especies encontradas en el estado de Tlaxcala se agruparon en cuatro categorías: 1) especies de ecosistemas fríos y templados; 2) especies restringidas a bosques de coníferas; 3) especies de ecosistemas templados y tropicales y 4) especies de amplia distribución, geográfica y ecológica.

El análisis biogeográfico evidenció que la comunidad de Liceales presente en el Volcán La Malintzi presenta mayor afinidad con comunidades establecidas en ecosistemas templados que con otro tipo de ambientes. Asimismo, se observó que en ecosistemas áridos, fríos y tropicales, el número de especies es menor con relación a las zonas templadas, sobre todo de las zonas montañosas. Esto podría indicar que los Liceales como grupo son más abundantes en zonas con condiciones méxicas, y más sensibles a las condiciones extremas de humedad y temperatura.

En cuanto a su fenología, las especies del orden Liceales encontradas en el Volcán La Malintzi, presentaron cuatro tendencias básicas: 1) especies presentes durante todo el año; 2) especies que fructifican durante y después de la época de lluvias; 3) especies con tendencias a fructificar en la época fría del año, y 4) especies raras.

## 1. INTRODUCCIÓN

México es un país considerado como uno de los centros más importantes de diversidad del planeta (Toledo, 1988; Llorente, 1989). No obstante, a pesar de que en nuestro país, la diversidad biológica es muy grande, el grado de estudio y conocimiento sobre ella, es aún muy escaso (Dirzo, 1990). A diferencia de lo que sucede en países industriales donde las biotas se han inventariado y estudiado desde hace más de un siglo, en México dichos estudios han iniciado hace apenas algunos años. Por esta razón, es necesario trabajar en las disciplinas básicas como la taxonomía, sistemática y ecología, ya que el conocimiento de la diversidad biológica, constituye la infraestructura fundamental tanto para el desarrollo de todos los aspectos de la ciencia y la tecnología, como para el desarrollo mismo de la economía, no sólo de México, si no a nivel mundial (Toledo, 1988; Dirzo, 1990). En este sentido, el desarrollo de inventarios y estudios taxonómicos, sobre organismos que han sido poco estudiados por no considerarse aún económicamente importantes, son de gran relevancia para descubrir sus usos potenciales y establecer las formas para manejarlos en forma adecuada y conservarlos (Systematics Agenda 2000, 1994). En este caso se encuentran los mixomicetes, a los que se les ha prestado poca atención porque se consideran organismos sin valor económico; sin embargo, estos organismos son muy importantes desde diferentes puntos de vista:

### a) Importancia ecológica y evolutiva

Los mixomicetes o mohos mucilaginosos como también son llamados, presentan una amplia distribución en la naturaleza, contribuyendo a la continuidad de las redes tróficas; las fases somáticas de estos organismos, así como sus esporóforos sirven de hospedaje y alimento a ácaros y a una gran cantidad de insectos como colémbolos y dípteros y, particularmente coleópteros de los géneros *Agathidium*, *Anisotoma* y *Amphycyllis*. Algunas especies de estos géneros, presentan modificaciones en la estructura de la mandíbula y en la contractilidad del cuerpo, mostrando suma especificidad para la esporofagia o plasmodiofagia lo que sugiere alto grado de coevolución entre estos organismos y los mixomicetes (Chassain, 1973; Keller y Smith, 1978; Wheeler, 1980; Blackwell y Laman, 1982; Wheeler y Blackwell, 1984, Wheeler y Hoebeke, 1990). Además, los insectos favorecen la dispersión de los mixomicetes, transportando las esporas adheridas en su cuerpo (Martin y Alexopoulos, 1969). De igual forma, los mohos mucilaginosos sirven como alimento para algunos hongos de los géneros *Nectria* y *Nectriopsis*, entre los ascomicetes, y *Verticillium*, entre los hifomicetes (Samuels, 1973; Rogerson y Stephenson, 1993). Por otro lado, las fases somáticas de los mixomicetes se alimentan del micelio de algunos hongos filamentosos (Howard y Currie, 1932a, b), o sus esporas, así como de levaduras

y bacterias (Martin y Alexopoulos, 1969).

Desde el punto de vista evolutivo, se han planteado hipótesis que sugieren la posibilidad de que un ancestro fagótrofo relacionado con los mixomicetes, fue el que dió origen a los verdaderos hongos (Margulis, 1981; Cifuentes, 1984).

#### b) Importancia científica y experimental

Por otra parte, debido a las características morfofisiológicas de los plasmodios, los mixomicetes resultan de gran utilidad en el campo de la investigación experimental, en el área de la citogénética, en la que se han usado para observar el ciclo mitótico, la morfogénesis y las variaciones químicas en la estructura y fisiología del protoplasma (Collins, 1979). Dichos estudios han permitido detectar que en el plasmodio de los mixomicetes, la división nuclear está altamente controlada, dando lugar a muchos núcleos los cuales se dividen sincrónicamente. Este sistema multinucleado, ha resultado un modelo ideal para estudiar los problemas relacionados con el cáncer, tratando de probar el control interno de la división celular (Ashwort y Dee, 1975).

Asimismo, por su activo movimiento protoplasmático y por la facilidad con que pueden cultivarse en el laboratorio, son muy útiles en el estudio de las proteínas relacionadas con el movimiento. En particular, en el plasmodio de *Physarum polycephalum* se han encontrado proteínas de tipo actina y miosina similares a los complejos actinmiosínicos de los músculos humanos (Ashwort y Dee, 1975).

#### c) Importancia económica

Se ha observado que estos organismos pueden servir como posibles productores potenciales de enzimas, proteínas e incluso antibióticos (Considine y Mallette, 1965; Lakhanpal y Mukerji, 1981; Wheeler y Blackwell, 1984). Además, algunas especies como *Fuligo septica* (L.) Wiggers y *Enteridium lycoperdon* Bull., son consumidas en nuestro país cuando las fructificaciones se encuentran en estado inmaduro (Mapes, et al., 1981; Villarreal, 1983; González-Fuentes, 1987; Montoya-Esquivel, 1992).

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Taxonomía

Los mixomicetes se han reconocido como un grupo distinto al de los hongos, dentro de los cuales frecuentemente se les ha ubicado por presentar una fase reproductiva que ocupa los mismos hábitats y que se dispersa de manera similar (Collins, 1979; Wheeler y Blackwell, 1984). Sin embargo, a pesar de presentar una relación filogenética lejana con dicho grupo (Lewis, 1994), frecuentemente se han clasificado junto con ellos por conveniencia y tradición, es decir, por lo práctico que resulta seguir una clasificación establecida desde hace varias décadas.

De acuerdo con Martin (1960), Linneo incluyó las especies de mixomicetes conocidas en su tiempo dentro del grupo de las plantas. Más tarde, en 1801, Persoon publicó el libro *Synopsis Methodica Fungorum* en el que hizo una clara distinción entre los hongos y las plantas; los primeros comprendían 77 especies y 11 géneros, entre los que se incluían a los gasteromicetes, y dentro de ellos a los mixomicetes. Asimismo, indicó que en 1829, Fries los segregó en un grupo distintivo de los gasteromicetes, el orden "Myxogastres", a los cuales separó por la presencia de una fase mucilaginosa llamada plasmodio, que en otros gasteromicetes no se encontraba.

El tratado más importante para los mohos mucilaginosos fue la publicación hecha por De Bary en 1858, quien al observar las fases plasmodiales llegó a la conclusión de que estos organismos no son plantas, pero que tampoco tienen una relación cercana con los hongos como la habían considerado Persoon y Fries. De Bary transfirió a los mixomicetes al phylum Protozoa y los denominó "Mycetozoa" (del Gr. *Mýkes*=hongo y *Zoon*=animal). No obstante, muchos autores decidieron mantener a este grupo dentro de la clasificación de los hongos por la similitud de sus cuerpos fructíferos y la formación de esporas (Alexopoulos y Mims, 1979).

Posteriormente se planteó una nueva propuesta para la reubicación de este complejo de organismos, para lo cual se creó la clase "Myxozoa" y la clase "Myxophyta" constituyendo el supergrupo "Myxobia". A partir de esta época se empezó a publicar una serie de trabajos, destacando algunas monografías como las de Lister y Macbride. Este último hizo la primera monografía del grupo en 1899 y fue el primero en emplear el término "Myxomycetes" (del Gr. *mýxa*=mucilaginoso y *mýketos*=hongo) (Macbride y Martin, 1934). En 1942, Martin publicó un tratado de Myxomycetes en el que estableció una relación de estos organismos con los hongos (Martin, 1960).

No obstante, la posición taxonómica de los mixomicetes era cuestionable en todas las propuestas anteriores, ya que muchos autores consideraban que las características más importantes para entender sus verdaderas relaciones eran las de la fase asimilativa,

lo que ubicaba a los mixomicetes dentro de los animales, en tanto otros autores consideraban que la fase reproductiva era más relevante, por lo que ubicaban a estos organismos más cerca de los hongos.

En 1969, Robert H. Whittaker propuso un nuevo sistema de clasificación de los organismos, consistente de cinco reinos. Este sistema se basa principalmente en el tipo de nutrición y nivel de organización que presentan los organismos. Los reinos propuestos fueron Monera (bacterias), Protoctista (organismos unicelulares, coloniales y plasmodiales, con o sin clorofila, con o sin movimiento), Plantae (plantas), Animalia (animales) y Fungi (hongos). Debido a que los hongos presentan un tipo de nutrición por absorción, quedaron definidos como un grupo separado de los mixomicetes, que presentan un tipo de nutrición fagotrófica. Sin embargo, Whittaker sugirió la posibilidad de que los hongos se originaron de un ancestro fagótrofo relacionado con los mixomicetes (Margulis, 1981).

En la actualidad se han sugerido varias propuestas para definir las relaciones de los mohos mucilaginosos y otros grupos de organismos con afinidades inciertas. En éstas, se han considerado características ultraestructurales y técnicas moleculares (Cavalier-Smith, 1981), así como propuestas taxonómicas como el cladismo, que permite mayor confiabilidad para establecer las relaciones filogenéticas entre los organismos (Lipscomb, 1985). En este sentido, Cavalier-Smith (1981) propuso una nueva opción de clasificación de los organismos eucariotas, tomando en cuenta características como los tipos de crestas mitocondriales y aparato de Golgi, las vías de síntesis de la lisina, la presencia o ausencia de cilios y el tipo de nutrición, entre otras. Considerando estos caracteres, dicho autor propuso que los mixomicetes presentan mayores afinidades con los protozoarios que con los hongos, debido a que los dos primeros grupos comparten tres propiedades fundamentales: 1) la fagotrofia, ausente en casi todos los hongos, 2) las crestas mitocondriales en forma tubular y 3) la auxotrofia para la lisina.

No obstante sus afinidades con los protozoarios, algunos autores, como Martin y Alexopoulos (1969), Farr (1976) y Nannenga-Bremekamp (1991), han mantenido a los mixomicetes como parte de los hongos y han sido precisamente los micólogos quienes más los han estudiado.

Los mixomicetes fueron divididos inicialmente en dos grupos de acuerdo con la posición de sus esporas: Exosporae y Endosporae. Más tarde, estos grupos representaron a las subclases Ceratiomyxomycetidae y Myxogastromycetidae, respectivamente (Martin, 1960). Ross (1973) segregó al grupo de los Stemonitales de la subclase Myxogastromycetidae y conformó la subclase Stemonitomycetidae, basándose en el tipo de desarrollo de los esporóforos y el tipo de plasmodio. En la actualidad, se conocen

alrededor de 600 especies de mixomicetes agrupadas en seis órdenes y tres subclases. En este trabajo, el arreglo taxonómico seguido fue el propuesto por Martin et al. (1983), y es el siguiente:

CLASE: Myxomycetes  
SUBCLASE: Ceratiomyxomycetidae  
ORDEN: Ceratiomyxales

SUBCLASE: Myxogastromycetidae  
ORDEN: Liceales  
ORDEN: Echinosteliales  
ORDEN: Trichiales  
ORDEN: Physarales

SUBCLASE: Stemonitomycetidae  
ORDEN: Stemonitales

## 2.2 Ecología y distribución

En la actualidad, el conocimiento taxonómico de los mixomicetes se ha incrementado considerablemente, lo cual se refleja en diversas publicaciones en las que se dan listados de especies de localidades particulares; sin embargo, se han desarrollado pocos estudios sobre la ecología y biogeografía de estos organismos. Los primeros trabajos sobre ecología de mixomicetes se efectuaron a partir de 1918, poniendo mayor atención a los principales hábitat naturales que ocupaban estos organismos. En algunos trabajos posteriores se comparó también la composición de mixomicetes en diferentes ecosistemas y/o tipos de sustratos (Ing, 1994). En 1939, Carr comparó la mixobiota de dos localidades que presentaban condiciones edáficas diferentes (suelo calizo y suelo arenoso) en el estado de Virginia, Estados Unidos. Él encontró que los Physarales presentaron predilección por los suelos calizos y los Liceales, Trichiales y Stemonitales fueron más abundantes en los suelos arenosos (Ing, 1994). Evenson (1961) estudió las especies de mixomicetes de cuatro diferentes tipos de vegetación presentes en el sureste de Arizona. Dicho autor encontró 63 especies, de las cuales 62 crecieron en la zona boscosa, seis en una zona de chaparral, 16 en matorral desértico y siete en pastizales semiáridos.

Maimoni-Rodella y Gottsberger (1980) compararon las comunidades de mixomicetes que se desarrollaban en dos diferentes tipos de vegetación en la localidad de Botucatu, Brasil. Ellos relacionaron la aparición de los cuerpos fructíferos con la precipitación y la temperatura, y señalaron que las bajas temperaturas tienen un efecto negativo determinante para la presencia y abundancia de las especies. Por otro lado, observaron cierta correlación entre las especies y los sustratos, ya que algunas de ellas se establecieron preferentemente en madera,

mientras que otras fructificaron con mayor incidencia en la hojarasca. Sin embargo, señalaron que la posible preferencia por determinados sustratos podría estar ligada a la cantidad que de ellos se encuentra en los diversos ecosistemas.

Stojanowska (1980) estudió por un período de tres años, la composición de especies de las zonas boscosas de Skarzin y la reserva de Muskowice en Polonia, encontrando un número comparable de especies en ambas zonas, pero diferencias notables en la composición de especies y predominancia de grupos taxonómicos. La autora atribuyó estas diferencias a la influencia de la composición del suelo en cada localidad.

Schinner (1981) caracterizó las comunidades de mixomicetes en una zona alpina, una subalpina y una montañosa de los Alpes centrales de Austria, y observó que el número de especies encontradas disminuye al aumentar el gradiente altitudinal. Además, consideró que tanto el microclima como los sustratos existentes son importantes para el establecimiento de las diferentes especies. Asimismo, resaltó la importancia de la nieve como un factor primordial para la fructificación de algunas especies quionófilas.

Stojanowska (1983a) estudió a los mixomicetes que se establecían en diferentes sustratos asociados con el suelo (hojas, ramas putrefactas y cortezas de árboles) en una zona boscosa de Polonia. Observó que las especies del orden Physarales predominan en este tipo de sustrato.

Stojanowska (1983b) realizó un estudio en bosques montañosos subalpinos y alpinos de los Montes Sudetes de Polonia, encontrando que la abundancia y el número de especies disminuye hacia las zonas alpinas y que su distribución no sólo depende del tipo de sustratos sino también de las condiciones micro y macroclimáticas. Observó además que algunas especies, particularmente del orden Liceales, muestran preferencia para fructificar en bosques de coníferas y bosques ricos en resinas.

Ing (1983) analizó las asociaciones de especies de mixomicetes que aparecen en algunas barrancas de las Islas Británicas. Determinó que la similitud de condiciones microclimáticas y microecológicas que propician las cubiertas de briofitas son los factores que favorecen la asociación de especies particulares de mixomicetes.

Stephenson (1983) caracterizó las comunidades de mixomicetes que se desarrollan en los bosques de abetos presentes en la parte sur de los Montes Apalaches, Estados Unidos. En su estudio, encontró que las especies están típicamente asociadas a madera de coníferas en vías de descomposición, y que la distribución de algunas de ellas está centrada en regiones montañosas. Asimismo, utilizando cámaras húmedas, encontró 11 especies que se presentan preferentemente en cortezas rugosas, por lo que consideró que estos

sustratos son más favorables para dichas especies que las cortezas lisas.

Stephenson y Studlar (1985) analizaron la asociación entre algunas especies de mixomicetes y los musgos. De las 52 especies que se establecieron en las briofitas, sólo *Barbeyella minutissima* y *Lepidoderma tigrinum* parecen estar consistentemente asociadas con estos sustratos. Estos autores consideraron que el resto de las especies sólo se establecen accidentalmente sobre musgos.

Stephenson (1988) comparó la composición de mixomicetes de cinco comunidades forestales ubicadas en un gradiente de humedad en el estado de Virginia, en los Estados Unidos, observando que la composición de especies es muy similar en las cinco comunidades, sin embargo, la abundancia, riqueza y diversidad de especies son más altas hacia la parte más húmeda del gradiente. Asimismo, observó que la época de mayor fructificación de las especies está correlacionada con la época de mayor precipitación.

El mismo autor (Stephenson, 1989), utilizó la técnica de la cámara húmeda para estudiar la composición y diversidad de especies de mixomicetes asociados con plantas vivas, cortezas, detrito y estiércol procedentes de los bosques templados del sudoeste de Virginia, Estados Unidos. En su estudio, encontró que la composición y diversidad de especies está afectada por las características propias de cada microhábitat así como por las condiciones microambientales. La mayoría de las especies, responden a las variaciones de pH de los diferentes sustratos y aunque muchas especies, sobre todo entre los Liceales, se desarrollan en un amplio intervalo de pH; algunos grupos, como los Stemonitales, predominan en los sustratos más ácidos, en tanto los Physarales y Trichiales prefieren sustratos menos ácidos. En el caso de las especies corticícolas existe mayor diversidad en las cortezas rugosas que en las lisas.

Stephenson y Laursen (1993) estudiaron la mixobiota establecida en un ecosistema de tundra en Alaska, encontrando que *Mucilago crustacea* es la especie más conspicua y abundante de la localidad y que los miembros del orden Trichiales tienen mayor predominancia con relación a otros grupos de mixomicetes.

A pesar de que en la actualidad los listados de las mixobiotas de localidades particulares y el interés por los estudios ecológicos se incrementa, únicamente en el trabajo de Stephenson et al. (1993) se ha dado un enfoque biogeográfico al estudio de los mixomicetes. En su trabajo se establece una comparación en la composición de especies entre dos zonas templadas de los Montes Apalaches, en el este de Norteamérica, y dos zonas, una templada y una subtropical/tropical, en la India. Los autores encontraron que la composición de especies de la zona subtropical/tropical es considerablemente diferente con relación a las de zonas templadas,

lo cual relacionaron con las diferencias en cuanto al clima y vegetación asociadas con el cambio de latitud. En las tres zonas templadas se encontraron representados Liceales, Trichiales, Stemonitales y Physarales, sin embargo, en los bosques caducifolios los Physarales fueron más abundantes que en los bosques de coníferas. En el caso de la zona subtropical/tropical se observó que los Liceales están pobremente representados mientras que los Physarales tienen mayor predominancia, lo cual sugiere que tanto los Liceales como los Physarales responden más a los cambios de clima y/o vegetación con los que se encuentran asociados.

Aunque se ha considerado que los mixomicetes como grupo son cosmopolitas, estos organismos no son igualmente abundantes en todos los ecosistemas terrestres, ya que principalmente prosperan en hábitats donde el material en descomposición de plantas y animales es muy abundante y donde existe una adecuada combinación de temperatura y humedad, siendo éstos los factores más importantes que determinan su presencia, distribución y abundancia (Martin y Alexopoulos, 1969; Farr, 1976; Stephenson y Studlar, 1985).

Estos organismos son particularmente abundantes en zonas forestales húmedas, aunque también se han encontrado en áreas desérticas (Evenson, 1961; Ramon, 1968; Blackwell y Gilbertson, 1981; 1984), en ecosistemas de tundra (Stephenson y Laursen, 1993) y en lugares pantanosos (Martin et al., 1983) debido principalmente a las condiciones microambientales y los diferentes tipos de sustratos que ahí se encuentran (Martin y Alexopoulos, 1969; Farr, 1976).

A pesar de lo mencionado anteriormente, poco se conoce sobre los patrones de distribución de muchas especies de mixomicetes, siendo dicha información confusa y difícil de predecir. Lo más que se ha podido establecer es que algunas especies parecen estar limitadas a zonas tropicales o subtropicales, en tanto que otras aparentemente sólo se localizan en hábitats montañosos y zonas de nieve (Martin y Alexopoulos, 1969; Farr, 1976).

En México, la mayoría de los trabajos sobre los mixomicetes se han realizado de forma puntual, tanto en tiempo como en espacio. A la fecha, sólo existen dos trabajos que se enfocan desde un punto de vista ecológico. Ogata (1992), desarrolló un estudio ecológico y fenológico de los mixomicetes de un bosque tropical en el estado de Veracruz. Por su parte, Rodríguez-Palma (1992) estudió desde un enfoque ecológico las especies del orden Stemonitales en el Volcán La Malintzi, Tlaxcala, analizando la diversidad, riqueza y abundancia de especies en un gradiente altitudinal. En este último estudio se encontró que dichos parámetros están afectados por la altura, las características particulares de los sustratos y las condiciones climáticas de la zona. Asimismo, se analizaron las tendencias de estas especies en cuanto a sus patrones de distribución. Por otra parte, en el trabajo de Galindo-Flores et al. (1993) se señalan las tendencias de algunas especies de

mixomicetes de las Lagunas de Zempoala, Morelos, para desarrollarse sobre diferentes tipos de sustratos; asimismo, se analizan las tendencias en sus patrones de distribución. En los trabajos de Hernández-Cuevas (1993) y Galindo-Flores (1993) se analizan estos mismos aspectos, pero en el primer caso para la familia Physaraceae y en el segundo para la familia Trichiaceae.

### **2.3 Grado de conocimiento para el estado de Tlaxcala.**

Tlaxcala es el estado de la República Mexicana donde se conoce el mayor número de especies de mixomicetes (Rodríguez-Palma et al., 1994), a pesar de que en la entidad sólo se han estudiado algunos grupos, como son el orden Stemonitales (Rodríguez-Palma, 1992), la familia Trichiaceae del orden Trichiales (Galindo-Flores, 1993) y la familia Physaraceae del orden Physarales (Hernández-Cuevas, 1993). Estos trabajos han mostrado una gran riqueza de especies, por lo que es importante desarrollar estudios de los grupos de mixomicetes que aún no se han estudiado, para entender en forma más clara las relaciones ecológicas y la distribución de estos organismos.

En este sentido, es de particular interés enfocar el estudio hacia el orden Liceales, ya que solamente se han registrado en la entidad a *Licea minima* (Braun y Keller, 1976), *Enteridium lycoperdon* (González-Fuentes, 1987; Villarreal, 1991) *Enteridium olivaceum*, *Cribraria mirabilis* (Hernández-Cuevas et al., 1991) y *Lycogala epidendrum* (Montoya-Esquivel, 1992).

Por lo señalado anteriormente, el presente estudio contribuye al conocimiento taxonómico, ecológico y biogeográfico de los mixomicetes, particularmente de las especies del orden Liceales que se desarrollan en el Volcán La Malintzi en el estado de Tlaxcala.

### 3. DELIMITACIÓN DEL GRUPO TAXONÓMICO ESTUDIADO

El orden Liceales se encuentra dentro de la subclase Myxogastromycetidae, con alrededor de 120 especies agrupadas en tres Familias y nueve géneros (Martin et al., 1983; Mitchell, 1994). En el presente trabajo, se siguió la propuesta de Martin et al. (1983), cuyo arreglo taxonómico es el siguiente:

Subclase: Myxogastromycetidae

Orden: Liceales

Familia: Liceaceae

Género: *Licea*

Género: *Listerella*

Familia: Enteridiaceae (Reticulariaceae)

Género: *Dictydiaethalium*

Género: *Enteridium*

Género: *Lycogala*

Género: *Tubifera*

Familia: Cribrariaceae

Género: *Cribraria*

Género: *Dictydium*

Género: *Lindbladia*

No obstante, el género *Dictydium* fue considerado dentro del género *Cribraria* por Nannenga-Bremekamp (1991) y de acuerdo con sus argumentos y los de Yu y Hui-Zhong (1995), en este trabajo también se considero de esta forma.

### 4. DIAGNOSIS DEL ORDEN LICEALES

Fructificaciones carentes de verdadero capilicio; algunas de ellas con pseudocapilicio; este último cuando está presente, formado por tubos esculpados en forma irregular, bandas o membranas perforadas o fraccionadas irregularmente, o bien, cerdas (presentes en *Tubifera bombarda*); columela ausente; esporas en masa generalmente pálidas o de color café, ocasionalmente oscuras, hialinas con luz transmitida o teñidas de color café-amarillento o color humo, nunca color café-purpúreo (Martin et al., 1983; Nannenga-Bremekamp, 1991).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General:**

Contribuir al conocimiento taxonómico, ecológico y biogeográfico de los mixomicetes mexicanos, particularmente del orden Liceales, en el Volcán La Malintzi, en el estado de Tlaxcala.

### **5.2 Particulares:**

1. Inventariar las especies del orden Liceales del bosque de *Abies-Pinus* del Volcán La Malintzi y elaborar descripciones de las especies encontradas.
2. Evaluar la variación de la riqueza, abundancia y diversidad de especies a lo largo de un gradiente altitudinal y conocer la importancia de cada especie en la comunidad estudiada.
3. Analizar la selectividad de las especies para el tipo de sustrato donde fructifican y el tipo de ecosistema donde se presentan.
4. Estudiar su distribución geográfica, así como las afinidades biogeográficas de la comunidad de mixomicetes encontrada en el Volcán La Malintzi.
5. Conocer la fenología de las especies a lo largo de dos ciclos anuales.

## **6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **6.1 Descripción del estado de Tlaxcala**

#### **6.1.1 Ubicación geográfica**

El estado de Tlaxcala se localiza en la parte centro-oriental de la República Mexicana, entre los 97°37'07" y los 98°42'51" de long. oeste, y los 19°05'43" y los 19°44'07" de lat. norte, por arriba de los 2000 m de altitud. El estado queda comprendido dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, por lo que geológicamente predominan los afloramientos de rocas volcánicas como andesitas, riolitas, basaltos, tobas y brechas volcánicas, así como diversas asociaciones entre estos tipos (Nava, 1988).

En la entidad existen dos elevaciones montañosas importantes: El Huintetépetl (El Peñón), situado al norte del estado (3 220 m de altitud), y La Malintzi o Matlalcuéyetl (4461 m de altitud). El presente estudio se llevó a cabo en este último sitio, en la zona conocida como Cañada Grande (Fig. 1).

#### **6.1.2 Suelos**

En el estado de Tlaxcala, los tipos de suelos son muy diversos, encontrándose en las áreas montañosas suelos derivados de cenizas volcánicas, con una capa oscura rica en materia orgánica que van desde los bien desarrollados, profundos y ricos en nutrimentos, hasta los que presentan una capa poco profunda y pobres en nutrimentos. Es frecuente encontrar estos suelos asociados con tepetates. Los suelos de las cuencas son arcillosos, algo profundos y escasamente pedregosos, asociados a tepetates, o bien son de consistencia limo-arenosa combinados con sedimentos acarreados por las lluvias. Hacia la parte oriental del estado se encuentran suelos formados por sedimentos, poco desarrollados y profundos, atravesados por una franja de suelos salinos (Werner, 1988).

#### **6.1.3 Clima**

En la entidad predominan los climas templados subhúmedos con lluvias en verano C(W<sub>2</sub>)W, con un porcentaje de precipitación entre los 600 y 1200 mm para la región centro-sur y de 500 mm para la región noreste y oriente de la entidad. La temperatura media anual oscila entre los 12 y 18°C y la del mes más frío entre los 3 y 18°C. Este régimen climático cubre alrededor del 80 % de la entidad y se presenta en las zonas de valles y llanuras. Para las zonas de montaña se presentan climas fríos (C (E)(W<sub>2</sub>)(W) con temperatura media anual menor a los 12°C y una precipitación media anual de 700 a 1000 mm, a muy fríos (E (T) H), con temperatura media anual menor de 6.5°C, en ambos casos con un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm (CETENAL, 1975a).

#### 6.1.4 Vegetación

Los tipos de vegetación que se presentan en el estado son: bosque de *Pinus*, bosque de *Abies*, bosque de *Quercus*, bosque de *Juniperus*, matorral xerófilo, pastizal, páramo de altura y vegetación acuática y subacuática; existen además extensas áreas de vegetación secundaria en las llanuras del estado (Acosta et al., 1991).

### 6.2 Descripción del Volcán La Malintzi

#### 6.2.1 Ubicación geográfica

El Volcán Matlalcuéyatl, conocido también como Malinche o Malintzi, se encuentra en su mayor parte dentro de los límites del estado de Tlaxcala, entre los  $97^{\circ} 55' 42''$  y los  $98^{\circ} 08' 07''$  de long. oeste y los  $19^{\circ} 08' 36''$  y los  $19^{\circ} 19' 98''$  de lat. norte (Figura 1).

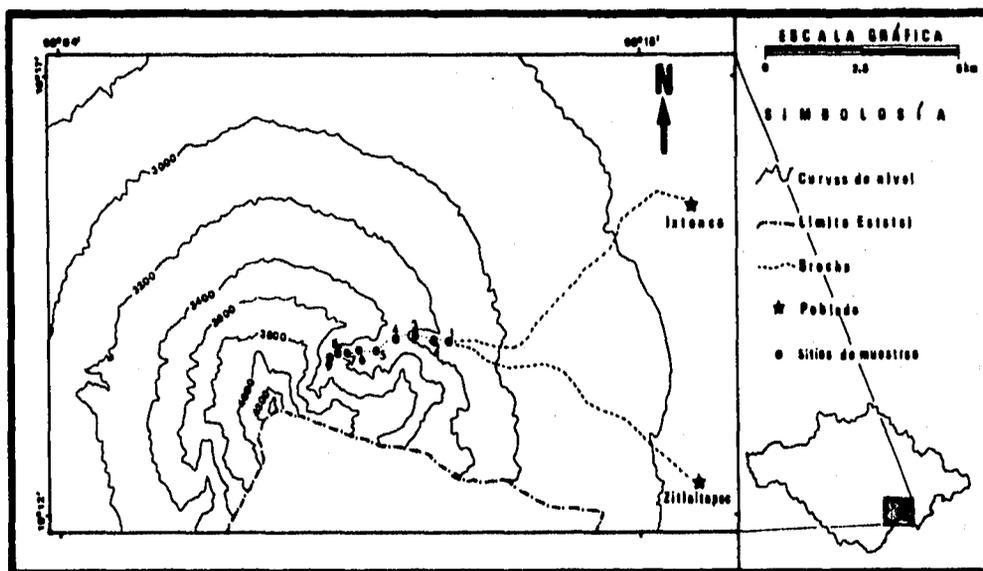


Figura 1. Delimitación de la zona de estudio, donde se indican los sitios de muestreo seleccionados en el gradiente altitudinal (●).

#### 6.2.2 Suelos

El tipo de suelo es de origen residual y volcánico, abundando los regosoles eútricos, calédricos y dístricos de textura arenosa ( $Re+Rc+Rd+1$ ), con desarrollo moderado y limitado por una fase lítica y pedregosa (CETENAL, 1975b).

### 6.2.3 Clima

Entre los 2500 y los 3000 m s.n.m. el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano C(Wz)W, con un porcentaje de precipitación invernal menor de 5 mm y una temperatura media anual de 8 a 12 °C. De los 3000 a 4200 m s.n.m. se presenta un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano C(E) (Wz)W (CETENAL, 1975a)

### 6.8 Vegetación

En el Volcán La Malintzin se encuentran principalmente bosques de pino-encino, bosques de pino y bosques de oyameles, aunque existen zonas puras de zacatonales.

En la zona de la Cañada Grande, la vegetación se distribuye de la siguiente manera:

De los 3100 a los 3150 m s.n.m. se encuentra el pastizal de *Muhlenbergia macroura* (HBK.) Hitchc., *Stipa ichu* (Ruiz & Pavón) Kunth, *Eragrostis bartieri* Dar., y algunos manchones de *Pinus montezumae* Lamb. Los arbustos más abundantes a los 3100 m s.n.m. hacia arriba son *Senecio cinerarioides* HBK., *S. salignus* D.C., *Baccharis conferta* HBK. y *Eupatorium glabratum* HBK. Algunas herbáceas muy notables son *Asclepias ovata* Mart. & Gal., *Sanvitalia procumbens* Lam., *Cirsium ehrenbergii* Sch. Bip. y *Gnaphalium americanum* Mill. entre otras.

De los 3150 m s.n.m. en adelante se inicia el bosque de oyamel o abeto, vegetación siempre verde y densa que alcanza de 20 a 35 m de altura. El estrato arbóreo se encuentra dominado por *Abies religiosa* (HBK.) Cham & Schl., el cual en algunas partes bajas de la cañada se mezcla con *Pinus montezumae* y *P. hartwegii* Lindl. En el estrato arbustivo se encuentran especies como *Salix mexicana* Seemen, *S. paradoxa* HBK., *Buddleia parviflora* HBK., *Ribes ciliatum* H & B y *Prunus serotina* (Cav) Mc Vaugh. La vegetación herbácea está dominada por *Cirsium ehrenbergii*, *Gnaphalium americanum*, *Taraxacum officinale* Weber y *Pernettya ciliata* (Schlecht & Cham.) Small entre otras.

Al incrementar el gradiente altitudinal, el bosque de oyamel continúa pero además a los 3250 m de altitud, existen rodales casi puros de *P. hartwegii* Lindl. Estos rodales son bajos (de 15 a 18 m) y poco densos. También se encuentran árboles como *Alnus jorullensis* HBK. y arbustos notables como *Baccharis conferta*, *Senecio cinerarioides*, *S. salignus*, *Lupinus montanus* HBK., *Salix oxylepis* Schn., *Ribes ciliatum* H & B y *Eupatorium glabratum*. En el estrato herbáceo se encuentran *Bacopa procumbens* (Mill) Greenm., *Senecio platanifolius* Benth., *Muhlenbergia macroura*, *Penstemon gentianoides* (HBK.) Poiret y *Pernettya ciliata* entre otras (Acosta y Kong, 1991).

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 Estudio taxonómico

#### 7.1.1 Recolección y determinación taxonómica de los ejemplares

El muestreo de mixomicetes se realizó en forma sistemática en el bosque de *Abies-Pinus* del Volcán La Malintzi, en el estado de Tlaxcala. Dicho muestreo abarcó del mes de mayo de 1988 al mes de junio de 1990 con un intervalo en las visitas, de 15 días en la época lluviosa y de un mes en la época fría y seca del año. Al mismo tiempo, se efectuaron muestreos aleatorios en diferentes lugares del estado, tratando de cubrir las zonas de vegetación más importantes para obtener más datos sobre la distribución de las especies.

La recolección en el Volcán La Malintzi se hizo en forma dirigida, estableciéndose nueve sitios en desniveles de aproximadamente 50m a lo largo de un gradiente altitudinal. En cada sitio se seleccionaron como unidades de muestreo tres troncos en estado de degradación. La recolección y herborización de cada muestra se efectuó siguiendo las técnicas descritas por Martin y Alexopoulos (1969) y Farr (1976), llevándose un control de las muestras y anotando el nombre del recolector, la localidad y la altitud, misma que se midió con un altímetro.

Para la determinación taxonómica de las especies se efectuaron observaciones en estereomicroscopio y microscopía de campo claro, microscopía de contraste de fases y de interferencia de Nomarski, para lo cual se elaboraron preparaciones temporales con KOH al 2% y preparaciones permanentes con medio de Hoyer (Martin y Alexopoulos, 1969). De cada espécimen se tomaron medidas de las estructuras macro y microscópicas y se midió el diámetro de 50 esporas incluyendo la ornamentación, excepto para los géneros *Enteridium* y *Lycogala*. Para anotar la coloración de algunos especímenes se utilizaron las cartas de colores de Munsell (Munsell, 1991), Methuen (Kornerup y Wanscher, 1978) y Küppers (Küppers, 1978). Posteriormente se elaboraron las descripciones para cada especie.

La determinación taxonómica se hizo con las siguientes claves y descripciones especializadas: Martin y Alexopoulos, 1969; Farr, 1976; 1981; Keller y Brooks, 1977; Lakhnopal y Mukerji, 1981; Nelson y Scheetz, 1982 y Nannenga-Bremmekamp, 1991. Además se comparó con ejemplares previamente determinados de los herbarios ENCB, del Instituto Politécnico Nacional y MA-Fungi del Real Jardín Botánico de Madrid, España (Holmgren et al., 1990), así como de los herbarios personales del Dr. D. W. Mitchell de Upper Hartfield, East Sussex, Inglaterra, y del Dr. S. L. Stephenson, Fairmont State College, West, Virginia.

La mayoría de los ejemplares fueron depositados en el herbario TLXM del Centro de Investigación en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala y algunos duplicados se enviaron al herbario MA-Fungi y el herbario personal del Dr. D. W. Mitchell.

## **7.2 Análisis ecológico**

Para el análisis ecológico se tomó como unidad o individuo a cada recolección, que puede incluir a uno o más esporocarpos (esporangios, etalios, pseudoetalios) que se consideraron originados por el mismo plasmodio.

### **7.2.1. Riqueza, abundancia y diversidad de especies**

Para evaluar la riqueza, abundancia y diversidad de especies de los nueve sitios y de cada una de las unidades de muestreo, se consideraron estrictamente a los especímenes que correspondieron al muestreo sistemático, tomando en cuenta:

- a) sólo a los especímenes recolectados en el Volcán La Malintzi,
- b) sólo los especímenes que se recolectaron de los 3100 a los 3500m de altitud,
- c) sólo los especímenes que fructificaron del mes de junio de 1988 al de junio de 1990,
- d) los especímenes recolectados en las unidades de muestreo seleccionadas, aquí denominadas A, B, y C, y que corresponden a las recolecciones de G. Galindo-Flores, L. Hernández-Cuevas y M. Rodríguez-Palma, respectivamente (Anexo I).

La riqueza de especies se evaluó a través del conteo total de especies encontradas por sitio y por unidad muestral (Magurran, 1988).

La abundancia fue evaluada por el conteo total de las recolecciones (consideradas como individuos) que se efectuaron durante el período de muestreo (Stephenson, 1988).

La diversidad de mixomicetes se evaluó mediante el índice de diversidad de Shannon-Weaver (Magurran, 1988; Stephenson, 1988), utilizando la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i,$$

donde:

H' = índice de diversidad

ln = logaritmo natural

P<sub>i</sub> = proporción del número de individuos de la especie i con

respecto al total ( $n_i/N_t$ ).

$n_i$  = número de individuos de cada especie "i"

$N_t$  = número total de individuos de todas las especies

Este índice varía de un valor de 0 en una comunidad que presenta una sola especie, incrementándose en una comunidad donde se presentan muchas especies. El valor del índice generalmente oscila entre 1.5 y 3.5, y raramente sobrepasa los valores de 4.5 (Magurran, 1988). Este índice se utilizó en el presente estudio, debido a que los valores de diversidad reflejan tanto la riqueza de especies como la distribución de los individuos entre las mismas.

### **7.2.2. Similitud entre sitios y unidades de muestreo**

Para comparar los valores de riqueza, abundancia y diversidad de especies entre los sitios y entre las unidades de muestreo, se utilizó el coeficiente de Jacard, el cual considera presencia y ausencia de las especies, conformando así, una valoración cualitativa de las entidades comparadas. Asimismo, se utilizó el índice de similitud de Morisita, el cual permite una valoración cuantitativa ya que considera el número de individuos de cada una de las especies de las comunidades comparadas. Por otro lado, para evaluar los patrones de asociación entre los sitios y unidades de muestreo, se aplicó el análisis de componentes principales, el cual resume los datos y permite visualizar de modo gráfico, los patrones de asociación entre múltiples variables. Los tres análisis se aplicaron utilizando el programa NTSYS-PC, Versión 1.80 (Rohlf, 1994). Los dendrogramas se analizaron considerando una similitud del 50% para los bloques formados.

### **7.3 Índice de importancia**

En este caso se consideraron a todos los especímenes recolectados en el Volcán La Malintzi durante el período de 1988 a 1990 y correspondientes a diferentes recolectores. Este índice fue evaluado tomando en cuenta el número de muestras totales de cada especie, entre el número de muestras totales del orden Liceales que fueron recolectadas (Stephenson, 1988).

Por otro lado, para evaluar no sólo la proporción en la que se encontraron las especies, sino también su categoría, se tomó como referencia la división propuesta por Stephenson et al. (1993), considerando a las categorías "rara", "ocasional" y "común" con los mismos intervalos propuestos por dicho autor. Para la categoría "abundante" se consideró el intervalo ( $> 3.0$  y  $< 6.0$  %). También se adicionó una quinta categoría que corresponde a "muy abundante", ya que algunas especies presentaron valores mayores que los delimitados para las categorías propuestas por Stephenson et al., 1993.

#### **7.4 Selectividad de sustratos**

En este caso, se consideraron a todas las especies de todas las localidades muestreadas y además se adicionó información obtenida en la literatura. La selectividad de las especies para el tipo de sustrato se evaluó a través de las observaciones efectuadas en el muestreo, analizando la frecuencia de cada especie en los diferentes sustratos encontrados; estos datos se complementaron con una revisión exhaustiva de la literatura disponible sobre los que las especies incluidas en este trabajo, han sido reportadas.

Para comparar la preferencia de las especies por los diferentes sustratos, se utilizó el Coeficiente de Jacard y se efectuaron análisis de componentes principales por las mismas razones expuestas anteriormente y con el mismo programa (NTSYS-PC, Versión 1.80, Rohlf, 1994).

#### **7.5 Distribución de las especies**

##### **7.5.1 Distribución geográfica y por zonas climáticas**

De todas las especies encontradas se obtuvo la información en cuanto a los datos de distribución geográfica y por zonas climáticas registrados en la literatura revisada y con éstos se establecieron sus posibles patrones de distribución.

##### **7.5.2 Distribución en diversos ecosistemas**

En este caso, también se consideró a todas las especies de todas las localidades muestreadas y además se adicionó información obtenida en la literatura. Para analizar la afinidad de las especies hacia diferentes tipos de ecosistemas se procedió en forma análoga a la arriba descrita.

#### **7.6 Análisis biogeográfico**

Se efectuó un análisis de similitud, comparando la comunidad de mixomicetes del Volcán La Malintzi con las de 27 localidades donde la composición de mixomicetes se conoce relativamente bien, ya que los estudios en dichos lugares se han realizado intensivamente y en ecosistemas definidos. Los sitios seleccionados fueron La tundra alpina de Alaska (Stephenson y Laursen, 1993), una zona de montaña y una subalpina de Großglockner, Austria (Schinner, 1981); la zona occidental, central y oriental de los Sudetes, Polonia (Stojanowska, 1983b); Sleza, Wrezyca, Radunia, Gozdnica y Przelecz Slupicka de Polonia (Stojanowska, 1977a); War Spur, Beandfield, Bald Knob, Pond Drain y Spruce Bog del SW de Virginia, E.U.A. (Stephenson, 1988), Blister Run, Mount Rogers de Virginia, E.U.A. y Great Smoky Mountains del Norte de Carolina, E.U.A.

(Stephenson et al., 1993); NW y S de la India (Stephenson et al., 1993); Botucatu, Brasil (Maimoni-Rodella y Gottsberger, 1981), Veracruz, México (Ogata, 1992); Islas Galápagos (Eliasson y Nannenga-Bremekamp, 1983); SE Arizona, E.U (Evenson, 1961) y Desierto de Sonora, E.U. (Blackwell y Gilbertson, 1981). Para llevar a cabo este análisis, se utilizó el coeficiente de similitud de Jacard, en el que se consideran las especies compartidas, así como el número total de especies presentes en todas las áreas. Asimismo se aplicó el análisis de componentes principales empleando el programa NTSYS-PC, Versión 1.80 (Rohlf, 1994). En este caso, el índice seleccionado se utilizó ya que se considera que para los mixomicetes, no sólo las especies compartidas, si no también las no compartidas podrían dar información sobre las afinidades de la distribución de las comunidades analizadas.

### **7.7 Análisis fenológico**

Con el objeto de establecer los patrones fenológicos de cada una de las especies encontradas, se establecieron los períodos de fructificación con base en las observaciones efectuadas durante los dos ciclos de muestreo. Asimismo, se evaluó la diversidad, abundancia y riqueza de especies a lo largo del tiempo de muestreo.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 ESTUDIO TAXONÓMICO

#### 8.1.1. Composición de especies

El material revisado corresponde a ocho localidades del estado de Tlaxcala (Cuadro 1). La zona conocida como Cañada Grande del Volcán La Malintzi, presentó el mayor número de especies, ya que la mayor parte del material se recolectó como parte del estudio enfocado a esta zona, a través, de un muestreo desarrollado en forma sistemática. La recolección en otras localidades del estado se hizo para conocer con mayor detalle la distribución tanto de hábitat como geográfica de las diferentes especies.

**Cuadro 1. Localidades de donde proceden las especies estudiadas**

LOCALIDADES	TIPO DE VEGETACIÓN
1. Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Mpio. de Huamantla	Bosque de <i>Abies-Pinus</i>
2. Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco	Bosque de <i>Abies-Pinus</i>
3. Carro El Peñon, El Rosario, Mpio. de Tlaxco	Bosques mixtos con <i>Pinus-Quercus-Abies-Alnus</i>
4. Villaresi, Mpio. de Tarrenate	Bosque de <i>Pseudotsuga-Abies-Pinus</i>
5. Nanacamilpa, Mpio. de Mariano Arista	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>
6. San Diego, Mpio. de Javier Mina	Bosque de <i>Pinus-Quercus-Alnus</i>
7. Huiloapan-Temezontla, Mpio. de Panotla	Bosque de <i>Quercus</i>
8. Atlihuetzié, Mpio. de Amaxac de Guerrero.	Bosque de Galería con <i>Alnus, Fraxinus, Salix, Pinus, Juniperus, Quercus</i> y <i>Buddleia</i>

Del material revisado se encontraron un total de 26 especies y una variedad, pertenecientes a tres familias y seis géneros del orden Liceales (Cuadro 2, Anexo I).

Las tres familias que corresponden al Orden Liceales fueron encontradas en el estado. El género *Cribraria* de la Familia *Cribrariaceae* fue el mejor representado con 11 especies, le sigue el género *Enteridium* con cuatro especies y una variedad, *Licea* con tres especies y un posible nuevo taxon para la ciencia, *Lycogala* y *Tubifera* con tres especies cada uno, y finalmente el género *Lindbladia* con una sola especie.

De los 26 taxa determinados a nivel de especie, 23 constituyen el primer registro para el estado de Tlaxcala, 10 fueron nuevos registros para México, y *Licea parasitica*, *L. pygmaea*, *Enteridium splendens* var. *juratum*, *Tubifera casparyi*, *C. oregana*, *C.*

*rubiginosa* y *C. rufa* corresponden además al primer registro para la zona Neotropical (Cuadro 2).

Cuadro 2. Lista de especies del orden Liceales encontradas en Tlaxcala

ESPECIES	LOCALIDADES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Familia Liceaceae								
•I* <i>Licea parasitica</i> (Zucal) Mart.	X							
I* <i>L. pusilla</i> Schrad.	X							
•I* <i>L. pygmaea</i> (Meyl.) Ing.	X							
L. sp. 1	X							
Familia Enteridiaceae								
* <i>Enteridium intermedium</i> (Nann.-Brem) Farr	X							
<i>Enteridium lycoperdon</i> (Bull.) Farr	X	X						
<i>E. olivaceum</i> Ehrenb. Jahrb.	X							
•I* <i>E. splendens</i> var. <i>juratum</i> (Meyl.) Hark.	X							
* <i>E. splendens</i> var. <i>splendens</i> (Morgan) Mac.		X						
* <i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr.	X	X	X	X		X		
* <i>L. exiguum</i> Morgan	X							
* <i>L. flavofuscum</i> (Ehrenb.) Rost.	X						X	
•I* <i>Tubifera casparyi</i> (Rost.) Macbr.	X	X						
* <i>T. ferruginosa</i> (Batsch) J. F. Gmel.	X		X					
* <i>T. microsperma</i> (Berk. & Curt.) Martin								X
Familia Cribrariaceae								
* <i>Lindbladia tubulina</i> Fr.	X	X						
* <i>Cribraria argillacea</i> (Pers.) Pers.	X	X			X	X		
* <i>C. atrofusca</i> Martin & Lov.	X							
* <i>C. cancellata</i> (Batsch) Nann.-Bremm.		X						
<i>C. mirabilis</i> (Rost.) Mass.	X		X	X				
•I* <i>C. oregana</i> H. C. Gilbert	X							
* <i>C. piriformis</i> Schrad.	X							
* <i>C. purpurea</i> Schrad.	X			X				
•I* <i>C. rubiginosa</i> Fr.	X							
•I* <i>C. rufa</i> (Roth) Rost.	X							
I* <i>C. splendens</i> (Schrad.) Pers.	X				X			
I* <i>C. vulgaris</i> Schrad.	X							

\* Primer registro para el estado de Tlaxcala

I Primer registro para México

• Primer registro para el Neotrópico

Se encontraron en el estado de Tlaxcala seis de los ocho géneros conocidos para el orden Liceales (Martin y Alexopoulos, 1969, Martin et al., 1981; Nannenga-Bremmekamp, 1991). Los géneros *Listerella* y *Dictydiaethalium* no han sido recolectados en la entidad.

Específicamente para la zona estudiada en el Volcán La Malintzi, se registraron 24 de los 27 taxa encontrados en el estado; los taxa que no se recolectaron en la Cañada Grande fueron *Enteridium splendens* var. *splendens*, *Lycogala flavofuscum*, *Tubifera microsperma* y *Cribraria cancellata*. Posiblemente estas especies se distribuyen en ambientes más húmedos, más cálidos o asociados a otro tipo de vegetación. Tal puede ser el caso de *Lycogala flavofuscum*, especie que se ha encontrado en las zonas más bajas del volcán, asociado con árboles del género *Quercus* que aún se pueden localizar entre las zonas agrícolas.

De acuerdo con el presente trabajo, los taxa determinados en el estado de Tlaxcala representan el 21.31% de los 122 taxa reportados para el orden Liceales en el mundo y el 65.8 % de los conocidos para México (Cuadro 3).

Hasta el momento, se conocían 201 taxa de mixomicetes mexicanos registrados en publicaciones científicas (Martínez-Murillo y López-Ochoterena, 1970; Braun y Keller, 1986; Trujillo et al., 1986; Trujillo, 1988; Villarreal, 1990; Hernández-Cuevas, et al., 1991; Ogata et al., 1994). Con este estudio, se incrementan a 211 los taxa de mixomicetes conocidos para México, a las que se suman 22 nuevos registros de especies contenidas en trabajos de tesis que no fueron considerados en ninguna revisión de los mixomicetes mexicanos (Gómez, 1981; Rodríguez-Palma, 1992; Hernández-Cuevas, 1993; Galindo-Flores, 1993), llegándose a un total de 233 taxa.

Cuadro 3. Estado de conocimiento del orden Liceales

Género	Número de especies conocidas		
	En el mundo◇	En México*	En Tlaxcala○
<i>Licea</i>	55	8	4
<i>Listerella</i>	1*	0	0
<i>Tubifera</i>	8	3	3
<i>Dictyaethalium</i>	4	1	0
<i>Lycogala</i>	8	4	3
<i>Enteridium</i>	7	5	5
<i>Lindbladia</i>	3	1	1
<i>Cribraria</i>	36	18	11
<b>Total</b>	<b>122</b>	<b>40</b>	<b>27</b>

◇ Mitchell, 1994.

\* Martin et al., 1983.

\* Martínez-Murillo y López-Ochoterena, 1970; Braun y Keller, 1986; Trujillo, 1988; Trujillo et al., 1986; Villarreal, 1990; Hernández-Cuevas, et al., 1991; Ogata et al., 1994.

○ Braun y Keller, 1986, Villarreal, 1990; Hernández-Cuevas, et al., 1991 y las citadas en este trabajo.

### 8.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Familia Liceaceae

Género *Licea*

*Licea parasitica* (Zucal) Mart.  
Figs. 2-3.

Esporóforos agregados, sésiles, de globosos a ovoides, pulvinados, menores de 0.3 mm de diámetro, de color café-amarillento oscuro, sin líneas de dehiscencia. Peridio formado por dos capas, la externa constituida por parches de material amorfo y hialino, la capa interna es membranosa, densamente verrucosa, de color café-amarillento con luz reflejada, de color café-amarillento claro con luz transmitida, densamente verrucoso. Esporas de color café-oscuro, casi negras en masa, y de color café-amarillento pálido con luz transmitida, lisas, con una zona más pálida y adelgazada que cubre 1/3 del total de la espora, globosas, de 11 a 13  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** En los especímenes del Volcán La Malintzi no se pudo apreciar la línea de dehiscencia que es característica de *L. parasitica*, sin embargo, Nannenga-Bremekamp (1991) mencionó que este último carácter no se aprecia si los especímenes se encuentran secos y para esto es necesario humedecerlos. Debido al tamaño tan pequeño de los esporóforos, cuando se humedeció el material, se oscurecieron, dificultando la observación de la superficie peridial. Sin embargo, ninguno de los especímenes presentó dehiscencia irregular y algunos de ellos tenían la apariencia de estar colapsados formando una costilla a lo largo de su superficie lo que posiblemente representaba a la línea de dehiscencia señalada.

*L. denudescens* Keller & Brooks es la especie más cercana a *L. parasitica*, sin embargo se distingue porque la capa externa del peridio está engrosada y frecuentemente se gelatiniza con la humedad ambiental además, el esporangio presenta dehiscencia irregular (Keller y Brooks, 1977).

Otra especie cercana a la aquí descrita es *L. kleistobolus* Martin, sin embargo, esta especie presenta esporas ligeramente más pequeñas y la línea de dehiscencia ligeramente marcada con papilas (Nannenga-Bremekamp, 1991).

*Licea belmontiana* Nann.-Brem. también es muy cercana a *L. parasitica*, sin embargo, esta especie presenta un peridio liso y esporas de color café-rosado con luz transmitida (Nannenga-Bremekamp, 1991).

Otra especie muy cercana es *L. nannengae* Pando & Lado, la que

también presenta un peridio completamente liso (Pando y Lado, 1988) a diferencia del material del Volcán La Malintzi.

Las especies del género *Licea* son muy difíciles de detectar en el campo debido a su pequeño tamaño y coloración que generalmente se confunde con el sustrato. Muchos de los ejemplares de este género se localizaron al momento de revisar otras especies del orden Liceales y no cuando se efectuó el muestreo en el campo. En este sentido, es importante hacer una revisión exhaustiva de todo el material recolectado perteneciente a todos los grupos taxonómicos de mixomicetes, ya que es probable que el número de especies para el género *Licea* sea mayor que el actualmente registrado. Además, si se empleara con mayor frecuencia la técnica de la cámara húmeda sugerida por Braun, et al. (1979), seguramente que el número de especies de este género se incrementaría notablemente.

*Licea pusilla* Schrad.

Figs. 4-5.

Esporóforos solitarios a gregarios, sésiles, pulvinados a angulares, globosos a ligeramente ovoides, de 0.5 a 0.7 mm de diámetro, negros, con líneas de dehiscencia perfectamente definidas y más claras que forman un retículo amplio. Peridio de consistencia coriácea, de color café oscuro con luz reflejada, color café-amarillento con luz transmitida, liso, con verrugas de pequeñas a prominentes en las líneas de dehiscencia. Esporas color olivo oscuro, casi negras en masa, color olivo oscuro con luz transmitida, densamente verrucosas, generalmente con una zona más pálida que cubre 1/3 del total de la espora, globosas, de 14 a 22  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** De acuerdo con Kowalski (1975), los esporóforos de 0.5 a 1 mm de diámetro y las esporas de 15-20  $\mu\text{m}$  de diámetro y con prominentes verrugas peridiales en las líneas de dehiscencia hacen característica a esta especie. *L. pygmaea* es la especie más cercana a la aquí descrita, pero se distingue porque presenta esporóforos más pequeños, esporas de 12-14  $\mu\text{m}$  de diámetro y verrugas peridiales menos marcadas (Kowalski, 1975; Nannenga-Bremekamp, 1991). También es muy similar a *L. minima*, sin embargo, esta última presenta una esporada color café-rojizo y las verrugas peridiales son más grandes (Nannenga-Bremekamp, 1991).

Como ya se mencionó, los materiales del Volcán La Malintzi fueron detectados hasta el momento que se revisaron especímenes correspondientes a otras especies del orden Liceales; por esta razón, es factible que se puedan encontrar más ejemplares correspondientes a esta especie, así como a otras especies de *Licea* cuando se estudie el resto del material recolectado.

*Licea pygmaea* (Meyl.) Ing  
Figs. 6-7.

Esporóforos solitarios a gregarios, sésiles, globosos a ovoides, pulvinados o angulares, de 0.2 a 0.5 mm de diámetro, negros, con líneas de dehiscencia definidas, más claras, formando un retículo amplio. Peridio coriáceo, liso, de color café oscuro con luz reflejada, color café-amarillento con luz transmitida, con verrugas pequeñas a prominentes en las líneas de dehiscencia. Esporas de color olivo oscuro, casi negras en masa, color olivo oscuro con luz transmitida, densamente verrucosas, generalmente con una zona más pálida que cubre 1/3 del total de la espora, globosas, de 11 a 12 (-15)  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** *Licea pygmaea* fue descrita como una variedad de *L. pusilla* por Meylan (in Kowalski, 1975), quien sugirió que esta variedad podía ser una especie independiente ya que los esporóforos siempre son menores a 0.5 mm, las esporas oscilan entre 11 y 13  $\mu\text{m}$  de diámetro y presentan pequeñas verrugas peridiales.

Nannenga-Bremekamp (1965) reconoció las variedades propuestas por Meylan, señalando que existen formas intermedias que llegan a presentar esporas de 14  $\mu\text{m}$  de diámetro, sin embargo, no hizo mención del tamaño de los esporóforos ni de las verrugas peridiales. Bajo estas observaciones, Martin y Alexopoulos (1969) no reconocieron a las variedades.

Más tarde, Nannenga-Bremekamp (1991) con observaciones más detalladas y retomando la propuesta de Meylan, consideró a *L. pygmaea* como una especie distinta, ya que además del tamaño de los esporóforos, esporas y verrugas peridiales, *L. pygmaea* es menos común que *L. pusilla* y generalmente se le obtiene a través de cultivos en cámara húmeda.

La condición taxonómica de esta especie aún es dudosa y algunos autores la siguen considerando como una variedad (Keller y Brooks, 1977; Kowalski, 1975), en tanto que otros la separan como una especie diferente (Nannenga-Bremekamp, 1991; Ing, 1982).

En el Volcán La Malintzi se encontraron las dos formas y se pudieron separar tomando en cuenta los criterios mencionados por Nannenga-Bremekamp (1991). En los especímenes revisados, no se encontró toda la gradación en sus características, aunque algunos especímenes de *L. pygmaea* presentaron esporóforos más grandes; sin embargo, el tamaño de las esporas fue constante y sólo en algunos casos llegaron a encontrarse esporas ligeramente más grandes.

*Licea* sp. 1.  
Figs. 8-9.

Esporóforos dispersos, casi solitarios, sésiles, globosos,

0.5 a 1.5 mm de diámetro, de color negro con una costilla media longitudinal donde se forma una fisura de dehiscencia simple o en forma de cruz o de "Y". Peridio ligeramente ruguloso, con dos capas, una externa formada por material amorfo rojo-vináceo profundo, y una interna membranosa, de color café-amarillento pálido con luz transmitida. Esporas de color café-olivo oscuro, casi negras en masa, color café-olivo con luz transmitida, densamente verrucosas, con una zona más pálida, tenuemente marcada, que cubre de 1/4 a 1/3 del total de la espora, globosas, de 11 a 12  $\mu$ m de diámetro.

**Discusión:** Los esporóforos negros con una zona de dehiscencia formada por una costilla media longitudinal hacen distintiva a esta especie. Sólo *Licea scyphoides* Brooks & Keller presenta una línea ecuatorial similar a la de esta especie, pero en ese caso los esporóforos son estipitados y con el peridio plateado (Keller y Brooks, 1977).

Familia Enteridiaceae

Género: *Enteridium*

*Enteridium intermedium* (Nann.-Brem.) Farr  
Figs. 10-11.

Etalios hasta 26 X 29 mm, blancos, con pequeñas motas de color café oscuro, semicoriáceo. Hipotalo blanco, esponjoso-fibroso, sin formar un halo circular alrededor del etalio. Seudocapilicio de color café-amarillento oscuro (Munsell 10 YR 4/4), compuesto por bandas muy finas que surgen de la base y se van ramificando en forma dendroide hasta conectarse con las paredes peridiales. Esporas de color café a café-amarillento oscuro en masa (Munsell 10YR entre 4/3 y 4/4), pálidas con luz transmitida, bandeado reticuladas, retículo con una malla abierta que cubre de 1/2 a 3/4 de la superficie total, la zona sin reticulación presenta verrugas y fragmentos de banda, globosas, de 7-8.5  $\mu$ m de diámetro.

**Discusión:** De acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991), esta especie se distingue por su pseudocapilicio de filamentos finos que se ramifican en forma dendroide desde la base. La especie más cercana es *E. lycoperdon* (Bull.) Farr, sin embargo, se distingue porque su pseudocapilicio surge en forma de placas, dando la impresión de conformar un tronco que se fracciona y posteriormente se ramifica en forma dendroide.

*Enteridium lycoperdon* (Bull.) Farr  
Figs. 12-13.

Etalio de 3.5 X 4.0 mm a 10 X 40 cm de longitud y hasta 10 cm de altura, plateado cuando la corteza aún permanece cerrada, con

una capa peridial de color café oscuro (Munsell 7.5 YR 3/3) cuando la corteza ha abierto. Hipotalo blanco, esponjoso, quedando como un margen circular alrededor del etalio. Seudocapilicio concoloro con el peridio, membranoso, surgiendo de la base del etalio como una placa gruesa que se va ramificando en forma dendroide hasta formar finos hilos que se conectan a las paredes peridiales. Esporas en masa de color café-rojizo a café-rojizo oscuro (Munsell 5YR entre 4/4 y 3/4), pálidas con luz transmitida, bandeado-reticuladas, retículo con una malla cerrada, cubriendo de 1/2 a 3/4 de la superficie total, globosas, de 6.5 - 11  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** *E. lycoperdon* es una especie muy conspicua y de acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991), es fácil de distinguir por suseudocapilicio formado por placas basales en forma de troncos y de ramificación dendroide.

Nannenga-Bremekamp (1958), separó a la especie en dos variedades, la variedad *lycoperdon* que posee esporas agrupadas, y la var. *americana* que presenta esporas libres. Martin y Alexopoulos (1969) no reconocieron dichas variedades, ya que consideraron que sus características representaban variaciones entre los especímenes que habían revisado los autores.

Los especímenes del Volcán La Malintzi presentaron esporas libres, sin embargo, no fue posible asignarlos a nivel varietal ya que no se tienen los elementos que permitan aceptar o desechar ambos criterios. En este sentido, Nannenga-Bremekamp (1991) consideró la importancia de realizar pruebas de cultivo antes de que se tome una decisión final con respecto a las variedades.

***Enteridium olivaceum* Ehrenb.**  
Figs. 14-15.

Etalios de 3-7 X 13-21 mm y hasta 1 mm de altura, aplanados, con apariencia de costra. Hipotalo membranoso color café-anaranjado (Methuen, 7C8), translúcido. Peridio cartilaginoso, frágil, rígido, de color café oscuro (Methuen 7F5) rompiéndose en el borde. Seudocapilicio formado por placas perforadas concoloras y de igual consistencia que el peridio, placas erectas e intrincadas con apariencia en forma de red, amarillo pálido (Munsell 5Y 8/4). Esporas de color olivo en masa (Methuen 3F4), amarillo-grisáceo (Methuen 3B5) con luz transmitida, agrupadas, en paquetes de 10 a 24 esporas, espinosas en la superficie expuesta, con espinas de 2-3  $\mu\text{m}$  de longitud, ovadas, de (10-) 11-12 (-13) por 13-15  $\mu\text{m}$  en diámetro,

**Discusión:** Martin y Alexopoulos (1969) consideraron que *E. olivaceum* (= *Reticularia olivacea* (Ehrenb.) Fries) era una especie altamente variable en las características de los etalios y la disposición de las esporas, mismas que pueden estar libres o agrupadas. En cambio, Nannenga-Bremekamp (1991) reconoció dos

variedades; la var. *olivaceum*, que presenta esporas agrupadas con una ornamentación prominente, y la var. *simulans* (Rost.) Nann.-Brem., con esporas libres y con ornamentación menos prominente.

En el Volcán La Malintzi, el único ejemplar encontrado presentó esporas agrupadas, sin embargo, en este trabajo no se han seguido los criterios propuestos por Nannenga Bremekamp (1991) para adscribir a este espécimen a nivel varietal, ya que, como en el caso de *E. lycoperdon*, no se cuenta con los elementos que permitan discernir la validez de dichas variedades.

***Enteridium splendens* var. *juranum* (Meylan) Hark.**  
Figs. 16-17.

Etalios de 6 X 7.5 a 35 X 18 mm de longitud. Hipotalo blanco, esponjoso-membranoso, quedando como un halo circular alrededor del etalio. Peridio color café oscuro (Munsell 7.5 YR 4.5/4). Seudocapilicio concoloro con el peridio o ligeramente más oscuro, de color café intenso (Munsell 7.5 YR 4/6), membranoso, surgiendo de toda la superficie interna del etalio en forma de placas perforadas oval o circularmente, las cuales se van adelgazando hasta formar filamentos finos, pero sin perder la estructura de una malla. Esporas en masa color café claro a café oscuro (Munsell 7.5 YR 4/5), pálidas con luz transmitida, fuertemente bandeado reticuladas, retículo con una malla abierta, cubriendo de 1/2 a 3/4, la porción no reticulada esta marcada con verrugas o fragmentos de banda, globosas, de 5.5-7.5  $\mu$ m en diámetro.

**Discusión:** Por la forma macroscópica del etalio y la forma del seudocapilicio, ha existido una fuerte confusión en la verdadera identidad de este taxon, el cual es intermedio entre *Enteridium splendens* (Nannenga-Bremekamp, 1991) y *E. lycoperdon*, especie de la cual también se describió como una variedad por G. Lister. Por su parte, Martin y Alexopoulos (1969) la consideraron como una especie distinta (*Reticularia jurana* Meylan).

El seudocapilicio en esta especie está formado por una malla de filamentos y membranas adelgazadas. Cuando no se hace una observación cuidadosa del seudocapilicio, sobre todo si éste está fragmentado. El taxon aquí discutido se puede confundir con *E. lycoperdon*, sin embargo, la diferencia básica entre estos dos taxa, es que en *E. lycoperdon* el seudocapilicio surge desde la base ramificándose en forma dendroide, y en *E. splendens* var. *juranum*, forma una malla de filamentos que nunca se ramifican en forma dendroide. Este taxon ya no es considerado como una especie diferente de *E. splendens*, ya que al revisarse con mayor detalle colecciones procedentes de diferentes partes del mundo, se llegó a la conclusión de que es esencialmente igual a *E. splendens* pero con un seudocapilicio más fino, formando filamentos. Por esta razón, y debido a que *E. splendens* fue descrita con anterioridad, se decidió

enmendarla como una variedad de esta última especie (Nannenga-Bremekamp, 1991).

***Enteridium splendens* var. *splendens* (Morgan) Macbr.**  
Figs. 18-19.

Etalios de 6 X 11 a 7.0 X 8 mm de longitud. Hipotalo blanco, esponjoso-fibroso, quedando como un halo circular alrededor del etalio. Peridio de color café oscuro (Munsell 7.5 YR 4.5/4). Seudocapilicio de color café intenso (Munsell 7.5 YR 4/6), membranoso, translúcido, surgiendo de toda la superficie interna del etalio en forma de placas perforadas oval o circularmente. Esporas en masa de color café claro a café oscuro (Munsell 7.5 YR 4/5), pálidas con luz transmitida, marcadamente bandeado reticuladas, retículo con una malla abierta, cubriendo de 1/2 a 3/4 de la superficie esporica y con la parte no reticulada marcada con verrugas o fragmentos de banda, globosas, de 6-7  $\mu$  de diámetro.

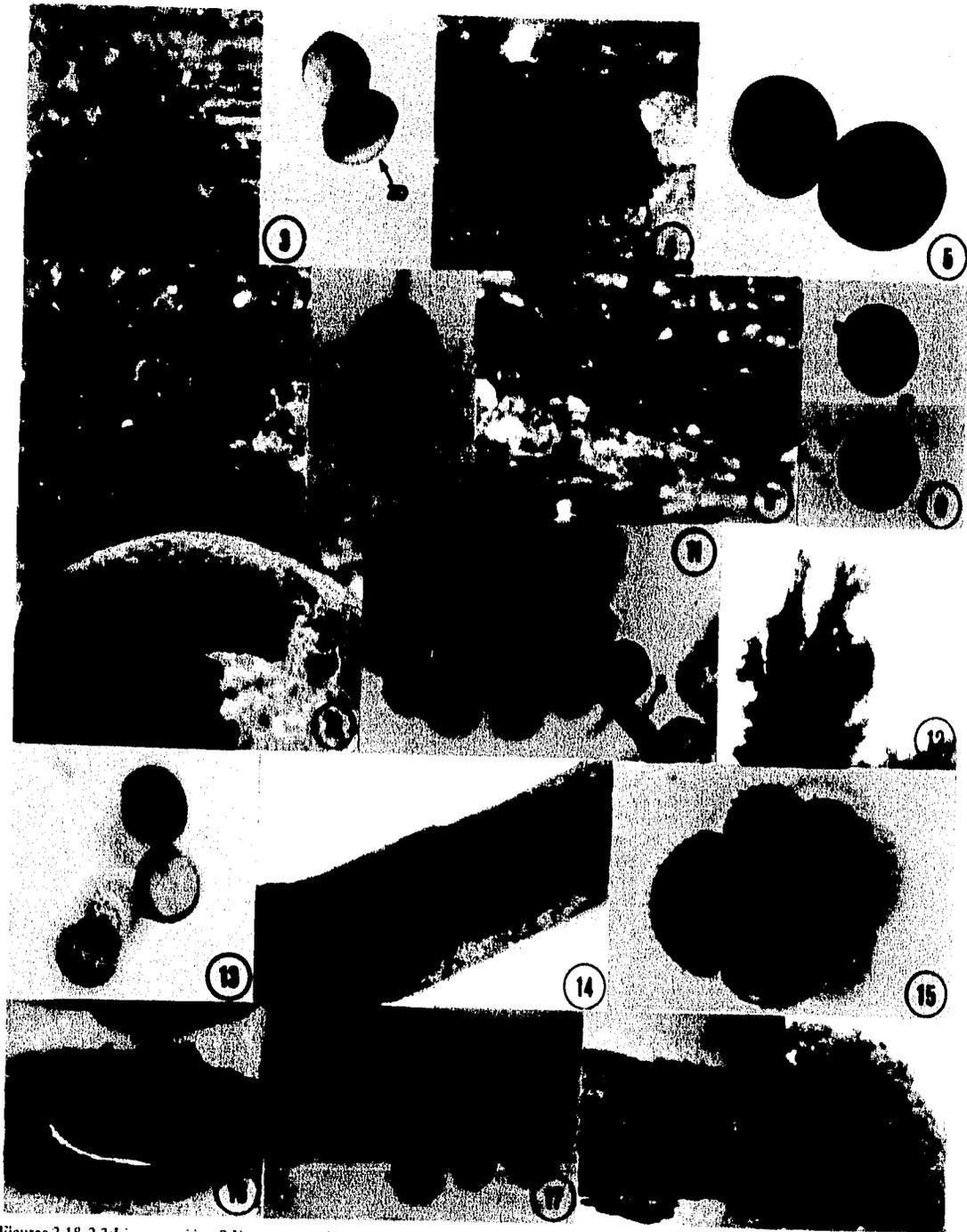
**Discusión:** La diferencia básica entre la variedad *juratum* y la variedad *splendens* radica en que, el seudocapilicio de esta última, está formado por placas membranosas perforadas; es decir, que presenta una malla formada por membranas, en tanto que la var. *juratum*, presenta una malla formada con filamentos (Martin y Alexopoulos, 1969; Nannenga-Bremekamp, 1991).

Cabe hacer notar que la var. *splendens* no fue encontrada en el Volcán La Malintzi, ya que solamente se obtuvieron dos especímenes con la malla membranosa perfectamente diferenciada que procedían del Municipio de Tlaxco, en el norte del estado de Tlaxcala.

Género: *Lycogala*

***Lycogala epidendrum* (L.) Fr.**  
Figs. 20-22.

Etalios solitarios o agrupados, a veces notoriamente agregados y de apariencia angular por la presión mutua, generalmente globosos, de 1.7 hasta 14.3 mm de longitud y hasta 9 mm de altura. Hipotalo ausente. Corteza de color café oscuro (Munsell 7.5 YR 4/2) a color café pálido (Munsell 10 YR 6/3), de lisa a ornamentada con verrugas dispuestas en forma irregular, de poco a muy prominentes pero nunca dispuestas en forma teselada (en mosaico), de amarillas translúcidas a casi negras; quebradiza o coriácea con dehiscencia apical por una ranura o con dehiscencia irregular, formada por cuatro capas (vistas en corte transversal): 1) externa, formada por vesículas incrustadas, llenas de material refringente amarillo brillante, 2) media externa, formada por tubos seudocapiliciales, 3) media interna, formada por material granular amorfo y hialino, y 4) interna, formada por una membrana muy delgada de color café oscuro y lisa. Seudocapilicio surgiendo de todo el etalio, formado



Figuras 2-18. 2-3: *Licea parasitica*. 2: Esporocarpio (HC 2006, 53.3X). 3: Esporas con la zona de dehiscencia adelgazada (ZD) (HC 2006, 625X). 4-5: *L. pusilla*. 4: Esporocarpio mostrando las líneas de dehiscencia (L.) (HC 262, 43.3X). 5: Esporas (RP 179, 625X). 6-7: *L. pygmaea*. 6: Esporocarpos (HC 1809, 43.3X). 7: Esporas (HC 1809, 625X). 8-9: *Licea* sp. 8: Esporocarpio con dehiscencia bilobular (RP 200, 31.5X). 9: Esporas (RP 200, 625X). 10: *Enteridium intermedium*. 10: Etalio donde se observa el pseudocapilicio (S) (ME 1318, 5X). 11: Esporas y filamento de pseudocapilicio (S) (ME 1318, 625X). 12-13: *E. lycoperdon*. 12: Seudocapilicio ramificándose desde la parte basal (HC 127, 5X). 13: Esporas (HC 1113, 625X). 14-15: *E. olivaceum*. 14: Etalio (RP 978, 2.85X). 15: Esporas agrupadas (RP 978, 625X). 16-17: *E. splendens* var. *juvenum*. 16: Etalio mostrando al hipotalo (H) (GF 896, 1.5X). 17: Esporas y filamento de pseudocapilicio (S) (RP 1878, 625X). 18: *E. splendens* var. *splendens*. A: Etalio donde se observa el pseudocapilicio (S) e hipotalo (H) (RP 743, 2X). B: Amplificación del pseudocapilicio (RP 743, 5X).

por tubos corrugados, casi lisos a notoriamente esculpidos con verrugas o pequeñas espinulas, en ocasiones con bandas dispuestas en forma de anillos, con terminaciones obtusas, bulbosas o irregulares, que van de 5 a 16  $\mu\text{m}$  de diámetro, en ocasiones anastomosándose. Esporas en masa de color café brillante (Munsell 7.5YR 6/4) a color café muy pálido (Munsell 10YR 7/4) cuando recién recolectadas, después de herborizadas todas viran a color café-amarillento brillante (Munsell 2.5Y 6/3.5) o amarillo pálido (Munsell 2.5Y 7/3.5) pálidas con luz transmitida, marcadamente bandeado reticuladas, retículo con una malla abierta, cubriendo de 1/2 a 3/4, con la ornamentación hasta de 0.8  $\mu\text{m}$  de altura, globosas, de 6 - 8  $\mu\text{m}$  de diámetro (considerando la ornamentación).

**Discusión:** *L. epidendrum* presenta variaciones muy grandes en cuanto al color de la esporada, ornamentación del pseudocapilicio y ornamentación de la corteza, características que de acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991) podrían permitir la separación de la especie en distintas variedades.

Los ejemplares del Volcán La Malintzi fueron muy variables en las características mencionadas, sin embargo, la composición de la corteza es un carácter muy estable que permitió con mayor facilidad la delimitación de la especie.

Algunos ejemplares presentaron etalios más pequeños a los señalados por Nannenga-Bremekamp (1991) y Martín y Alexopoulos (1969), pero al encontrarse junto con etalios de mayor tamaño queda claro que esta especie puede mostrar dimensiones variables. Asimismo, algunos especímenes mostraron un intervalo ligeramente mayor en el diámetro de las esporas.

***Lycogala exiguum* Morgan**  
Figs. 23-25.

Etalios solitarios y/o agrupados, globosos, de 2 a 12 mm de longitud. Hipotalo no observable. Corteza de color café oscuro (Munsell 7.5 YR 4/2), ornamentada con prominentes verrugas dispuestas en forma regular (teseladas), de redondas a piramidales, negras; quebradiza o coriácea, con dehiscencia apical por una ranura o irregular; formada por 3 capas (vistas en corte transversal): 1) externa, formada por cámaras divididas en compartimientos, 2) media, formada por material granular amorfo y amarillento y 3) interna, formada por una membrana delgada, lisa y amarillenta. Pseudocapilicio surgiendo de todo el etalio, formado por tubos corrugados, de casi lisos a notoriamente verrucosos, con terminaciones obtusas, bulbosas o irregulares, de 4-10  $\mu\text{m}$  en diámetro, anastomosado. Esporas en masa de color café muy pálido (Munsell 10YR 7.5/4), pálidas con luz transmitida, ligeramente bandeado reticuladas, retículo con una malla abierta, cubriendo de 1/2 a 3/4 partes de la espora, globosas, de 4.5 - 6.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** *L. exiguum* es muy cercana a *L. epidendrum*, pero se distingue porque presenta prominentes verrugas dispuestas en forma teselada en la corteza, además de presentar un peridio con tres capas, más la externa formada por cámaras compartimentalizadas, y esporas más pequeñas.

Los ejemplares del Volcán La Malintzi, presentaron esporas con diámetro ligeramente mayor al reportado por Nannenga-Bremekamp (1991), no obstante, la conformación de las capas de la corteza y la disposición de las verrugas fueron claramente distintivas.

***Lycogala flavofuscum* (Ehrenb.) Rost.**  
Figs. 26-27.

Etalios de globosos a ovoides, de 11 a 17 X 28 mm, y hasta 0.9 mm de altura. Hipotalo no observable. Corteza de color café muy pálido (Munsell 10 YR 7/3) con motas de color café (Munsell 10 YR 5/3) de apariencia aereolada, quebradiza o coriácea, con dehiscencia apical irregular, formada de tres capas: 1) externa, membranosa-granulosa, hialina, muy delicada, 2) media, formada de vesículas alargadas que pueden estar vacías o llenas de material amorfo, birrefringente y amarillento, 3) interna, membranosa, muy delgada, de color café-violáceo oscuro. Seudocapilicio surgiendo de todo el etalio, denso, rígido, formado por tubos anastomosados, corrugados, verrucosos a verrucoso-reticulados, a veces ligemente espinulosos, con terminaciones bulbosas o irregulares, de 5-40  $\mu\text{m}$  en diámetro. Esporas en masa de color café muy pálido (Munsell 10YR 7/3), pálidas con luz transmitida, ligeramente bandeado reticuladas, retículo con una malla muy cerrada que cubre de 1/2 a 3/4, el resto de la espora con un retículo abierto, globosas, de 5.5 - 6.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** De acuerdo con Martin y Alexopoulos (1969), esta especie se distingue fácilmente por su gran tamaño, la corteza gruesa y quebradiza y sus pequeñas esporas.

Dos de los especímenes provenientes del Municipio de Panotla, Tlaxcala, correspondieron muy bien con esta especie, pero el ejemplar ETA s/n procedente del Volcán La Malintzi presentó un pseudocapilicio con un patrón reticulado, en tanto que Nannenga-Bremekamp (1991) y Martin y Alexopoulos (1969) lo describen como espinuloso, verrucoso y rugoso; además este ejemplar presenta una corteza notoriamente aereolada e incluso lacunosa, y esporas ligeramente más grandes. No obstante, la constitución y forma de las capas de la corteza fue similar a la de los otros dos ejemplares, lo que sugiere que podría tratarse de una variación de la misma especie, debida a la influencia ambiental.

Género: *Tubifera*

*Tubifera casparyi* (Rost.) Macbr.  
Figs. 28-29.

Seudoetelios isodiamétricos de 7-12 X 9.5-22 mm y 3.4 a 9.6 mm de altura, ligeramente aplanados, de forma irregular en la superficie; esporóforos angulares por presión mutua, cilíndricos. Hipotalo membranoso a fibroso, a veces como una capa basal reticulada, amarillento oscuro. Peridio persistente, membranoso, granular, de color café-amarillento a café-amarillento oscuro (Munsell 10 YR entre 4.5/4), dehiscencia apical regular por un opérculo de color café oscuro (Munsell HUE 7.5 YR 2.5/2). Seudocapilicio como una simple espina central, hueca, de color café-rojizo oscuro, en ocasiones como una membrana reminiscente, columnar, central, presente sólo en algunos esporóforos. Esporas de color café en masa (Munsell 7.5 YR 4/3), pálidas con luz transmitida, globosas, completamente bandeado-reticuladas, retículo de malla abierta a muy cerrada, globosas, de 6.5 a 7.0  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** De acuerdo con Nelson y Scheetz (1982), la presencia de unseudocapilicio con apariencia de columela y un peridio casi liso distinguen a esta especie. En los ejemplares revisados, elseudocapilicio normalmente se presentó en forma de una espina central de consistencia fibrosa y sólo en un caso tuvo consistencia membranosa muy similar al peridio; sin embargo, en esta especie es posible encontrar toda esta variación (Martin y Alexopoulos, 1969). *T. casparyi* es muy cercana a *T. dictyoderma* Nann.-Brem. & Loerak, la cual también posee unseudocapilicio similar, no obstante, en *T. dictyoderma* las esporas son más pequeñas (4.5-5  $\mu\text{m}$ ) y el peridio está cubierto densamente con verrugas, a diferencia de *T. casparyi* que presenta un peridio casi liso con cráteres pequeños y muy escasos (Nelson y Scheetz, 1982; Nannenga-Bremekamp, 1991).

*Tubifera ferruginosa* (Batsch) J.F.Gmel.  
Figs. 30-31.

Seudoetelios de 6.5 X 4.5 y 4.7 mm de altura a 26 X 49.5 y 13 mm de altura, nunca estipitado. Esporóforos cilíndricos a ovoides, de 5.0 mm de altura y 0.5 mm de diámetro. Hipotalo esponjoso, de blanquecino a amarillento. Peridio membranoso, frágil, liso, de color café oscuro (Munsell 7.5 YR 3/4) a color café-amarillento oscuro (Munsell 10YR 3/6), iridescente, perdiéndose este carácter con la madurez y la herborización; con dehiscencia irregular y apical. Esporas de color café (Munsell, 7.5 YR 4/4) a color café-rojizo (Munsell, 5YR 4/3) en masa, pálidas a amarillentas con luz transmitida, reticuladas variablemente, retículo cubriendo de 1/2 a toda la superficie de la espora, globosas, de 5.5 a 7 (-8.5)  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** *Tubifera ferruginosa* se separa de otras especies del género por presentar esporas de 6-8  $\mu\text{m}$  y un peridio totalmente liso (Nelson y Scheetz, 1982). Es muy cercana a *T. casparyi*, sin embargo, no presenta cuerpos centrales en forma de pseudocolumelas.

***Tubifera microsperma* (Berk. & Curt.) Martin**  
Figs. 32-33.

Seudoetalios de 18 X 15 mm y 10.5 mm de altura. Esporóforos de 0.6 mm de diámetro, cilíndricos a ovados, de color café-amarillento oscuro. Hipotalo esponjoso, agregándose para dar una apariencia erecta como un pequeño pseudoestípite, hasta de 5.0 mm de altura. Peridio color ámbar, membranoso, frágil, ornamentado totalmente por la parte interna con pequeños cráteres. Esporas de color café en masa (Munsell, 7.5 YR 4/3), reticuladas; retículo cubriendo alrededor de 3/4 de la superficie de la espora, globosas, de 4.5 a 5.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** *T. microsperma* es muy cercana a *T. dimorphotheca* Nann.-Brem & Loerak, no obstante, esta última especie se distingue por presentar esporóforos isodiamétricos que están cubriendo al estípite, y por tener un peridio sin verrugas (Nannenga-Bremekamp, 1991). También es muy cercana a *T. ferruginosa*, de la cual se distingue por sus pequeñas esporas y la ornamentación del peridio con pequeños cráteres en la porción interna, siendo esta última la diferencia más importante de la especie (Nelson y Scheetz, 1982). En general, las formas de *T. microsperma* encontradas en zonas tropicales presentan estípites más robustos con relación a las formas de zonas templadas. Sin embargo este carácter es variable y en algunos casos se pueden encontrar tanto formas sésiles como estípidadas en la misma zona de recolección.

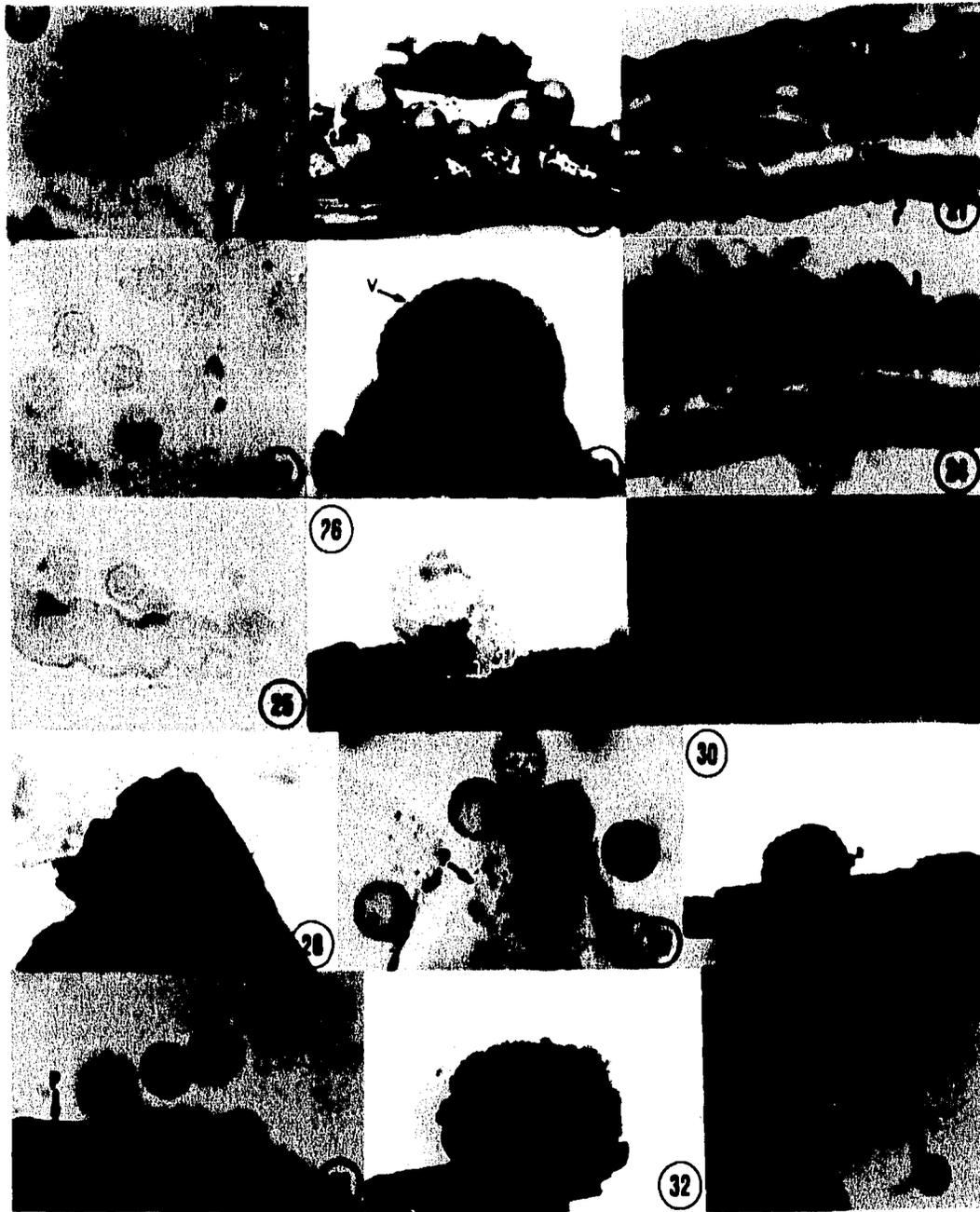
A pesar de que el pseudoestípite del ejemplar del Volcán La Malintzi fue muy pequeño, la presencia de un peridio ornamentado y las pequeñas esporas permitieron su fácil determinación taxonómica.

Familia Cribrariaceae

Género: *Lindbladia*

***Lindbladia tubulina* Fr.**  
Figs. 34-35.

Seudoetalios de 15 a 65 mm de longitud por 0.4 - 0.9 mm de altura; esporóforos cilíndricos a ovoides. Hipotalo fibroso-esponjoso, de color café-amarillento. Peridio membranoso, frágil, de color café-grisáceo oscuro (Munsell 10 YR 3/2), iridescente, perdiendo este carácter con la madurez y la herborización; dehiscencia irregular, apical. Esporas en masa de color café-amarillento oscuro (Munsell, 10 YR 4/4) con tintes color olivo,



Figuras 19-33. 19: *Enteridium splendens* var. *splendens*. Esporas (RP 743, 625X). 20-22: *Lycogala epidendrum*. 20: Etalio (RP1691, 1.4X). 21: Capas de la corteza: Externa (E), media externa (ME), media interna (MI), interna (I) (RP 1730, 625X). 22: Esporas (RP 73, 625X). 23-25: *L. exiguum*. 23: Esporocarpo mostrando las verrugas de la corteza (V) (HC 1754, 6X). 24: Capas de la corteza: Externa mostrando las cámaras (E), media externa (ME), media interna (MI), interna (I) (HC 754, 625X). 25: Esporas (HC 754, 625X). 26-27: *L. flavofuscum*. 26: Etalio (HC 2249, 1X). 27: Esporas y tubo de pseudocapilicio (HC 2249, 625X). 28-29: *Tubifera casparii*. 28: Seudoetelio (RP 1876, 1.53X). 29: Esporas y fragmento de peridio granular (P) (RP 1876, 625X). 30-31: *T. ferruginosa*. 30: Seudoetelio (HC 1989, 1.5x). 31: Esporas y fragmento de peridio liso (P) (RP 47, 625X). 32-33: *T. microspenna*. 32: Pseudoetelio donde se observa la formación de un pseudoestípite (HC 2211, 1.6X). 33: Esporas y fragmento de peridio lacunoso (P) (HC 2211, 625X).

pálidas con luz transmitida, densamente verrucosas, globosas, de 5.5 a 7.0  $\mu\text{m}$  de diámetro. Gránulos cálcicos concoloros con las esporas, globosos, de 1 a 2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** *L. tubulina* puede presentar tanto formas pseudoetaliadas como esporangiadas de acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991). Cuando se encuentra en forma de pseudoetalio se separa fácilmente de la familia Enteridiaceae por poseer gránulos cálcicos, que generalmente están presentes en el peridio y las esporas. Cuando presenta formas esporangiadas es muy similar a *Cribraria argillacea* (Pers.) Pers., pero en esta especie predominan los tonos amarillos, y en *L. tubulina* los tonos oliváceos (Martin y Alexopoulos, 1969; Nannenga-Bremekamp, 1991).

Los dos ejemplares encontrados en el Volcán La Malintzi, presentaron formas pseudoetaliadas, pero su apariencia macroscópica fue tan semejante a la del género *Tubifera* que pudieron ubicarse en este género si no se hubiera hecho una revisión cuidadosa; sin embargo, su identificación no presentó mayor problema ya que en las especies del género *Tubifera* predominan los tonos de color café-rojizo y se presentan esporas reticuladas, además de no encontrarse gránulos cálcicos.

De acuerdo con Martin y Alexopoulos (1969), el género *Lindbladia* se encuentra situado entre las familias Enteridiaceae y Cribrariaceae, sobre todo porque presenta tanto formas pseudoetaliadas como esporangiadas. Sin embargo, su ubicación dentro de la última familia se debe a la presencia de gránulos cálcicos y de red apical en los esporóforos.

El género *Lindbladia*, no fue incluido en la última revisión de mixomicetes de México (Ogata, et al., 1994) e incluso se menciona como uno de los géneros no conocido para la República Mexicana (Braun y Keller, 1986). Esta especie, ya se ha citado para el estado de Nuevo León (López et al., 1981b) y la zona Neotropical (Villarreal, 1993). Como el caso anterior, muchas especies han sido omitidas en trabajos de revisión porque no se tiene el cuidado de realizar una revisión bibliográfica minuciosa, o bien, no se publican formalmente en revistas científicas, lo que trae como consecuencia una subvaloración de la riqueza de mixomicetes en nuestro país.

**Género: *Cribraria***

***Cribraria argillacea* (Pers.) Pers.**  
Figs. 36-38.

Esporóforos fuertemente agregados y compactados dando la impresión de formar un pseudoetalio, a veces solitarios, estipitados, de 0.6 a 1.7 mm de altura total. Esporangio globoso a ovado, de 0.4 a 1.2 mm de diámetro, de amarillo arcilla brillante

a color café-amarillento pálido. Hipotalo membranáceo, de color rojizo, común a varios esporóforos. Estípites casi ausente o hasta de 1/2 de la altura del esporóforo, color café muy oscuro, surcado longitudinalmente, erecto. Peridio fugaz, ocasionalmente presente como una película hialina muy brillante, con reflejos plateados, a veces iridescente, con una copa basal pobremente desarrollada, de 1/4 a 1/5 del esporangio; del ápice de la copa parten bandas gruesas que dan lugar a finos hilos que forman un patrón reticulado. Esporas de color café-amarillento a café brillante (Methuen, 5D5) en masa, pálidas con luz transmitida, verruculosas, globosas, de 6.5-8  $\mu\text{m}$  en diámetro. Gránulos cálcicos concoloros con las esporas, globosos, de 0.7-1.2  $\mu\text{m}$  en diámetro.

**Discusión:** Al parecer, esta especie es muy variable ya que va desde formas sésiles fuertemente agregadas hasta formas estipitadas dispersas; también presenta variación en el grosor del hipotalo, la longitud de los estípites, presencia o ausencia de la copa y la amplitud de las bandas y costillas. Sin embargo, en esta especie el color es una característica constante, por lo que la combinación de este carácter junto con los estípites cortos la hacen fácilmente reconocible (Nannenga-Bremekamp, 1991).

Sólo *C. martinii* Nann.-Brem. presenta frecuentemente estípites cortos y un color muy semejante a *C. argillacea*, pero se distingue por presentar nodos pequeños, gruesos y redondos en el peridio (Nannenga-Bremekamp, 1991).

También es muy cercana a *L. tubulina*, pero en este caso el peridio es más persistente y predominan los tonos de color olivo (Nannenga-Bremekamp, 1991).

El material del Volcán La Malintzi fue muy homogéneo en la forma y disposición de los esporóforos, así como la coloración de la masa de esporas, por lo que no representó mayor problema para su identificación.

***Cribraria atrofusca* Martin & Lov.**  
Figs. 39-40.

Esporóforos de casi solitarios a poco agregados, de 1.7 a 3 mm de altura total. Esporangios de 0.4 a 0.9 mm de diámetro, globosos, de color café oscuro. Hipotalo membranáceo, de color rojizo, translúcido, individual. Estípites de color café oscuro, notoriamente surcado longitudinalmente, aclarándose ligeramente hacia la base, erecto. Peridio permaneciendo como una copa basal de 1/3 del esporangio, marcado con líneas concéntricas, con margen entero de donde parten bandas que forman una red casi poligonal, abierta, en ocasiones con reflejos metálicos. Esporas de color café muy oscuro en masa, color café-violáceo con luz transmitida, verruculosas y con un retículo muy abierto, a veces poco definido, globosas, de 8  $\mu\text{m}$  en diámetro.

**Discusión:** De acuerdo con Martin y Alexopoulos (1969), el color café oscuro de los esporóforos, el arreglo concéntrico de los gránulos en la copa, así como el tamaño y la ornamentación de las esporas hacen característica a esta especie. De las especies del género *Cribraria* que presentan esporas con una ornamentación reticulada, *C. atrofusca* no presenta dificultades para su delimitación debido a su color tan oscuro. Los especímenes del Volcán La Malintzi correspondieron perfectamente con la especie.

*Cribraria cancellata* (Batsch) Nann.-Brem.  
= *Dictydium cancellatum* (Batsch) Macbr.  
Figs. 41-42.

Esporóforos gregarios, de 0.6 a 1.5 mm en altura. Esporangios generalmente umbilicados en la parte apical, a veces globosos, de color café-rojizo. Hipotalo membranáceo, común a varios esporóforos, color café-rojizo intenso. Estípite de semierecto a péndulo, color café-rojizo muy oscuro, pálido en el ápice y atenuado, sinuado o a veces tortuoso en esta parte, púrpura intenso con luz transmitida, corrugado. Peridio formado por alrededor de 30 a 60 costillas longitudinales, conectadas por bandas perpendiculares muy finas. Esporas de color café-rojizo oscuro (Munsell 2.5 YR 3/3), verrucosas, globosas, de 5.5 a 6.5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Gránulos cálcicos de 1 a 1.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** El material encontrado en el presente estudio correspondió bien con las descripciones para *C. cancellata* (*Dictydium cancellatum*) de Martin y Alexopoulos (1969) y Nannenga-Bremekamp (1991), sin embargo, a pesar de que esta especie ha sido considerada como cosmopolita (Martin y Alexopoulos, 1969), su distribución no parece tal ya que en el Volcán La Malintzi no fue detectada. En el estado de Tlaxcala, sólo se han recolectado dos especímenes en el bosque de *Abies-Pinus* de Rancho Escondido, Municipio de Tlaxco. Hernández-Cuevas et al. (1991) señalaron la existencia de esta especie en forma abundante en la Cañada Grande del Volcán La Malintzi considerando a formas que presentaron red peridial restringida a la mitad superior del esporangio y señalaron su coexistencia en dicho lugar con *Cribraria mirabilis* (*Dictydium mirabile* (Rost.) Meylan). En una revisión más detallada se llegó a la conclusión de que estas formas en realidad corresponden a *C. mirabilis*.

*C. cancellata* (*Dictydium cancellatum*) presenta una fuerte variación en cuanto a sus caracteres morfológicos y muchos nombres se han propuesto para las variantes basadas en color, tamaño, longitud, grosor del estípite y estructura de la red (Martin y Alexopoulos, 1969). Asimismo, existe una fuerte problemática para definir los límites entre este género y el género *Dictydium*, considerado válido dentro de la familia Cribrariaceae por Martin et al. (1983), sin embargo, ha tenido una complicada historia taxonómica desde su formación, que a continuación se analiza.

El género *Dictydium* fue propuesto por Schrader para las formas cribrarioides carentes de cálculo o copa (Nannenga-Bremekamp, 1962). Más tarde, Rostafinski creó el género *Heterodictyon* para especies que presentaban costillas en la parte basal y una red cribrariode en la parte superior del esporangio. Posteriormente Masee transfirió el género *Heterodictyon* a *Cribraria* (*Cribraria mirabilis* Mass) y puntualizó que era la forma de transición entre los dos extremos (Nannenga-Bremekamp, 1962).

Jahn creó la var. *anomalum* para *Dictydium umbilicatum* (*D. cancellatum*) con estípites rígidos, esporangios largos carentes de copas pero con costillas que daban lugar a una red en forma de *Cribraria* en la parte superior y con un peridio plateado siempre persistente. Después de estudiar a este taxon por mucho tiempo, llegó a la conclusión de que éste no es más que una variedad de *D. umbilicatum*. Meylan le asignó nombre específico como *D. anomalum* y puntualizó que éste era idéntico a *D. mirabile*, y éste a su vez muy cercano al género *Cribraria* (Nannenga-Bremekamp, 1962). Nannenga-Bremekamp (*Op. cit.*), unió al género *Dictydium* con el género *Cribraria*, puntualizando que ni la presencia ni la ausencia de un cálculo eran caracteres constantes; sin embargo, Martin y Alexopoulos (1969) y Martin et al. (1983) señalaron que existen formas que fácil y rápidamente se pueden reconocer a simple vista por lo que consideraron más conveniente retener al género *Dictydium*.

En trabajos recientes, Yu y Hui-Zhong (1995), encontraron una especie intermedia (*Cribraria media*) que conecta aún más a los géneros *Cribraria* y *Dictydium*. La especie se caracteriza por poseer un esporangio ocráceo, con una red en la parte superior del peridio, con nodos amplios y engrosados (típicas formas cribrarioides), y costillas conectadas por delicadísimas bandas transversales en la parte inferior (típicas formas dictidioides). Lo anterior sugiere que, en realidad, las formas de *Dictydium* y de *Cribraria* pertenecen a un mismo género y se considera a las primeras como miembros del segundo género (Yu y Hui-Zhong, 1995). Este último criterio fue el seguido en el presente estudio.

***Cribraria mirabilis* (Rost.) Mass.**  
Figs. 43-44.

Esporóforos agregados, de 1 a 2.6 mm de altura total. Esporangios globosos a oblongos, de 0.5 a 0.9 mm de diámetro, de rojo opaco (Munsell 2.5 YR 2.5/2), o color café-rojizo oscuro (Munsell 2.5 YR 2.5/3) a negro-rojizo (Munsell 10R 2.5/1). Hipotalo membranáceo, individual, de color café-rojizo intenso. Estípite erecto a ligeramente péndulo, de color café-rojizo muy oscuro y color café-púrpura oscuro con luz transmitida, corrugado, a veces completamente pálido, atenuado, sinuado y hasta tortuoso en la parte apical. Peridio persistente como una membrana hialina o plateada, brillante, a veces con un cálculo reminiscente, de

aproximadamente 1/5 del esporangio, con 10 a 40 costillas basales que cubren de 1/3 a completamente ausentes, las costillas son atravesadas perpendicularmente por finas bandas hialinas cuando la red no se presenta en la parte basal; red peridial surgiendo del estípite o de las costillas, completamente cerrada, de hexagonal a irregular. Esporas rojo opaco (Munsell 10 YR 3/2) a color café-rojizo oscuro (Munsell 2.5 YR 3/3) en masa, que viran a amarillo-rojizo cuando muy maduras (Munsell 7.5 YR 6/6), púrpura pálido con luz transmitida, verrucosas, globosas, de 5.5 a 6.5 (-7)  $\mu\text{m}$  en diámetro. Gránulos cálcicos de 1 a 2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** *C. mirabilis* se distingue por presentar esporóforos erectos o suberectos, estípites cortos y uniformes, y esporangios de forma globosa o prolada con 10 a 30 costillas (Martin y Alexopoulos, 1969; Nannenga-Bremekamp, 1991).

Los ejemplares que reunieron estrictamente las características anteriores fueron considerados dentro de este taxon sin mayor problema. Sin embargo, la mayor parte del material presentó esporóforos en forma prolada, con generalmente entre 20 y 40 costillas peridiales, una red apical que cubría de 3/4 al total del esporangio pero con un estípite pálido y sinuado o a veces tortuoso en el ápice. En realidad, todos los especímenes fueron muy semejantes a *C. mirabilis* pero las características que presentaron en los estípites sólo se habían reportado para *C. cancellata* (Nannenga-Bremekamp, 1991).

*C. cancellata* var. *anomalum* Jahn es muy semejante a *C. mirabilis*, sin embargo, en la primera especie el número de costillas es muy grande (entre 30 y 60), mientras que en la segunda es menor. De acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991), *C. cancellata* var. *anomalum* siempre se encuentra mezclado con esporóforos de la variedad *cancellata*, pero en el caso de los ejemplares motivo de la presente tesis esta condición no se presentó. Debido a lo anterior, varios de los ejemplares parecían poseer caracteres de ambos taxa.

En una colección de Las Montañas de Colorado, E.U., Sturgis (citado por Nannenga-Bremekamp, 1962) observó la presencia de esporóforos densamente agrupados, algunos en forma de péndulo pero otros erectos, con estípites relativamente cortos y gruesos y algunas veces con red apical en el peridio. Martin (1962) consideró que estos especímenes representaban a *C. cancellata* modificados por las condiciones ambientales alpinas.

En el Volcán La Malintzi, la mayor parte del material presentó estípites sinuados pero con una red peridial bien definida por lo que en un inicio fue considerado como *C. cancellata* var. *anomalum*. No obstante, al no encontrarse las formas típicas de esta especie mezcladas en el material, se consideró que los especímenes corresponden a *Cribraria mirabilis*.

*Cribraria oregana* H. C. Gilb.  
= *Cribraria montana* Nann.-Brem.  
Figs. 45-46.

Esporóforos de poco agregados a casi solitarios, estipitados, de 0.5 a 0.9 mm de altura total. Esporangios globosos, de 0.2 a 0.4 mm de diámetro, de amarillo-dorado a color café-olivo. Hipotalo inconspicuo. Estípite de color café-rojizo a negro, de 3/4 de la altura total, surcado longitudinalmente, erecto. Peridio brillante, en ocasiones permaneciendo como una copa basal de 1/4 a 3/4 de la longitud del esporangio, de casi lisa a débilmente ornamentada con líneas que surgen en forma radial del estípite; red peridial formada por bandas laxas y delgadas, muy abierta, nodos muy amplios, irregulares, planos, en ocasiones negros, llenos de gránulos cálcicos, ocasionalmente con bandas muy gruesas que junto con los nodos hacen al peridio casi completo. Esporas de amarillo-dorado a color café-amarillento en masa, amarillo pálido con luz transmitida, verrucosas o con grupos de verrugas más prominentes y oscuras, globosas, de 7 a 9  $\mu\text{m}$  en diámetro. Gránulos cálcicos de hialinos, hialinos con un núcleo oscuro o totalmente de color café pálido o casi negros, de 3  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** Martin y Alexopoulos (1969) caracterizaron a esta especie por presentar un pequeño esporangio, de color café oscuro con escasos pero grandes e irregulares nodos y grandes esporas opacas. Nannenga-Bremekamp (1991), por su parte, consideró a *Cribraria oregana* como una variedad de *C. vulgaris*, la cual distinguió sólo por la variación en color que va de color café anaranjado o café castaño a color café oscuro. Sin embargo, la autora también describió a *C. vulgaris* de color café castaño, no existiendo consistencia en sus argumentos para ubicar la primera como una variedad de esta última.

En una revisión minuciosa de los especímenes tipo de *Cribraria oregana* y *C. montana*, Lado (1995, com. pers.) caracterizó a la primera con esporangios muy pequeños, cálculo casi liso y grandes esporas y a la segunda como sinónimo de *C. oregana*. Asimismo, Lado considera que la descripción hecha para *C. montana* Nann.-Brem. por Nannenga-Bremekamp, concuerda bien con los especímenes tipo de *C. oregana*, por lo que dicho autor concluyó que la primera es sinónimo de la segunda.

Nannenga-Bremekamp (1991) distinguió a *C. montana* por presentar esporangios hasta de 0.2 mm de diámetro, retículo peridial de malla amplia, grandes nodos no engrosados y grandes gránulos cálcicos (2.5-3.5  $\mu\text{m}$ ) con núcleo oscuro.

Los especímenes del Volcán La Malintzi fueron ligeramente mayores a los descritos para *C. montana* (Nannenga-Bremekamp, 1991), no obstante, se ajustan bien a los intervalos considerados por Lado (1995, com. pers.) para *C. oregana*.



Figuras 34-46. 34:*Lindbladia tubulina*. 34:Seudoetelio (GF 769, 2.7X). 35:Esporas y gránulos cálcicos (G)(GF 769, 625X). 36-38:*Cribaria argillacea*. 36:Colonia (RP 130, 1.5X). 37:Esporocarpio (RP 130, 7X). 38:Esporas y nodo de la red peridial (N)(RP 130, 625X). 39-40:*C. atrofusca*. 39:Esporocarpio mostrando la red peridial (R)(HC 2094, 9X). 40:Esporas (GF 940, 625X). 41-42:*C. cancellata*. 41:Esporocarpio mostrando las bandas peridiales (B)(RP 1839, 15X). 42:Esporas y bandas peridiales (B)(RP 1219, 250X). 43-44:*C. mirabilis*. 43:Esporocarpio mostrando la red peridial (R)(GF 1802, 15X). 44:Esporas y bandas peridiales (B)(GF 1802, 625X). 45-46:*C. oregana*. 45:A:Grupo de esporocarpos (HC 183, 26X), B:Esporocarpio mostrando la red peridial (HC 183, 28X). 46:Esporas y nodos peridiales (N)(HC 183, 625X).

***Cribraria piriformis* Schard.**  
Figs. 47-48.

Esporóforos de poco a fuertemente agregados, estipitados, de 1.3 a 4.5 mm en altura total, de erectos a péndulos. Esporangios globosos, de 0.4 a 1.2 mm en diámetro, de color café oscuro (Munsell 7.5 YR de 3.5/4) a color café-rojizo o bien, de color café-amarillento o casi negros cuando están completamente cubiertos por gránulos cálcicos. Hipotalo membranáceo, de blanquecino a amarillento y rojizo en la periferia, común a varios esporóforos. Estípite negro, robusto, cilíndrico a ocasionalmente atenuado en el ápice, surcado longitudinalmente, de color café-rojizo con luz transmitida, de erecto a péndulo, de 2/3 a 3/4 de la longitud total. Peridio en ocasiones persistente como una película membranácea, brillante, cubriendo a todo el esporangio, a veces sólo formando una red de malla triangular con prominentes nodos pulvinados y abundantes, a veces desprendiéndose y dejando sólo expansiones peridiales en forma estelada, unidos por varias bandas peridiales amplias y con muchos extremos libres o en ocasiones sólo con finos filamentos que los unen y sin puntas libres; cálculo de 1/5 a 1/3 del total esporangial, ornamentado con líneas que irradian desde el estípite hasta 1/4 o el total de la copa, con líneas concéntricas formadas por gránulos cálcicos en la parte superior de la copa. Esporas variando de amarillo-ocráceo a color café intenso (Munsell 7.5 YR 5/6) y color café oscuro (Munsell 7.5 YR 4/4) en masa, amarillo pálido con luz transmitida, densamente verrucosas, globosas, de 6.5 a 8.5  $\mu\text{m}$  en diámetro. Gránulos cálcicos de color café-violáceo muy oscuro, redondos a irregulares, llegando a medir hasta 3  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** De acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991), *C. piriformis* se distingue por presentar gránulos cálcicos oscuros y muy grandes, que llegan a medir hasta 4.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, nodos oscuros y engrosados y esporas no reticuladas. Martin y Alexopoulos (1969) señalan también la presencia de una red peridial simple y con pocos extremos libres.

Algunos de los ejemplares del Volcán la Malintzi correspondieron muy bien con las características señaladas por ambos autores, sin embargo, en la mayoría del material, los nodos se unen a través de varias bandas y presentan muchos extremos libres. Asimismo, los especímenes fueron ligeramente más grandes y mucho más robustos, totalmente globosos y con un cálculo de casi liso o débilmente ornamentado radialmente a marcadamente ornamentado con líneas concéntricas en el margen de la copa, a diferencia de lo señalado por Martin y Alexopoulos (1969). No obstante que todas estas características fueron altamente variables en los especímenes, se observó gradación en las mismas.

***Cribraria purpurea* Schard.**

Figs. 49-50.

Esporóforos gregarios, estípitados, erectos, de 1.0 a 2.5 mm de altura total. Esporangios globosos, de 0.6 a 1.3 mm de diámetro, color púrpura oscuro. Hipotalo membranáceo, de hialino a púrpura translúcido, común a la colonia. Estípote púrpura intenso, casi negro, surcado longitudinalmente, atenuado hacia el ápice, magenta con luz transmitida. Peridio permaneciendo como una copa basal que ocupa 1/2 del esporangio, con costillas longitudinales que parten del estípote y líneas concéntricas formadas por gránulos cálcicos hacia la parte apical de la copa; todo el cálculo se encuentra lleno de gránulos cálcicos que al perder color dan la apariencia de vesículas; margen dentado, del cual parte una red peridial cerrada formada por bandas muy finas, púrpuras, brillantes, con pequeños nodos planos e irregulares; en ocasiones llega a permanecer una película membranácea, brillante, cubriendo a la red peridial. Esporas púrpura oscuro en masa, de pálidas a violeta intenso con luz transmitida, verrucosas, globosas, de (6-) 6.5 a 7  $\mu\text{m}$  de diámetro. Gránulos cálcicos de 1.5 a 4.5  $\mu\text{m}$  en diámetro.

**Discusión:** De las pocas especies de *Cribraria* que presentan color púrpura, *C. purpurea* se distingue por sus grandes esporangios con estípotes relativamente cortos y gránulos cálcicos de color violeta oscuro y de 2-3  $\mu\text{m}$  de diámetro (Martin y Alexopoulos, 1969; Nannenga-Bremekamp, 1991). *C. elegans* Berk. & Curt. es muy cercana pero en ésta predominan los tonos de color rosa, los esporóforos son más pequeños y presenta nodos engrosados (Martin y Alexopoulos, 1969).

En *C. purpurea*, el color de los esporóforos se pierde fácilmente con la madurez, pasando de púrpura oscuro a color rosado; de igual forma, los gránulos cálcicos pierden el color, pasando de púrpura oscuro a hialinos (Martin y Alexopoulos, 1969).

Todas las características de los ejemplares revisados concuerdan bien con la especie, sin embargo, en algunos especímenes las esporas fueron violeta intenso con luz transmitida, en tanto que Martin y Alexopoulos (1969) las describen como pálidas o descoloridas; no obstante, esta diferencia sólo se puede deber a la pérdida del color en las mismas. En general, el color del esporóforo fue más oscuro o violeta oscuro que el reportado por dichos autores.

***Cribraria rubiginosa* Fr.**

Figs. 51-52.

Esporóforos marcadamente agregados formando un pseudoetelio de hasta 30 cm de longitud y 1.7 mm de altura total, de rojizo (2.5 YR 4/6 Munsell) a color café-rojizo (2.5 YR 4/4 Munsell). Hipotalo coriáceo, grueso, de color café-amarillento oscuro, común a toda la

colonia. Estípites erecto, negro, opaco, de 1/4 de la altura total, hasta 0.4 mm, surcado longitudinalmente. Esporangios globosos a oblongos, de 0.9 a 1.0 mm de diámetro. Peridio en forma de copa basal, de 1/3 a 3/4 del esporangio, de color café-rojizo oscuro, con bandas tenues irradiando del estípites, brillante, iridescente, con el margen irregular de donde parten bandas que forman la red, con nodos expandidos y más oscuros en las uniones; 1/3 de la red cubierta con una membrana frágil, hialina y brillante, el resto de la red cerrada y formada de bandas delgadas. Esporas de color café-rojizo en masa, amarillo pálido con luz transmitida, asperuladas y marcadamente reticuladas con una malla muy amplia, angulares, de 7 a 8  $\mu\text{m}$  en diámetro. Gránulos cálcicos de 1.5 a 2.5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** Martin y Alexopoulos (1969) describieron a *C. rubiginosa* con estípites que pueden llegar hasta 3.5 mm de altura, esporas de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro y diminutamente punteadas. Los especímenes del Volcán La Malintzi presentaron estípites muy cortos, esporas de 7 a 8  $\mu\text{m}$  y con un amplio retículo.

En la descripción original hecha por Fries, los estípites se describieron como "brevissimos" por lo que Meylan propuso a la variedad *longipes* para las formas con estípites largos (Martin y Alexopoulos, 1969)

Más tarde, Brândză (Kowalski, 1975) consideró que *C. rubiginosa* var. *longipes*, en realidad correspondía a una especie distinta que denominó *C. meylanii* Brând., la cual presenta estípites de 2-3 mm en longitud, esporangios agrupados en fascículos pero no unidos por un hipotalo común, calículo notoriamente iridescente, esporas de 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, no reticuladas y gránulos cálcicos de 1.5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Por el contrario, consideró que *C. rubiginosa* presenta estípites menores a 0.5 mm de altura, esporangios agrupados en una gran masa, unidos a un hipotalo común, calículo opaco, esporas de 7  $\mu\text{m}$ , con un amplio retículo y gránulos cálcicos de 1-3  $\mu\text{m}$ . De acuerdo con las observaciones hechas por Kowalski (1975), *C. rubiginosa* var. *longipes* corresponde a una especie diferente y puede ser removida de *C. rubiginosa*, la cual propiamente puede ser *C. meylanii*, como lo había propuesto Brândză. En este sentido, los especímenes del Volcán La Malintzi corresponden con la descripción original de *C. rubiginosa* y con la delimitación hecha por Kowalski (1975).

***Cribraria rufa* (Roth) Rost.**  
Figs. 53-54.

Esporóforos poco agregados, estipitados, de 1.0 a 2.5 mm de altura total. Esporangios globosos a obovados, de 0.5 a 0.9 mm de diámetro, de color rojo-anaranjado brillante. Hipotalo membranáceo, de hialino a amarillo claro, común a toda la colonia. Estípites negro, corrugado, atenuado en el ápice. Peridio permanente como una copa basal que ocupa de 2/3 a 1/2 del total del esporangio,

ligeramente acostillada y a veces perforada, de donde parten las ramas primarias que forman la red apical, margen dentado; red peridial formada de hilos muy frágiles y brillantes, red muy abierta, sin nodos. Esporas rojo-anaranjado intenso en masa, pálidas con luz transmitida, verrucosas y con un fino retículo, angulares, de 7 a 8  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** De acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991), el color rojo-anaranjado brillante, la copa ornamentada radialmente y la amplia y fina red peridial distinguen a esta especie.

*C. rubiginosa* puede tener un color esporangial muy parecido, sin embargo, en esta especie la red peridial es más abierta y no emerge de una profunda copa perforada como en *C. rufa* (Nannenga-Bremekamp, 1991).

El espécimen del estado de Tlaxcala fue encontrado en el Volcán La Malintzi y se ajustó muy bien a las características antes mencionadas para *C. rufa*, por lo que no hubo ningún problema en su ubicación taxonómica.

***Cribraria splendens* (Schrad.) Pers.**  
Figs. 55-56.

Esporóforos casi solitarios a poco agregados, estipitados, de 1.2 a 3.0 mm de altura total. Hipotalo membranáceo, apenas como una película discoidal, individual, de color café-rojizo a hialino. Estípite de color café-rojizo oscuro, erecto, curvado o enroscado, de 1/2 a 4/5 de la altura total. Esporangios globosos, de color café oscuro, de 0.4 a 0.9 mm de diámetro. Peridio formando una red de bandas dispuestas casi poligonalmente; red cerrada a muy abierta, frágil, con ligeras expansiones membranosas, con frecuencia sin expansiones ni puntas libres; cálculo ocasionalmente permanente en 1/3 del esporangio, normalmente reemplazado por 6 a 12 costillas prominentes de color café oscuro, a veces conectadas por una membrana hialina y brillante. Esporas amarillo-anaranjado (Küppers A60 M40 C00) a color café-amarillento (Munsell 10YR 6/8) en masa, pálidas con luz transmitida, con prominentes verrugas aisladas, en pares o en grupos aislados, globosas, de (6-) 7 a 8  $\mu\text{m}$  de diámetro. Gránulos cálcicos de 1 a 2  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Discusión:** Martin y Alexopoulos (1969), describieron las esporas como casi lisas, y los gránulos cálcicos de 0.5 - 1  $\mu\text{m}$  de diámetro. La mayoría de los especímenes del Volcán La Malintzi presentaron grupos prominentes de verrugas en las esporas y gránulos cálcicos más grandes, sin embargo, en algunos especímenes esta ornamentación fue menos notoria y casi imperceptible por lo que se consideró que puede pasar desapercibida.

Nannenga-Bremekamp (1991) menciona que el grupo de ocho a 16

costillas que surgen de la punta del estípote reemplazando a la copa, la pequeña malla peridial, los gránulos cálcicos pequeños (0.5-1 $\mu$ m) y la forma prolada en la dehiscencia del esporangio, hacen a esta especie característica. No obstante, la autora no ha revisado materiales de esta especie y Martín y Alexopoulos (1969) sólo revisaron material de la costa del Pacífico de los Estados Unidos, por lo que el tamaño de los gránulos cálcicos puede ser sólo una variación de la especie.

***Cribraria vulgaris* Schrad.**

Figs. 57-58.

Esporóforos de casi solitarios a gregarios, estipitados, de 0.5 a 2.8 mm de altura total. Esporangios globosos, de 0.3 a 0.7 mm de diámetro, amarillo-anaranjado (Methuen 4B7), anaranjado o color café anaranjado oscuro, en ocasiones con reflejos dorados, a veces tendiendo a negros por la presencia de gránulos cálcicos. Peridio permaneciendo como una copa basal de 1/4 a 1/2 del esporangio, casi liso a marcadamente ornamentado con líneas formadas por gránulos cálcicos que irradian desde el estípote y finas líneas concéntricas agrupadas hacia el ápice del cálculo y sólo vistas en el microscopio óptico, de color café-amarillento a anaranjado brillante y/o con tonos bronceados, a veces negro por la presencia de gránulos cálcicos; red peridial formada por bandas gruesas que parten del margen y se adelgazan para formar una malla fina con nodos membranáceos muy amplios e irregulares, planos a veces ligeramente pulvinados y negros. Estípote atenuándose hacia el ápice, color café-rojizo oscuro, aclarándose hacia el ápice. Hipotalo membranáceo, de color café-rojizo a translúcido, individual, pobremente desarrollado. Esporas de color café-anaranjado a color café-anaranjado oscuro en masa, de amarillo pálido a color café-amarillento claro con luz transmitida, verruculosas o espinulosas, angulares, de 7 a 9  $\mu$ m de diámetro. Gránulos cálcicos de 1.5  $\mu$ m a mayores de 2.0  $\mu$ m.

**Discusión:** Por presentar color café castaño, *C. vulgaris* ha sido confundida con muchas especies cercanas, e incluso Martín y Alexopoulos (1969) argumentaron que la inadecuada delimitación de esta especie hacía que los datos sobre su distribución fueran poco confiables.

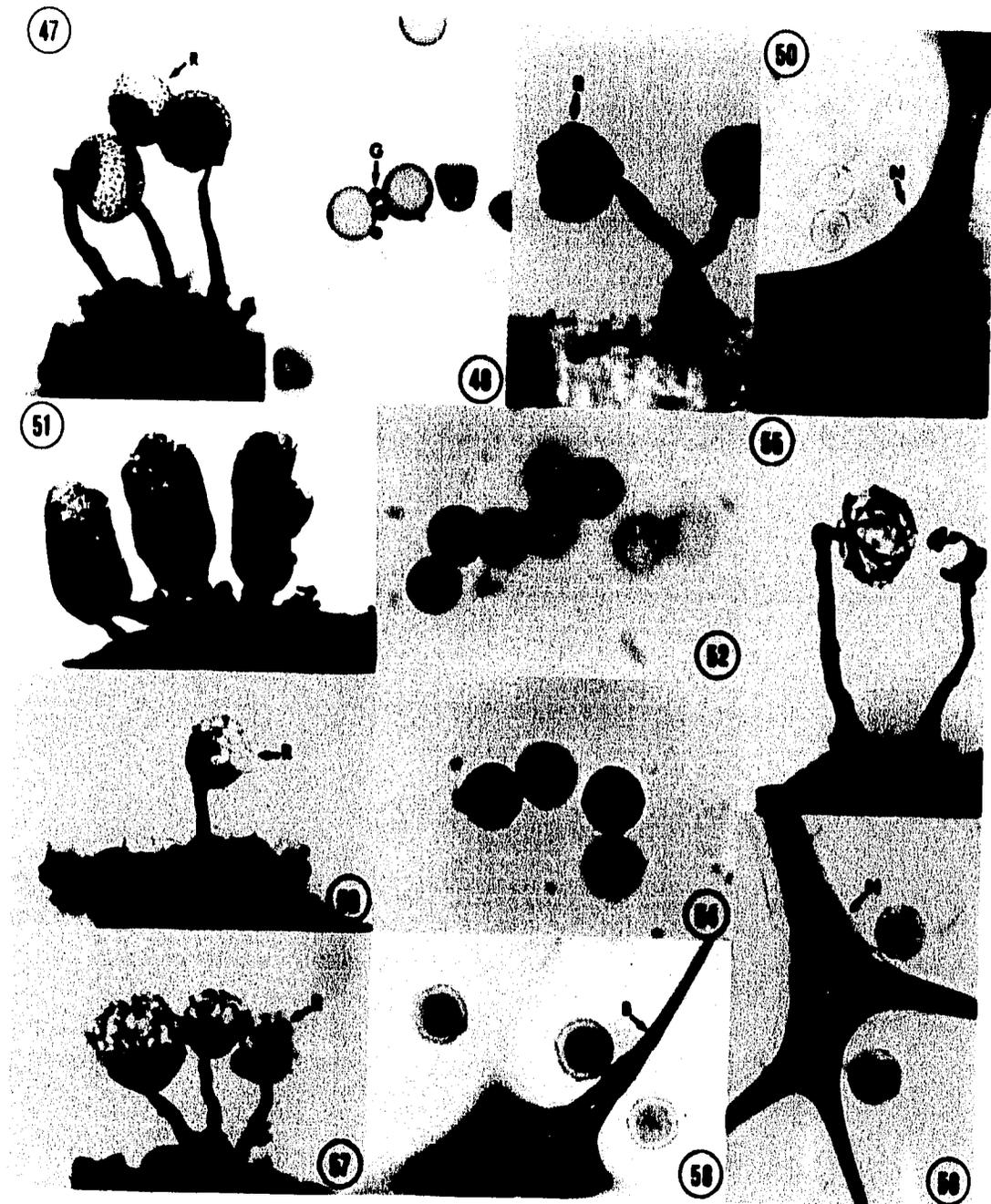
*C. aurantiaca* Schrad. fue considerada por Persoon como una variedad de *C. vulgaris* (Nannenga-Bremekamp, 1991), sin embargo, se distingue por presentar color amarillo brillante, nodos peridiales oscuros y esporas lisas. Nannenga-Bremekamp (1991) consideró que Persoon pudo confundir a dicha especie con *C. personii* Nann.-Brem., la que es muy semejante a *C. vulgaris*, y además muestra la misma coloración; sin embargo, se distingue por sus nodos engrosados, pequeños, redondos u oblongos y sus gránulos cálcicos de alrededor de 1  $\mu$ m de diámetro.

*C. oregana* también fue considerada como una variedad de *C. vulgaris* por Nannenga-Bremekamp (1991); no obstante, Lado (1995, com. pers.) la distingue por sus esporangios mucho más pequeños y gránulos cálcicos de mayor tamaño.

Otra especie cercana es *C. dictyospora* Mart. & Lov., que también presenta un cálculo ornamentado radialmente; sin embargo, de acuerdo con Nannenga-Bremekamp (1991), es más larga y los gránulos cálcicos son mayores a  $2\mu\text{m}$  de diámetro. Por su parte, Martin y Alexopoulos (1969) la distinguen por presentar esporas más grandes y ornamentadas con líneas de verrugas.

De acuerdo con las revisiones hechas por Lado (1995, com. pers.), *C. vulgaris* se distingue por presentar esporangios mayores a 0.5  $\mu\text{m}$ , cálculo de débil a marcadamente ornamentado con líneas radiales formadas por gránulos cálcicos y nodos planos, amplios e irregulares de la red.

Algunos de los especímenes de Tlaxcala fueron ligeramente más pequeños en el diámetro del esporangio pero se ajustaron bien con el resto de las características señaladas por Lado (1995, com. pers.).



Figuras 47-58: *Cibraria piriformis*. 47: Esporocarpos mostrando la red peridial (R)(RP 1710, 6.75X). 48: Esporas y gránulos cálcicos (G)(RP 1710, 625X). 49-50: *C. purpurea*. 49: Esporocarpo mostrando la red peridial (R)(HC 950, 10X). 50: Esporas y nodo del peridio (N) (HC 1719, 625X). 51-52: *C. rubiginosa*. 51: Esporocarpos (ET 3615, 7X). 52: Esporas (ET, 3615 625X). 53-54: *C. rufa*. 53: Esporocarpo mostrando la delicada red del peridio (R)(RP 58, 8.5X). 54: Esporas (RP 58, 625X). 55-56: *C. splendens*. 55: Esporocarpo mostrando las costillas basales del peridio (GF 1775, 14X), 56: Esporas y nodo peridial (N)(GF 1747, 625X). 57-58. *C. vulgaris*. 57: Esporocarpos mostrando la red peridial (R)(GF 1691, 13.5X). 58: Esporas y banda peridial (B)(HC 2067, 625X).

## 8.2 ANÁLISIS ECOLÓGICO

### RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES

La evaluación de la diversidad de especies en los diferentes biomas del mundo es importante, ya que resulta un buen indicador de las condiciones en que se encuentran los ecosistemas. Su análisis da idea del grado de complejidad que existe en una comunidad. En general, se considera que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) y mientras menos dominancia presente una o pocas especies con respecto a las demás (Odum, 1980).

Los patrones de diversidad se analizan comúnmente a través de los patrones de distribución de la abundancia (abundancia relativa) entre las diferentes especies (riqueza). La abundancia relativa de una especie en una comunidad se refiere a la proporción con la que dicha especie contribuye a la abundancia total (Franco et al., 1985; Odum, 1980).

Estos parámetros, riqueza, abundancia y diversidad de especies, son valiosos como puntos de referencia para la conservación de los diferentes ecosistemas del planeta, hoy en día un tema actual, pero sobre todo, de preocupación (Ehrenfeld, 1970; Magurran, 1988).

#### 8. 2. 1. RIQUEZA DE ESPECIES

En el presente estudio se observó, de manera general, un incremento en el número de especies de los sitios de menor altitud hacia los de mayor altitud (Fig. 59). Así, se tiene que de los 3100 a los 3150 m de altitud, se presentaron seis especies, de los 3200 a 3500 m de altitud de ocho a 10 especies en cada una, y sólo a los 3400 m de altitud se encontraron 14 especies (Cuadro 4). La baja riqueza de especies en las zonas más bajas puede estar influida, entre otras cosas, por la cobertura vegetal, ya que en estos sitios la cubierta es menos densa, razón por la que la humedad ambiental se pierde más rápido. De igual forma, algunas unidades de muestreo de estos sitios presentaron mayor pérdida de humedad al tener áreas grandes carentes de epífitas, e insolación directa. Debido a esto, es más difícil que los plasmodios pudieran migrar a estos troncos para fructificar, encontrándose la mayor incidencia de mixomicetes en épocas lluviosas, cuando la insolación es menor y hay más humedad.

Debido a lo anterior, en estos sitios sólo se favoreció la fructificación de algunas especies que en la mayoría de los casos fueron las que presentaron la distribución más amplia en el gradiente. Entre estas especies se encuentran *Lycogala epidendrum*, *Tubifera ferruginosa*, *Cribraria argillacea*, *C. mirabilis*, *C.*

*piriformis* y *Cribraria vulgaris*. Las características propias de

estos sitios resultaron importantes también para el establecimiento de especies raras, como *Lindbladia tubulina*, la cual sólo fructificó en una ocasión a los 3100 m de altitud. Esta situación es muy semejante a la que se presentó con *Stemonitis confluens*, una especie del orden Stemonitales considerada también como rara, ya que fructificó siempre en el mismo sitio a los 3100 m de altitud (Rodríguez-Palma, 1992).

**Cuadro 4. Riqueza y abundancia de especies encontradas en el volcán La Malintzi.**

ESPECIES	UNIDADES DE MUESTRO POR SITIO Y POR ALTITUD																										
	1		2		3		4		5		6		7		8		9										
	3100m	3150m	3200m	3250m	3300m	3350m	3400m	3450m	3500m	A	B	C	A	B	C	A	B	C									
<b>Enteridiaceae</b>																											
<i>Enteridium intermedium</i>														1													
<i>E. lycoperdon</i>			1		1	1							1														
<i>E. olivaceum</i>					1																						
<i>E. splendens</i> var. <i>juranaum</i>			2	2										1			1										
<i>Lycogala epidendrum</i>	1	1	4	3	2	10	1	22	3	3	1	15	3	3	7	2	3	4	2	2							
<i>L. exiguum</i>											1																
<i>Tubifera casparyi</i>											1	3															
<i>T. ferruginosa</i>	2	1	1											1						1							
<b>Cribrariaceae</b>																											
<i>Lindbladia tubulina</i>		1																									
<i>Cribraria argillacea</i>			1	1	1	3	1	3	1	1	2	1	1	0		3	2			1							
<i>C. atrofusca</i>				1	4	1	5	9	2	2	2	2	2				2	2		2							
<i>C. mirabilis</i>			1	3	4	1	2	6	1	2	1	1	0	3	9	6	10	6	11	10	3						
<i>C. oregana</i>														2	1			2	1	2							
<i>C. piriformis</i>	2							4		1				2	2					46							
<i>C. purpurea</i>	4				1			0						2	3	2	10										
<i>C. splendens</i>			1		1			1		3	1	1	17	1						7							
<i>C. vulgaris</i>	7	2	3		2	3	2	9	27	3	3	4	9	4	2	2	2	0	4	2							
<b>Riqueza de especies</b>	1	5	2	2	4	3	2	8	4	6	2	3	7	6	3	4	7	6	9	7	7	5	5	0	6	5	5
<b>Total por sitio</b>	6		6		10		8		9		10		14		10		8										
<b>Abundancia especies</b>	1	16	3	5	8	5	5	14	7	21	4	10	26	41	25	7	14	9	44	37	21	18	35	64	33	19	10
<b>Total por sitio</b>	20		10		26		35		92		30		102		117		62										

Conforme se ascendió en el gradiente altitudinal se observó un aumento en la riqueza de especies del orden Liceales (Fig. 59), lo cual pudo verse favorecido por la cubierta vegetal, que fue más densa, sobre todo a nivel del suelo, ya que la cubierta de musgos funciona como una alfombra que retiene gran cantidad de agua, hecho que debe ayudar a mantener la humedad ambiental. Los altos niveles de humedad propician una velocidad de putrefacción más rápida de los troncos y, asimismo, un incremento en el número de micronichos

que favorecen el establecimiento de estos organismos. Una mayor cobertura vegetal podría también favorecer la presencia de un mayor número de sustratos disponibles para la fructificación de los micomicetes.

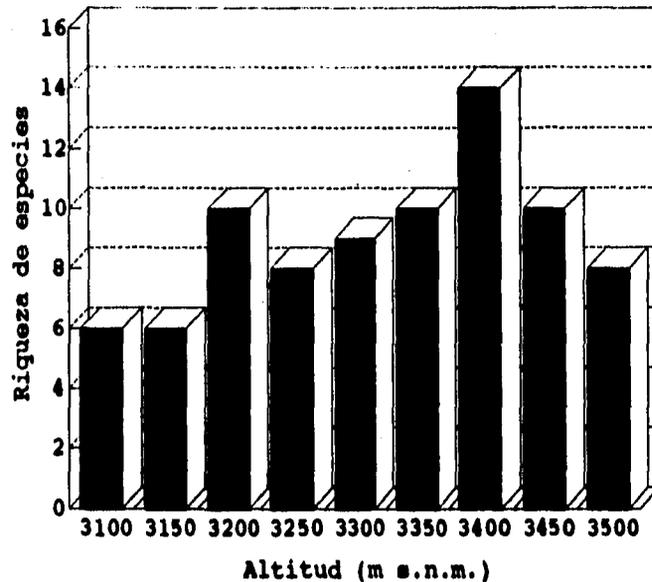


Figura 59. Riqueza de especies del orden Liceales por altitud

De igual forma, en las unidades de muestreo se observó una tendencia a incrementarse el número de especies conforme se fue subiendo en el gradiente. Del sitio 1 al sitio 4, se presentaron cuatro o menos especies, con excepción de las unidades 1B, 3B y 4A (Cuadro 4). Del sitio 5 al 9, hubo cinco o más especies, excepto en las unidades 5A y 6A (Cuadro 4, Fig. 60). A pesar de observarse una tendencia de mayor riqueza de especies hacia las partes más altas del volcán, se notó una clara variación para cada unidad muestral, lo que refleja diferencias entre los microambientes que se forman en cada tronco; así, en algunos casos se observó una riqueza de especies muy baja, como en la unidad 1A, con una sola especie, mientras que en otros, la riqueza fue muy alta, como en la unidad 7A, con nueve especies.

La misma situación se presentó con las especies del orden Stemonitales (Rodríguez-palma, 1992), ya que las variaciones fueron en algunos casos contrastantes, incluso en las tres unidades de muestreo del mismo sitio, por ejemplo el caso de las unidades 4B y 4C, la primera con 10 especies y la segunda con una.

Lo anterior refleja que a pesar de que las tres unidades de muestreo en cada sitio estén sometidas a las mismas condiciones macroambientales, las condiciones microambientales de cada una de ellas podrían ser considerablemente diferentes entre sí; esta situación podría favorecer la abundancia de una especie, o bien, la proliferación de muchas especies en una unidad de muestreo determinada. Además, el patrón encontrado en las especies del orden Liceales es diferente con respecto al previamente determinado para el orden Stemonitales, reflejando que las condiciones macroclimáticas tienen fuerte influencia sobre los mixomicetes, pero que el grado de influencia sobre cada grupo puede ser distinto.

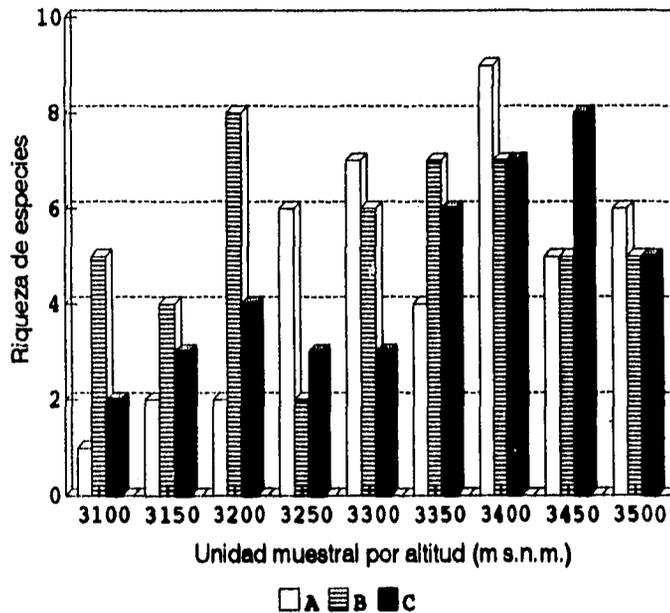


Figura 60. Riqueza de especies del orden Liceales por unidad muestral

### 8.2.2. ABUNDANCIA

Al igual que la riqueza de especies, se observó también una tendencia en el aumento de los valores de abundancia total por sitio muestral de las zonas más bajas hacia las más altas, encontrándose que del sitio 1 al sitio 4 se presentaron de 20 a 35 especímenes, en tanto que del sitio 5 al sitio 8 se detectaron de 90 a 112 especímenes, excepto para el sitio 6 (3350 m de altitud). En éste, aunque la riqueza de especies fue alta (Fig. 59), el

número de individuos por especie fue muy bajo y homogéneo, es decir, ninguna de las especies fue dominante en la comunidad.

Para las cuatro sitios de la parte más baja del gradiente se observaron pocas especies fructificando, pero cada especie presentó abundancias relativas muy bajas, es decir, se encontraron pocos individuos de cada especie, y en la mayoría de los casos su número fue de una a tres colonias por cada unidad muestral de cada sitio de muestreo (Fig. 61). Sólo en los sitios de la parte alta el número de colonias de algunas especies fue mucho mayor y en algunos casos particularmente elevado. En estos casos las especies referidas fueron consideradas como las dominantes de la comunidad de ese microambiente, y los ejemplos mas sobresalientes fueron *Lycogala epidendrum* para las sitios 5 y 7, *Cribraria piriformis* para el sitio 8, *C. splendens* para el 7, y *C. vulgaris* para el sitio 5.

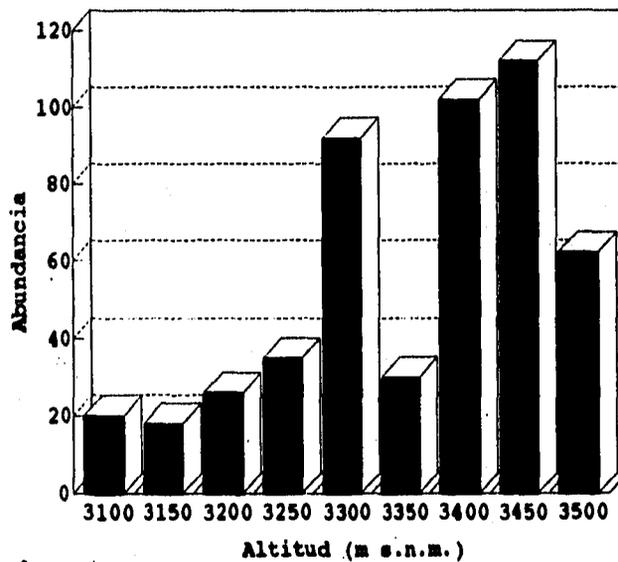


Figura 61. Abundancia de especímenes del orden Liceales por altitud

El sitio ubicado en la parte final del gradiente (3500 m de altitud) presentó valores de abundancia intermedios (62 especímenes) con respecto a las sitios de la parte baja y de los sitios 5, 7 y 8 (Cuadro 4, Fig. 61). Este sitio presentó el mismo número de especies que el sitio 4, sin embargo, *Cribraria mirabilis*, *C. splendens* y *C. vulgaris* presentaron abundancias relativas muy altas.

En las unidades de muestreo se observan tendencias similares, es decir, de los 3100 a 3250 m de altitud generalmente se encontraron 10 o menos colonias por tronco, salvo en algunas unidades de muestreo. De los 3300 m a los 3450 m de altitud se presentaron entre 20 y 40 individuos, salvo en las unidades del sitio 6, donde no se rebasaron las 15 colonias por unidad de muestreo; la unidad 8C sobrepasó estos valores al presentar 64 individuos. Finalmente, en las unidades del sitio 9 el número de individuos fue variable (Cuadro 4, Fig. 62).

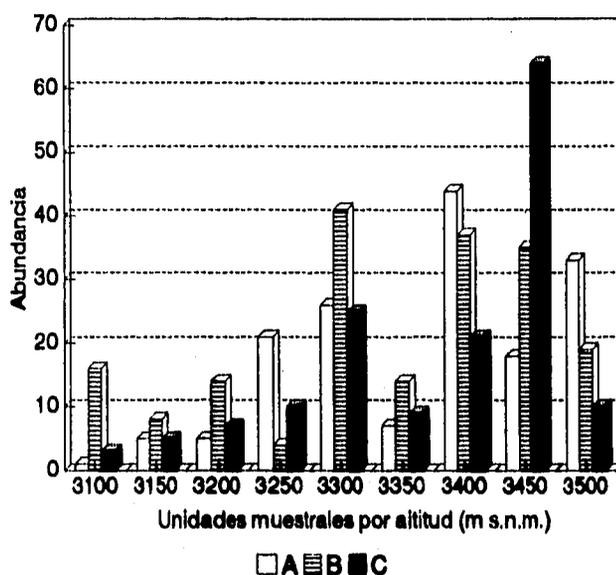


Figura 62. Abundancia de especímenes del orden Liceales por unidad muestral

En los sitios y en las unidades donde los valores de abundancia fueron considerablemente altos, es decir, que sobrepasaron los 30 individuos, siempre se presentó dominancia de una o dos especies. Tales fueron los casos de las unidades 5B con 27 individuos de *Cribraria vulgaris*; la unidad 7B, con 17 individuos de *C. splendens* y 28 de *C. vulgaris*; la unidad 7A, con 15 individuos de *Lycogala epidendrum*; la unidad 8C, con 46 individuos de *Cribraria piriformis*, y la unidad 8B, con 18 individuos de *C. mirabilis* y 18 de *C. purpurea* (Cuadro 4).

Los valores de abundancia tan altos de estas siete especies no se presentaron en otras unidades de muestreo e incluso su abundancia en otras unidades fue relativamente baja. Lo anterior se debe a que, en cada unidad, las colonias de estas especies fueron muy grandes y permanentes durante gran parte del tiempo de estudio, es decir, se encontraron nuevas fructificaciones sobre las viejas colonias. Esto podría indicar que las condiciones de esos

microhábitats favorecieron el establecimiento y permanencia casi constante de estas especies, a través, de la repetición continua de sus ciclos de vida (germinación, formación de plasmodios, fructificación, liberación de esporas y nuevamente germinación).

### 8.2.3. DIVERSIDAD

La diversidad en una comunidad determinada refleja tanto el número de especies (riqueza) como la distribución de los individuos en cada una de ellas (abundancia). Así, se tiene que a un mayor número de especies el valor de diversidad se incrementa pero además si hay mayor uniformidad en la distribución del número de individuos en cada especie, también se incrementará la diversidad. En este sentido, la diversidad presenta una relación inversa contra la abundancia, observándose que a mayor diversidad las especies serán menos abundantes, cumpliéndose el caso contrario, es decir, que al ser menos diversa una comunidad, la abundancia relativa de las especies será más alta (Odum, 1980).

En el presente estudio se puede observar que los valores más altos de diversidad correspondieron a los sitios ubicados a los 3400, 3350 y 3200 m de altitud (Cuadro 5, Fig. 63).

En el sitio 7 (3400 m de altitud), se encontraron 14 taxa, pudiéndose esperar un valor de diversidad muy alto; no obstante, especies como *Lycogala epidendrum*, *Cribraria argillacea* y *C. splendens* presentaron abundancias relativas muy altas, por lo que la diferencia con respecto a los sitios 6 y 3 no fue muy marcada (Cuadro 4, 5).

En el trabajo realizado previamente para el orden Stemonitales (Rodríguez-Palma, 1992) también se obtuvo el valor de diversidad más alto para el sitio de los 3400 m de altitud. En ese caso, la riqueza de especies fue alta y las abundancias relativas de las especies homogéneas. Es probable que las condiciones prevalecientes en esta zona hayan sido favorables para la fructificación de muchas especies tanto del orden Liceales como del orden Stemonitales pero también es posible que los valores que se obtuvieron en ambos casos hayan sido simplemente una coincidencia.

En los sitios de los 3350 y 3200 m se encontraron 10 especies y en ambos casos la distribución de los individuos en cada especie fue homogénea, propiciando también valores de diversidad altos (Cuadro 4).

Otro sitio que presentó un valor de diversidad relativamente alto fue el ubicado a los 3250 m de altitud (Cuadro 5, Fig. 59) con ocho taxa y con abundancias bajas tanto totales como por especie (Cuadro 4, Figs. 61-62).

**Cuadro 5. Diversidad (H') de especies por sitio y por unidad muestral**

SITIO	ALTITUD (m s.n.m.)	UNIDAD MUESTRAL	H' POR SITIO	H' POR UNIDAD MUESTRAL
1	3100	A	1.529	0.000
		B		1.401
		C		0.636
2	3150	A	1.566	0.500
		B		1.256
		C		0.950
3	3200	A	2.045	0.500
		B		1.944
		C		1.277
4	3250	A	1.846	1.405
		B		0.692
		C		0.897
5	3300	A	1.694	1.518
		B		1.068
		C		0.443
6	3350	A	2.078	1.277
		B		1.832
		C		1.671
7	3400	A	2.108	1.832
		B		1.518
		C		1.612
8	3450	A	1.717	1.380
		B		1.237
		C		1.099
9	3500	A	1.667	1.705
		B		1.291
		C		1.557

H' = Diversidad de Shannon-Weaver.

El sitio 8 (3450 m s.n.m.) presentó dos especies más que el sitio 4 (3250 m s.n.m.) sin embargo, su valor de diversidad fue menor ya que las frecuencias de *Lycogala epidendrum*, *Cribraria mirabilis*, *C. piriformis* y *C. purpurea* fueron muy altas (Cuadro 4), aumentando los valores de abundancia total (Fig. 61) y abundancias relativas (Fig. 62), por lo que el valor de diversidad fue más bajo (Cuadro 5, Fig. 63).

Los sitios restantes presentaron valores de diversidad menores debido a la baja riqueza de especies y bajo número de individuos, Cuando la riqueza fue mayor, los valores de diversidad se vieron afectados por las abundancias relativas de las especies que en algunos casos fueron considerablemente altas.

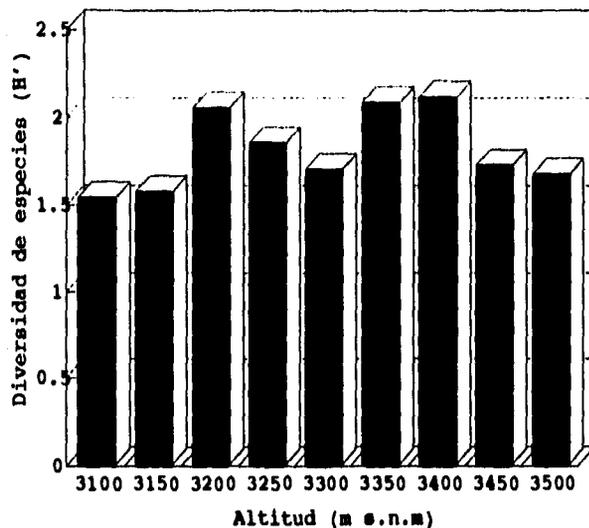


Figura 63. Diversidad de especies del orden Liceales por altitud

Las variaciones en la diversidad de cada sitio están influidas por las variaciones de cada unidad muestral, ya que cada una de ellas presenta condiciones particulares que favorecen o limitan la fructificación de algunas especies. Así, el valor de diversidad más alto correspondió a la unidad 3B, donde la riqueza de especies fue muy alta (Fig. 60) y la abundancia muy baja (Fig. 62).

En el caso contrario, la unidad que presentó la menor diversidad fue la 1A, en donde sólo fructificó una especie y en donde la diversidad fue cero (Magurran, 1988) (Cuadro 4, Fig. 64).

De acuerdo con lo anterior, se observa que los valores de diversidad dependen de la distribución, tanto de la riqueza de especies como de la abundancia de cada especie, y en el caso del orden Liceales se encontró:

- Comunidades formadas por pocas especies y pocos especímenes, dando como resultado una **baja diversidad** ( 3100 m y 3150 m de altitud).
- Comunidades con una riqueza de especies regular y con regular número de especímenes, pero heterogéneamente representados, dando una **baja diversidad** (3500 m de altitud).
- Comunidades formadas por muchas especies con muchos especímenes, pero con algunas especies dominantes dando, una **baja diversidad** (3300 m y 3450 m de altitud).

- Comunidades con una riqueza de especies intermedia pero con pocos especímenes y heterogéneamente representados dando una **diversidad intermedia** (3250 m de altitud).

- Comunidades formadas por muchas especies y pocos especímenes pero éstos representados homogéneamente, dando una **alta diversidad** ( 3200 y 3350 m de altitud).

- Comunidades formadas por muchas especies y con muchos especímenes y más o menos representados homogéneamente dando **alta diversidad** (3400 m de altitud).

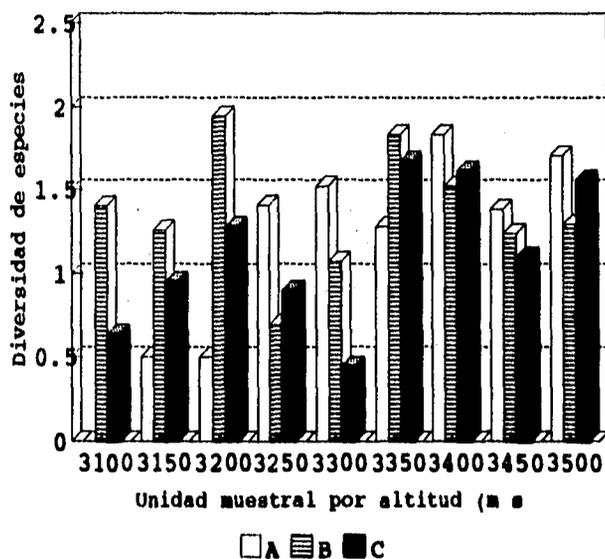


Figura 64. Diversidad de especies del orden Liceales por unidad muestral.

Las variaciones en la composición de especies, así como en la abundancia, riqueza y diversidad del orden Liceales en las diferentes unidades muestrales y en cada sitio de muestreo, se deben a la interacción de diversos factores que favorecen o limitan la fructificación de los diferentes taxa. Así, la riqueza de especies está condicionada por la variedad de microhábitats que se forman en cada unidad muestral y de cada sitio de muestreo. Las variaciones de microhábitat dependen, entre otras cosas, de: i) la diversidad vegetal que exista en el lugar, ya que de ella depende la diversidad de sustratos que se encuentren disponibles; ii) el tiempo de muerte de los sustratos, es decir, el tiempo que ha pasado desde que éstos cayeron al suelo; iii) el grado de colonización sobre los troncos de organismos, como musgos, líquenes y hepáticas; iv) el grado de descomposición de los sustratos; v) la cantidad de humedad que retiene cada sustrato, y vi) el grado de inclinación y área de exposición de los troncos. Asimismo, los

factores macroambientales como humedad, temperatura y disposición de la cobertura vegetal, podrían jugar un papel relevante en la formación de microambientes. Otros factores, como la pendiente de los sitios muestrales y presencia de arroyos o barrancas aledaños, también podrían influir en el grado de humedad de cada unidad de muestreo. Por otro lado, la abundancia relativa de cada especie podría depender de la cantidad y disponibilidad de nutrientes presentes en cada sustrato, los que seguramente permitieron, cuando se presentaron en forma abundante, que algunas especies repitieran sus ciclos de vida constantemente y fueran dominantes en las comunidades establecidas.

#### 8.2.4. SIMILITUD ENTRE SITIOS Y UNIDADES DE MUESTREO

Para comparar la composición de especies del orden Liceales entre los diferentes sitios de muestreo, se utilizó un índice de similitud que considera sólo la presencia o ausencia de las especies. En este análisis, se obtuvo un dendrograma con un índice de correlación ( $r$ ) de 0.911 (Fig. 65, Anexo IIA) y en el que se observa que se forman dos bloques (conjuntos) de sitios. En el primero, los sitios más semejantes en cuanto a su composición de Liceales fueron el 2 y el 9. Su semejanza se debe a que todas las especies del primer sitio se comparten con el segundo (Cuadro 4).

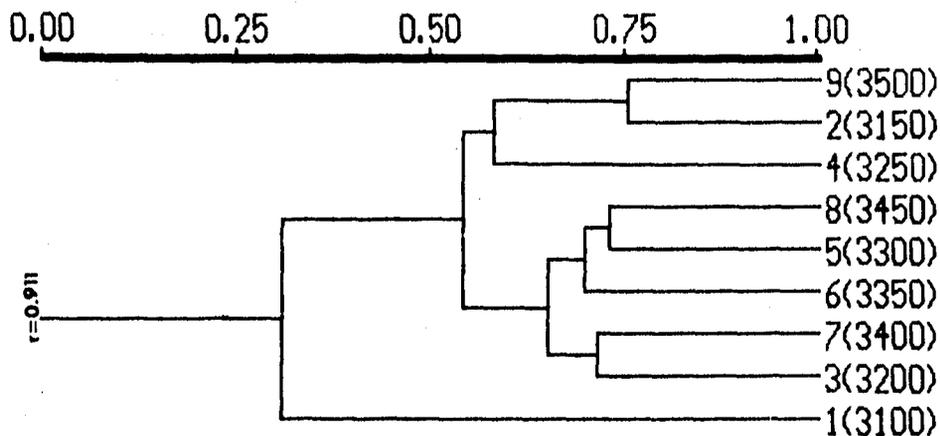


Figura 65. Grado de similitud entre sitios de muestreo, utilizando el coeficiente de Jacard.

El parecido tan grande en la composición de especies de ambas zonas puede estar ligado a los tipos de sustratos de cada una de ellas y a las condiciones macroambientales prevalecientes, ya que como se señaló en el trabajo de Rodríguez-Palma (1992), las condiciones del sitio 2, es decir, el ubicado a los 3150 m de altitud, fueron muy semejantes a los sitios encontradas a mayor altitud. No obstante, en el sitio de los 3150 m s.n.m., la pendiente fue más pronunciada por lo que probablemente la humedad a nivel del suelo se perdía más rápido, disminuyendo la humedad ambiental. Por esta razón, los valores de abundancia fueron distintos entre ambas zonas pero los valores de riqueza y diversidad, así como la composición de especies, fueron muy cercanos (Figs. 56, 58, 60).

En el trabajo previo, desarrollado para el orden Stemonitales (Rodríguez-Palma, 1992), también se presentó una relación cercana entre estos dos sitios, ya que los valores de diversidad fueron muy parecidos y de alguna manera esto refleja que las condiciones de dichos lugares son muy cercanas, incluso a nivel de microhábitats.

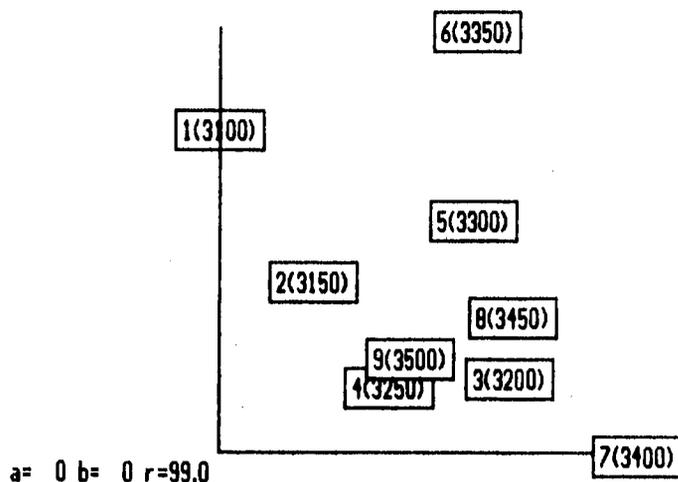
El otro sitio del primer bloque fue el 4, ubicado a los 3250 m s.n.m., el cual compartió cinco especies con los sitios 2 y 9, uniéndose con un porcentaje de similitud del 60% aproximadamente.

En el otro conjunto, se unen los sitios 8, 5, 6, 7, y 3. Este bloque corresponde a las sitios ubicados en la parte media del gradiente, es decir, los ubicados de los 3200 m a los 3450 m de altitud, sitios en donde se observan los mayores valores de diversidad, y en donde existe mayor cobertura vegetal y mayor humedad ambiental, condiciones similares que propiciaron una composición de especies similar. Este conjunto de cinco sitios se une al bloque anterior, con un porcentaje de similitud del 50 %, y compartiendo a *Lycogala epidendrum*, *Cribraria argillacea*, *C. atrofusca*, *C. mirabilis* y *C. vulgaris* (Fig. 65, Cuadro 4).

El sitio 1, ubicado a los 3100 m de altitud, quedó totalmente separado del resto de los sitios, ya que de las seis especies que presentó, sólo dos de ellas se encontraron en todo el gradiente, y *Lindbladia tubulina* fue exclusiva de este sitio; además, especies comunes a todos los otros sitios, como *Cribraria argillacea*, *C. atrofusca* y *C. mirabilis* no se observaron en este sitio, por lo que su similitud es de apenas un 30% con el resto de los sitios (Fig. 65, Cuadro 4). La disimilitud tan grande en la composición de especies de este sitio pudo estar influida por las condiciones macro y microambientales que en este caso estuvieron determinadas por la mayor exposición a la insolación de las unidades de muestreo.

En cuanto al análisis de componentes principales para los sitios de muestreo, utilizando un índice de similitud cualitativo, se obtuvieron varios componentes, pero sólo en el primero

(siguiendo la gráfica de izquierda a derecha, Fig. 66), observamos que existe una gradación dada básicamente por el número de especies. La ordenación de los sitios va de los que presentaron de menor a mayor número de especies. El primer sitio fue el ubicado a los 3100 m con seis especies, le siguen los sitios de los 3150 m, 3250 m y 3500 m con ocho, la ubicada a los 3450 m, 3200 m y 3350 con 10, el sitio de los 3300 con nueve especies y el sitio de los 3400 m, que es el último, con 14 especies. Este componente explica el 93 % del agrupamiento.



**Figura 66.** Análisis de componentes principales por sitios de muestreo, utilizando el coeficiente de Jacard.

Ahora bien, si se comparan las comunidades de mixomicetes para los sitios de muestreo con un índice que tome en cuenta las abundancias relativas de cada especie (Fig. 67, Anexo IIB), se obtiene un dendrograma con un índice de correlación de 0.91, en el cual se forman dos grandes grupos, el primero con los sitios 9, 2, 5 y 1, sitios que presentaron los valores de diversidad más bajos (tomando en cuenta abundancia y riqueza de especies), es decir, valores menores a 1.67. En el segundo bloque se encuentran los sitios 3, 4, 6, 7 y 8. Todos los sitios, salvo el último, presentaron alta diversidad de especies, es decir, con valores mayores a 1.85. El sitio 8, es decir, de los 3450 m s.n.m. se agrupó con un porcentaje de similitud de apenas un 20%. El valor de diversidad para este sitio fue de 1.7, quedando intermedio entre ambos bloques pero agrupándose con el segundo por compartir más especies.

En el análisis de componentes principales realizado con un índice cuantitativo, observamos en el primer componente (Fig. 68), que se forman tres bloques básicamente. El primero agrupa a la

mayoría de los sitios, el segundo corresponde con el sitio 9, y el último agrupa a los sitios 5, 7 y 8. En este caso el arreglo de los bloques está dado por la abundancia de especies en cada sitio que va de menor a mayor. En el primer bloque todas las sitios presentan de 18 a 30 individuos en total (Tabla IV), en el segundo bloque se dobla el número de individuos (62) y en el tercer bloque los sitios presentan de 90 a 117 individuos. Este arreglo podría estar relacionado con las condiciones que propician la esporulación de las especies o el desarrollo del ciclo de vida, es decir, factores como la humedad y disponibilidad de alimentos, entre otros. El componente aquí analizado, explica el 92% de la agrupación.

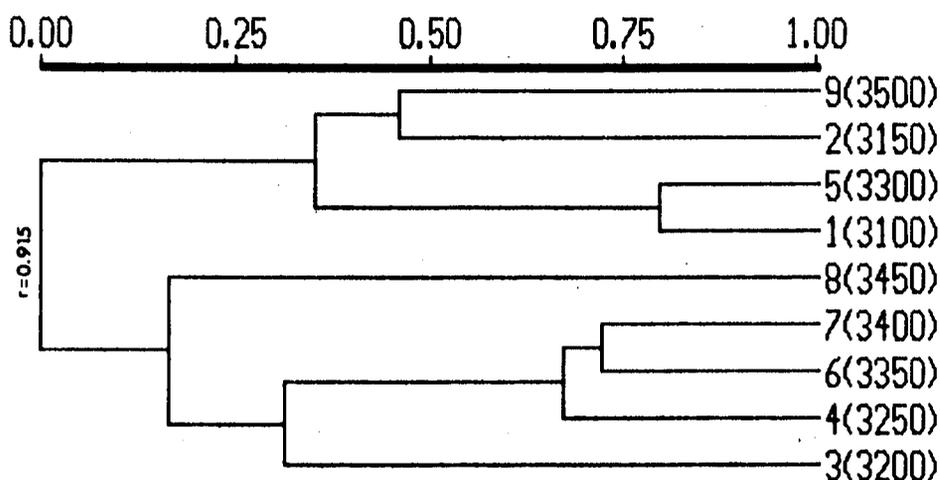
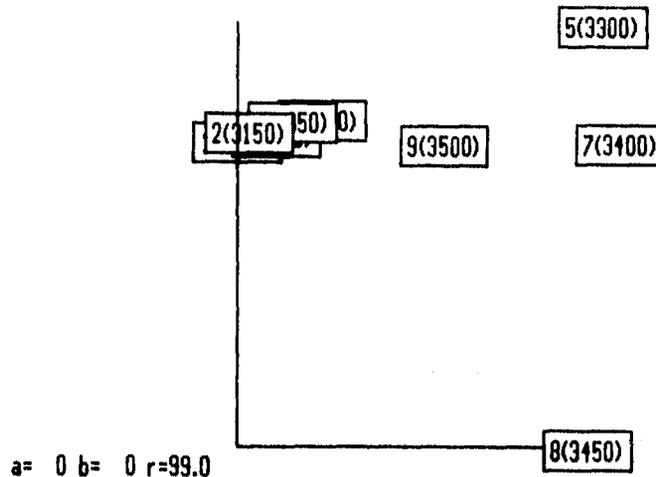


Figura 67. Grado de similitud entre los sitios de muestreo, utilizando el índice de Morisita.

En el segundo componente (recorriendo la gráfica de abajo hacia arriba, Fig. 68) sólo se separa el sitio 9 y el resto de los sitios formaron un solo grupo. Su separación puede deberse a que el sitio 9 presentó el mayor número de individuos, pero también algunas especies lo caracterizan como un sitio particular; estas especies fueron *Cribraria piriformis* con 46 individuos, especie que en ningún otro sitio presentó más de cuatro individuos, y *Cribraria purpurea* con 20 individuos, en tanto que en los otros sitios no presentó más de ocho individuos (Cuadro 4).

El análisis cualitativo mostró un intervalo de similitud mayor entre las sitios ya que la mayoría de ellas se agruparon entre un 50 y 75 % de semejanza (Fig. 65), en tanto que en el análisis cuantitativo, la mayoría se asemejan de un 5 a un 50% y sólo algunas alcanzan índices hasta de 75 % (Fig. 67). Esto podría indicar que aunque las especies encontradas en los sitios de

muestreo son básicamente las mismas, sus abundancias relativas pueden variar significativamente de un sitio a otro o de una unidad muestral a otra, lo que podría tener relación con los ciclos de vida repetitivos una vez que la especie se ha establecido en un sustrato determinado.



**Figura 68. Análisis de componentes principales para los sitios de muestreo, utilizando el índice de Morisita.**

De igual forma, también se aplicó el análisis cualitativo de similitud para las unidades de muestreo (Anexo IIIA). En el dendrograma obtenido (Fig. 69) se agruparon básicamente nueve bloques y cuatro unidades relativamente aisladas, considerando a cada bloque con un porcentaje de similitud no menor al 50% aproximadamente.

El primer bloque se encuentra formado por las unidades **9A**, **7Bb**, **9B**, Y **7C**. En este caso, las unidades muestrales con mayor similitud fueron la **9A** y **7B**, semejantes aproximadamente en un 85%. La primera unidad presentó seis especies y la segunda siete, compartiendo la primera a todas sus especies (Fig. 69, Cuadro 4).

El segundo bloque lo componen las unidades **9C**, **6B**, **4A**, **8B**, **2B**, **8C**, **5A**, Y **3B**, ocho unidades de muestreo y en este bloque se encuentran otras dos unidades con un porcentaje de similitud relativamente alto (85%); estas unidades fueron la **6B** y la **4A** con siete y seis especies respectivamente, de las cuales compartieron seis.

La unidad **6A** conforma una unidad relativamente aislada ya que ésta, se une a los dos bloques anteriores con un 48% de similitud aproximadamente.

El siguiente bloque está formado por las unidades 6A, 7A, y 6C.

Las unidades 5C y 1B también quedan separadas del resto.

El siguiente bloque está formado por las unidades 5B, 3C y 2C.

Nuevamente, las unidades 4C y 3A quedan, cada una, separadas como un sólo bloque.

El siguiente bloque lo forman las unidades 2A y 1A las que comparten sólo una especie y difieren en una.

Las últimas dos unidades conforman otro bloque aunque su similitud alcanza apenas un 30%, estas unidades quedaron separadas del resto de las unidades muestrales y se unen a todas ellas con un grado del 15 % de semejanza.

La afinidad en cuanto a las comunidades de mixomicetes establecidas en las diferentes unidades de muestreo, de alguna manera podría reflejar la similitud de las condiciones tanto macro como de microhábitat. En este sentido, al comparar las unidades de muestreo tomando como referencia algunas características de los sustratos cuantificados durante el tiempo de muestreo (Rodríguez-Palma, 1992), se observó que efectivamente son similares en algunos aspectos aunque no exactamente iguales; por ejemplo, al analizar las unidades 6A y 7B que fueron las que presentaron las comunidades de mixomicetes más parecidas, se tiene que las dos unidades muestrales tuvieron una pendiente muy cercana aunque su orientación fue distinta, pero más importante parece ser el pH de los sustratos, que fue muy cercano en estas unidades (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Caracterización de algunas unidades muestrales**

Unidad	Pendiente	Orientación	PH	CRA <sup>*</sup>	Cobert. epifitas
6A	25 %	N-S	4.74	126	24.19 %
7B	26 %	O-ESE	4.94	---	69.36 %
6B	30 %	E-O	4.52	118	33.57 %
4A	00 %	NE-SO	3.99	190	44.22 %
8B	0 %	NNE-SE	4.55	101	75.62 %
2B	55 %	SSW-NNE	4.60	254	77.35 %

Tomado de Rodríguez-Palma, 1992.

\* Capacidad de retención de agua (gr H<sub>2</sub>O/100 gr de madera)

Otro par de unidades con alto grado de similitud fueron la 6B y la 4A. En este caso, la pendiente no fue muy parecida pero la orientación sí y el pH, CRA y cobertura de epífitas presentaron valores relativamente cercanos (Cuadro 6). Además, debemos considerar que la similitud también puede estar dada por factores que no se han podido evaluar, como por ejemplo el grado de insolación, desecación, estructura física y química de las unidades de muestreo, etc.

Otro grupo de unidades de muestreo con índices de similitud relativamente alta fueron la 8B y la 2B. En este caso, el pH y la cobertura de epífitas presentaron valores muy cercanos.

Como en los casos anteriores se podrían explicar algunas otras situaciones, observando que las condiciones de microhábitat de cierta forma se relacionan con la composición de comunidades de mixomicetes. No obstante, se debe tomar en cuenta que existen otros factores que propician condiciones diferenciales en cada unidad de muestreo y que aquí no se han señalado, ya que aparte de las condiciones de los sustratos, el efecto combinado de otros factores como humedad, luz, temperatura, vegetación y tipo de suelo, entre otros, podrían ser muy importantes para el establecimiento de los plasmodios y su posterior fructificación.

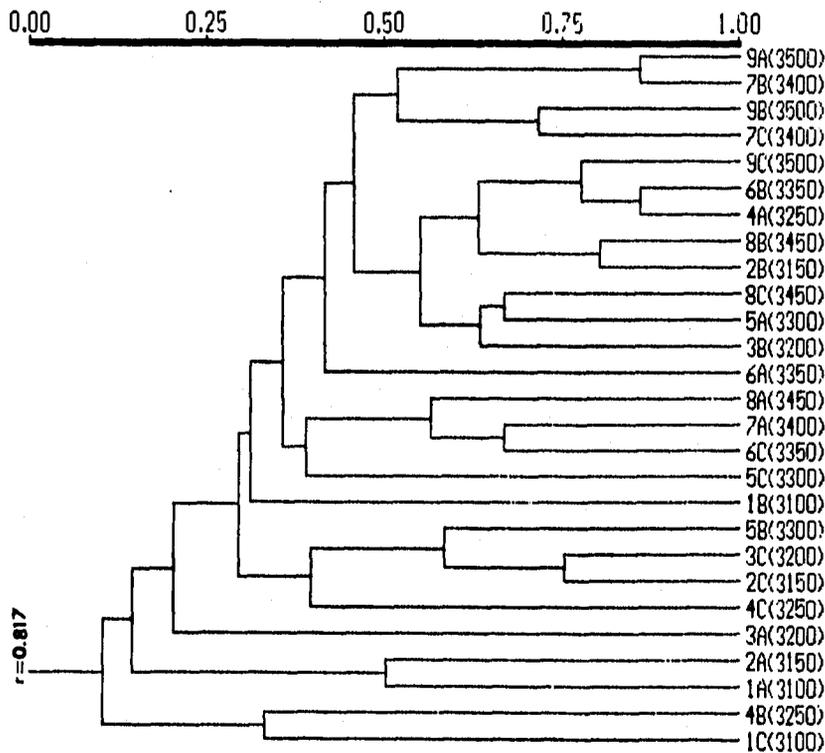
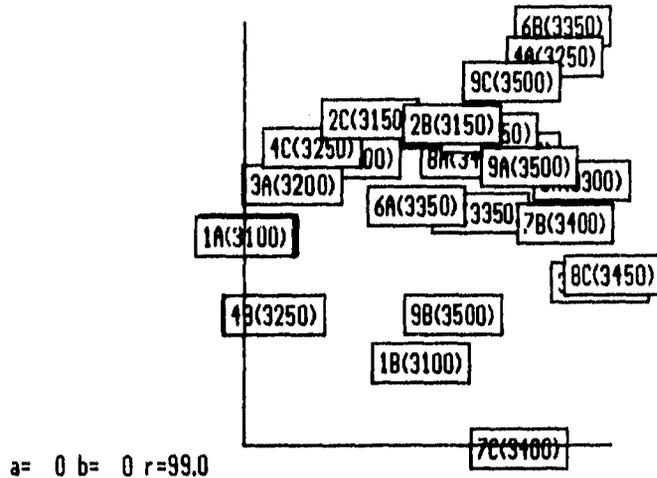


Figura 69. Grado de similitud entre las unidades de muestreo, utilizando el coeficiente de Jaccard.

Por otro lado, en el análisis de componentes principales para las unidades de muestreo utilizando el coeficiente de Jacard, se observa en el primer componente la formación de grupos continuos que responden a un gradiente de riqueza y que va de menor a mayor (Fig. 70). Este componente explica el 81% del agrupamiento.

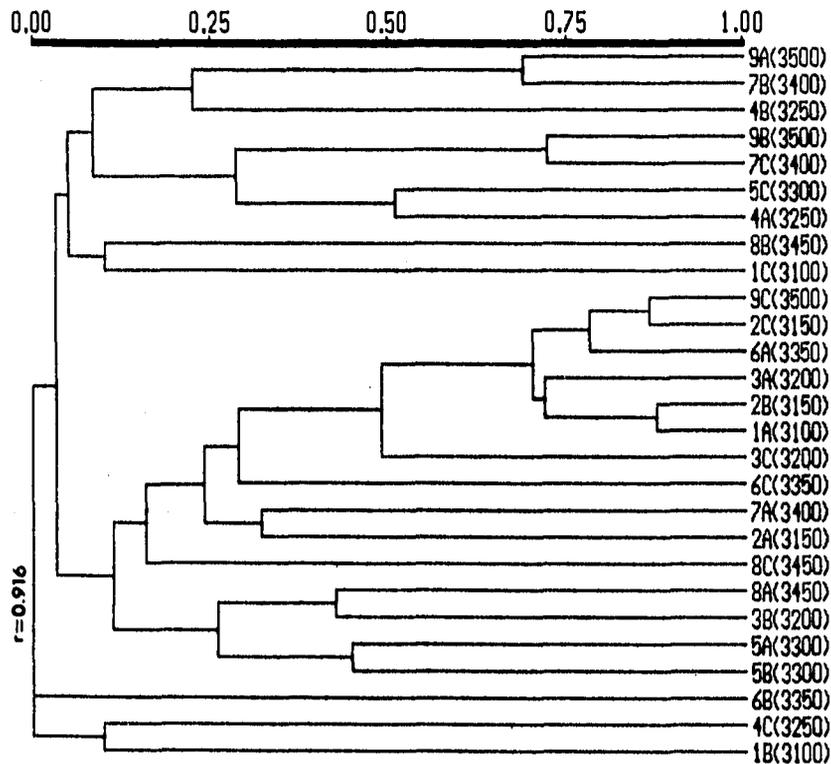


**Figura 70. Análisis de componentes principales para las unidades de muestreo, utilizando el coeficiente de Jacard.**

Ahora bien, cuando se realizó el análisis de similitud tomando en cuenta los valores de abundancia de las especies para las unidades de muestreo, se obtuvo el dendrograma con un patrón completamente distinto al obtenido en el análisis cualitativo (Fig. 71, Anexo IIIB). En este caso se observa la formación de cuatro bloques. El primer bloque lo forman las unidades 9A y 7B con alrededor del 69% de similitud. El segundo bloque, estuvo formado por las unidades 9B y 7C con 72% de semejanza. El tercero formado por las unidades 5C y 4A. El último bloque, formado por las unidades 9C, 2C, 6C, 3A, 2B Y 1A. Este último bloque agrupó al mayor número de unidades y presentó un grado de similitud alto con alrededor del 70%. Su agrupación pudo estar dada por el pequeño número de especies que presentó cada unidad y por la baja proporción que tienen las especies compartidas. El resto de las unidades quedaron separadas.

De acuerdo con lo anterior, es claro que dependiendo de las condiciones particulares de cada unidad de muestreo, se presentaran unas u otras especies de mixomicetes, pero además la abundancia en la que se presenten será también diferente y esto propicia la igualdad o diferencia al comparar las comunidades de mixomicetes

entre una y otra unidad. En este sentido, a pesar de que la mayoría de las unidades de muestreo compartieron al menos una especie con alguna otra unidad, casi todas quedaron separadas a un 50 % de similitud, ya que el número de individuos en cada unidad fue contrastante.

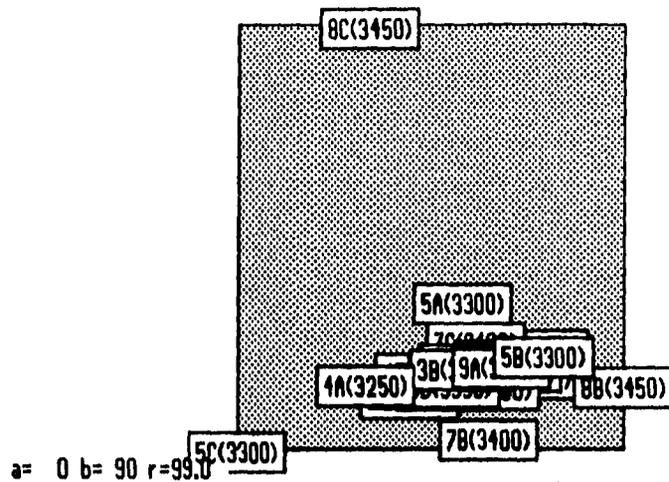


**Figura 71. Grado de similitud entre las unidades de muestreo, utilizando el índice de Morisita.**

En cuanto al análisis de componentes principales con un índice cuantitativo (Fig. 72, Anexo III B) se observa que en el primer componente todos los sitios forman un solo grupo, separándose ligeramente la unidad 5C. En el segundo componente se forman dos grupos, uno que corresponde a la unidad 9C, y el otro que agrupa al resto de las unidades. La separación se debe a que la unidad 9C fue la que presentó riqueza y abundancia de especies más alta (ocho especies y 64 individuos), en tanto que el resto de las unidades presentaron entre uno y 44 individuos en total. El primer componente explica el 82% del agrupamiento y el 35 y 78% para el segundo y tercero respectivamente.

Lo anterior demuestra que cada unidad puede albergar comunidades diferentes, a pesar de que las condiciones macroclimáticas sean más o menos similares y el establecimiento de las comunidades responda a una combinación compleja de factores

difíciles de analizar por el momento, pero muy interesantes de evaluar en trabajos futuros.



**Figura 72. Análisis de componentes principales para las unidades de muestreo, utilizando el índice de Morisita.**

### 8.3. ÍNDICE DE IMPORTANCIA

La distribución de las especies es el resultado de su interacción con las características fisicoquímicas del ambiente y con otras especies presentes; por ello, se observa comúnmente que la alta frecuencia de aparición de una especie favorecida por el medio, determina una baja frecuencia de aparición de otras especies, es decir, que las primeras determinan la estructura de la comunidad. En este sentido, la estimación de los índices de importancia de las especies que constituyen una comunidad, será una forma de evaluar algunas de las características estructurales de la misma.

En el presente análisis se observó que la especie dominante del orden Liceales en la zona del Volcán La Malintzi fue *Cribraria vulgaris*, presentando el 25% de la abundancia total (Cuadro 7, Fig. 73); le siguen en importancia *Lycogala epidendrum* con 18.2%, *Cribraria mirabilis* con 16.4% y *Cribraria piriformis* con 11.9% (Fig. 73). Le siguen en proporciones intermedias *Cribraria purpurea* con 7.2%, *C. atrofusca* con 5.9%, *C. argillacea* con 5.9% y *C. splendens* con 5.9% también (Cuadro 7, Fig. 73).

Cuadro 7. Valor de importancia de las especies encontradas y categoría a la que corresponden

ESPECIES	ÍNDICE IMPORTANCIA	CATEGORÍA				
		R	O	C	A	M
Familia Liceaceae						
<i>L. parasitica</i>	0.18 %	X				
<i>Licea pusilla</i>	1.98 %		X			
<i>L. pygmaea</i>	1.98 %		X			
<i>L. sp 1</i>	0.18 %	X				
Familia Enteridiaceae						
<i>Enteridium intermedium</i>	0.18 %	X				
<i>Enteridium lycoperdon</i>	0.90 %		X			
<i>E. olivaceum</i>	0.18 %	X				
<i>E. splendens</i> var. <i>juratum</i>	1.08 %		X			
<i>Lycogala epidendrum</i>	18.20 %					X
<i>L. exiguum</i>	0.36 %	X				
<i>L. flavofuscum</i>	0.18 %	X				
<i>Tubifera casparyi</i>	0.72 %		X			
<i>T. ferruginosa</i>	1.62 %		X			
Familia Cribrariaceae						
<i>Lindbladia tubulina</i>	0.18 %	X				
<i>Cribraria argillacea</i>	5.94 %				X	
<i>C. atrofusca</i>	5.95 %				X	
<i>C. mirabilis</i>	16.39 %					X
<i>C. oregana</i>	0.54 %		X			
<i>C. piriformis</i>	11.89 %					X
<i>C. purpurea</i>	7.21 %				X	
<i>C. rufa</i>	0.18 %	X				
<i>C. splendens</i>	5.94 %				X	
<i>C. vulgaris</i>	24.32 %					X

R Rara < 0.5 % del total de recolecciones  
 O Ocasional > 0.5 y < 1.5 %  
 C Común > 1.5 y < 3.0 %  
 A Abundante > 3.0 y < 6.0 %  
 M Muy abundante > 6.0 %

Finalmente el resto de las especies presentaron índices de importancia menores, ya que cada una de ellas no rebasa el 2%.

En el presente análisis, y de acuerdo con las categorías de abundancia establecidas por Stephenson et al. (1993), las especies muy abundantes (> 6%) fueron *Lycogala epidendrum*, *Cribraria mirabilis*, *C. piriformis*, *C. purpurea*, *C. splendens* y *C. vulgaris* especies que, como se mencionó, fueron las más importantes en la estructura de la comunidad (Cuadro 7). *Lycogala epidendrum* fue abundante en todas las zonas templadas incluidas en el trabajo de Stephenson et al. (1993), donde probablemente presentó abundancias muy altas. Sin embargo, ellos no consideraron la categoría de muy abundante, no obstante, que esta especie parece ser de las más abundantes en las comunidades de Liceales que se establecen en ecosistemas templados. *C. purpurea* sólo se encontró en Cheat Mountain en donde fue ocasional y *C. piriformis* fue rara en Mountain Lake, Virginia, en los Estados Unidos, y ocasional en las zonas templadas del NW de la India. *Cribraria mirabilis* y *C. vulgaris* no han sido registradas en ninguna de las localidades estudiadas por dichos autores.

La siguiente categoría correspondió a las especies abundantes (> 3 y < 6%) (Cuadro 7), en donde se encuentran *Cribraria argillacea*, la cual fue rara en Mountain Lake, ocasional en NW de la India y común en Cheat Mountain, *Cribraria splendens* rara en Mountain Lake, E. U. y ocasional en las zonas templadas del NW de la India, y *C. atrofusca* que no fue encontrada en ninguna localidad señalada por Stephenson et al. (1993).

Las especies comunes en el bosque de *Abies-Pinus* del Volcán La Malintzi fueron *Licea pusilla*, considerada ocasional para Cheat Mountain; *L. pygmaea* no fue encontrada en ninguna de las localidades citadas por los autores, y *Tubifera ferruginosa* fue ocasional en Mountain Lake, común en NW de la India e incluso abundante en Cheat Mountain.

Las especies ocasionales (> 0.5 y < 1.5 %) para el Volcán La Malintzi, fueron *Enteridium lycoperdon*, la cual se ubicó en la misma categoría para Mountain Lake y NW de la India; *Tubifera casparyi* que fue rara en Cheat Mountain; *Cribraria oregana* también rara para el Este de Norteamérica, y *Enteridium splendens* var. *juranum* que no fue encontrada en las zonas estudiadas por Stephenson et al. (1993).

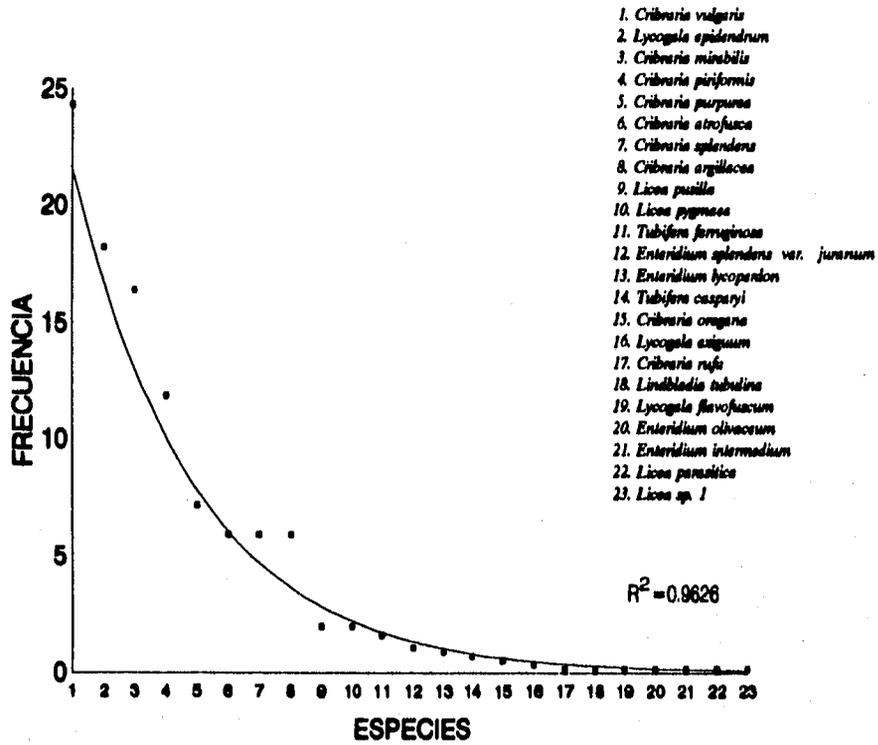
El resto de las especies encontradas en el Volcán La Malintzi correspondieron a la categoría de "especies raras" (Tabla VI), en la que encuentran *Lycogala exiguum*, *L. flavofuscum* y *Lindbladia tubulina* las que también fueron consideradas en esta categoría para las localidades de Mountain Lake, Cheat Mountain, E. U., y ocasional para el NW de la India. *Cribraria rufa* se determinó como ocasional en Mountain Lake y Cheat Mountain, E. U., en tanto que las otras especies consideradas como raras en el presente estudio

no fueron encontradas en las localidades señaladas por Stephenson et al., (1993).

Las especies del Orden Liceales encontradas en el Volcán La Malintzi se distribuyen preferentemente hacia zonas templadas, pero, dependiendo de cada sitio, las especies se presentan en diferentes proporciones, es decir, que los valores de abundancia relativa varían considerablemente de un lugar a otro. Dicha variación depende de diversos factores; uno de ellos es el tipo de vegetación, ya que en zonas templadas se pueden encontrar bosques de hoja caduca como encinares o bosques mixtos y bosques perennes como son los bosques de coníferas. Asimismo, la composición de especies vegetales de cada zona también es importante, ya que si existe mayor abundancia de un sustrato que sea requerido por una especie de mixomicete, mayor será el número de individuos que se establezcan en dicho lugar. Otros factores importantes que pueden influir en la proporción de individuos por especie son la variación latitudinal y las variaciones en los niveles de humedad y temperatura. Por otro lado, sólo *Lycogala epidendrum* fue encontrada en un ecosistema de tipo tropical en el estudio realizado por Stephenson et al. (1993), y a pesar de ser una especie con un intervalo de distribución muy amplio, fue ubicada como rara por dicho autor, lo que sugiere que las especies de Liceales no son representativas en este tipo de ambientes.

Por otra parte, en la comunidad de Liceales establecida en el Volcán la Malintzi, se observa que la mayoría de las especies son poco abundantes, en tanto que sólo algunas presentan valores de abundancia muy altos, por lo que su comportamiento se ajusta a una curva de tipo exponencial con un valor de correlación alto ( $r=0.96$ ) (Fig. 73).

Lo anterior sugiere que las especies consideradas como muy abundantes, estarían ocupando casi la mitad del nicho disponible para la comunidad de Liceales del Volcán La Malintzi. Las especies consideradas abundantes, ocupan la mitad del nicho restante y así sucesivamente, tal como se esperaría en una comunidad teórica (Odum, 1986).



**Figura 73. Curva de abundancia de las especies del orden Liceales presentes en el Volcán La Malintzi.**

## **8.4 SELECTIVIDAD DE SUSTRATOS**

### **8.4.1. Distribución en los diferentes tipos de sustrato**

La primera clasificación de los mixomicetes en grupos ecológicos fue realizada por Hertel en 1962 *fide* Ing (1994), en la cual dividió a las especies en seis grupos: folícolas, lignícolas, coniferícolas, fitófilos, coprófilos y pedófilos (estos últimos asociados a suelo). El agrupamiento se realizó tomando en cuenta el sustrato donde fructifican las especies y no donde estos organismos se alimentan; sin embargo, dadas las características peculiares de sus hábitos, la alternativa es efectuar estudios a través de sus cuerpos fructíferos, aunque se ha observado que muchas especies se alimentan en un sustrato independientemente del sustrato en donde finalmente fructifican (Ing, 1994).

En algunos trabajos, como los realizados por Maimoni-Rodella y Gottsberger (1981), Stojanowska (1983a) y Rodríguez-Palma (1992), se ha establecido una fuerte correlación entre los sustratos y los cuerpos fructíferos de algunas especies de mixomicetes, de tal suerte que esto puede ser un buen indicio para inferir los sitios donde desarrollan su fase vegetativa.

En el presente estudio, el análisis de selectividad se desarrolló tomando en cuenta las especies recolectadas en el Volcán La Malintzi, pero también se tomaron en cuenta las especies y recolecciones procedentes de otras localidades, mismas que fueron tomadas de diversos sustratos. Lo anterior se hizo con la finalidad de conocer con mayor amplitud el microhábitat de cada taxon. Asimismo, para realizar este análisis en forma más detallada, se tomaron en cuenta los reportes de la literatura disponible; no obstante, el agrupamiento realizado en esta sección se debe tomar con reserva, ya que en la literatura muchas veces no se menciona el sustrato o el tipo de vegetación donde las muestras fueron recogidas.

Todas las especies y variedades encontradas en el Volcán La Malintzi fueron recolectadas sobre troncos en diferentes grados de descomposición, así como en otros sustratos que se encontraban asociados a dichos troncos. Por tal motivo, el sustrato que se encontró asociado con mayor frecuencia a las recolecciones hechas en el presente estudio fue la madera de duramen; sobre este sustrato fructificaron los 26 taxa; le siguen en importancia la corteza en donde se presentaron seis de las especies encontradas en Tlaxcala y se reportan 17 taxa en la literatura. El siguiente sustrato más ocupado por las especies de Liceales fueron las ramas en donde fructificaron y se reportan en literatura dos y 16 especies respectivamente, y los troncos de donde se han reportado 15 taxa (Cuadro 8, Anexo IV). En el presente estudio, aunque todas las especies fueron recolectadas de troncos, se indicó en forma más precisa el sustrato donde fructificaron, en tanto que en la literatura consultada, éste se considera de forma más general.

**Cuadro 8. Incidencia por sustrato de las especies encontradas y selectividad reportada en la literatura (+).**

ESPECIES	NO. TOTAL DE MUESTRAS		SUSTRATOS														
	TLX	VLM	MADERA					PLANTAS VIVAS									
			Du	Co	Tr	To	Ra	Ta	Ho	Rc	Mu	Lj	Ho	Hm	Su		
<i>Licoa parasitica</i>	1	1	1	+		+								+			
<i>L. pusilla</i>	11	11	11	+													
<i>L. pygmaea</i>	11	11	11	+													
<i>Entoridium intermedium</i>	2	2	1	+		+		1	+								
<i>Entoridium lycoperdon</i>	6	5	4	+	4	+	+	+	+			+				+	
<i>E. olivaceum</i>	1	1	1	+		+		+									+
<i>E. splendens var. juranum</i>	6	6	6	+		+		+				1					
<i>E. splendens var. splendens</i>	2	0	1	+	1	+		+				+					
<i>Lycogala epidendrum</i>	118	101	116	+	+	+	+	+	+			19+	8	6			+
<i>L. exiguum</i>	2	2	2	+		+		+	+								
<i>L. flavofuscum</i>	3	1	3	+		+		+	+								
<i>Tubifera casparyi</i>	5	4	4	+				1									
<i>T. ferruginosa</i>	11	10	11	+	11	+	+	+			+	1	+			+	
<i>T. microsperma</i>	1	1	1	+								+					
<i>Lindbladia tubulina</i>	2	1	1	+		+		+		1						+	
<i>Cribraria argillacea</i>	41	38	41	+		+		+								+	
<i>C. atrofusca</i>	35	35	35	+				+									
<i>C. cancellata</i>	2	0	2	+		+		+	+			+		+			
<i>C. mirabilis</i>	96	91	87	+	8	+		+				10	+		1		
<i>C. oregana</i>	3	3	3	+		+		+									
<i>C. piriformis</i>	69	69	63	+	6	+	+					4					
<i>C. purpurea</i>	41	40	41	+		+											
<i>C. rubiginosa</i>	2	2		+	2							+					
<i>C. rufa</i>	1	1	1	+		+	+	+									
<i>C. splendens</i>	34	33	33	+													
<i>C. vulgaris</i>	141	135	135	+		+	+	+				11		5			

Du:Duramen    Co:Corteza    Tr:Tronco    To:Tocón    Ra:Rama  
 Ta:Tallo    Ho:Hojas    RC:Raíces    Hm:Hojarasca    TLX:Tlaxcala  
 Mu:Musgos    Lj:Líquenes    Ne:Hepáticas    Su:Suelo    VLM:Volcán La Malintzi

No obstante que la mayoría de las especies se desarrolla en madera, la predilección por los tocones fue ligeramente menor. La fructificación de mixomicetes en tocones depende del grado de desplazamiento de los plasmodios (lo que va ligado a un gasto energético mayor) y al grado de humedad que presenten. Normalmente por su posición vertical, los tocones pierden con mayor facilidad la humedad y por lo tanto es más difícil que los estados vegetativos de los mixomicetes migren hasta un tocón para fructificar. Otros sustratos utilizados con frecuencia fueron los musgos, en los que se encontraron seis especies del Volcán La Malintzi, y se han registrado cinco más en la literatura, haciendo un total de 11 especies (Cuadro 8, Anexo IV). Lo anterior se debe básicamente a que este tipo de sustrato guarda altos niveles de humedad en donde incluso podrían germinar las esporas y encontrarse las fases activas (plasmodios) de estos organismos. De acuerdo con

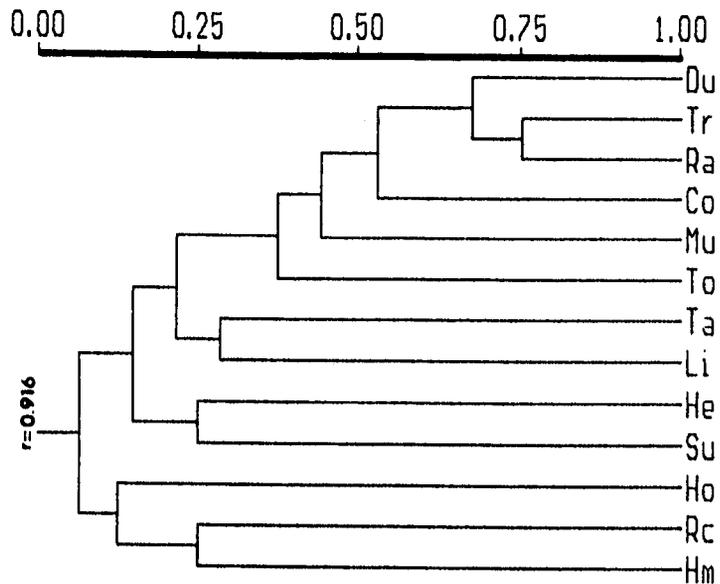
la literatura consultada, llama la atención la frecuencia en que las especies del orden Liceales se han reportado fructificando sobre tallos de plantas vivas (Cuadro 8); no obstante, ninguno de los especímenes que se encontraron en el Volcán La Malintzi estaba fructificando en este tipo de sustrato.

En la hojarasca solamente se han reportado en literatura cuatro especies de mixomicetes y curiosamente tres forman pseudoetalios y una etalios, siendo las especies que se desarrollan indistintamente en cualquier tipo de sustrato. En el Volcán La Malintzi, ninguna especie creció sobre hojas muertas. Otros sustratos, como hojas, raíces, líquenes, hepáticas y suelo, fueron ocupados en menor grado. Lo anterior está relacionado con la abundancia o cobertura de estos sustratos, ya que si se considera que los mixomicetes buscan sitios secos, ventilados y con incidencia de luz, la fructificación se dará en aquel sustrato que sea dominante, como la madera en sus diferentes formas y los musgos, sobre todo en donde la mayoría de los árboles caídos y el suelo están tapizados de este sustrato. Por otro lado, *Lycogala epidendrum*, *Cribraria mirabilis* y *C. vulgaris* se encontraron creciendo sobre hepáticas pero ninguna de las especies fue reportada sobre este sustrato. Lo anterior se debe probablemente a que el tamaño de las hepáticas es muy pequeño y normalmente estas plantas se encuentran siempre sobre un sustrato como la madera, el cual normalmente es considerado como el sustrato del mixomicete.

Ahora bien, al comparar cualitativamente mediante el coeficiente de Jacard las comunidades de mixomicetes encontradas en 13 diferentes tipos de sustratos (Anexo V), se observa que solamente se forma un bloque que incluye a las ramas, los troncos, el duramen y la corteza (Fig. 74). Todos estos sustratos comparten a *Enteridium lycoperdon*, *Lycogala epidendrum*, *Tubifera ferruginosa*, *Cribraria cancellata* y *C. piriformis* (Cuadro 8). Si se considera que las tres primeras especies forman grandes fructificaciones y las dos últimas en ocasiones forman grandes colonias, entonces necesariamente requieren de grandes sustratos o sustratos que almacenen grandes cantidades de humedad, como los antes mencionados, para llevar al cabo sus funciones y posteriormente poder fructificar.

El resto de los sustratos quedaron separados, presentando cada uno de ellos, características particulares, por lo que la composición de especies que cada cual presenta, es diferente.

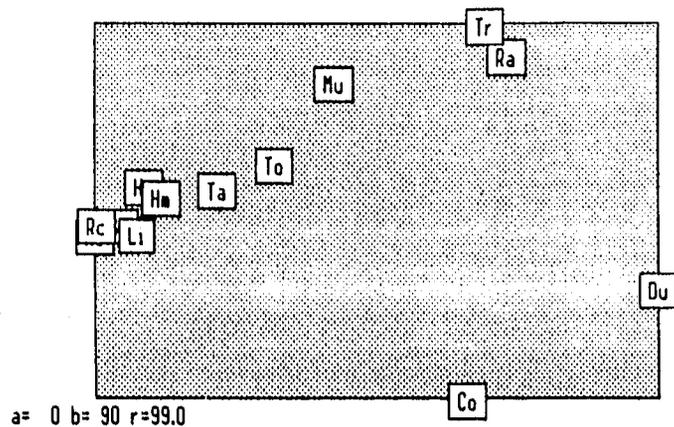
En el análisis de componentes principales para los diversos sustratos, al analizar el primer componente (Fig. 75) se presenta una separación clara de seis grupos, los cuales están acomodados de acuerdo con un gradiente de riqueza de especies de mixomicetes que fructificaron sobre ellos. El primer grupo está formado por raíces, hepáticas, hojas vivas, hojas muertas, líquenes y suelo, los cuales presentaron de una a cuatro especies. El segundo grupo lo forman los tallos, que presentaron seis especies; le sigue el bloque de



**Figura 74. Grado de similitud entre los diferentes sustratos, utilizando el Coeficiente de Jacard.**

los tocones con nueve especies y los musgos con 11. A continuación la corteza y los troncos con 17 cada uno de ellos, las ramas con 18 y finalmente el duramen, el cual queda muy separado ya que en este sustrato fructificaron 26 especies. Este componente explica el 85.6% del agrupamiento.

El segundo componente, es decir, recorriendo la gráfica de abajo hacia arriba (Fig. 75), se observa básicamente el mismo esquema, sólo que en este caso la agrupación está dada por el número de especies compartidas. En este caso se forman cuatro grupos, el primero con el duramen y la corteza, los que comparten 17 especies; el segundo grupo lo forman troncos y ramas compartiendo 14 especies. En el tercer grupo se encuentran los musgos y los tocones los que compartieron seis especies y se encuentran muy cercanos al resto de los sustratos, los cuales se unen más por presentar pocas especies que por las especies que comparten.



**Figura 75. Análisis de componentes principales para los sustratos, utilizando el coeficiente de Jaccard.**

#### **8.4.2. Selectividad y frecuencia de fructificación en los sustratos**

De acuerdo con los resultados obtenidos y con la bibliografía consultada, ocho especies fueron exclusivamente lignícolas: *Licea pusilla*, *L. pygmaea*, *Tubifera casparyi*, *Cribraria atrofusca*, *C. oregana*, *purpurea*, *C. rufa* y *C. splendens*.

Aunque *T. casparyi*, *C. atrofusca*, *C. oregana* y *C. rufa* se han reportado creciendo en ramas, tocones o troncos (Cuadro 8), como ya se mencionó, este sustrato es madera, aunque la forma en la que se presenta sea diferente. Además, la mayor parte de las recolecciones en cada caso, obtenidas del Volcán La Malintzi, se encontraron en madera de duramen (Cuadro 8).

La mayoría de las especies restantes, fueron principalmente lignícolas desarrollándose ocasionalmente en otros sustratos. Éstas fueron: *Enteridium intermedium*, *E. splendens* var. *juratum* y var. *splendens*, *E. olivaceum*, *Lycogala exiguum*, *L. flavofuscum*, *Tubifera microsperma*, *Lindbladia tubulina*, *Cribraria argillacea*, *C. cancellata*, *C. mirabilis*, *Cribraria piriformis*, *C. rubiginosa* y *C. vulgaris*.

Un número menor se desarrolló indistintamente en los otros sustratos, lo cual permite inferir que estas especies no presentan requerimientos específicos para fructificar, como: *Tubifera ferruginosa*, *Enteridium lycoperdon* y *Lycogala epidendrum*, aunque a

*Tubifera ferruginosa* se le encuentra comúnmente en troncos y ramas de coníferas en regiones templadas de todo el mundo (Ing, 1994).

De acuerdo con lo anterior, las especies se pueden agrupar en tres categorías básicamente: 1) Especies exclusivamente lignícolas; 2) Especies principalmente lignícolas que eventualmente fructifican en otros sustratos y 3) Especies generalistas

Con excepción de las especies que se restringieron a la madera de duramen, ninguna otra especie presentó predilección marcada por alguna forma de sustrato (Cuadro 8, Anexo IV), sin embargo, la predilección de alguna especie se da a otro nivel, ya que muchas de ellas se restringen a especies de plantas o comunidades vegetales específicas (Cuadro 9, Anexo IV). Asimismo, la predilección por

**Cuadro 9. Géneros de plantas con las que se asocian las especies encontradas**

ESPECIES DE MIXOMICETES	GÉNEROS DE PLANTAS CON LOS QUE SE ASOCIAN
<b>Familia Liceaceae</b>	
<i>Licea parasitica</i>	<i>Pinus, Quercus, Fagus, Juniperus, Mimosa, Taxus, Populus</i>
<i>Licea pusilla</i>	<i>Pinus, Picea, Eucalyptus, Platanus</i>
<i>L. pygmaea</i>	<i>Pinus, Nothofagus</i>
<b>Familia Enteridiaceae</b>	
<i>Enteridium intermedium</i>	<i>Tamaris</i>
<i>E. lycoperdon</i>	<i>Abies, Pinus, Picea, Quercus, Alnus, Eucalyptus, Fagus, Betula, Populus, Ulmus, Salix</i>
<i>E. olivaceum</i>	<i>Abies, Pinus, Quercus, Juniperus</i>
<i>E. splendens</i> var.	
<i>Juranum</i>	<i>Pinus, Picea, Quercus, Eucalyptus</i>
<i>E. splendens</i> var.	<i>Pinus, Quercus, Eucalyptus, Picea, Salix, Amelanchier, Betula,</i>
<i>splendens</i>	<i>Populus</i>
<i>Lycogala epidendrum</i>	<i>Abies, Pinus, Castanea, Betula, Populus, Quercus, Alnus, Corylus,</i>
	<i>Fagus, Picea, Euphorbia, Salix, Citrus, Eucalyptus</i>
<i>L. eriguum</i>	<i>Pinus, Betula, Ulmus, Cedrus, Acer</i>
<i>L. flavofuscum</i>	<i>Pinus, Picea, Quercus, Populus, Eucalyptus, Acer, Schinus</i>
<i>Tubifera casparyi</i>	<i>Abies, Pinus</i>
<i>T. ferruginosa</i>	<i>Abies, Pinus, Picea, Quercus, Populus, Fagus</i>
<i>T. microsperma</i>	<i>Quercus</i>
<b>Familia Cibrariaceae</b>	
<i>Lindbladia tubulina</i>	<i>Pinus, Picea, no común en madera de angiospermas</i>
<i>Cibraria argillacea</i>	<i>Abies, Pinus, Prunus, Quercus, Olea</i>
<i>C. atrofusca</i>	<i>Abies, Pinus, Picea</i>
<i>C. cancellata</i>	<i>Abies, Pinus, Ulmus, Populus, Nerium</i>
<i>C. mirabilis</i>	<i>Abies, Pinus, Quercus</i>
<i>C. oregana</i>	<i>Abies, Pinus, Picea</i>
<i>C. piriformis</i>	<i>Pinus, Chamaelyparis</i>
<i>C. purpurea</i>	Coníferas y gimnospermas decayentes
<i>C. rubiginosa</i>	<i>Pinus</i>
<i>C. rufa</i>	<i>Abies, Pinus, Quercus, Picea, Tsuga</i>
<i>C. splendens</i>	<i>Pinus</i>
<i>C. vulgaris</i>	<i>Pinus</i>

algún sustrato puede estar condicionada por el tipo de vegetación y las especies de mixomicetes pueden encontrarse restringidas a un tipo de sustrato porque el ecosistema carece de otros sustratos (Harkönen, 1988; Maimoni-Rodella y Gottsberger, 1980). Esta observación se puede constatar en muchos taxa encontrados en el

Volcán La Malintzi, como *Tubifera casparyi*, *Lindbladia tubulina*, *Cribraria atrofusca*, *C. oregana*, *C. rubiginosa*, *C. splendens* y *C. vulgaris*, las que de acuerdo con los registros de la literatura (Cuadro 9, Anexo IV), sólo se asocian con especies de Gimnospermas, y en algunos casos sólo con madera de *Abies* y/o *Pinus* (Cuadro 9).

De igual forma, en la literatura consultada sólo se encontraron registros de *Enteridium intermedium* asociados con plantas del género *Tamaris*, y de *Tubifera microsperma* con plantas del género *Quercus* (Anexo IV); sin embargo, no se pueden considerar exclusivas para esas especies o géneros de plantas ya que en la literatura, a pesar de encontrarse registradas las especies, no se menciona el tipo de vegetación en el que fueron encontradas y mucho menos se especifica el tipo de sustrato o la especie de planta sobre la que crecen, considerándose en la mayoría de los casos a la madera muerta como sustrato. Asimismo, muchas de éstas especies sólo se han reportado para ecosistemas que incluyen coníferas (Cuadro 9, Anexo IV).

Así como existe un alto grado de selectividad para determinados sustratos y especies vegetales, otras especies no presentan selectividad y se asocian con una gran cantidad de especies de plantas, como *Enteridium lycoperdon*, *Enteridium splendens* var. *splendes*, *Lycogala epidendrum* y *L. flavofuscum* (Cuadro 9, Anexo IV).

## 8.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES

### 8.5.1. Distribución geográfica por zonas climáticas

De acuerdo con la distribución por zonas climáticas recopilada en la literatura para cada una de las especies de Liceales encontradas en el estado de Tlaxcala (Anexo IV), se observaron cuatro tendencias básicas: 1) Especies con distribución en zonas frías y templadas, 2) especies de distribución templada y tropical, 3) especies de amplia distribución y 4) especies cosmopolitas. De acuerdo con esta clasificación, la distribución de las especies esta considerada de forma muy general, no obstante, considerarla en este sentido puede acarrear grandes confusiones, ya que se observó que algunas especies de mixomicetes, a pesar de que se reportan para diversas zonas climáticas, en realidad pueden tener preferencia por ambientes particulares. No obstante, muchos registros encontrados en la bibliografía no aportan información precisa sobre los climas, tipos de vegetación y sustratos donde se encontraron las especies. Como ejemplos de lo anterior se pueden citar los casos de *Cribraria purpurea* y *Cribraria piriformis*. Farr (1976) señaló que la primera especie se ha encontrado en Venezuela, y la segunda, en Panamá, haciendo alusión a que ambas especies se desarrollan sobre madera de coníferas. Estos datos crean confusión ya que en las zonas referidas no proliferan los bosques de coníferas, aunque esto no excluye la posibilidad de que éstas puedan ser introducidas. La presencia de *Cribraria piriformis* en Panamá fue tomada por Farr (1976) del trabajo de Welden (1954), quien indicó que esta especie se encontró en la zona montañosa denominada El Volcán, aproximadamente a 2100 y a 850 m de altitud, y señaló que se encontraba en un área que correspondía al hábitat normal de la especie en las regiones templadas, pero nunca precisó el tipo de comunidad vegetal que ahí se desarrollaba, el cual difícilmente podría corresponder con un bosque de coníferas. Así, la información proporcionada por Farr (1976) para la distribución de estas especies en la zona neotropical parecería indicar que pueden desarrollarse en ecosistemas de ambientes tropicales. No obstante, no debe descartarse, en ningún caso, que los taxa pueden ser recolectados en zonas montañosas en donde las condiciones climáticas favorecen ecosistemas propios de zonas templadas.

La información antes expuesta indica que muchos datos sobre la distribución de las especies deben de tomarse con reserva, sobre todo cuando se carece de información precisa. Es importante señalar también que en cada zona climática se presentan diversos biomas dependiendo de la precipitación y la temperatura, entre otros factores, es decir, que en una zona templada se pueden encontrar bosques perennes, bosques caducifolios, bosques mixtos, praderas o incluso desiertos de clima templado (Miller, 1994). Asimismo, el relieve de una zona en particular permitirá mayor diversificación de los ecosistemas. Lo anterior es de considerable importancia cuando se habla de la distribución de mixomicetes, ya que en la literatura se ha reportado que algunas especies son específicas

para un tipo de vegetación en particular (Nannenga-Bremekamp, 1991).

### 8.5.2 Distribución en diversos ecosistemas

De acuerdo con la información obtenida en la literatura (Anexo IV), y conjuntando estos datos con la distribución geográfica y por zonas climáticas, las especies del orden Liceales encontradas en el Volcán La Malintzi presentaron un amplio intervalo de distribución en diversos ecosistemas, que van desde las comunidades alpinas hasta las de tipo tropical y zonas áridas. En la presente revisión se observó que algunas de las especies se encuentran únicamente en ecosistemas de ambientes templados, como los casos de *Licea parasitica*, *Enteridium olivaceum*, *Lindbladia tubulina*, *C. mirabilis* y *C. piriformis* (Cuadro 10).

Cuadro 10. Distribución de las especies en diferentes comunidades vegetales

ESPECIES	COMUNIDADES VEGETALES															
	T	ZAL	BSA	BSA	BAP	BP	BC	BPO	BQ	BM	BMM	BS	BT	BG	ZAR	VA
<b>Familia Liceaceae</b>																
<i>Licea parasitica</i>					X											
<i>Licea pusilla</i>					X			X								X
<i>L. pygmaea</i>					X			X								X
<b>Familia Enteridiaceae</b>																
<i>Enteridium intermedium</i>					X					X						X
<i>E. lycoperdon</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
<i>E. olivaceum</i>			X		X			X		X						X
<i>E. splendens</i> var. <i>juranus</i>				X	X					X						X
<i>E. splendens</i> var. <i>splendens</i>				X	X			X		X						X
<i>Lycogala epidendrum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>L. exiguum</i>			X	X	X			X	X	X	X					X
<i>L. flavofuscum</i>			X	X	X			X	X	X						X
<i>Tubifera casparyi</i>				X	X			X		X						
<i>T. ferruginosa</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
<i>T. microsperma</i>								X	X	X	X			X		
<b>Familia Cribrariaceae</b>																
<i>Lindbladia tubulina</i>					X	X	X	X		X						
<i>Cribraria argillacea</i>					X	X	X		X	X						
<i>C. atrofusca</i>					X	X										
<i>C. cancellata</i>			X	X	X	X		X	X	X			X		X	X
<i>C. mirabilis</i>					X	X			X	X						
<i>C. oregana</i>				X	X	X		X	X	X						
<i>C. piriformis</i>					X	X	X	X	X	X						
<i>C. purpurea</i>					X	X	X	X								
<i>C. rubiginosa</i>					X	X	X	X								
<i>C. rufa</i>			X	X	X	X	X			X	X					
<i>C. splendens</i>					X	X	X		X	X						
<i>C. vulgaris</i>					X	X	X						X			

T : Tundra      ZAL : Zona alpina      BSA : Bosque subalpino      BA : Bosque de *Abies*  
 BAP : Bosque de *Abies-Pinus*      BP : Bosque de *Pinus*      BC : Bosque de coníferas\*      BPQ : Bosque de *Pinus-Quercus*  
 BQ : Bosque de *Quercus*      BM : Bosque mixto, mezcla mesófila      BMM : Bosque mesófilo de montaña      BS : Bosque subtropical  
 BT : Bosque tropical      BG : Bosque de galería      ZAR : Zonas áridas      VA : Vegetación abierta  
 \* Incluye además de *Abies* y *Pinus* a otros géneros de coníferas como *Pseudotsuga* y *Picea*.

De las especies distribuidas en ecosistemas de zonas templadas, algunas de ellas parecen estar restringidas a bosques de coníferas. Entre estas especies se encuentran *Tubifera casparyi*, *Cribraria atrofusca*, *C. rubiginosa* y *C. purpurea*, aunque esta última podría no corresponder a esta categoría de acuerdo con lo discutido anteriormente.

*Licea pusilla*, *L. pygmaea*, *Enteridium intermedium*, *E. splendens* var. *juranum*, *E. splendens* var. *splendens* y *Tubifera microsperma* presentaron tendencias a distribuirse en ecosistemas de climas templados y tropicales.

*Enteridium lycoperdon*, *Lycogala exiguum*, *L. flavofuscum*, *Tubifera ferruginosa*, *Cribraria argillacea*, *C. oregana*, *C. rufa*, *C. splendens* y *C. vulgaris* mostraron una amplia distribución en diversas comunidades vegetales, encontrándose desde zonas subalpinas hasta bosques tropicales, o incluso en zonas de vegetación abierta.

De todas las especies, *Licea parasitica*, *Enteridium olivaceum*, *Lindbladia tubulina*, *Cribraria atrofusca* y *C. mirabilis* se han reportado para la zona mediterránea (Anexo IV) y de localidades donde existen ambientes de tipo desértico, como los chaparrales o matorrales esclerófilos (Lado, 1994). No obstante, en estos casos no se menciona en qué tipo de ecosistema fueron recolectadas, aunque para las recolecciones de España y Portugal se señala el tipo de sustrato que ocupan estas especies, los cuales frecuentemente incluyen madera de plantas de los géneros *Pinus* o *Quercus* (Lado, 1993a). Debido a esto, se podría pensar que dichas recolecciones proceden de ambientes templados más que de zonas áridas o semiáridas, o bien de bosques que presentan este tipo de plantas pero adaptados a condiciones secas.

Solamente *Lycogala epidendrum* y *Cribraria cancellata* se han reportado desde ecosistemas de tundra o subalpinos hasta los de tipo tropical y de zonas áridas; sólo en estos casos se podría considerar a las especies como cosmopolitas (distribución geográfica) y "ubicuas" (distribución ecológica). No obstante, en zonas áridas, estos taxa fueron recolectados de un bosque de *Pinus ponderosa* (Evenson, 1961) y es este tipo de ecosistema, aunque adaptado a condiciones áridas, es fisonómicamente similar a otros bosques de pino de tipo templado, por lo que en este trabajo se consideraron como especies de amplia distribución y no propiamente ubicuas ya que no han sido recolectadas de matorrales xerófitos, chaparrales y otros tipos de vegetación adaptados a condiciones de extrema aridez.

De acuerdo con lo anterior, las especies se pueden agrupar en cuatro categorías básicas:

- 1) Especies de ecosistemas fríos y templados

- 3) Especies restringidas a bosques de coníferas
- 2) Especies de ecosistemas templados-tropicales
- 4) Especies de amplia distribución ecológica

Las categorías señaladas son sólo una primera aproximación que muestra las tendencias de las especies y del orden Liceales en conjunto, ya que se debe de tomar en cuenta el hecho de que en la literatura no siempre se menciona el tipo de vegetación, sustratos o géneros de plantas con las que se asocian las especies, lo cual se presta a interpretaciones erróneas que dificultan el entendimiento de sus verdaderos patrones de distribución. Asimismo, la distribución de muchas especies del género *Licea*, es poco conocida debido a que son especies de pequeño tamaño y normalmente pasan desapercibidas si no se hace un examen minucioso de las muestras que se obtienen en campo, por lo que en este caso la alternativa para detectarlas es a través del uso de la técnica de cámara húmeda. En este análisis también se encontraron pocas evidencias de la existencia de especies endémicas, aunque se ha observado que en algunas localidades existe realmente tal condición; tal es el caso de la región del NE de la India, de donde sólo se conocen *Arcyria brooksea* Kavaka y *Stemonitis farrensis* Lakhanpal & Mukerji, que hasta ahora no se han reportado de otras localidades del mundo (Stephenson et al., 1993).

El único taxon registrado exclusivamente para el estado de Tlaxcala fue la especie aparentemente no descrita de *Licea*. No obstante, esto no necesariamente refleja que se trate de un verdadero endemismo ya que se requiere analizar minuciosamente su condición taxonómica. Ahora bien, de ser una nueva especie, podría pasar desapercibida en el campo o ser difícil de detectar. Estos hechos impiden hablar de endemismos en este grupo particular de mixomicetes; asimismo, la falta de trabajos en diversas localidades en el mundo sesga los resultados sobre la distribución de los diferentes taxa (Stephenson et al., 1993).

En la medida que se realicen más estudios en otras localidades en el mundo, este esquema puede ser modificado, pero si interesa localizar una especie en particular, se puede, inferir en que tipo de lugares existe mayor probabilidad de encontrarla. No obstante la falta de información en cuanto a su distribución, es muy interesante ver como la mayoría de las especies de este orden mostraron una distribución marcada hacia ecosistemas de tipo templado, y algunas de ellas con alto grado de especificidad. Muchas de ellas se encontraron en un amplio intervalo de tolerancia tanto geográfica como ecológica, y sólo *Lycogala epidendrum* y *Cribraria cancellata* pueden ser, con cierta reserva, consideradas como cosmopolitas y ubicuas.

## 8.6. ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

Para observar el grado de afinidad que presentó la comunidad de Liceales del estado de Tlaxcala con relación a las mixobiotas de otras localidades relativamente bien estudiadas en el mundo, se realizó un análisis de similitud tomando en cuenta sólo la presencia y ausencia de las especies y aplicando el coeficiente de Jacard (Cuadro 11-12, Anexo VII). En este análisis, se observó que la afinidad de las comunidades de mixomicetes está ligada fuertemente a las zonas climáticas y al tipo de vegetación que se presenta en las distintas localidades. Las que mostraron mayor similitud (75 % aproximadamente) corresponden a *Slesza* y *Radunia* (Fig. 76), dos comunidades de Polonia. La primera presenta bosque de coníferas con algunos encinos y la segunda es un bosque mixto con encinos (Cuadro 12). Ambas localidades comparten ocho especies de mixomicetes, es decir, casi todas las especies que se presentan en cada zona, ya que en la primera se reportan 10 y en la segunda nueve. A estas dos localidades se une la localidad de *Spruce Bog*, la cual presenta mezcla mesofítica con algunas coníferas y comparte seis de sus nueve especies con las localidades anteriores (Cuadro 11).

Otras localidades con alto grado de similitud, fueron *Godznica* y *Przelecz Slupika*, ambas localidades con bosque mixto y compartiendo cuatro especies de mixomicetes. Estos sitios se unen al bloque anterior con un 45% aproximadamente de similitud. En las cinco localidades se presentaron bosques mixtos de tipo templado y las especies de mixomicetes compartidas fueron *Cribraria cancellata*, *Lycogala epidendrum* y *Tubifera ferruginosa* (Cuadro 12, Fig. 76).

El siguiente conjunto de localidades con mayor semejanza en la composición de especies de mixomicetes fue el formado por las zonas occidental y central de los Sudetes (Polonia). Este grupo se une al formado por *Wreszyca* y la zona oriental de los Sudetes y a este conjunto de cuatro localidades se une la localidad del NW de la India. Todas estas localidades presentan bosques de coníferas y comparten elementos vegetacionales, como *Picea* y *Pinus* (Cuadro 12, Fig. 76). Este bloque se une al anterior con casi un 38 % de similitud.

El siguiente bloque lo forman las localidades de *Bald Knob* y *Mountain Lake*, similares en un 63 % y compartiendo 15 especies (Cuadro 11, Fig. 76). A estas dos localidades se une *Pond Drain*, compartiendo 10 especies. Estas tres localidades presentan bosque mixto con encinos. A estas localidades se une *Cheat Mountain* la cual presenta bosque de coníferas y se asemeja en un 45% a las localidades anteriores (Cuadro 12). Es probable que el parecido de la última localidad con las otras tres radique en la cercanía geográfica que presenta con *Mountain Lake* ya que ambas localidades se encuentran en los Montes Apalaches de Virginia, E.U.

**Cuadro 11 . Composición de especies de Liceales para las localidades consideradas en el análisis biogeográfico.**

ESPECIES DE LICEALES	LOCALIDADES ☉																											
	1	2	3	4	5					6					7	8	9	10	11	12	13	14						
	A	A	B	A	A	B	C	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	A	B	A	B	A	A	A	A
<i>Cribraria argillacea</i>			*	*	*	*	*	*	*							*			*	*	*							
<i>C. atrofusca</i>			*																									
<i>C. aurantiaca</i>				*	*		*	*	*		*	*	*	*				*	*	*				*	*	*		
<i>C. cancellata</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*			*	*	*			
<i>C. confusa</i>													*							*		*						
<i>C. dictyospora</i>																			*		*							
<i>C. ferruginea</i>				*									*	*	*	*			*	*	*				*	*	*	
<i>C. intricata</i>				*	*							*	*	*	*				*	*	*				*	*	*	
<i>C. laguenses</i>																							*			*		
<i>C. macrocarpa</i>		*		*	*	*							*	*	*	*	*		*	*	*			*			*	
<i>C. microcarpa</i>				*	*	*							*	*	*	*	*		*	*	*			*			*	
<i>C. minutissima</i>				*																								
<i>C. mirabilis</i>				*																								
<i>C. oregana</i>				*	*		*					*	*	*				*	*	*								
<i>C. piriformis</i>				*	*		*						*	*	*			*	*	*								
<i>C. purpurea</i>				*	*		*										*	*	*									
<i>C. rufa</i>	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*					*	*	*	*	*								
<i>C. rubiginosa</i>				*	*													*	*	*						*	*	
<i>C. splendens</i>				*	*							*	*	*				*	*	*					*	*	*	
<i>C. tenella</i>												*	*	*				*	*	*			*	*	*	*	*	
<i>C. violacea</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>C. vulgaris</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Dictidiaethalium plumbeum</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Enteridium intermedium</i>				*																								
<i>E. lobatum</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>E. lycoperdon</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>E. olivaceum</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>E. splendens var. juranum</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>E. splendens var. splendens</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

88

☉ Ver cuadro 12

Cuadro 11 . Continuación...

ESPECIES DE LICEALES	LOCALIDADES																													
	1	2	3	4	5					6					7	8	9	10	11	12	13	14								
	A	A	B	A	A	B	C	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	A	B	A	A	A	A					
<i>Licea kleistobolus</i>												*	*	*		*		*						*	*					
<i>L. fimicola</i>													*	*	*		*		*					*	*					
<i>L. marginata</i>												*	*	*	*	*		*	*	*	*				*					
<i>L. minima</i>					*	*	*					*	*	*	*	*		*	*	*	*			*	*					
<i>L. operculata</i>				*																				*	*					
<i>L. parasitica</i>			*																					*	*					
<i>L. pedicellata</i>			*			*														*				*	*					
<i>L. pusilla</i>			*																	*					*					
<i>L. pygmaea</i>			*																						*					
<i>L. variabilis</i>			*		*					*					*				*	*	*				*					
<i>Lindbladia tubulina</i>			*		*		*		*					*					*	*	*			*	*					
<i>Lycogala conicum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>L. epidendrum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>L. exiguum</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>L. flavofuscum</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>Tubifera casparyi</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>T. ferruginosa</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>T. microsperma</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
número total de taxa	1	5	2	24	23	15	16	10	10	9	5	6	11	8	18	13	9	4	3	2	23	16	17	5	3	7	5	4	3	
taxa exclusivos	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

68

**Cuadro 12 . Localidades consideradas en el análisis biogeográfico y tipo de ecosistema que presentan.**

Localidades	Tipo de ecosistema y vegetación dominante	Referencia
1. Alaska	Tundra alpina ártica y subártica	Stephenson y Laurson, 1993
2. Großglockner, Alpes Centrales, Austria A) Zona de Montaña B) Zona Subalpina	Bosque de <i>Picea abies</i> con pastizal y especies de <i>Dactylis</i> , <i>Trisetum</i> y <i>Taraxacum</i> Bosque de <i>Picea abies</i> con <i>Larix</i> , <i>Rhododendron</i> , <i>Nardus</i> , <i>Poa</i> y <i>Alchemilla</i>	Schinner, 1981.
3. Cañada Grande del Volcán La Malintzi, Tlaxcala, México.	Bosque de <i>Abies-Pinus</i>	
4. Sudetes, Polonia A) Zona occidental B) Zona central C) Zona oriental	Bosque de coníferas con <i>Picea montana</i> , <i>P. hercynica</i> , <i>Pinus mugho</i> , <i>Salix</i> , <i>Fagus</i> , <i>Ribes</i> Bosque de coníferas con <i>Picea montana</i> , <i>P. hercynica</i> , <i>Pinus mugho</i> , <i>Salix</i> , <i>Fagus</i> , <i>Ribes</i> Bosque de coníferas con <i>Picea montana</i> , <i>P. hercynica</i> , <i>Pinus mugho</i> , <i>Salix</i> , <i>Fagus</i> , <i>Ribes</i>	Stojanowska, 1963b.
5. Polonia A) Sieza B) Wrezyca C) Radunia D) Gondnica E) Przelecz Stupika	Bosque de coníferas con <i>Pinus sylvatica</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Larix</i> , <i>Quercus</i> , <i>Betula</i> , <i>Sorbus</i> Bosque de coníferas con <i>Pinus sylvatica</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Larix</i> , <i>Quercus</i> , <i>Betula</i> , <i>Fagus</i> Bosque mixto con <i>Quercus robur</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Acer</i> y <i>Ulmus</i> Bosque Mixto con <i>Betula verrucosa</i> , <i>Tilia</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Asperula</i> , <i>Carix</i> , <i>Melica</i> Bosque Mixto con <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Tilia</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Corylus</i> , <i>Asperula</i> , <i>Carix</i>	Stojanowska, 1977a.
6. SW de Virginia, Estados Unidos A) War Spur B) Beandfield C) Bald Knob D) Pond Drain E) Spruce Bog	Mezcla de encinos con <i>Quercus alba</i> , <i>Q. velutina</i> , <i>Q. prinus</i> , <i>Q. rubra</i> , <i>Acer</i> , <i>Betula</i> Mezcla de encino-nogal con <i>Quercus alba</i> , <i>Q. prinus</i> , <i>Q. rubra</i> , <i>Corya</i> , <i>Acer</i> , <i>Robinia</i> Bosque de encino rojo <i>Quercus rubra</i> , <i>Q. alba</i> , <i>Betula</i> , <i>Robinia</i> , <i>Prunus</i> , <i>Acer</i> , <i>Ilex</i> Mezcla mesofítica con <i>Fagus grandifolia</i> , <i>Quercus rubra</i> , <i>Corya</i> , <i>Betula</i> , <i>Acer</i> , <i>Ilex</i> Mezcla mesofítica con <i>Tsuga canadensis</i> , <i>Quercus velutina</i> , <i>Picea</i> , <i>Magnolia</i> , <i>Acer</i> , <i>Betula</i>	Stephenson, 1968.

**Cuadro 12. continuación...**

Localidades	Tipo de ecosistema y vegetación dominante	Referencia
<p>7. Sur de los Montes Apalaches, E:U.A.                      a) Blister Run                      B) Mount Rogers                      C) Great Smoky Mountains</p>	<p>Bosque de coníferas con <i>Abies balsamica</i>, <i>Ficus rubens</i>, <i>Betula lutea</i>, <i>Tsuga canadensis</i>                      Bosque de abetos con <i>Abies fraseri</i>, <i>Sarbus</i>, <i>Betula</i>                      Mencia de abeto rojo con <i>Betula lutea</i></p>	<p>Stephenson , 1983.</p>
<p>8. Montes Apalaches, Virginia, E.U.A.                      A) Mountain Lake                      B) Cheat Mountain</p>	<p>Bosque mesófilo con <i>Quercus rubra</i>, <i>Q. prinus</i> y <i>Acer rubrum</i>                      Bosque de coníferas con <i>Ficus rubens</i>, <i>Abies balsamica</i>, <i>Tsuga canadensis</i>, <i>Betula</i>, <i>Fagus</i></p>	<p>Stephenson et al., 1993.</p>
<p>9. India                      A) NW India                      B) S India</p>	<p>Bosque de coníferas con <i>Abies pindrow</i>, <i>Ficus smithiana</i>, <i>Taxus</i>, <i>Quercus</i> y                      Bosque mesófilo con <i>Quercus</i>, <i>Cedrus</i>, <i>Pinus</i> y <i>Rhododendron</i>                      Bosque tropical dominado por <i>Mangifera indica</i>, <i>Cocos nucifera</i>, <i>Samanea saman</i>,  <i>Pongamia pinnata</i> y <i>Tabebuia rosea</i></p>	<p>Stephenson et al., 1993.</p>
<p>10. Botucatu, Sao Paulo, Brasil</p>	<p>Bosque topocal (vegetación no inventariada)</p>	<p>Maimoni-Rodella y                      Gottsberger, 1981.</p>
<p>11. Pinoltepec, Veracruz, México</p>	<p>Bosque topocal con <i>Bursera simaruba</i>, <i>Protium copal</i>, <i>Ficus</i> y <i>Spondias</i></p>	<p>Ogata, 1992.</p>
<p>12. Isla Sta. Cruz, Los Gemelos y Galápagos,                      Archipiélago Galápagos</p>	<p>Bosque tropical dominado por <i>Scaevola pedunculata</i></p>	<p>Eliason y Nannenga-                      Bromkamp, 1983.</p>
<p>13. Sureste de Arizona, E. U. A.</p>	<p>Bosque de <i>Pinus ponderosa</i> y <i>Pseudotsuga menziesii</i></p>	<p>Evensen, 1961.</p>
<p>14. Desierto de Sonora, E. U. A.</p>	<p>Chaparral con <i>Quercus</i>, <i>Juniperus</i> , <i>Manzanita</i>, etc.</p>	<p>Blackwell y Gilbertson,                      1961.</p>

Las localidades de **War Spur** y **Beandfield** correspondientes a Virginia, E. U., ambas con mezclas de encino (Cuadro 12), se asemejan en un 48% compartiendo seis especies de mixomicetes (Cuadro 11, Fig. 76). Estas localidades se agrupan con las cuatro localidades anteriores y es probable que su similitud radique en el parecido en el tipo de vegetación en donde nuevamente se encuentran encinos.

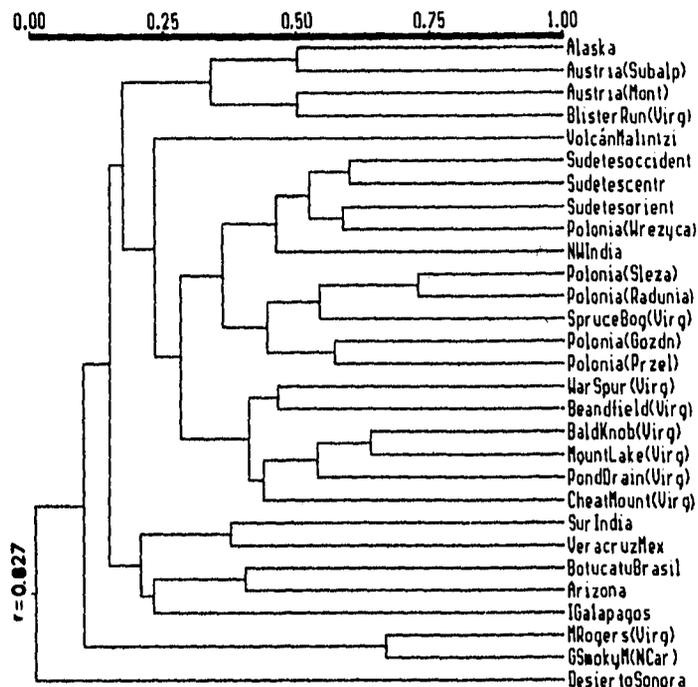


Figura 76. Grado de similitud entre diversas localidades del mundo.

A todo este conjunto de localidades se une el **Volcán La Malintzi**, con una similitud del 23%. Su agrupación con estas localidades puede deberse a que corresponden a zonas con ecosistemas de tipo templado, pero la mayoría de ellas presentó un número de especies mucho menor que el Volcán La Malintzi, excepto la zona occidental de Polonia y Mountain Lake, E. U., con 23 especies cada una de ellas. La primera no presentó plantas del género *Abies*, como en el Volcán La Malintzi, y la segunda presentó bosque mesófilo (Cuadros 11, 12).

El siguiente bloque lo forman localidades con ecosistemas fríos-templados; en estos se encuentran una **zona montañosa** de **Austria** con bosque templado, la cual es muy cercana a la comunidad de **Blister Run** (E.U.), ambas localidades con bosques de coníferas y compartiendo en común árboles del género *Picea* (Cuadro 12). Estas dos localidades comparten tres especies de mixomicetes (Cuadro 11).

Las otras dos localidades de este bloque lo conforman la zona subalpina de Austria y la tundra de Alaska. Este grupo de cuatro localidades se une al anterior con 18% de similitud (Fig. 76).

El siguiente bloque lo forman localidades que corresponden a ecosistemas tropicales y semiáridos. Las localidades de mayor parecido en este caso fueron el bosque tropical de Botucatu, Brasil y Arizona, con un ambiente semiárido. Ambas localidades se unen con 42% de similitud y sólo comparten a *Lycogala epidendrum*. A estas dos localidades se une la zona de las Islas Galápagos, también con bosque tropical. Las otras dos localidades corresponden a las localidades tropicales de Veracruz y la India, las que se unen por compartir tres especies y se unen al grupo anterior con una similitud aproximada de 23 % (Fig. 76).

Las localidades de Mount Rogers y Great Smoky Mountain, Estados Unidos, se unen con un porcentaje de similitud del 68 % aproximadamente, aunque no son muy similares al resto de las localidades (Fig. 76). Su parecido por latitud y altitud permite que en las dos zonas se presenten bosques de abetos (Cuadro 12) y por lo tanto que se establezcan comunidades de mixomicetes similares. Estas localidades comparten dos especies y se unen a todas las antes señaladas, apenas en un 10 % .

Finalmente, la localidad del Desierto de Sonora queda totalmente separada del resto de las zonas (Fig. 76). Esta diferencia puede deberse a que es una zona de extrema aridez y su composición de especies de mixomicetes es muy particular, ya que en ella predominan especies del género *Lices*, como *Lices operculata*, *L. parasítica* y *L. pedicellata*, de las cuales la primera es exclusiva para este lugar (Cuadro 11).

El análisis de similitud evidenció que las comunidades de mixomicetes se agrupan dependiendo del tipo de ecosistema y zonas climáticas en el que se encuentren, ya que como se puede observar en la figura 76, cada bloque constituye comunidades que se desarrollan en ecosistemas de clima templado, frío, tropical o árido.

Por otro lado, se aplicó también el índice de similitud de Simpson. Al analizar y probar diversos índices de similitud, Sánchez y López (1988), llegaron a la conclusión de que este índice es lo suficientemente consistente para realizar análisis biogeográficos faunísticos, ya que toma en cuenta el número de taxa que se comparten y la fauna más pequeña, sin importar el número total de taxa de la otra localidad, lo cual, indirectamente consideraría el tamaño desproporcional de área de las localidades comparadas.

En el presente estudio, se consideró que dicho índice no fue lo suficientemente informativo, ya que en el caso de los mixomicetes, el hecho de que una comunidad pequeña comparta todas

sus especies con una comunidad más grande, no necesariamente indica una total similitud de ambas comunidades, ya que en este grupo, la ausencia de las especies que no se encuentran en la comunidad pequeña son fuertes indicativos de las diferencias en microhábitats y disponibilidad de sustratos.

Por lo anterior, se consideró que el coeficiente de similitud de Jacard fue una mejor opción para este análisis ya que en este caso se consideran tanto a las especies compartidas como al número total de taxa de cada localidad.

Por otro lado, en el análisis de componentes principales (Fig. 77), el componente 1 (ordenación de izquierda a derecha), presenta todo un continuo de las localidades, separándose muy ligeramente sólo el Volcán La Malintzi. El orden está dado básicamente por el número de especies que se presenta en cada comunidad. Al inicio del componente 1 se ubican las localidades con menor número de especies (Desierto de Sonora, Arizona, Brasil, Mount Rogers, Great Smoky, Austria (subalpina) y Alaska, las cuales no rebasan las tres especies (Cuadro 11). Le siguen las comunidades de Blister Run con cuatro especies, Austria (Montañoso), Godznica, S India e I. Galápagos con cinco especies; P. Slupika con seis especies, Veracruz con siete, Beandfield con ocho especies, Radunia y Spruce Bog con nueve y Sleza y Wrezyca con 10 especies, War Spur con 11; Pond Drain con 13, Sudetes centrales con 15. Se alinean los Sudetes orientales y Cheat Mountain con 16 especies, NW India con 17, Bald Knob con 18, y más adelante Sudetes occidentales y Mountain Lake con 23 especies, y el Volcán La Malintzi con 24 especies, es decir, esta última fue la comunidad más rica en especies de Liceales (Cuadro 11).

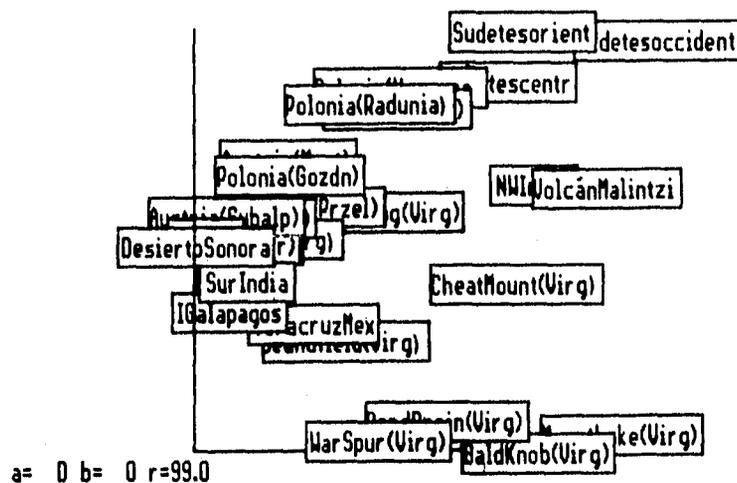


Figura 77. Análisis de componentes principales para las localidades comparadas, utilizando el coeficiente de Jacard.

Aunque en este esquema no se aprecia una correlación entre el número de especies y los tipos de ecosistemas, de una manera general se observa que hacia las zonas áridas, frías y tropicales, el número de especies es contrastantemente menor con relación a las zonas templadas, sobre todo de las zonas montañosas. Esto podría indicar que los Liceales como grupo son más abundantes en zonas con condiciones más húmedas y más sensibles a las condiciones extremas de humedad y temperatura.

### 8.7. ANÁLISIS FENOLÓGICO

Las especies predominantes durante el tiempo de muestreo correspondieron a *Lycogala epidendrum*, *Cribraria mirabilis*, *C. piriformis* y *C. purpurea*, especies que además fueron importantes modificando los valores de riqueza, abundancia y diversidad en los diferentes meses durante el tiempo de muestreo (Cuadro 13). Los valores más altos para la riqueza y abundancia de especies correspondieron a los meses de julio, septiembre y noviembre de 1988 y julio y agosto de 1989.

**Cuadro 13. Frecuencia mensual, riqueza de especies y abundancia de especímenes en el tiempo de muestreo.**

ESPECIES	MES - AÑO																										
	1988					1989					1990																
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J		
Fam. Liceaceae																											
<i>L. pusilla</i>																											
<i>L. pygmaea</i>																											
<i>L. parasitica</i>																											
Fam. Enteridiaceae																											
<i>E. intermedium</i>																											
<i>E. lycoperdon</i>		3																									
<i>E. olivaceum</i>																											
<i>E. splendens</i> v. j.																											
<i>E. splendens</i> v. s.																											
<i>L. epidendrum</i>	5	3	1	9		25	3	2	1		1	1	2	6				16			8	10	3	6	3		
<i>L. exiguum</i>																											
<i>L. flavofuscum</i>																											
<i>T. casparyi</i>		1																									
<i>T. ferruginosa</i>	1	4		2																							
<i>T. microsperma</i>																											
Fam. Cribrariaceae																											
<i>L. tubulina</i>		1																									
<i>C. argillacea</i>		6	6	9																							
<i>C. atrofusca</i>																											
<i>C. cancellata</i>																											
<i>C. mirabilis</i>	1	10	5	25	1	7	2	4	2	2	1	2		11	14			2			2	1			3		
<i>C. oregana</i>		1																									
<i>C. piriformis</i>	6	5	4		6	3	3	1	1	2	3	2	4	4	1						1	2	1	3	2	2	5
<i>C. purpurea</i>	3		2		10	3	1			2			2								3	3	4	5	1		
<i>C. rubiginosa</i>																											
<i>C. rufa</i>	1																										
<i>C. splendens</i>		13	3	4																						1	
<i>C. vulgaris</i>	1	30	2	1																						8	
Riqueza total	5	12	6	8	1	7	5	6	5	4	4	6	2	8	11	2	4	0	2	6	5	4	3	8	1		
Abundancia total	9	81	22	56	1	60	15	16	7	5	6	10	4	69	69	2	22	0	2	18	19	13	9	22	5		

La riqueza de las especies en los meses señalados se debe básicamente al comportamiento de la precipitación y temperatura

observados en el mismo período (Fig. 78). En el primer año, la precipitación más alta se registró durante los meses de julio, agosto y septiembre; asimismo, la temperatura se mantuvo en un

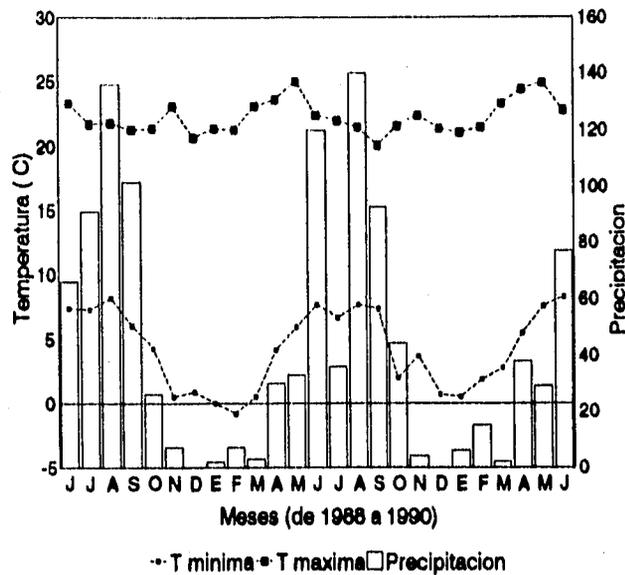


Figura 78. Precipitación y temperatura del Volcán La Malintzi, durante el tiempo de muestreo.

intervalo mínimo y máximo entre los 8° y 20°C. Ambos parámetros están consistentemente relacionados con la diversidad de microhábitats que se presentaron en los sitios de muestreo, considerando además que en este caso se están tomando en cuenta todas las unidades (A, B, C) de todos los sitios seleccionados en el Volcán La Malintzi. Asimismo, la abundancia mostró el mismo comportamiento, es decir, que los valores están relacionados también con las variaciones de precipitación y temperatura observados en los meses señalados (Fig. 79). Lo anterior permitió que se presentara un número de especies elevado y, en algunos casos, la abundancia de especies como *Cribraria vulgaris*, *Cribraria mirabilis* y *Lycogala epidendrum* fue considerablemente alta.

En 1989, en los primeros meses la precipitación fue casi nula, a la vez que las temperaturas fueron tan bajas que se presentaron heladas frecuentes que proporcionaron humedad tanto a nivel del suelo como ambiental, y con ello pudieron establecerse algunas especies (Cuadro 13, Fig. 78). La época de mayor precipitación fue de junio a septiembre, sin embargo, en el mes de julio hubo una disminución drástica de la precipitación por lo que el decremento de la humedad ambiental permitió la fructificación de muchas especies. El reinicio de las lluvias propició una disminución

drástica de las fructificaciones hacia el mes de septiembre, posiblemente porque el golpeteo del agua destruyó los esporóforos y porque una elevada humedad permitió el establecimiento de los mixomicetes en su fase activa.

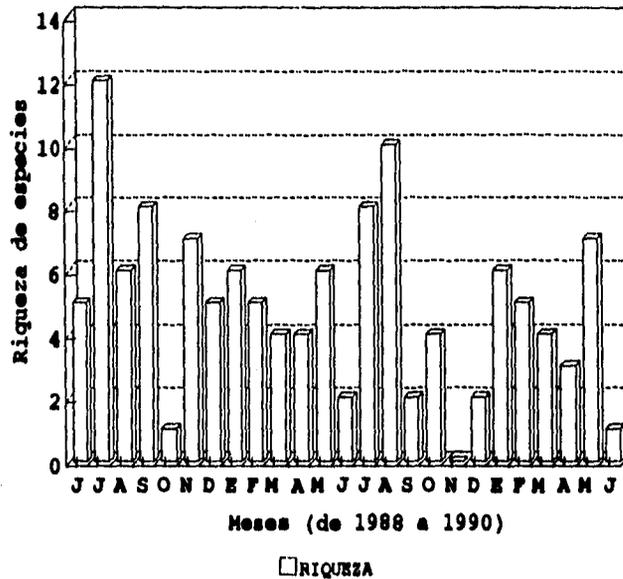


Figura 79. Riqueza mensual de especies

La abundancia de fructificaciones se incrementó para el mes de octubre en tanto que en noviembre y diciembre sin precipitación y sin humedad invernal, la riqueza de especies y abundancia disminuyeron drásticamente (Cuadro 14, Figs. 79 y 81).

Cuadro 14. Diversidad mensual durante el tiempo de muestreo.

AÑO	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1988	----	----	----	----	----	1.057	1.978	1.653	1.632	0	1.573	1.587
1989	1.629	1.550	1.332	1.330	1.695	0.692	1.403	1.701	0.692	0.859	----	0.692
1990	1.551	1.269	1.331	0.848	1.839	0	----	----	----	----	----	----

En el último año, los primeros meses tuvieron baja precipitación con temperaturas ligeramente bajas. Esto permitió la fructificación de algunas especies (Cuadro 14, Figs. 79 y 81). El comportamiento anterior para las especies del orden Liceales

muestra casi el mismo patrón que mostraron las especies del orden Stemonitales en un estudio realizado bajo las mismas condiciones al presente (Rodríguez-Palma, 1992). Con estos datos, se confirma que los mixomicetes requieren de condiciones de elevada humedad para encontrarse en fase activa y, posterior a este período, se encontrará una elevada fructificación de especies y de individuos por especie. Es claro que la fructificación de las distintas especies está ligada a los requerimientos específicos de cada una de ellas, ya que algunas requieren muy poca humedad para fructificar, y otras se ven favorecidas por las épocas invernales.

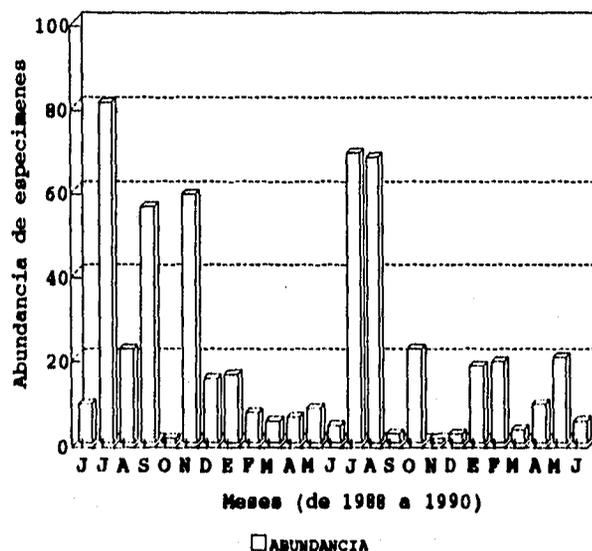


Figura 80. Abundancia mensual de especímenes.

En cuanto a las variaciones de diversidad (Cuadro 14) se encuentra una relación estrecha en cuanto al comportamiento de riqueza y abundancia, ya que la diversidad se mide considerando ambos parámetros. Lo interesante de hacer referencia a la diversidad es que al comparar el análisis realizado con el orden Stemonitales (Rodríguez-Palma, 1992) se obtuvo exactamente el mismo comportamiento que se observa en las especies del orden Liceales (Cuadro 14 y 15), sólo que los valores de diversidad fueron ligeramente más altos en el caso de los Liceales, excepto para el tercer año (Cuadro 15).

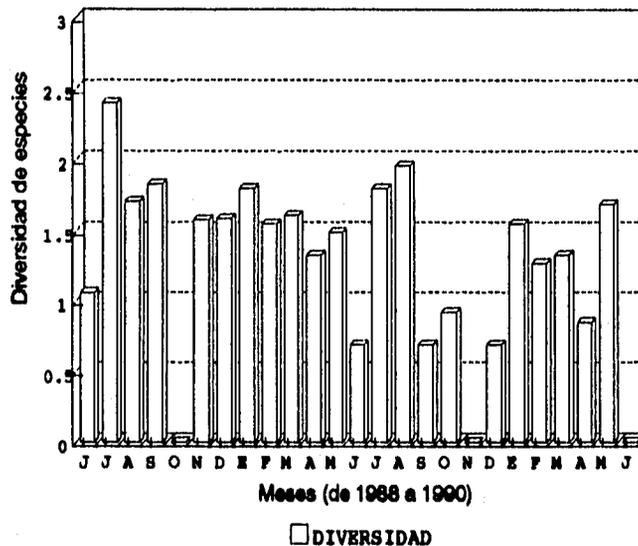
**Cuadro 15. Diversidad mensual del orden stemonitales durante el tiempo de muestreo.**

AÑO	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1988	----	----	----	----	----	0.064	2.020	1.800	2.480	0	2.030	1.570
1989	1.400	0	1.110	0.870	0.700	0	1.730	1.990	1.840	1.690	0	0
1990	1.720	2.300	1.590	1.570	1.570	----	----	----	----	----	----	----

Tomado de Rodríguez-Palma, 1992.

Lo anterior sugiere que a pesar de que los diferentes grupos de mixomicetes responden al grado de humedad y temperatura en forma muy similar, cada rango taxonómico, es decir, orden, familia o género presenta su propia variación.

Cuando se analiza el comportamiento de cada especie, se encuentra entonces algunas variaciones entre ellas en el momento de su fructificación. Así, tenemos que al observar la frecuencia de aparición de las especies del Orden Liceales a lo largo del año (Cuadro 13), se ve que la fructificación de la mayoría de las especies se da después del tiempo en que se presenta mayor precipitación, lo cual se debe a que muchas de estas especies forman plasmodios de gran tamaño y al tornarse más seco el ambiente, forman grandes fructificaciones.



**Figura 81. Diversidad mensual de especies.**

Las especies que corresponden a los patrones antes mencionados son *Enteridium lycoperdon*, *Tubifera ferruginosa*, *Cribraria argillacea*, *C. splendens* y *C. vulgaris*, las que fructifican durante y posterior a las etapas de mayor precipitación. Estas especies se encontrarían básicamente en la época lluviosa (Fig. 82B).

Algunas especies parecen no tener exigencias marcadas en cuanto a las condiciones de humedad y permanecen durante todo el año. Entre estas se encontraron a *Lycogala epidendrum*, *Cribraria mirabilis*, *C. piriformis* y *C. purpurea* (Fig. 82A). Curiosamente, *Lycogala epidendrum*, se ha considerado como "cosmopolita" y "ubicua", y las tres restantes presentan amplia distribución geográfica. Por lo tanto, estas especies podrían considerarse como muy tolerantes.

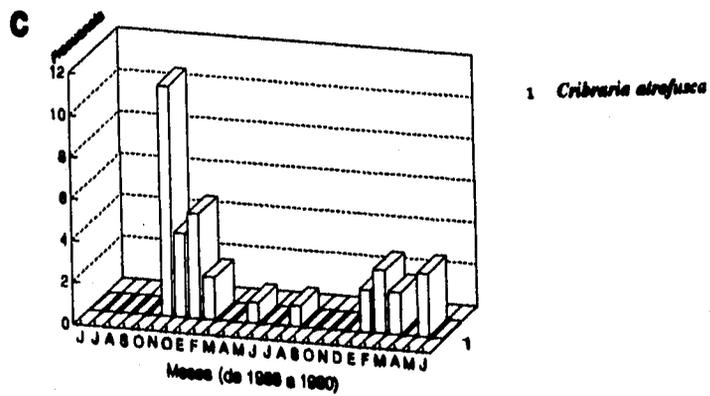
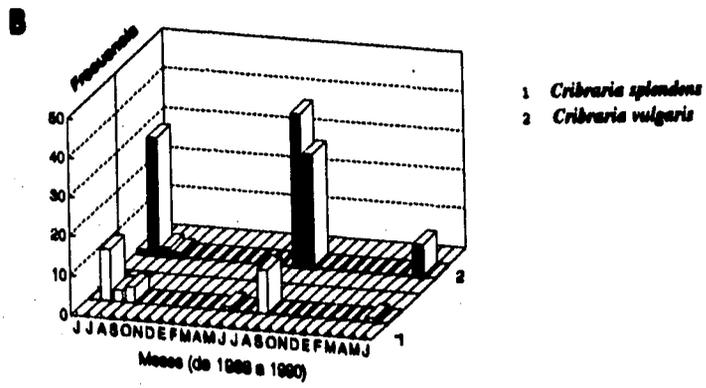
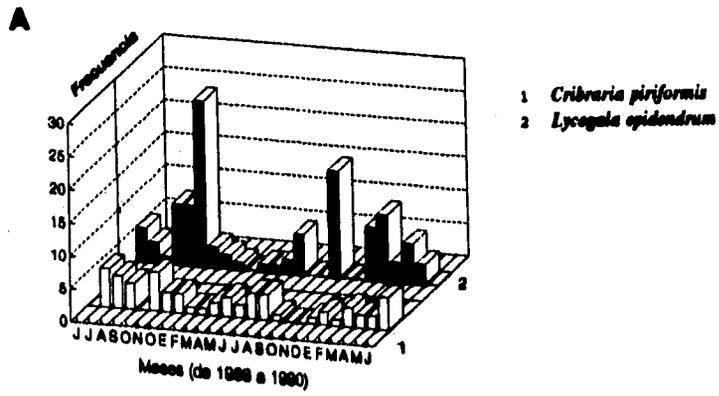
Sólo *Cribraria atrofusca* mostró cierta tendencia a fructificar preferentemente en la época fría y seca del año (de noviembre a febrero, 1988; enero-febrero, 1989 y enero-marzo, 1990), aunque también se puede llegar a encontrar en la época de lluvia (agosto, 1989) (Cuadro 13, Fig. 78).

Del resto de las especies sólo se cuenta con registros puntuales, sobre todo de aquéllas recolectadas fuera del Volcán La Malintzi; en algunos casos su recolección fue circunstancial por lo que sólo se consideró la fecha de aparición (Cuadro 13).

En el caso de las especies que se encontraron en el Volcán La Malintzi, el patrón fenológico es difuso, por lo que se pueden considerar como especies raras, considerando que sólo se presentaron una o dos veces a lo largo de dos años de intenso muestreo.

De acuerdo con lo anterior, se observa en el orden Liceales cuatro tendencias básicas en cuanto a su fenología:

- 1) Especies presentes durante todo el año (*Lycogala epidendrum*, *Cribraria mirabilis*, *C. piriformis* y *C. purpurea*)
- 2) Especies que fructifican durante y después de la época de lluvias (*Enteridium lycoperdon*, *Tubifera ferruginosa*, *Cribraria argillacea*, *C. splendens* y *C. vulgaris*)
- 3) Especies con tendencias a fructificar en la época fría del año (*Cribraria atrofusca*)
- 4) Especies raras (*Enteridium intermedium*, *E. olivaceum*, *Lycogala flavofuscum*, *L. exiguum*, *Lindbladia tubulina*, *Cribraria rubiginosa* y *C. rufa*)



**Figura 82. Fenología esporulativa de algunas especies de Liceales:**  
**A) Especies presentes todo el año. B) Especies de épocas lluviosas. C) Especies de épocas frías.**

## 9. CONSIDERACIONES FINALES

A pesar del considerable avance que se ha tenido en cuanto a la taxonomía de los mixomicetes, aún existe una fuerte problemática para definir los límites entre especies, géneros, o, incluso, su origen y filogenia, que en la actualidad es una cuestión aún en debate (Eliasson, 1977).

Dentro de los ocho géneros que se encuentran en el orden Liceales, el género *Cribraria* es el más problemático desde el punto de vista taxonomico (Farr, 1976; Eliasson, 1977, Stephenson et al., 1993). Aunque varias especies están bien definidas en este género, muchas de ellas son altamente variables en sus caracteres, incluso cuando se cultivan a través de la técnica de la cámara húmeda y se mantienen en condiciones de laboratorio, también muestran alta inestabilidad morfológica (Eliasson, 1977).

La disputa entre los límites de los géneros *Dictydium* y *Cribraria* aún persiste, a pesar de los argumentos que varios autores han utilizado para separarlos, aunque esto tenga una repercusión desde el punto de vista filogenético. Es cierto que muchas categorías se manejan a conveniencia, y este es el caso para el problema anterior, ya que las dos formas (como siempre se ha señalado) son fácilmente distinguibles en el campo (Martin y Alexopoulos, 1969; Eliasson, 1977).

Es indiscutible que para poder establecer los límites entre los diferentes taxa, se necesita de un conocimiento profundo y de la revisión minuciosa de los ejemplares, empleando técnicas más sofisticadas que vayan más allá de la mera descripción morfológica y con un enfoque biosistemático. No obstante esto, la posibilidad de realizar este tipo de trabajos se encuentra restringida a pocas localidades en el mundo, y en muchos lugares ni siquiera se han iniciado los estudios básicos con estos organismos, lo cual fue muy evidente al comparar las comunidades de mixomicetes de diversos ecosistemas.

Lo anterior también se vio reflejado cuando se estudió la mixobiota del estado de Tlaxcala, ya que hasta 1986 sólo se habían reportado dos especies (Braun y Keller, 1986) y en la actualidad se conocen alrededor de 120 (Rodríguez-Palma et al., 1994). Particularmente para el orden Liceales, se encontraron seis de los ocho géneros conocidos, los cuales incluyeron 27 taxa; de estos últimos, 10 fueron nuevos registros para México y ocho taxa nuevos registros para el neotrópico. Lo anterior refleja la elevada riqueza de especies que aún se desconoce en México, en la zona neotropical y lo que falta por conocer a nivel mundial, ya que una especie del género *Licea* parece corresponder a un taxon nuevo para la ciencia.

La riqueza de especies registrada en la zona del Volcán La Malintzi se puede definir como considerablemente alta, lo cual

responde a diversos factores, entre los que sobresalen:

- 1) La ubicación geográfica de la zona, ya que en ella convergen elementos tanto tropicales como boreales,
- 2) La diversidad de ambientes encontrados a lo largo de un gradiente altitudinal, que va desde zonas de vegetación relativamente abierta hasta lugares con una cobertura vegetal densa, y desde condiciones climáticas templadas hasta ambientes con clima semifrío,
- 3) El tipo de muestreo que fue intensivo y dirigido, lo que permitió rastrear durante dos años la composición de especies en las unidades de muestreo.

Todos los factores señalados fueron muy importantes y permitieron encontrar una elevada riqueza de especies, no sólo para el orden Liceales, ya que en tres trabajos que precedieron a éste, considerando a la familia Trichiaceae (Galindo-Flores, 1993), a la familia Physaraceae (Hernández-Cuevas, 1993) y al orden Stemonitales (Rodríguez-Palma, 1992), realizados bajo las mismas condiciones y en el mismo tiempo de muestreo, se observó la misma tendencia (Figura 83).

En el caso de la familia Trichiaceae se encontraron 24 taxa determinados a nivel de especie y siete posibles nuevos taxa para la ciencia. De todos ellos, 26 procedían del Volcán la Malintzi (Galindo-Flores, 1993).

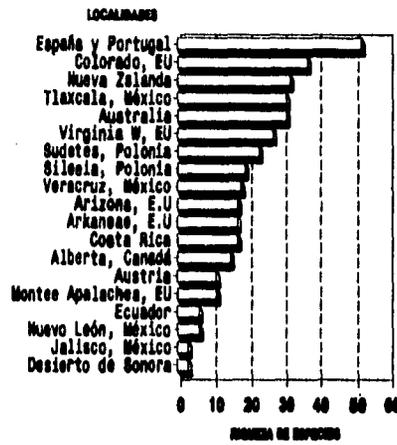
Para la familia Physaraceae se encontraron 43 taxa determinados a nivel de especie y 11 posibles nuevos taxa para la ciencia. De ellos, 38 procedían del Volcán La Malintzi (Hernández-Cuevas, 1993).

Para el orden Stemonitales, se encontraron 22 taxa determinados a nivel de especie y siete posibles nuevas especies para la ciencia, 26 de ellas procedentes del Volcán la Malintzi (Rodríguez-Palma, 1992).

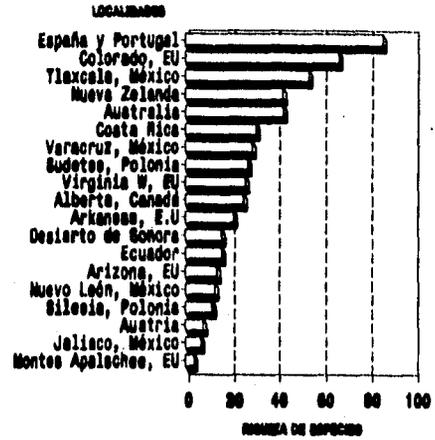
En los tres casos, y en el presente estudio, la riqueza de especies es muy alta. Si se comparan estos valores con 19 regiones del mundo, se tiene que el estado de Tlaxcala es sorprendentemente rico en especies de mixomicetes (Fig. 83).

El tiempo de muestreo empleado en la obtención de estos listados supera en ocasiones hasta 44 veces al tiempo invertido en el presente estudio (Mitchel et al., 1980). Asimismo, la extensión geográfica de la mayoría de estas regiones es mayor que la del estado de Tlaxcala; no obstante, es posible que muchos de estos listados se hayan obtenido a través de muestreos puntuales, tanto en tiempo como en espacio, destacando así la importancia de realizar estudios que contemplen muestreos sistemáticos.

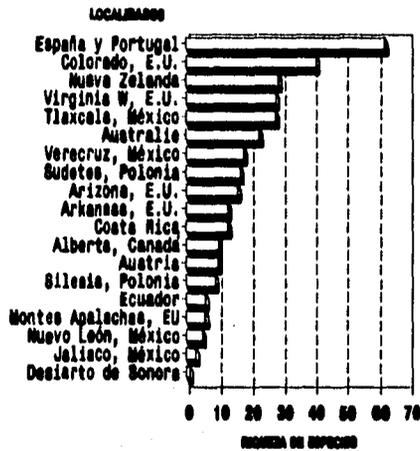
**FAMILIA TRICHIACEAE (TRICHIALES)**



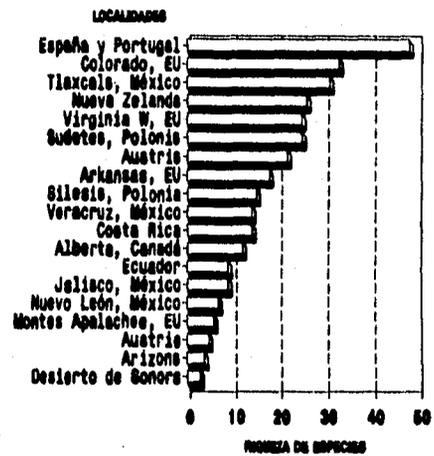
**FAMILIA PHYRARACEAE (PHYRARALES)**



**ORDEN STEMONITALES**



**ORDEN LICEALES**



**Figura 83. Comparación de la riqueza de especies de diferentes grupos de mixomicetes del estado de Tlaxcala con diversas regiones geográficas.**

En los casos de la familia Physaraceae y el orden Liceales, el estado de Tlaxcala ocupa el tercer lugar en cuanto a riqueza de especies; para la familia Trichiaceae, el cuarto lugar, y para el orden Stemonitales, el quinto. En todos los casos, las entidades que superan la riqueza del estado de Tlaxcala son: España-Portugal y Colorado, E.U. En el primer caso el material procede de 65 localidades a las que también corresponden diversas comunidades vegetales (Lado, 1993a), en tanto que para Colorado los registros de especies datan desde 1907 (Mitchel et al., 1980). Gran parte de las especies encontradas en dicho estado fueron ubicadas entre los 1500 y 3500 m s.n.m., elevaciones con un intervalo más amplio que el de las localidades muestreadas en el estado de Tlaxcala; además, se adicionaron especies obtenidas a través de técnicas de cultivo.

Nueva Zelanda es otra localidad que presenta más especies de la familia Trichiaceae y el orden Stemonitales que el estado de Tlaxcala. Los registros de esta zona corresponden a 15 localidades y se consideraron también registros de especies obtenidas a partir de cámara húmeda; asimismo, los registros datan desde 1879 (Mitchell, 1992).

Es interesante observar cómo las entidades que muestran mayor riqueza de especies son precisamente los que corresponden a localidades de tipo templado y sobre todo localidades en donde los muestreos han sido sistemáticos, es decir, dirigidos y por espacios amplios de tiempo pero con muestreos continuos, por ejemplo en Colorado, E.U. (Mitchel et al., 1980).

A pesar de que los mixomicetes se han estudiado de todos los grandes biomas de la tierra y se han encontrado desde la tundra antártica (Stephenson y Laursen, 1984) hasta lugares desérticos (Blackwell y Gilbertson, 1981), se ha observado que los hábitats más importantes para estos organismos son los bosques templados.

En el caso de las especies del orden Liceales, se observa también una marcada tendencia por distribuirse hacia zonas templadas y con mayor predilección hacia bosques de coníferas, aunque algunas especies muestran márgenes de distribución más amplios; en este caso solamente *Lycogala epidendrum* y *Cribraria cancellata* se pueden considerar tentativamente como cosmopolitas y ubicuas, aunque hay que señalar que a pesar de su ubicuidad, *Cribraria cancellata* no fue encontrada en el Volcán La Malintzi.

Con el presente trabajo, se pudo observar que la distribución de las especies del orden Liceales como la de otras especies de mixomicetes responde a la interacción de varios factores, y entre los más importantes se encuentran las variaciones de latitud y altitud, la zona climática, el tipo de ecosistema y, sobre todo, el tipo de vegetación presente (Stephenson et al., 1993, Ing, 1994), encontrándose que en biomas muy cercanos las comunidades de Liceales son también muy similares. En este caso, la comunidad encontrada en el Volcán La Malintzi fue muy particular, conjuntando

elementos con afinidad hacia ecosistemas fríos y ecosistemas tropicales, lo cual respondió a la situación geográfica (latitud) y de altitud de la zona estudiada; sin embargo la comunidad de Liceales en conjunto fue más cercana a otras comunidades establecidas en ecosistemas de tipo templado. En este sentido, tanto factores geográficos como ecológicos se deben tomar en cuenta, ya que de no ser así se pueden crear grandes confusiones cuando se habla de la distribución de las especies y sus afinidades biogeográficas.

Por otro lado, a pesar de que los estudios taxonómicos y de distribución se incrementan cada día más, los trabajos sobre la ecología de los mixomicetes son muy escasos, lo cual se debe principalmente a la dificultad de manejarlos por sus características intrínsecas, ya que el plasmodio, que corresponde al individuo, es una fase móvil que generalmente se instala en lugares cubiertos que permiten alta humedad y evitan la insolación, como los troncos putrefactos o los colchones de hojarasca. En este sentido, la dificultad de encontrarlos, recolectarlos e identificarlos, ha promovido que se utilicen las fructificaciones para inferir sus requerimientos ecológicos y patrones de distribución; sin embargo, esto tiene el problema de cómo considerar a un individuo, ya que algunos plasmodios dan lugar a un solo esporangio, pero la mayoría dan lugar a un número variable de fructificaciones, que en ocasiones muy contadas permiten la definición de un grupo discreto, y frecuentemente forman grupos muy grandes y continuos que dificultan el establecimiento de los límites entre un grupo derivado de un plasmodio o de otro. A pesar de ello, en este trabajo se hizo un esfuerzo por analizar algunos parámetros ecológicos, evaluados a través de las fructificaciones, y se encontró que la variación en la composición de especies del orden Liceales (riqueza) y la proporción que de ellas se encuentra (abundancia) depende en gran medida de: 1) factores macroambientales como humedad, temperatura, diversidad vegetal y disposición espacial de su cobertura, ya que éstos juegan un papel relevante en la formación de microambientes disponibles para los mixomicetes; 2) diversidad y cantidad de sustratos, lo cual está relacionado con la disponibilidad de nutrimentos que, de ser abundante, permite que algunas especies repitan sus ciclos de vida constantemente y favorece su predominancia en las comunidades en las que se establecen, es decir, que sean las especies con mayor importancia y definan en gran medida la estructura de la comunidad.

Asimismo, se observó que las especies de Liceales presentan mayor predilección para fructificar sobre madera (duramen, albura o corteza, ramas, troncos), siendo la mayoría de ellas exclusivamente lignícolas. Un número menor de especies son principalmente lignícolas, pero también pueden encontrarse fructificando en otros sustratos, y otras especies fueron generalistas, es decir, que se les puede encontrar fructificando indistintamente en cualquier tipo de sustrato. Este patrón es muy consistente no sólo para las especies de Liceales si no que se

puede apreciar también para las especies de Stemonitales que se establecen en bosques de coníferas (Rodríguez-Palma, 1992), y para otros grupos de especies (Ing, 1994).

Es evidente que el conocimiento de los factores de los que dependen las actividades y la distribución de los mixomicetes, se encuentra en las primeras etapas de desarrollo pero es importante considerar que en la medida que se continúen los trabajos locales, inventariando las mixobiotas regionales en forma sistemática, evaluando sus parámetros ecológicos y realizando dichos estudios en forma conjunta entre los estudiosos de este grupo de organismos en todo el mundo, el avance en el estudio de los mixomicetes será más fructífero.

## 10. CONCLUSIONES.

De acuerdo con los análisis ecológicos y de distribución realizados en el presente trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La riqueza de especies encontrada en cada uno de los sitios seleccionados en la zona de estudio, estuvo condicionada por la variación de los hábitats, los cuales, mostraron diferencias en cuanto a la composición de especies vegetales y diferencias en la cantidad y diversidad de sustratos. De igual forma, los factores macroambientales como humedad, temperatura y disposición de la cobertura vegetal, pudieron jugar un papel relevante en la formación de microambientes.
2. La riqueza de especies encontrada en las unidades de muestreo, dependió básicamente de los microhábitats formados en cada una de ellas. La formación de microambientes se debe a las diferencias en el grado de descomposición, cantidad de humedad retenida por los troncos, grado de colonización por otros organismos, grado de inclinación y área de exposición de cada unidad muestreada.
3. La abundancia relativa de cada una de las especies del orden Liceales, parece depender de la cantidad y disponibilidad de nutrimentos una vez que las especies se han establecido.
4. La estructura de la comunidad encontrada en el Volcán La Malintzi estuvo determinada básicamente por *C. vulgaris*, *L. epidendrum*, *C. mirabilis* y *C. piriformis*, que fueron las especies catalogadas como muy abundantes (> 6.0 %) y *C. purpurea*, *C. atrofusca*, *C. argillacea* y *C. splendens*, que conformaron a las especies abundantes (> 3.0 y < 6.0 %).
5. Las especies del orden Liceales mostraron tres tendencias básicas en cuanto a selectividad de sustratos: 1) especies exclusivamente lignícolas, 2) especies principalmente lignícolas que eventualmente fructificaron en otros sustratos, y 3) especies que fructifican indistintamente en cualquier tipo de sustrato (especies generalistas).
6. El análisis bibliográfico, evidenció que la distribución de cada una de las especies del orden Liceales responde a factores geográficos como latitud y altitud, y a factores ecológicos, como el tipo de ecosistema y comunidad vegetal. De acuerdo con esto, las especies pueden mostrar amplios intervalos de distribución o presentarse en hábitats muy particulares. Las especies encontradas en el estado de Tlaxcala se agruparon en cuatro categorías: 1) especies de ecosistemas fríos y templados; 2) especies restringidas a bosques de coníferas; 3) especies de ecosistemas templados y

tropicales y 4) especies de amplia distribución, geográfica y ecológica.

7. El análisis biogeográfico evidenció que la comunidad de Liceales presente en el Volcán La Malintzi, presenta mayor afinidad con comunidades establecidas en ecosistemas templados que con otro tipo de ambientes. Asimismo, mediante la revisión de la literatura, se observó que en ecosistemas áridos, fríos y tropicales, el número de especies de Liceales, es menor con relación a las zonas templadas, sobre todo de las zonas montañosas. Esto podría indicar que los Liceales como grupo son más abundantes en zonas con condiciones mésicas, y más sensibles a las condiciones extremas de humedad y temperatura.
8. Las especies del orden Liceales encontradas en el Volcán La Malintzi, presentaron cuatro tendencias básicas en cuanto a su fenología: 1) especies presentes durante todo el año; 2) especies que fructifican durante y después de la época de lluvias; 3) especies con tendencias a fructificar en la época fría del año, y 4) especies raras.
9. Por último, la elevada riqueza de especies del orden Liceales encontrada en el bosque de *Abies-Pinus* del Volcán La Malintzi, dependió básicamente de: la ubicación geográfica del lugar, ya que en dicha zona convergen tanto elementos boreales como tropicales; la diversidad de ambientes encontrados en el gradiente altitudinal, que van desde zonas con vegetación escasa hasta lugares donde la cobertura vegetal es densa, y de condiciones templadas hasta ligeramente frías, y el tipo de muestreo que fue intensivo y dirigido durante dos años.

## 11. LITERATURA CONSULTADA

- Acosta, R. y A Kong. 1991. *Guía de las excursiones botánicas y micológicas al Cerro de El Peñon y Cañada Grande del estado de Tlaxcala*. Universidad Autónoma de Tlaxcala, Sociedad Mexicana de Micología y Jardín Botánico Tizatlán. Gobierno del estado de Tlaxcala.
- Acosta, R., J.L. Montoya y P. C. Saldaña. 1991. *La vegetación del estado de Tlaxcala*. Jardín Botánico Tizatlán. Gobierno del estado de Tlaxcala.
- Alexopoulos, C. J. 1959. Myxomycetes from Greece. *Britt.* 100:25-40.
- Alexopoulos, C. J. 1970. Rain forest myxomycetes. in: *A tropical rain forest*. Ed. H. T. Odum. U.S. Atomic Energy Commission, Washington.
- Alexopoulos, C. J. y C. W. Mims. 1979. *Introductory mycology*. 2a. ed. John Wiley & Sons Inc. Nueva York.
- Alexopoulos, C. J. y R. J. Saénz. 1975. The myxomycetes of Costa Rica. *Mycotaxon*. 11:223-271.
- Almeida, M. G. 1966. Contribuição para o estudo dos myxomycetes de Portugal II. *Rev. Fac. Ciencias. Lisboa*. 14:5-12.
- Almeida, M. G. 1974. Contribuição para o conhecimento dos myxomycetes de Angola II. *Bol. Soc. Brot.* 48:187-203.
- Almeida, M. G. 1985. Contribuição para o conhecimento dos myxomycetes de Portugal VII. *Portug. Acta. Biol.* 14:5-10.
- Ashwort, J. M. y J. Dee. 1975. *The Biology of slime moulds*. Edward, Arnold Butler & Taner, Londres.
- Blackwell, M. y R. L. Gilbertson. 1981. Sonoran desert myxomycetes. *Mycotaxon* 11:139-149.
- Blackwell, M. y R. L. Gilbertson. 1984. Distribution and sporulation phenology of Myxomycetes in the Sonoran Desert of Arizona. *Microb. Ecol.* 10:369-377.
- Blackwell, M. y T. G. Laman. 1982. Spores dispersal of *Fuligo septica* (Myxomycetee) by Lathridiid beetles. *Mycotaxon* 14:58-60.
- Braun, K. L. y H. W. Keller, 1976. Myxomycetes of Mexico I. *Mycotaxon* 3:297-317.
- Braun, K.L. y H.W. Keller.1986. Myxomycetes of Mexico II. *Rev. Mex. Mic.* 2:25-39.
- Braun, K. L., H. W. Keller y J. R. Braun. 1979. Cultivo e identificación de los myxomycetes. *Bol Soc. Mex. Mic.* 13:205-209.
- Cavalier-Smith, T. 1981. Eukaryote kingdoms: seven or nine?. *Biosystems*. 14:461-472.
- CETENAL, 1975a. *Carta Climática*. Tlaxcala, 1:250000. S.P.P. México, D.F.
- CETENAL, 1975b. *Carta Edafológica*. Tlaxcala, 1:250000. S.P.P. México, D.F.
- Chacón, S. y G. Guzmán. 1984. Nuevas observaciones sobre los hongos, líquenes y mixomicetos de Chiapas. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19:245-252.

- Chassain, M. 1973. Capture d'un insecte collembole par deux myxomycetes. *Doc. Mycol.* 8:37-38.
- Chassain, M. 1982. Essai sur l'ecologie des myxomycetes. *Doc. Mycol.* 12:7-21.
- Chiang, Y. C. y C. H. Liu. 1991. Corticouloos myxomycetes of Taiwan. *Taiwania.* 6:348-255.
- Collins, O. R. 1979. Myxomycete biosystematics: Some advances developments and future research oportunities. *Bot. Rev.* 48:145-202.
- Considine, J. y M. F. Mallette. 1965. Production and partial purification of antibiotic materials formed by *Physarum gyrosus*. *Appl. Microbiol.* 13:464-468.
- Cook, B. W. 1951. Some myxomycetes from south central Washington. *Northwest Science.* 25:171-175.
- Curtis, D. H. 1971. Myxomycetes new to crater Lake National Park Oregon I. *Nadroño.* 21:10-12.
- Curtis, D. H. 1972. A preliminary report of the myxomycetes from the state of Idaho. *Nadroño.* 22:540-541.
- Deschamps, J. R. 1975. Los myxomycetes de la Argentina. Catálogo crítico, distribución y clave de las especies. *Physis. Secc. C. Buenos Aires.* 34:159-178.
- Digilio, P. L. 1950. Myxomycetes de Tucumán. *Lilloa* 23:365-413.
- Dirzo, R. 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?. in Soberon, M. (Compilador). *Ecología y conservación en México. Ciencias. No. especial 4.*
- Ehrenfeld, D. W. 1970. *Conservación y biología.* Interamericana. México, D.F.
- Eliasson, U. H. 1977. Recent advances in the taxonomy of myxomycetes. *Bot. Notiser.* 130:483-492.
- Eliasson, U.H. 1981. Patterns of ocurrence of myxomycetes in a Spruce forest in south Sweden. *Holarctic. Ecol.* 4:20-31
- Eliasson, U. H. 1991. The myxomycete biota of the Hawaiian islands. *Mycol. Res.* 95:257-267.
- Eliasson, U. H. y N. E. Nannenga-Bremmekamp. 1983. Myxomycetes of the *Scalesia* forest, Galapagos Islands. *K. Ned. Akad. Van. Wet. Amst. Proc. C.* 86(2):143-153.
- Eliasson, U. H. y S. Sunhede. 1972. Some Swedish records of myxomycetes. *Sv. Bot. Tidskr.* 66:18-24.
- Eliasson, U. H.; H. W. Keller y J. A. Hutchinson. 1988. Myxomycetes from Arkansas. *Mycotaxon.* 32:375-398.
- Emoto, Y. 1962. Myxomycetes found Aich prefecture. *Trans. Nicol. Soc. Japan.* 3(1-6):141-142.
- Emoto, Y. 1963. List of myxomycetes collected in the Masutommi hot springs area Yamanashi. *Trans. Nicol. Soc. Japan.* 4(3)

- Emoto, Y. 1964. Myxomycetes from Fukushima prefecture. *Trans. Nicol. Soc. Japan.* 4(6):27
- Evenson, A. E. 1961. A preliminary report of the myxomycetes of southern Arizona. *Mycologia.* 53:136-144.
- Farr, M. L. 1959. U. F. Cook's myxomycete collection from Liberia and the Canary Islands. *Lloydia* 22:295-301.
- Farr, M. L. 1968. An illustrated key to myxomycetes of South America, with special reference to Brasil. *Mickia.* 3:45-88.
- Farr, M. L. 1969. Myxomycetes from Dominica. *Bull. USA Nat. Museum.* 37:397-440.
- Farr, M. L., 1976. *Myxomycetes. in: Flora Neotropica.* Monografía No. 16. The New York Botanical Garden. Nueva York.
- Farr, M. L. 1979. Notes on myxomycetes II. New taxa and records. *Nov. Hedv.* 31:103-118.
- Farr, M. L. 1981. *How to know the true slime molds.* Wm. C. Brown, Dubuque Iowa.
- Farr, M. L., U. Eliasson y K. P. Dumont. 1979. Myxomycetes from Ecuador. *Mycotaxon.* 8(1):127-134.
- Franco, L. J., G. A. Cruz, R. A. Rocha, S. N. Navarrete, M. G. Flores, M. E. Kato, C. S. Sánchez, A. L. Abarca, S. C. Bedia y A. L. Winfield, 1985. *Manual de ecología.* Trillas. México, D. F.
- Gaither, T. W. 1976. Ultrastructure of the pseudocapillitium and spores of the myxomycete *Lycogala epidendrum.* *Liceales. Amer. J. Bot.* 63:705-709.
- Galindo-Flores, G. 1993. *Estudio taxonómico y biogeográfico de las especies de la familia Trichiaceae (Trichiales-Myxomycetes) que se desarrollan en el estado de Tlaxcala.* Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM, Tlalnepantla.
- Galindo-Flores, G., L. Hernández-Cuevas, M. Rodríguez-Palma y A. Estrada-Torres, 1993. Contribución al conocimiento de los mixomicetos del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. *Acta Bot. Mex.* 21:27-42.
- Gilbert, F. A. 1927. Notes on myxomycetes from eastern Massachusetts. *Rhodora* 29:165-1173.
- Gómez, S. A. 1981. *Mixomicetos de Nuevo León.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey.
- Gómez-Sánchez, A. y J. Castillo., 1981. Estudio sobre los myxomycetes del estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 15: 199-233.
- González-Fuentes, I, 1987. *Los hongos del estado de Tlaxcala. Contribución al conocimiento de la micoflora regional.* Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. Tlalnepantla.
- Guzmán, G. 1983. Los hongos de la Península de Yucatán. II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. *Biotica* 8(1): 71-88.
- Guzmán, G. y L. Villarreal. 1984. Estudio sobre los hongos, líquenes y mixomicetos del Cofre de Perote, Veracruz I. Introducción a la micoflora de la región. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 107-124.

- Hagiwara, H. y H. R. Bhandary. 1982. Myxomycetes from Central Nepal I. in: Otani Y. *Reports Crypt. Study in Nepal. Nat. Sc. Mus. Tokyo.* 119-124.
- Hammashima, S. 1976. On the slime moulds found in the forest of Atsuta Shrine. *Trans. Micol. Soc. Japan.* 17:88-
- Harkönen, M. 1979 a. A check list of Finnish myxomycetes. *Karst.* 19:1-
- Harkönen, M. 1979 b. Additions and corrections to the Finnish flora of myxomycetes. *Karst.* 19:1-7.
- Harkönen, M. 1988. Some additions to the knowledge of Turkish myxomycetes. *Karst.* 27:1-7
- Hernández-Cuevas, L. 1993. *Estudio taxonómico y biogeográfico de las especies de la familia Physaraceae (Physarales-Myxomycetes) que se desarrollan en el estado de Tlaxcala.* Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM, Tlalnepantla.
- Hernández-Cuevas, L., M. Rodríguez-Palma, G. Galindo-Flores y A. Estrada-Torres, 1991. New records of myxomycetes from Mexico. *Mycotaxon* 62:17-27.
- Holmgren, P. K., N. H. Holmgren y L. C. Barnett. 1990. Index herbariorum. Part I. The herbaria of the world. 8th ed. *Regnum Veget.* 120: 1-693.
- Howard, F. L. y M. E. Currie. 1932 a. Parasitism of myxomycete plasmodia on the sporophores of Hymenomycetes. *J. Arn. Arb.* 32: 270-283.
- Howard, F. L. y M. E. Currie. 1932 b. Parasitism of myxomycete plasmodia on fungus mycelia. *J. Arn. Arbor.* 32: 438-447.
- Ing, B. 1964. Myxomycetes from Nigeria. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 47 (1): 49-55.
- Ing, B. 1982. Notes on myxomycetes III. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 78: 439-446.
- Ing, B. 1983. A ravine association of myxomycetes. *J. Biogeogr.* 10: 299-306.
- Ing, B. 1990. New records of myxomycetes in Stonia. *Proc. Stonian Academ. Sci. Biol.* 39 (4):271-276.
- Ing, B. 1994. The phytosociology of myxomycetes. *New Phytol.* 126: 175-201.
- Ing, B. y R. Mchugh. 1968. Myxomycetes from Nigeria II. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 51(2):215-220.
- Ing, B. y R. Mchugh. 1988. A revision of Irish myxomycetes. *Proc. Royal. Irish Academy.* 88(7):99-117.
- Johannesen, E. W. 1984. New and interesting myxomycetes from Norway. *Nord. J. Bot.* 4:513-520.
- Keller, H. W y T. E. Brooks. 1977. Corticolous myxomycetes VII. Contribution toward a monograph of *Licea*, five new species. *Mycologia.* 69:667-684.
- 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.
- Keller, H. W., U. H. Eliasson, K. L. Braun y M. J. Buben-Zurey. 1988. Corticolous myxomycetes X. Ultrastructure and taxonomic status of *Cribraria minutissima* and *C. confusa*. *Mycologia.* 80: 536-545.

- Kornerup, A. y J. H. Wanscher, 1978. *Methuen handbook of colour*. Methuen, Londres.
- Kowalski, D. T. 1973. New records of myxomycetes from California V. *Madroño*. 22:97-100.
- Kowalski, D. T. 1975. The myxomycete taxa described by Charles Meylan. *Mycologia*. 7:448-494.
- Kowalski, D. T. y D. H. Curtis. 1968. New records of myxomycetes from California III. *Madroño*. 19:246-249.
- Küppers, H. 1979. *Atlas de los colores*. Blume. Barcelona.
- Lado, C. 1993a. *Cuadernos de trabajo de flora micológica Ibérica. Bases corológicas de flora micológica iberica*. Consejo Sup. de Investigaciones científicas. Real Jardín Botánico. FARESO. Madrid.
- Lado, C. 1993b. *Myxomycetes of Mediterranean woodlands*. In: D. N. Pegler, L. Boddy, B. Ing y P. M. Kirk. *Fungi of Europe*. Investigation, recording and conservation. Royal Botanic Gardens Kew.
- Lado, C. 1994. A checklist of myxomycetes of the Mediterranean countries. *Mycotaxon*. 52:117-185.
- Lado, C. y G. Moreno, 1981. Estudios sobre los myxomycetes V. Notas sobre Gran Canaria, I. Canarias. *Bot. Macaronesica*. 8-9:59-69.
- Lado, C. y Pando, F. 1989. La colección de myxomycetes preparada por C. Torrend para el Colegio de San Field (Portugal). *Anal. Jard. Bot. Mad.* 46:173-
- Lakhanpal, T. N. y K. G. Mukerji, 1981. *Taxonomy of Indian Myxomycetes*. Cramer. Vaduz.
- Lazo, W. R. 1966. Notes and illustrations of myxomycetes from Chile and other contries. *Mycologia*. 58:67-79
- Lewis, R. 1994. A new place for fungi?. *Biosc.* 44:389-391.
- Lipscomb, D. 1985. The eukaryotic kyngdoms. *Cladistics*. 1:127-140.
- Llorente, J. (compilador) 1989. Los patrones de la evolución y la sistemática en México. *Ciencias*. No. especial 3.
- López, A., A. Sosa y L. Villarreal. 1981a. Estudio sobre los myxomycetes de Veracruz II. *Biot.* 6:43-56.
- López, A., L. Villarreal y A. Sosa, 1981b. Estudio sobre los myxomycetes del Estado de Veracruz V. Los myxomycetes mexicanos registrados en literatura. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 16:95-104.
- Macbride, T. H. y G. W. Martin. 1934. *The Myxomycetes. A describe list of the know species with special reference to those occurring in North America*. The Macmillan company. Nueva York.
- Maimoni-Rodella, R. C. y G. Gottsberger, 1980. Myxomycetes from the forest and the Cerrado vegetation in Botucatu, Brasil. A comparative ecological study. *Nov. Hedv.* 34:207-246.
- Magurran, E. A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princenton University Press. Princenton, New Jersey.

- Mapes, C. G. Guzmán y J. Caballero. 1981. *Etnomicología purepecha. El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán*. Cuadernos de etnobiología 2. Dir. Gral. de Culturas Populares. Soc. Mex. Mic. y UNAM, México, D.F.
- Margulis, L. 1981. How many kingdoms? Current views of biological classification. *Amer. Biol. Teach.* 43: 482-487.
- Martin, G. W. 1960. The systematic position of the myxomycetes. *Mycologia*:52-119-129.
- Martin, G. W. 1962. Taxonomic notes on myxomycetes, IV. *Britt.* 14:180-185.
- Martin, G. W. y C. J. Alexopoulos, 1969. *The Myxomycetes*. Univ. Iowa. Academic. Press. Iowa.
- Martin, G. W., C. J. Alexopoulos y M. L. Farr. 1983. *The genera of Myxomycetes*. Univ. Iowa. Academic. Press. Iowa.
- Martínez-Alfaro, M. A., E. Pérez-Silva y E. Aguirre-Acosta. 1983. *Etnomicología y exploraciones micológicas en la Sierra Norte de Puebla*. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 18:51-63.
- Martínez-Murillo, M. E. y E. López-Ochoterena. 1970. Contribución al conocimiento de los micetozoarios (Protozoa, Sarcodina) de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 31:95-106.
- Matsumoto, J. y Y. Yamamoto, 1993. Myxomycetes of the Ryukyu islands, Japan. *Hik.* 11:241-247.
- Miller, G. T. 1994. *Ecología y medio ambiente*. Iberoamérica. México, D.F.
- Mitchel, D. H.; S. W. Chapman y M. L. Farr. 1980. Notes on Colorado fungi IV: Myxomycetes. *Mycotaxon.* 10(2):299-349.
- Mitchell, D. W. 1992. The myxomycota of New Zeland and its island territories. *Nov. Hedw.* 55(1-2):231-256.
- Mitchell, D. W. 1994. *Sinkey. Synoptic keys to myxomycetes*. Walton Cottage, Upper Hartfield, East Sussex.
- Mitchell, D. W. 1995. The myxomycota of Australia. *Nov. Hedw.* 60:269-295.
- Mitchell, D. W., N. E. Nannenga-Bremekamp., C. L. Champion y M.E. Clark. 1984. Myxomycota ramasses en France et conservees dans nos collectione privees. *Doc. Mycol.* 14:51-59.
- Montoya-Esquivel, A., 1992. *Análisis comparativo de la etnomicología de tres comunidades ubicadas en las faldas del volcán La Malintzin, estado de Tlaxcala*. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P. Iztacala, U.N.A.M., Tlalnepantla.
- Moroz, E. L. y J. K. Novozhilov. 1988. Conspectus myxomycetum RSS Belorussiae. *Nov. Syst. Plant. non vasc.*25:92-97.
- Muenscher, W. C. 1934. *Myxomycetes*. Monographs of the University of Puerto Rico No. 2 Ser B. San Juan.
- Munsell, 1991. *Munsell soil color chart*. Kollmorgen corporation, Baltimore.
- Nannenga-Bremekamp, N. E. 1962. Notes on myxomycetes V. On the identity of the genera *Cribraria* and *Dictydium*. *Act. Bot. Neerl.* 11:21-22.

- Nannenga-Bremekamp, N. E. 1965. Notes on myxomycetes IX. The genus *Licea* in the Netherlands. *Act. Bot. Neerl.* 14:131-147.
- Nannenga-Bremekamp, N. C., 1991. *A guide to temperate Myxomycetes*. Biopress. Bristol.
- Nava, R. L. 1988. *Geografía de Tlaxcala*. Apizaco, Tlaxcala.
- Nelson, R.K. y R.W. Scheetz. 1982. Taxonomic studies in the myxomycetes V. significance of peridial and spore ornamentations in the genus *Tubifera* with a revised key to the species. *Mycologia*. 74:541-548.
- Novogilov, J. K. 1985. Conspectus myxomycetum in URSS vigentum. *Nov. Syst. Plant. non vasc.* 22:136-143.
- Novogilov, J. K. 1986. De myxomycetis paeninsulae czukotka notula I. *Nov. Syst. Plant. non vasc.* 23:143-
- Odum, E. P. 1980. *Ecología. Estudio de la distribución y abundancia*. 33a. ed. Interamericana. México, D. F.
- Ogata, A. N. 1992. *Ecología y fenología de los myxomycetes en un bosque tropical del estado de Veracruz*. Tesis de Maestría. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- Ogata, A. N., D. Nestel, V. Rico-Gray y G. Guzmán. 1994. Los Myxomycetes citados de México. *Act. Bot. Mex.* 27:39-51
- Pando, F. y C. Lado. 1988. Two new species of corticolous myxomycetes from Spain. *Mycotaxon*. 31:299-303.
- Pérez-Moreno, J. y L. Villarreal. 1988. Los hongos y mixomicetos del estado de Chiapas, México. Estado actual del conocimiento y nuevos registros. *Micol. Neotrop. Apl.* 1:97-134.
- Ramon, E. 1968. Myxomycetes of Israel. *Israel J. Bot.* 17: 207-211.
- Reynolds, D. R. y C. J. Alexopoulos. 1971. Southeast Asian myxomycetes I. Thailand and Burma. *Pacific. Sci.* 25(1):33-38.
- Richardson, R. A. y R. S. Currah. 1990. Myxomycetes of Alberta. *Mycotaxon*. 27:363-378.
- Rohlf, F. J. 1994. NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. versión.1.80. Exeter software. 100 North Country Rd., Building B Setauket, Nueva York.
- Rodríguez-Palma, M. 1992. *Estudio taxonómico y ecológico de las especies del Orden Stemonitales (Myxomycetes-Fungi) del Volcán La Malintzin, Mpio. de Ixtenco, Tlaxcala*. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM.Tlalnepantla.
- Rodríguez-Palma, M., A. Estrada-Torres, G. Galindo-Flores y L. Hernández-Cuevas. 1994. *Biodiversidad de Myxomycetes en el estado de Tlaxcala*. Memorias del 5° Congreso Nacional de Micología. Sociedad Mexicana de Micología y Universidad de Guanajuato. Guanajuato.
- Rogerson, C. T. y S. L. Stephenson. 1993. Myxomyceticolous fungi. *Mycologia* 85:456-469.
- Ross, I. K. 1973. The Stemonitomycetidae, a new subclass of myxomycetes. *Mycologia*. 65:477-485.

- Samuels, G. J. 1973. The myxomyceticolous species of *Nectria*. *Mycologia*. 65:401-420.
- Santesson, R. 1964. Swedish myxomycetes. *Sv. Bot. Tidskr.* 58(1):113-124.
- Schinner, F. 1981. Myxomycetes of the Großglockner region (Hohe tavern mts., Austria). An ecological study. *Z. Mykol.* 48(1):165-170.
- Siwasin, J. y B. Ing. 1982. Myxomycetes from Thailand. *Nord. J. Bot.* 2:369-370.
- Stephenson, S. L., 1983. Myxomycetes associated with Southern Appalachian Spruce fir forest. *Proc. West Virginia Acad. Sci.* 55:118-124.
- Stephenson, S. L., 1988. Distribution and ecology of myxomycetes in temperate forest I. Patterns of occurrence in the upland forest 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.
- Stephenson, S.L. y G. A. Laursen. 1993. A preliminary report on the distribution and ecology of myxomycetes in Alaskan tundra. *in: Arctic and Alpine Mycology 3. Bibl. Mycol.* 150:251-257.
- Stephenson, S.L. y S. M. Studlar. 1985. Myxomycetes fruiting upon bryophytes: coincidence or preference?. *J. Bryol.* 13:549-562.
- Stephenson, S. L., I. Kalyanasundaram y T. N. Lakhanpal. 1993. A comparative biogeographical study of myxomycetes in the mid Appalachians of eastern North America and two regions of India. *J. Biogeogr.* 20: 645-657.
- Stephenson, S. L., A. Kummar, R. Bhatt, T. Dubey, J. C. Landelt y M. B. Adams. 1994. *Preliminary checklist of fungi of the Fernow Experimental forest.* Gen. Tech. Rep. N. E. 182. Radnor, P.A. U. S. Department of Agriculture, forest service, Northeastern forest. Exper. station.
- Stojanowska, W., 1977 a. Slime mold flora of the Sleza Massif. *Acta Mycol.* 13 (2): 245-256.
- Stojanowska, W., 1977 b. Changes in slime mold flora in the reservation of Puszcza snieznej Bialki. *Acta Mycol.* 13 (1): 99-107.
- Stojanowska, W., 1979. Observations of the slime molds growing in the moulder beech wood. *Acta Mycol.* 15: 167-174.
- Stojanowska, W., 1980. Comparison of myxomycetes of the forest in Skarzyn and of the beech reserve in Muszkowice. *Acta Mycol.* 16 (2): 221-230.
- Stojanowska, W., 1981. Myxomycetes of the rotting cherry wood. *Acta Mycol.* 17:125-129.
- Stojanowska, W., 1983a. Myxomycetes of the litter. *Acta Mycol.* 19:21-30.
- Stojanowska, W., 1983b. Myxomycetes of the Sudetes I. *Acta Mycol.* 19:207-243.
- Sturgis, W. C. 1916. Myxomycetes from South America. *Mycologia*. 8:34-41.
- Systematic Agenda 2000. 1994. *Charting the Biosphere.* Technical report. Consortium of the Am. Soc. of Plant Taxonomists, Soc. of Syst. Biologists, Willi Hening Society & Association.

- Tejera, E. B. 1980. *Catálogo de los hongos saprófitos presentes en el Archipiélago Canario*. Instituto de estudios canarios. Monografía. Secc. 4a. C. N.
- Thind, K. S. y H. S. Khara. 1969. The Myxomycetes of India XXIII. *Proc. Indian Ac. Sc.* 49:284-293.
- Thind, K. S., H. S. Khara y J. S. Soni. 1971. The Myxomycetes of India XXIV. *Proc. Nat. Ac. Sc. India.* 41:47-58.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo.* 14:17-30.
- Trujillo, F. I., 1988. Contribución al conocimiento de los myxomycetes de la Sierra de Manatlán, Jalisco. *Tiempos de Ciencia.* 12:20-27.
- Trujillo, F. I., M. M. Castañeda & L. Guzmán-Dávalos, 1986. Hongos del estado de Jalisco, IV. Los myxomycetes conocidos. *Tiempos de Ciencia* 5:42-51.
- Villarreal, L. 1983. Algunas especies de myxomycetes no registradas para el estado de Veracruz. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 18:153-164.
- Villarreal, L. 1990. Estudio sobre los myxomycetes de Mexico I. Nuevos registros. *Mycol. Neotrop. Apl.* 3:67-79.
- Villarreal, L. 1993. Observaciones sobre el género *Lindbladia* (Myxomycetes) en México. Memorias del XII Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma de Yucatán y Gobierno del Estado. Yucatán, México.
- Welden, A. L. 1951. A taxonomic survey of myxomycetes of the Great Smoky Mountains National Park. *J. Tenn. Acad. Sc.* 26:271-275.
- Welden, A. L. 1954. Some myxomycetes from Panama and Costa Rica. *Mycologia.* 46(1):93-99.
- 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 Jalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). *Bol. Soc. Mex. Mic.* 12:59-102.
- Welden, A. L., Dávalos, L. y G. Guzmán. 1979. Segunda lista de los hongos, líquenes y myxomycetes de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Jalapa (México). *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13:151-161.
- Werner, G. 1988. *Los suelos en el estado de Tlaxcala*. Gobierno del estado de Tlaxcala-Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Wheeler, Q. 1980. Studies on Neotropical slime mold/beetle relationships, part I: natural history and description of a new species of *Anisotoma* from Panama (Coleoptera: Leiodidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 8:493-498.
- Wheeler, Q. y M. Blackwell, 1984. *Fungus-insect relationships. Perspectives in ecology and evolution*. Columbia University Press. Nueva York.
- Wheeler, Q. y R. Hoebcke. 1990. New host record for *Anisotoma basilis* (Coleoptera: Leiodidae) breeding of sporocarps of the slime mold *Lycogala flavofuscum* (Myxomycetes: Liceales). *Entomol. News.* 101:129-132.
- Yamamoto, Y., H. Hagiwara y K. Sultana. 1993. Myxomycetes from Northern Pakistan II. *Crypt. Flora Pakistan.* 2: 25-41.

Yu, L. y L. Hui-Zong. 1989. A check list of myxomycetes from China I. *Mycotaxon*. 35(2):429-436.

Yu, L. y L. Hui-Zhong, 1995. Myxomycetes from China III. Description of a new species, *Cribraria media*, and discussion of the relationships between *Cribraria* and *Dictydium*. *Mycotaxon*. 53:69-80.

## ANEXO I.

### MATERIAL ESTUDIADO

**Familia: Liceaceae**  
**Género: Licea**

**Especie: *Licea pusilla* Schrad.**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzin, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 417, 3500 m, 12 agosto, 1988; # 1031G, 3450 m, 21 abril, 1989. Laura Hernández C. # 262, 3400 m, 31 julio, 1988; # 359, 3450 m, 12 agosto, 1988; # 1034, 3300 m, 20 enero, 1989; # 1484, s/a, 15 sept., 1989; s/n, 3400 m, 12 agosto, 1989. Mercedes Rodríguez P. # 179, 3400 m, 14 julio, 1988; # 181, 3400 m, 14 julio, 1988; s/n, 3400 m, 31 julio, 1988; # 1058, 3400 m, 19 mayo, 1989.

**Especie: *Licea pygmaea* (Mayl.) Ing**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 1452, 3350 m, 23 marzo, 1990. Laura Hernández C. # 218, 3400 m, 30 julio, 1988; # 232, 3500 m, 31 julio, 1988; # 725, 3300 m, 27 sept., 1988; # 783, 3100 m, 28 oct., 1988; # 1035, 3300 m, 20 enero, 1989; # 1739, 3350 m, 09 Feb., 1990; # 1809, s/a, 03 marzo, 1990. Mercedes Rodríguez P. # 200, 3200 m, 30 julio, 1988; # 975, 3250 m, 10 marzo, 1989; # 2017, 3300 m, 25 enero, 1995.

**Especie: *Licea parasitica* (Lucal) Mart.**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Laura Hernández C. # 2006, 3250 m, 31 julio, 1991.

**Especie: *Licea* sp. 1**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 200, 3200 m, 30 julio, 1988.

**Familia: Enteridiaceae**  
**Género: Enteridium**

**Especie: *Enteridium intermedium* (Nann.-Brem.) Farr**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 1204, 3400 m, 20 oct., 1989. Adriana Montoya E. # 1318, s/a, 24 julio., 1993.

Localidad: D. F., México  
Arturo Estrada T. # 3457, s/a, s/f.

**Especie: *Enteridium lycoperdon* (Bull.) Farr**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Arturo Estrada T. # 3122, s/a, 19 sept., 1990. Gema Galindo Flores # 152, 3000 m, 13 julio, 1988. Laura Hernández C. # 127, 3200 m, 08 julio, 1988; # 1113, 3300 m, 21 julio, 1989. Mercedes Rodríguez P. # 151, 3000 m, 13 julio, 1988.

Localidad: Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.  
Arturo Estrada T. # 3167, s/a, 19 oct., 1990.

Localidad: Laguna de Quila, Estado de México  
Alberto Rojas Ochoa # 01, s/a, 23 mayo, 1987.

Localidad: Puerto de los Cotos, Madrid, España.  
Carlos Lado # 1457, s/a, 25 mayo, 1973.

**Especie: *Enteridium olivaceum* Ehrenb. Jahrb.**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 978, 3250 m, 10 marzo, 1989.

Localidad: Ciudad Universitaria, Madrid, España.  
Carlos Lado # 1455, s/a, 28 enero, 1977.

**Especie:** *Enteridium splendens* var. *juranum* (Meyl.)Hark.

**Localidad:** Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Gema Galindo Flores # 735, 3250 m, 04 nov., 1988; # 1035, 3200 m, 19 mayo, 1989; # 1520, 3200 m, 19 mayo, 1990; # 1522, 3250 m, 19 mayo, 1990. Mercedes Rodríguez P. # 1878, 3450 m, 18 agosto, 1989; # 1057, 3400 m, 19 mayo, 1989.

**Localidad:** Tlaxcala

Arturo Estrada T. # 1766, s/a, s/f.

**Especie:** *Enteridium splendens* var. *splendens* (Morgan)Mach.

**Localidad:** Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.

Gema Galindo Flores # 896, s/a, 11 nov., 1988. Mercedes Rodríguez P. # 743, s/a, 11 nov., 1988.

**Especie:** *Lycogala epidendrum* (L.) Fr.

**Localidad:** Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Gema Galindo Flores # 51, s/a, 23 junio, 1988; # 52, s/a, 23 junio, 1988; # 218, 3150 m, 30 julio, 1988; # 465, 3350 m, 02 sept., 1988; # 480, 3500 m, 25 sept., 1988; # 492, 3500 m, 15 sept., 1988; # 606, 3010 m, 16 sept., 1988; # 732, 3250 m, 04 nov., 1988; # 733, 3250 m, 04 nov., 1988; # 750, 3400 m, 04 nov., 1988; # 757, 3450 m, 04 nov., 1988; # 758, 3450 m, 04 nov., 1988; # 791, 3250 m, 26 nov., 1988; # 834, 3400 m, 26 nov., 1988; # 835, 3400 m, 26 nov., 1988; # 836, 3400 m, 26 nov., 1988; # 837, 3400 m, 26 nov., 1988; # 838, 3400 m, 26 nov., 1988; # 845, 3450 m, 26 nov., 1988; # 845, 3450 m, 26 nov., 1988; # 851, 3500 m, 26 nov., 1988; # 878, 3100 m, 14 dic., 1988; # 1031, 3450 m, 21 abril, 1989; # 1183, 3350 m, 20 oct., 1990; # 1189, 3400 m, 20 oct., 1989; # 1194, 3400 m, 20 oct., 1990; # 1216, 3150 m, 11 enero, 1990; # 1278, 3400 m, 11 enero, 1990; # 1279, 3400 m, 11 enero, 1990; # 1280, 3400 m, 11 enero, 1990; # 1281, 3400 m, 11 enero, 1990; # 1289, 3450 m, 11 enero, 1990; # 1317, 3250 m, 09 feb., 1990; # 1349, 3350 m, 09 feb., 1990; #

1381, 3400 m, 09 feb., 1990; # 1382a, 3400 m, 09 feb., 1990; # 1392a, 3450 m, 09 feb., 1990; # 1410, 3500 m, 09 feb., 1990; # 1519, 3150 m, 19 mayo., 1990; # 1525, 3250 m, 19 mayo., 1990; # 1527, 3250 m, 19 mayo., 1990; # 1674, 3250 m, 07 julio, 1989; # 1677, 3250 m, 07 julio, 1989; # 1679, 3250 m, 07 julio, 1989; # 1696, 3150 m, 21 julio, 1989; s/n, 3250 m, 21 junio, 1989; s/n, 3300 m, 08 julio, 1988; s/n, 3400 m, 20 oct., 1990. Laura Hernández C. # 35, s/n, 27 mayo, 1988; # 50, s/a, 27 mayo, 1988; # 328, 3150 m, 04 agosto, 1988; # 401, 3100 m, 01 sept., 1988; # 408, 3150 m, 01 sept., 1988; # 459, 3450 m, 02 sept., 1988; # 500, 3450 m, 15 sept., 1988; # 796, 3500 m, 04 nov., 1988; # 822, 3400 m, 04 nov., 1988; # 829, 3350 m, 04 nov., 1988; # 868, 3200 m, 04 nov., 1988; # 878, 3150 m, 04 nov., 1988; # 902, 3350 m, 26 nov., 1988; # 1042, 3200 m, 20 enero, 1989; # 1533, 3400 m, 20 oct., 1989; # 1542, 3500 m, 20 oct., 1989; # 1708, 3400 m, 09 Feb., 1990; # 1748, 3350 m, 09 Feb., 1990; # 1802, s/a, 09 marzo, 1990. Mercedes Rodríguez P. # 44, s/a, 23 junio, 1988; # 46, s/a, 24 junio, 1988; # 63, s/a, 27 junio, 1988; # 108, 3350 m, 08 julio, 1988; # 621, 3300 m, 27 sept., 1988; # 738, 3500 m, 04 nov., 1988; # 774, 3300 m, 26 nov., 1988; # 775, 3300 m, 26 nov., 1988; # 776, 3300 m, 26 nov., 1988; # 794, 3400 m, 26 nov., 1988; # 839, 3300 m, 19 dic., 1988; # 864, 3450 m, 19 dic., 1988; # 916, 3300 m, 20 enero, 1989; # 951, 3300 m, 10 Feb., 1989; # 1062, 3300 m, 19 mayo, 1989; # 1096, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1264, 3300 m, 02 oct., 1989; # 1267, 3300 m, 02 oct., 1989; # 1269, 3300 m, 20 oct., 1989; # 1305, 3450 m, 20 oct., 1989; # 1350, 3300 m, 11 enero, 1990; # 1370, 3400 m, 11 enero, 1990; # 1451, 3300 m, 09 Feb., 1990; # 1458, 3300 m, 09 Feb., 1990; # 1592, 3300 m, 23 marzo, 1990; # 1595, 3300 m, 23 marzo, 1990; # 1679, 3300 m, 19 abril, 1990; # 1681, 3300 m, 19 abril, 1990; # 1686, 3300 m, 19 abril, 1990; # 1691, 3300 m, 19 abril, 1990; # 1695, 3300 m, 19 abril, 1990; # 1725, 3300 m, 19 mayo, 1990; # 1846, 3400 m, 07 julio, 1989; # 1890, 3500 m, 21 junio, 1989.

Localidad: Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.

Gema Galindo Flores # 62, s/a, 01 julio, 1988; # 1076, s/a, 10 agosto, 1989; # 1081, s/a, 10 agosto, 1989. Laura Hernández C. # 1466 s/a, 08 sept., 1989; # 1472, s/a, 08 sept., 1989. Mercedes Rodríguez P. # 73, s/a, 01 julio, 1988; # 744, s/a, 11 nov., 1988.

Localidad: Villarreal, Mpio. de Terrenate, Tlaxcala.

Arturo Estrada T. # 2926, s/a, 23 feb., 1990. Mercedes Rodríguez P. # 1141, s/a, 27 julio, 1989; # 1143, s/a, 27 julio, 1989; # 1513, s/a, 23 Feb., 1990.

Localidad: Sn. Diego, Mpio. de Javier Mina, Tlaxcala.

Adriana Montoya E. # 328, s/a, 02 julio, 1989. Mercedes Rodríguez P. # 2013, s/a, 05 Agost., 1994.

Localidad: El Peñon, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.

Alejandro Kong Luz # 1876, 2900 m, 29 mayo, 1991. Gema Galindo Flores # 1786, s/a, 26 junio, 1991. Laura Hernández C. # 1991, s/a, 24 julio, 1991.

Localidad: Alrededores del albergue IMSS, Volcán La Malintzi, Tlaxcala. Alejandro Kong Luz # 2528, s/a, 27 junio, 1993.

Localidad: Alrededores de la Laguna de Quila, Estado de México.

Carmen Vilchis Q. # 02, s/a, 23 mayo, 1987. Gema Galindo Flores # 13, s/a, 27 junio, 1987. Mercedes Rodríguez P. # 22, s/a, 01 agosto, 1987.

Localidad: Alrededores de la Laguna de Zempoala, Morelos.

Carmen Vilchis Q. # 08, s/a, 01 junio, 1987; # 13, s/a, 27 junio, 1987. Laura Hernández C. # 09, s/a, 23 mayo, 1987. Mercedes Rodríguez P. # 05, s/a, 11 junio, 1987; # 08, s/a, 11 junio, 1987; # 21, s/a, 27 junio, 1987; # 26, s/a, 01 agosto, 1987.

Localidad: Pantano San Juan, Madrid, España.

Chasca # 6/CL, s/a, 31 Diciembre, 1979.

**Especie:** *Lycogala exiguum* Morgan

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Laura Hernández C. # 1754, 3350 m, 09 Feb., 1990. Mercedes Rodríguez P. # 66, s/a, 27 junio, 1988.

**Especie:** *Lycogala flavofuscum* (Ehrenb.) Rost.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Arturo Estrada T. s/n, s/a, 09 marzo, 1990.

Localidad: Huiloapan-Temezontla, Mpio. de Panotla, Tlaxcala.

Arturo Estrada T. # 3516, s/a, 21 julio, 1993. Laura Hernández C. # 2249, s/a, 16 sept., 1992.

**Género:** Tubifera

**Especie:** *Tubifera casparyi* (Rost.) Machr.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Gema Galindo Flores # 190, 3400 m, 14 julio, 1988; # 923, 3400 m, 20 enero, 1989; # 1284, 3400 m, 11 enero, 1990. Mercedes Rodríguez P. # 1876, 3350 m, 18 agosto, 1989.

Localidad: Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.

Mercedes Rodríguez P. # 745, s/a, 11 nov., 1988.

**Especie:** *Tubifera ferruginosa* (Batsch) J. F. Gmel.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Arturo Estrada T. # 1937, s/a, 15 agosto, 1987. Gema Galindo Flores # 148, 3150 m, 13 julio, 1988. Laura Hernández C. # 135, 3200 m, 13 julio, 1988. # 338, 3500 m, 02 sept., 1988; # 682, 3100 m, 13 julio, 1988; # 1427, 3100 m, 04 agosto, 1989; # 2007, 3100 m, 02 agosto, 1991. Mercedes Rodríguez P. # 047, s/a, 24 junio, 1988; # 103, 3400 m, 08 julio, 1988, # 542, 3000 m, 16 sept., 1988.

Localidad: El Peñon, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.

Laura Hernández C. # 1989, s/a, 24 julio, 1991.

Localidad: Laguna de Zempoala, Morelos.  
Carmen Vilchis Q. # 15, s/a, 27 junio, 1987.

Localidad: Laguna de Quila, Estado de México.  
Mercedes Rodríguez P. # 23, s/a, 01 agosto, 1987.

Localidad: Coahuila  
Arturo Estrada T. # 1987, s/a, 18 sept., 1987.

Localidad: Puerto Canencia, Madrid, España.  
Carlos Lado # 1471, s/a, 10 oct., 1976.

Localidad: Marion County, Fairmont, West Virginia, E. U.  
S. Stephenson # 7416, s/a, 17 Octubre, 1990.

**Especie:** *Tubifera microsperma*  
(Berk. & Curt.) Martin

Localidad: Cascadas de Atlhuetzía, Tlaxcala.  
Laura Hernández C. # 2211, s/a, 21 agosto, 1992.

**Familia:** Cribrariaceae  
**Género:** Lindbladia  
**Especie:** *Lindbladia tubulina* Fr.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 195, 3100 m, 14 julio, 1988.

Localidad: Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 769, s/a, 11 nov., 1988.

**Género:** Cribraria  
**Especie:** *Cribraria argillacea*  
(Pers.) Pers.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Arturo Estrada Torres # 1936, s/a, 15 agosto, 1987. Gema Galindo Flores # 361, 3400 m, 12 agosto, 1988; # 365, 3400 m, 12 agosto, 1988; # 369, 3400 m, 12 agosto, 1988; # 373, 3400 m, 12 agosto, 1988; # 374, 3400 m, 12 agosto, 1988; # 445, 3300 m, 02 sept.,

1988; # 535, 3400 m, 15 sept., 1988; # 536, 3400 m, 15 sept., 1988; # 1122, 3400 m, 31 agosto, 1989; # 1676, 3250 m, 07 julio, 1989; # 1712, 3400 m, 21 julio, 1991; # 1713, 3400 m, 21 julio, 1991; s/n, s/a, 21 julio, 1991. Laura Hernández C. # 243, 3450 m, 31 julio, 1988; # 409, 3200 m, 01 sept., 1988; # 456, 3350 m, 02 sept., 1988; # 458, 3450 m, 02 sept., 1988; # 632, 3000 m, 16 sept., 1988; # 782, 3150 m, 28 sept., 1988; # 1079, 3300 m, 10 Feb., 1989; # 2022, 3450 m, 04 Agost., 1989; # 2230, s/a, 09 sept., 1992. Mercedes Rodríguez P. # 130, 3250 m, 08 julio, 1988; # 153, 3010 m, 13 julio, 1988; # 155, 3010 m, 13 julio, 1988; # 187, 3350 m, 14 julio, 1988; # 202, 3200 m, 30 julio, 1988; # 289, 3200 m, 11 agosto, 1988; # 642, 3200 m, 28 sept., 1988; # 1121, 3300 m, 21 julio, 1989; # 1126, 3250 m, 21 julio, 1989; # 1129, 3250 m, 21 julio, 1989; # 1169, 3500 m, 31 agosto, 1989; # 1248, 3150 m, 20 dic., 1989; # 1844, 3300 m, 07 julio, 1989; # 1879, 3450 m, 18 agosto, 1989; # 1880, 3450 m, 18 agosto, 1989.

Localidad: Nanacamilpa, Mpio. de Mariano Arista, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 1092, s/a, 25 agosto, 1989.

Localidad: Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.  
Laura Hernández C. # 1468, s/a, 8 sept., 1989.

Localidad: Sn. Diego, Mpio. de Javier Mina, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 2004, s/a, 05 agosto, 1994.

Localidad: Parque Ecológico Macuiltépetl, Veracruz.  
Mercedes Rodríguez P. # 1999, s/a, 04 julio, 1993.

Localidad: Puerto Canencia, Madrid, España.  
Carlos Lado # 1515, s/a, 01 julio, 1976.

**Especie:** *Cribraria atrofusca* Mart. & Lov.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Gema Galindo Flores # 728, 3250 m, 04 nov., 1988; # 766, 3500 m, 04 nov., 1988; # 802, 3250 m, 26 nov., 1988; # 818, 3300 m, 26 nov., 1988; # 861, 3250 m, 19 dic., 1988; # 873, 3300 m, 14 dic., 1988; # 913, 3300 m, 20 enero, 1989; # 916, 3350 m, 20 enero, 1989; # 925, 3500 m, 20 enero, 1989; # 940, 3300 m, 10 Feb., 1989; # 943, 3300 m, 10 Feb., 1989; # 1255, 3300 m, 11 enero, 1990; # 1318, 3250 m, 9 Feb., 1990; # 1337, 3300 m, 9 Feb., 1990; # 1449, 3300 m, 23 marzo, 1990; # 1461, 3350 m, 23 marzo, 1990; # 1540, 3300 m, 19 mayo, 1990; s/n, 3250 m, 19 mayo, 1989; Laura Hernández C. # 857, 3300 m, 04 nov., 1988; # 870, 3200 m, 04 nov., 1988; # 904, 3350 m, 26 nov., 1988; # 932, 3200 m, 26 nov., 1988; # 982, 3200 m, 19 dic., 1988; # 983, 3200 m, 19 dic., 1988; # 1039, 3300 m, 20 enero, 1989; # 1710, 3350 m, 09 Feb., 1990; # 1878, 3400 m, 18 mayo, 1990; # 2094, 3300 m, 04 marzo, 1992; # 2097, 3300 m, 04 marzo, 1992; # 669, 3150 m, 04 nov., 1988. Mercedes Rodríguez P. # 673, 3200 m, 04 nov., 1988; # 820, 3500 m, 26 nov., 1988; # 896, 3450 m, 20 enero, 1989; # 1508, 3500 m, 09 Feb., 1990; # 1868, 3450 m, 04 agosto, 1989.

**Especie:** *Cribraria cancellata*  
(Batsch)Nann.-Brem.

Localidad: Rancho Escondido, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 1219, s/a, 08 sept., 1989; # 1839, s/a, 27 julio, 1990.

Localidad: Preston County, West Virginia, E. U.  
S. Stephenson # 7418, s/a, 20 oct., 1990.

**Especie:** *Cribraria mirabilis*  
(Rost.) Mass.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 44, s/a, 27 mayo, 1988; # 150, 3200 m, 13 julio, 1988; # 228, 3200 m, 30 julio, 1988; # 255, 3400 m, 31 julio, 1988; # 263, 3400 m, 31 julio, 1988; # 372, 3400 m, 12 agosto, 1988; # 467, 3450 m, 02 sept., 1988; # 472, 3500 m, 02m,

sept., 1988; # 479, 3500 m, 02 sept., 1988; # 505, 3450 m, 15 sept., 1988; # 515, 3450 m, 15 sept., 1988; # 518, 3450 m, 15 sept., 1988; # 622, 3200 m, 27 Septiembre, 1988; # 666, 3400 m, 27 sept., 1988; # 676, 3450 m, 27 sept., 1988; # 682, 3450 m, 27 sept., 1988; # 706, 3500 m, 27 sept., 1988; # 1127, 3500 m, 31 agosto, 1989; # 1130, 3500 m, 31 agosto, 1989; # 1172, 3350 m, 20 oct., 1989; # 1298, 3500 m, 11 enero, 1990; # 1554, 3500 m, 19 mayo, 1990; # 1687, 3400 m, 07 julio, 1989; # 1707, 3300 m, 21 julio, 1989; # 1714, 3400 m, 21 julio, 1989; # 1715, 3400 m, 21 julio, 1989; # 1724, 3500 m, 21 julio, 1989; # 1736, 3250 m, 04 agosto, 1989; # 1744, 3400 m, 04 agosto, 1989; # 1768, 3500 m, 18 agosto, 1989; # 1770, 3500 m, 18 agosto, 1989; # s/n, 3500 m, 31 agosto, 1989; # s/n, 3200 m, 01 sept., 1988; Laura Hernández C. # 67, 3300 m, 08 julio, 1988; # 110, 3500 m, 14 julio, 1988; # 189, 3350 m, 14 julio, 1988; # 322, 3200 m, 11 agosto, 1988; # 353, 3500 m, 12 agosto, 1988; # 378, 3400 m, 12 agosto, 1988; # 442, 3300 m, 02 sept., 1988; # 466, 3500 m, 02 sept., 1988; # 470, 3500 m, 15 sept., 1988; # 496, 3450 m, 15 sept., 1988; # 700, 3450 m, 27 sept., 1988; # 706, 3450 m, 27 sept., 1988; # 711, 3400 m, 27 sept., 1988; # 800, 3500 m, 26 nov., 1988; # 806, 3500 m, 04 nov., 1988; # 949, 3500 m, 19 dic., 1988; # 988, 3150 m, 19 dic., 1988; # 1026, 3500 m, 20 enero, 1989; # 1346, 3500 m, 21 abril, 1988; # 1397, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1402, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1406, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1417, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1435, 3450 m, 31 agosto, 1989; # 1450, 3450 m, 31 agosto, 1989; # 1606, 3500 m, 11 enero, 1989; # 2056, 3450 m, 18 agosto, 1989; s/n, 3400 m, 12 agosto, 1988. Mercedes Rodríguez P. # 60, s/a, 27 junio, 1988; # 164, 3500 m, 14 julio, 1988; # 207, 3150 m, 31 julio, 1988; # 235, 3450 m, 31 julio, 1988; # 368, 3200 m, 01 sept., 1988; # 419, 3500 m, 15 sept., 1988; # 441, 3450 m, 15 sept., 1988; # 591, 3450 m, 27 sept., 1988; # 600, 3400 m, 27 sept., 1988; # 637, 3250 m, 27 sept., 1988; # 644, 3200 m, 27 sept.,

1988; # 780a, 3400 m, 04 nov., 1988; # 793, 3400 m, 26 nov., 1988; # 810, 3450 m, 26 nov., 1988; # 812, 3450 m, 26 nov., 1988; # 906, 3400 m, 20 enero, 1989; # 946, 3400 m, 10 Feb., 1989; # 947, 3400 m, 10 Feb., 1989; # 920, 3250 m, 20 enero, 1989; # 972, 3400 m, 10 marzo, 1989; # 975, 3250 m, 10 marzo, 1989; # 999, 3400 m, 21 abril, 1989; # 1131, 3250 m, 21 julio, 1989; # 1163, 3500 m, 31 agosto, 1989; # 1175, 3450 m, 31 agosto, 1989; # 1253, 3250 m, 20 oct., 1989. # 1340, 3250 m, 11 enero, 1990; # 1429, 3150 m, 09 Feb., 1990; # 1842, 3150 m, 7 julio, 1989; # 1865, 3400 m, 04 agosto, 1989; # 2017, 3300 m, 25 enero, 1995.

Localidad: Villareal, Mpio. de Terrenate, Tlaxcala.  
Arturo Estrada T. # 2918, s/a, 23 Feb., 1990.

Localidad: El Peñon, Mpio. de Tlaxco, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 1780, s/a, 26 junio, 1991; # 1802, s/a, 24 julio, 1991; # 1804, s/a, 24 julio, 1991.

Localidad: Alrededores de la Laguna de Zempoala, Morelos.  
Pedro Lorenzana M. # 02, s/a, 27 junio, 1987; Gema Galindo Flores # 22, s/a, 01 agosto, 1987; Laura Hernández C. # 17, s/a, 27 junio, 1987; Carmen Vilchis Q. # 09, s/a, 11 junio, 1987. Laura Hernández C. # 20, s/a, 27 junio, 1987.

Localidad: Alrededores de la Laguna de Quila, Estado de México.  
Laura Hernández C. # 15, s/a, 27 junio, 1987.

Localidad: Puerto Cotos-Rascafría, Madrid, España.  
Carlos Lado # 1502, s/a, 14 julio, 1977.

Especie: *Cribraria oregana* N. C. Gilb.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.  
Laura Hernández C. # 183, 3400 m, 14 julio, 1988; Mercedes Rodríguez P. # 1100, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1868, 3450 m, 04 agosto, 1989.

Especie: *Cribraria piriformis* Schrad.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La Malintzi, Tlaxcala.

Gema Galindo Flores # 30, s/a, 27 mayo, 1988; # 36, s/a, 27 mayo, 1988; # 1098, 3300 m, 31 agosto, 1989; # 1115, 3300 m, 31 agosto, 1989; # 1340, 3300 m, 09 feb., 1990; # 1759, 3300 m, 18 agosto, 1989; Laura Hernández C. # 34, s/a, 27 mayo, 1988; # 40, s/a, 27 mayo, 1988; # 57, s/a, 27 mayo, 1988; # 149, 3100 m, 13 julio, 1988; # 817, 3400 m, 04 nov., 1988; # 823, 3400 m, 04 nov., 1988; # 1453, 3350 m, 31 agosto, 1989; # 1479, s/a, 15 sept., 1989; # 2090, 3300 m, 04 marzo, 1992; # 2242, s/a, 09 sept., 1992; # 2274, s/a, 14 oct., 1992; # 2284, 3100 m, 11 agosto, 1988; Mercedes Rodríguez P. # 91a, 3400 m, 08 julio, 1988; # 94, 3400 m, 08 julio, 1988; # 170, 3450 m, 14 julio, 1988; # 226, 3450 m, 31 julio, 1988; # 227, 3450 m, 31 julio, 1988; # 320, 3450 m, 12 agosto, 1988; # 323, 3450 m, 12 agosto, 1988; # 324, 3450 m, 12 agosto, 1988; # 327, 3450 m, 12 agosto, 1988; # 443, 3450 m, 15 sept., 1988; # 576, 3450 m, 27 sept., 1988; # 577, 3450 m, 27 sept., 1988; # 584, 3450 m, 27 sept., 1988; # 713, 3450 m, 04 nov., 1988; # 715, 3450 m, 04 nov., 1988; # 809, 3450 m, 26 nov., 1988; # 811, 3450 m, 26 nov., 1988; # 858, 3450 m, 19 dic., 1988; # 860, 3450 m, 19 dic., 1988; # 865, 3450 m, 19 dic., 1988; # 897, 3450 m, 20 enero, 1989; # 898, 3450 m, 20 enero, 1989; # 900, 3450 m, 20 enero, 1989; # 935, 3450 m, 10 Febr., 1989; # 991, 3450 m, 21 abril, 1989; # 1015, 3450 m, 21 abril, 1989; # 1016, 3450 m, 10 marzo, 1989; # 1047, 3450 m, 19 mayo, 1989; # 1050, 3450 m, 19 mayo, 1989; # 1094, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1101, 3450 m, 21 julio, 1989; # 1322, 3450 m, 08 dic., 1989; # 1386, 3450 m, 11 enero, 1990; # 1389, 3450 m, 11 enero, 1990; # 1523, s/a, 09 marzo, 1990; # 1536, s/a, 09 marzo, 1990; # 1540, s/a, 09 marzo, 1990; # 1709, 3450 m, 19 abril, 1990; # 1710, 3450 m, 19 abril, 1990; # 1739, 3450 m, 19 mayo, 1990; # 1741, 3450 m, 19 mayo, 1990; # 1783, 3450 m, 13 junio, 1990; # 1784, 3450 m, 13 junio, 1990; #

1786, 3450 m, 13 junio, 1990; #  
1792, 3450 m, 13 junio, 1990; #  
1794, 3450 m, 13 junio, 1990; #  
1849, 3450 m, 07 julio, 1989; #  
1850, 3450 m, 07 julio, 1989; #  
1867, 3450 m, 19 agosto, 1989; #  
1869, 3450 m, 04 agosto, 1989; #  
1886, 3450 m, 21 junio, 1989.

Localidad: Terras de Bouro, Minho,  
Portugal.  
Carlos Lado # 2588, s/a, 17 nov.,  
1988.

**Especie: *Cribraria purpurea* Schrad.**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La  
Malintzi, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 41, s/a, 27  
mayo, 1988; # 754, 3400 m, 04 nov.,  
1988; # 755, 3400 m, 04 nov., 1988;  
# 839, 3400 m, 26 nov., 1988; #  
1031c, 3450 m, 21 abril, 1989; #  
1291, 3450 m, 11 enero, 1990. Laura  
Hernández C. # 169, 3450 m, 14  
julio, 1988; # 171, 3450 m, 14  
julio, 1988; # 497, 3450 m, 15  
sept., 1988; # 815, 3450 m, 04  
nov., 1988; # 852, 3300 m, 04 nov.,  
1988; # 892, 3450 m, 26 nov., 1988;  
# 892, 3450 m, 26 nov., 1988; #  
919, 3300 m, 26 nov., 1988; # 950,  
3450 m, 19 dic., 1988; # 952, 3450  
m, 19 dic., 1988; # 994, 3100 m, 19  
dic., 1988; # 1028, 3450 m, 20  
enero, 1989; # 1358, 3450 m, 21  
abril, 1989; # 1404, 3100 m, 21  
julio, 1989; # 1514, 3450 m, 20  
oct., 1989; # 1532, 3300 m, 20  
oct., 1989; # 1584, 3300 m, 20  
oct., 1989; # 1589, 3450 m, 11  
enero, 1990; # 1640, 3300 m, 11  
enero, 1990; # 1697, 3450 m, 09  
Feb., 1990; # 1714, 3450 m, 09  
Feb., 1990; # 1719, 3450 m, 09  
Feb., 1990; # 1730, 3300 m, 09  
Feb., 1990; # 1869, 3450 m, 19  
abril, 1990; # 1946, 3450 m, 23  
marzo, 1990; # 1946, 3100 m, 23  
marzo, 1990; # 1946, 3100 m, 23  
marzo, 1990; # 2074, 3300 m, 17  
julio, 1989; s/n, 3300 m, 26 nov.,  
1988; s/n, 3450 m, 23 marzo, 1990;  
Mercedes Rodríguez P. # 200, 3200  
m, 30 julio, 1988; # 607, 3350 m,  
27 sept., 1988; # 790, 3350 m, 26  
nov., 1988; # 1564, s/a, 09 marzo,  
1990.

Localidad: Villarreal, Mpio. de  
Terrenate, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 1816, s/a,  
06 julio, 1990.

Localidad: Alrededores de la Laguna  
de Quila, Estado de México  
Gema Galindo Flores # 05, s/a, 11  
junio, 1987. Mercedes Rodríguez P.  
# 06, s/a, 11 junio, 1987; # 08,  
s/a, 11 junio, 1987; # 09, s/a, 11  
junio, 1987. Laura Hernández C. #  
26, s/a, 11 agosto, 1987.

Localidad: Laguna de Zempoala,  
Estado de Morelos  
Carmen Vilchis Q. # 03, s/a, 23  
mayo, 1987.

**Especie: *Cribraria rubiginosa* Fr.**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La  
Malintzi, Tlaxcala.  
Arturo Estrada T. # 3615, 3300 m,  
25 enero, 1995. Laura Hernández C.  
# 2098, 3300 m, 04 marzo, 1992.

**Especie: *Cribraria rufa* (Roth)  
Rost.**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La  
Malintzi, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 58, s/a, 27  
junio, 1988.

Localidad: Vio y Nerín, Huesca,  
España.  
Carlos Lado # 3828, s/a, 18 oct.,  
1989.

**Especie: *Cribraria splendens*  
(Schrad.) Pers.**

Localidad: Cañada Grande, Volcán La  
Malintzi, Tlaxcala.  
Gema Galindo Flores # 257, 3400 m,  
31 julio, 1988; # 270, 3450 m, 31  
julio, 1988; # 277, 3500 m, 31  
julio, 1988; # 330, 3200 m, 11  
agosto, 1988; # 396, 3500 m, 12  
agosto, 1988; # 476, 3500 m, 02  
sept., 1988; # 1110, 3250 m, 31  
agosto, 1989; # 1747, 3500 m, 04  
agosto, 1989; # 1769, 3500 m, 18  
agosto, 1989; # 1774, 3500 m, 18  
agosto, 1989; # 1775, 3500 m, 18  
agosto, 1989. Laura Hernández C. #  
108, 3350 m, 08 julio, 1988; # 111,  
3350 m, 08 julio, 1988; # 110, 3350  
m, 08 julio, 1988; # 175, 3400 m,  
14 julio, 1988; # 182, 3400 m, 14  
julio, 1988; # 184, 3400 m, 14  
julio, 1988; # 238, 3400 m, 31  
julio, 1988; # 250, 3400 m, 31  
julio, 1988; # 262, 3400 m, 31  
julio, 1988; # 373, 3400 m, 12

agosto, 1988; # 508, 3400 m, 15  
 sept., 1988; # 517, 3400 m, 15  
 sept., 1988; # 714, 3400 m, 27  
 sept., 1988; # 1386, 3400 m, 19  
 mayo, 1989; # 1443, 3400 m, 31  
 agosto, 1989; # 1455, 3400 m, 31  
 agosto, 1989; # 2045, 3400 m, 04  
 agosto, 1989; # 2046, 3400 m, 04  
 agosto, 1989; # 2047, 3400 m, 04  
 agosto, 1989; s/n, 3400 m, 12  
 agosto, 1989. Mercedes Rodríguez P.  
 # 87, 3350 m, 08 julio, 1988; #  
 1732, 3300 m, 19 mayo, 1990.

Localidad: Nanacamilpa, Mpio. de  
 Mariano Arista, Tlaxcala.  
 Gema Galindo Flores # 280, s/a, 04  
 agosto, 1988.

Especie: *Cribraria vulgaris*  
 Schrad.

Localidad: Cañada Grande, Volcán La  
 Malintzi, Tlaxcala.  
 Gema Galindo Flores s/n, 3250 m, 11  
 agosto, 1988; # 65, 3400 m, 08  
 julio, 1988; # 80, 3400 m, 08  
 julio, 1988; # 82, 3400 m, 08  
 julio, 1988; # 148, 3500 m, 04  
 agosto, 1989; # 159, 3500 m, 14  
 julio, 1988; # 201, 3300 m, 14  
 julio, 1988; # 268, 3450 m, 31  
 julio, 1988; # 1356, 3300 m, 19  
 mayo, 1990; # 1529, 3250 m, 19  
 mayo, 1990; # 1534, 3300 m, 19  
 mayo, 1990; # 1535, 3300 m, 19  
 mayo, 1990; # 1537, 3300 m, 19  
 mayo, 1990; # 1540, 3300 m, 19  
 mayo, 1990; # 1680, 3250 m, 07  
 julio, 1989; # 1682, 3300 m, 07  
 julio, 1989; # 1688, 3450 m, 07  
 julio, 1989; # 1689, 3500 m, 07  
 julio, 1989; # 1691, 3500 m, 07  
 julio, 1989; # 1693, 3500 m, 07  
 julio, 1989; # 1705, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1706, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1721, 3500 m, 21  
 julio, 1989; # 1722, 3500 m, 21  
 julio, 1989; # 1723, 3500 m, 21  
 julio, 1991; # 1749, 3500 m, 04  
 agosto, 1989. # 1772, 3400 m, 08  
 julio, 1988. Laura Hernández C. #  
 70a, s/a, 23 junio, 1988; # 83,  
 3400 m, 08 julio, 1988; # 97, 3350  
 m, 08 julio, 1988; # 98, 3400 m, 08  
 julio, 1988; # 123, 3250 m, 08  
 julio, 1988; # 137, 3100 m, 13  
 julio, 1988; # 161, 3500 m, 14  
 julio, 1988; # 173, 3450 m, 14  
 julio, 1988; # 190, 3350 m, 14  
 julio, 1988; # 192, 3300 m, 14  
 julio, 1988; # 197, 3300 m, 14  
 julio, 1988; # 203, 3300 m, 14

julio, 1988; # 205, 3300 m, 14  
 julio, 1988; # 230, 3500 m, 31  
 julio, 1988; # 261, 3200 m, 31  
 julio, 1988; # 264, 3300 m, 31  
 julio, 1988; # 273, 3350 m, 31  
 julio, 1988; # 312, 3250 m, 11  
 julio, 1988; # 450, 3300 m, 02  
 agosto, 1988; # 1394, 3450 m, 17  
 sept., 1988; # 1396, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1397, 3100 m, 07  
 julio, 1989; # 1401, 3400 m, 21  
 julio, 1989; # 1403, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1405, 3500 m, 21  
 julio, 1989; # 1407, 3100 m, 21  
 julio, 1989; # 1409, 3400 m, 21  
 julio, 1989; # 1412, 3500 m, 21  
 julio, 1989; # 1413, 3400 m, 21  
 julio, 1989; # 1414, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1415, 3100 m, 21  
 julio, 1989; # 1418, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1422, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1423, 3300 m, 21  
 julio, 1989; # 1439, 3150 m, 31  
 agosto, 1989; # 1887, 3200 m, 18  
 mayo, 1990; # 1890, 3250 m, 18  
 mayo, 1990; # 2012, 3100 m, 07  
 julio, 1989; # 2015, 3100 m, 07  
 julio, 1989; # 2024, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2025, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2026, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2027, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2028, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2031, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2032, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2033, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2034, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2036, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2037, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2038, 3300 m, 04  
 agosto, 1989; # 2044, 3400 m, 04  
 agosto, 1989; # 2060, 3300 m, 18  
 agosto, 1989; # 2062, 3300 m, 18  
 agosto, 1989; # 2067, 3400 m, 07  
 julio, 1989; # 2068, 3400 m, 07  
 julio, 1989; # 2069, 3400 m, 07  
 julio, 1989; # 2075, 3300 m, 07  
 julio, 1989; # 2076, 3200 m, 07  
 julio, 1989; # 2085, s/a, s/f; #  
 2146, s/a, 10 junio, 1992; # 2235,  
 s/a, 09 sept., 1992; # 2236, s/a,  
 04 sept., 1992; s/n, 3100 m, 17  
 julio, 1989. Mercedes Rodríguez P.  
 # 77a, s/a, 01 julio, 1988; # 90,  
 3400 m, 08 julio, 1988; # 111, 3350  
 m, 08 julio, 1988; # 156, 3000 m,  
 14 julio, 1988; # 186, 3350 m, 14  
 julio, 1988; # 162, 3500 m, 14  
 julio, 1988; # 225, 3450 m, 31  
 julio, 1988; # 1088, 3500 m, 21  
 julio, 1989; # 1095, 3450 m, 21  
 julio, 1989; # 1104, 3400 m, 21  
 julio, 1989; # 1108, 3400 m, 21  
 julio, 1989; # 1845, 3350 m, 07  
 julio, 1989; # 1847, 3400 m, 07

julio, 1989; # 1852, 3100 m, 04  
agosto, 1989; # 1853, 3100 m, 04  
agosto, 1989.

Localidad: Sn. Diego, Mpio. de  
Javier Mina, Tlaxcala.  
Mercedes Rodríguez P. # 2003, s/a,  
05 agosto, 1994; # 2011, s/a, 05  
agosto, 1994; # 2012, s/a, 05  
agosto, 1994.

Localidad: Villareal, Mpio. de  
Terrenate, Tlaxcala.  
Arturo Estrada T. # 2929, s/a, 23  
Feb., 1990. Mercedes Rodríguez P.  
# 1136, s/a, 27 julio, 1989.

Localidad: Rancho Escondido, Mpio.  
de Tlaxco, Tlaxcala.  
Laura Hernández C. # 82, s/a, 01  
julio, 1988.

Localidad: Bueu, Bon, Pontevedra,  
España.  
Carlos Lado # 1782, s/a, 24 sept.,  
1986.

## ANEXO II A.

### i) MATRIZ (CUALITATIVA) DE DATOS PARA LOS SITIOS DE MUESTREO DEL VOLCÁN LA MALINTZI

ESPECIES	SITIO DE MUESTREO POR ALTURA								
	3100	3150	3200	3250	3300	3350	3400	3450	3500
<i>Cribraria argillacea</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>C. atrofusca</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>C. mirabilis</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>C. oregana</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>C. piriformis</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>C. purpurea</i>	1	0	1	0	1	1	1	1	0
<i>C. splendens</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>C. vulgaris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Enteridium intermedium</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Enteridium lycoperdon</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>E. olivaceum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>E. splendens var. juranum</i>	0	0	1	1	0	0	1	1	0
<i>Lindbladia tubulina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lycogala epidendrum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lycogala exiguum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tubifera casparyi</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>T. ferruginosa</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	1

### ii) MATRIZ DE SIMILITUD

	3500	3450	3400	3350	3300	3250	3200	3150	3100
3500	1.000								
3450	0.636	1.000							
3400	0.571	0.714	1.000						
3350	0.500	0.667	0.600	1.000					
3300	0.545	0.727	0.643	0.727	1.000				
3250	0.600	0.636	0.467	0.500	0.545	1.000			
3200	0.636	0.667	0.714	0.538	0.727	0.636	1.000		
3150	0.750	0.455	0.429	0.455	0.500	0.556	0.600	1.000	
3100	0.273	0.333	0.333	0.333	0.364	0.167	0.333	0.333	1.000

### iii) ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

N= 36

Media X = 0.53368    SSx = 0.79320

Media Y = 0.53368    SSy = 0.65852

Prueba de asociación

Matriz de correlación    r= 0.91116

(= Mantel normalizado, estadístico z)

Prueba de t- Mantel    t= 3.157

Z < obs. Z    p: 0.9992

## ANEXO II B.

### 1) MATRIZ (CUANTITATIVA) DE DATOS PARA LOS SITIOS DE MUESTREO DEL VOLCÁN LA MALINTZI

ESPECIES	SITIO DE MUESTREO POR ALTURA								
	3100	3150	3200	3250	3300	3350	3400	3450	3500
<i>Cribraria argillacea</i>	0	2	4	4	4	2	8	5	1
<i>C. atrofusca</i>	0	1	5	5	11	4	1	2	4
<i>C. mirabilis</i>	0	4	7	7	3	2	20	22	24
<i>C. oregana</i>	0	0	0	0	0	0	3	2	3
<i>C. piriformis</i>	2	0	0	0	4	1	4	46	0
<i>C. purpurea</i>	4	0	1	0	8	2	3	20	0
<i>C. splendens</i>	0	0	1	1	1	4	18	1	7
<i>C. vulgaris</i>	9	3	2	5	46	6	17	6	14
<i>Enteridium intermedium</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Enteridium lycoperdon</i>	0	0	1	0	2	0	1	0	0
<i>E. olivaceum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>E. splendens</i> var. <i>juranum</i>	0	0	2	2	0	0	1	1	0
<i>Lindbladia tubulina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lycogala epidendrum</i>	2	7	2	10	23	7	21	12	8
<i>Lycogala exiguum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tubifera casparyi</i>	0	0	0	0	0	1	3	0	0
<i>T. ferruginosa</i>	2	1	1	0	0	0	1	0	1

### ii) MATRIZ DE SIMILITUD

	3500	3450	3400	3350	3300	3250	3200	3150	3100
3500	1.000								
3450	-0.239	1.000							
3400	-0.755	0.245	1.000						
3350	-0.535	0.150	0.719	1.000					
3300	0.468	-0.130	-0.513	-0.801	1.000				
3250	-0.554	0.128	0.718	0.621	-0.473	1.000			
3200	-0.560	0.128	0.291	0.311	-0.176	0.339	1.000		
3150	0.457	-0.141	-0.688	-0.509	0.412	-0.911	-0.209	1.000	
3100	0.269	-0.227	-0.338	-0.477	0.793	-0.202	0.021	0.265	1.000

### iii) ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

N= 36

Media X = -0.05832    SSx = 7.84632

Media Y = -0.05832    SSy = 6.57070

Prueba de asociación

Matriz de correlación    r= 0.91511

(= Mantel normalizado, estadístico z)

Prueba de t- Mantel    t= 4.963

Z < obs. Z    p: 1.0000

### ANEXO III A.

#### i) MATRIZ (CUALITATIVA) DE DATOS PARA LAS UNIDADES MUESTRALES DEL VOLCÁN LA MALINTZI

ESPECIES	UNIDAD MUESTRAL POR ALTURA									
	3100 A B C	3150 A B C	3200 A B C	3250 A B C	3300 A B C	3350 A B C	3400 A B C	3450 A B C	3500 A B C	
<i>Cribraria argillacea</i>	000	011	011	101	111	011	100	011	001	
<i>C. atrofusca</i>	000	001	011	100	110	110	010	001	101	
<i>C. mirabilis</i>	000	011	111	101	110	110	111	111	111	
<i>C. oregana</i>	000	000	000	000	000	000	011	001	110	
<i>C. piriformis</i>	010	000	000	000	100	100	011	001	000	
<i>C. purpurea</i>	010	000	001	000	010	001	100	110	000	
<i>C. splendens</i>	000	000	100	100	001	011	110	100	100	
<i>C. vulgaris</i>	011	010	010	110	110	011	111	111	111	
<i>Enteridium intermedium</i>	000	000	000	000	000	000	100	000	000	
<i>Enteridium lycoperdon</i>	000	000	010	000	110	000	100	000	000	
<i>E. olivaceum</i>	000	000	000	001	000	000	000	000	000	
<i>E. splendens var. juranum</i>	000	000	010	010	000	000	001	001	000	
<i>Lindbadia tubulina</i>	001	000	000	000	000	000	000	000	000	
<i>Lycogala epidendrum</i>	110	110	010	100	101	111	111	111	111	
<i>Lycogala exiguum</i>	000	000	000	000	000	010	000	000	000	
<i>Tubifera casparyi</i>	000	000	000	000	000	001	100	000	000	
<i>T. ferruginosa</i>	010	100	010	000	000	000	001	000	010	

#### ii) MATRIZ DE SIMILITUD

	3500A	3500B	3500C	3450A	3450B	3450C	3400A	3400B	3400C
3500A	1.000								
3500B	0.571	1.000							
3500C	0.571	0.429	1.000						
3450A	0.571	0.429	0.429	1.000					
3450B	0.375	0.429	0.667	0.667	1.000				
3450C	0.556	0.444	0.625	0.300	0.444	1.000			
3400A	0.364	0.273	0.400	0.556	0.556	0.308	1.000		
3400B	0.857	0.500	0.500	0.500	0.333	0.667	0.333	1.000	
3400C	0.444	0.714	0.333	0.333	0.333	0.667	0.231	0.556	1.000
3350A	0.429	0.286	0.500	0.286	0.286	0.500	0.182	0.571	0.375
3350B	0.625	0.333	0.714	0.500	0.500	0.500	0.455	0.556	0.273
3350C	0.333	0.222	0.375	0.571	0.571	0.273	0.667	0.300	0.182
3300A	0.444	0.333	0.714	0.333	0.500	0.667	0.454	0.556	0.400
3300B	0.333	0.222	0.571	0.375	0.571	0.400	0.500	0.300	0.182
3300C	0.286	0.143	0.333	0.333	0.333	0.222	0.333	0.250	0.111
3250A	0.714	0.375	0.833	0.571	0.571	0.556	0.500	0.625	0.300
3250B	0.143	0.167	0.167	0.167	0.167	0.250	0.100	0.125	0.286
3250C	0.125	0.143	0.333	0.143	0.333	0.222	0.200	0.111	0.111
3200A	0.333	0.167	0.167	0.400	0.167	0.111	0.222	0.286	0.125
3200B	0.400	0.444	0.625	0.300	0.444	0.600	0.417	0.364	0.500
3200C	0.250	0.125	0.500	0.286	0.500	0.333	0.300	0.222	0.100

	3500A	3500B	3500C	3450A	3450B	3450C	3400A	3400B	3400C
3150A	0.143	0.400	0.167	0.167	0.167	0.111	0.100	0.125	0.286
3150B	0.428	0.500	0.800	0.500	0.800	0.500	0.444	0.375	0.375
3150C	0.286	0.143	0.600	0.143	0.333	0.375	0.200	0.250	0.111
3100A	0.167	0.200	0.200	0.200	0.200	0.125	0.111	0.143	0.143
3100B	0.222	0.428	0.250	0.428	0.428	0.300	0.272	0.333	0.500
3100C	0.143	0.167	0.167	0.167	0.167	0.111	0.100	0.125	0.125

	3350A	3350B	3350C	3300A	3300B	3300C	3250A	3250B	3250C
3350A	1.000								
3350B	0.375	1.000							
3350C	0.111	0.444	1.000						
3300A	0.571	0.556	0.300	1.000					
3300B	0.250	0.444	0.333	0.625	1.000				
3300C	0.167	0.428	0.500	0.250	0.125	1.000			
3250A	0.428	0.857	0.500	0.625	0.500	0.500	1.000		
3250B	0.000	0.125	0.143	0.125	0.143	0.000	0.143	1.000	
3250C	0.167	0.250	0.125	0.250	0.286	0.200	0.286	0.000	1.000
3200A	0.200	0.286	0.143	0.125	0.143	0.250	0.333	0.000	0.250
3200B	0.333	0.500	0.273	0.667	0.556	0.222	0.556	0.250	0.222
3200C	0.333	0.375	0.250	0.375	0.667	0.167	0.428	0.000	0.400
3150A	0.200	0.125	0.143	0.125	0.000	0.250	0.143	0.000	0.000
3150B	0.333	0.571	0.428	0.571	0.428	0.400	0.667	0.200	0.400
3150C	0.400	0.428	0.125	0.428	0.500	0.200	0.500	0.000	0.500
3100A	0.250	0.143	0.167	0.143	0.000	0.333	0.167	0.000	0.000
3100B	0.286	0.200	0.375	0.333	0.222	0.143	0.222	0.167	0.000
3100C	0.000	0.125	0.143	0.125	0.143	0.000	0.143	0.333	0.000

	3200A	3200B	3200C	3150A	3150B	3150C	3100A	3100B	3100C
3200A	1.000								
3200B	0.111	1.00							
3200C	0.200	0.333	1.000						
3150A	0.000	0.250	0.000	1.000					
3150B	0.200	0.500	0.333	0.200	1.000				
3150C	0.250	0.375	0.750	0.000	0.400	1.000			
3100A	0.000	0.125	0.000	0.500	0.250	0.000	1.000		
3100B	0.000	0.300	0.125	0.400	0.286	0.000	0.200	1.000	
3100C	0.000	0.111	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.167	1.000

### iii) ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

N= 351

Media X = 0.31009    SSx = 12.83028  
 Media Y = 0.31009    SSy = 8.57495

Prueba de asociación

Matriz de correlación    r= 0.81752  
 (= Mantel normalizado, estadístico z)

Prueba de t- Mantel

Z < obs. Z    t= 6.562

p= 1.0000

## ANEXO III B.

### i) MATRIZ (CUANTITATIVA) DE DATOS PARA LAS UNIDADES MUESTRALES DEL VOLCÁN LA MALINTZI

ESPECIES	UNIDAD MUESTRAL POR ALTURA								
	3100	3150	3200	3250	3300	3350	3400	3450	3500
	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C	A B C
<i>Cribraria argillacea</i>	000	011	013	103	112	011	800	032	001
<i>C. atrofusca</i>	000	001	041	500	920	220	010	002	202
<i>C. mirabilis</i>	000	013	412	106	120	110	839	6106	11103
<i>C. oragana</i>	000	000	000	000	000	000	021	002	120
<i>C. piriformis</i>	020	000	000	000	400	100	022	0046	000
<i>C. purpurea</i>	040	000	001	000	080	002	300	2180	000
<i>C. splendens</i>	000	000	100	100	001	031	1170	100	700
<i>C. vulgaris</i>	072	030	020	320	9270	033	494	222	842
<i>Enteridium intermedium</i>	000	000	000	000	000	000	100	000	000
<i>Enteridium lycoperdon</i>	000	000	010	000	110	000	100	000	000
<i>E. olivaceum</i>	000	000	000	001	000	000	000	000	000
<i>E. splendens var. juranum</i>	000	000	020	020	000	000	001	001	000
<i>Lindbladia tubulina</i>	001	000	000	000	000	000	000	000	000
<i>Lycogala epidendrum</i>	110	430	020	1000	1022	331	1533	723	422
<i>Lycogala exiguum</i>	000	000	000	000	000	010	000	000	000
<i>Tubifera casparyi</i>	000	000	000	000	000	001	300	000	000
<i>T. ferruginosa</i>	020	100	010	000	000	000	001	000	010

### ii) MATRIZ DE SIMILITUD

	3500A	3500B	3500C	3450A	3450B	3450C	3400A	3400B	3400C
3500A	1.000								
3500B	0.443	1.000							
3500C	0.045	0.072	1.000						
3450A	-0.251	-0.055	0.225	1.000					
3450B	0.046	0.021	0.045	-0.182	1.000				
3450C	0.106	0.159	0.171	0.214	-0.048	1.000			
3400A	-0.075	-0.069	0.308	0.129	0.073	-0.054	1.000		
3400B	0.687	0.220	0.154	0.057	-0.161	0.122	-0.105	1.000	
3400C	0.347	0.722	0.142	-0.079	-0.014	0.233	-0.120	0.051	1.000
3350A	0.133	0.090	0.825	0.232	0.105	0.137	0.407	0.117	0.153
3350B	-0.042	0.181	-0.006	0.037	-0.112	-0.063	-0.040	0.026	-0.184
3350C	0.300	0.189	0.164	-0.000	-0.003	0.283	-0.178	0.078	0.311
3300A	0.030	0.281	-0.089	0.304	-0.224	-0.006	-0.008	-0.087	-0.364
3300B	0.045	0.129	0.126	0.188	0.187	-0.158	0.042	0.020	-0.196
3300C	0.114	0.233	0.004	0.159	0.090	0.055	-0.063	0.052	0.175
3250A	0.017	0.374	0.115	0.036	0.236	0.073	0.028	0.049	0.359
3250B	0.300	0.177	0.008	-0.095	0.180	-0.070	0.219	0.148	-0.269
3250C	-0.037	-0.034	-0.007	0.005	0.052	-0.023	0.004	-0.084	-0.049

	3500A	3500B	3500C	3450A	3450B	3450C	3400A	3400B	3400C
3200A	-0.029	0.011	0.628	0.430	0.010	0.149	0.362	0.035	-0.000
3200B	-0.298	0.099	0.139	0.425	-0.214	0.029	-0.016	-0.221	0.256
3200C	0.301	0.146	0.577	-0.130	-0.057	0.134	0.015	0.203	0.262
3150A	0.312	-0.058	0.125	0.114	0.156	0.265	0.322	0.167	-0.120
3150B	0.163	0.079	0.625	0.264	0.059	0.202	0.232	0.104	0.136
3150C	0.082	0.038	0.863	0.214	0.013	0.137	0.291	0.135	0.084
3100A	0.168	0.060	0.614	0.210	0.072	0.167	0.360	0.082	0.104
3100B	0.072	-0.119	-0.015	-0.021	-0.004	0.031	0.026	0.033	-0.104
3100C	0.119	0.123	0.011	-0.013	0.101	0.058	0.054	0.056	0.119

	3350A	3350B	3350C	3300A	3300B	3300C	3250A	3250B	3250C
3350A	1.000								
3350B	-0.015	1.000							
3350C	0.234	0.006	1.000						
3300A	-0.066	0.015	0.165	1.000					
3300B	0.188	-0.052	0.027	0.448	1.000				
3300C	0.037	-0.007	-0.003	0.170	0.175	1.000			
3250A	0.127	-0.080	-0.056	-0.465	0.067	0.509	1.000		
3250B	0.083	0.034	0.089	0.166	0.142	-0.071	-0.121	1.000	
3250C	0.014	-0.058	0.014	-0.112	-0.089	0.075	0.156	0.041	1.000
3200A	0.616	0.002	0.246	0.131	0.189	-0.030	-0.046	0.090	-0.014
3200B	0.075	-0.066	0.277	0.412	0.132	0.101	-0.021	-0.533	-0.082
3200C	0.375	-0.008	0.359	0.032	0.170	0.006	0.022	0.037	-0.042
3150A	0.356	0.015	0.180	0.185	0.273	0.068	-0.000	0.072	0.029
3150B	0.649	-0.003	0.374	0.104	0.070	0.053	0.019	0.091	-0.003
3150C	0.735	-0.002	0.258	0.037	0.188	-0.025	0.009	0.069	-0.020
3100A	0.804	-0.008	0.379	0.082	0.142	0.014	0.003	0.143	0.001
3100B	-0.006	0.050	0.004	0.048	-0.028	-0.091	-0.113	-0.009	0.099
3100C	0.026	0.021	0.036	0.078	0.050	-0.063	-0.086	0.032	0.040

	3200A	3200B	3200C	3150A	3150B	3150C	3100A	3100B	3100C
3200A	1.000								
3200B	0.194	1.000							
3200C	0.330	0.141	1.000						
3150A	0.265	-0.071	0.117	1.000					
3150B	0.642	0.200	0.548	0.345	1.000				
3150C	0.859	0.143	0.654	0.218	0.710	1.000			
3100A	0.791	0.119	0.449	0.433	0.871	0.791	1.000		
3100B	-0.005	-0.038	-0.012	0.087	-0.000	-0.009	0.004	1.000	
3100C	0.027	0.068	0.018	0.027	0.028	0.023	0.038	-0.006	1.000

### III) ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

N= 351

Media X = 0.10618

SSx = 15.34504

Media Y = 0.10618

SSy = 10.67024

Prueba de asociación

Matriz de correlación

r= 0.83388

(= Mantel normalizado, estadístico z)

Prueba de t- Mantel

t= 10.355

Z < obs. Z

p= 1.0000

## ANEXO IV

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, CLIMÁTICA, EN COMUNIDADES VEGETALES Y SUSTRATOS EN DONDE SE DESARROLLAN LAS ESPECIES DEL ORDEN LICEALES ENCONTRADAS EN EL ESTADO DE TLAXCALA \*

Familia Liceaceae

***Licea parasitica*** (Zucal) Mart.

**Zonas climáticas**

**Frías:**

EUROPA: Suecia (63); Austria (63, 72).

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: de Vermont a Virginia occidental, Iowa, Arkansas, Texas y norte templado de Norteamérica (63); México: Tlaxcala.

EUROPA: Europa Central (63); España (52).

**Mediterránea:**

EUROPA: España: Barcelona, Burgos, Cádiz, Guadalajara, Huesca, Llerida, Madrid, Segovia, Soria, Teruel, Toledo (52), Francia, Grecia (54).

ASIA: Turquía, Chipre (54).

ÁFRICA: Túnez (54).

**Comunidades vegetales:** bosque de *Abies-Pinus* (63, Tlaxcala); bosques templados (52).

**Sustratos:** corteza en cámara de cultivo (63, 72), corteza de *Quercus suber*, *Q. ilex*, *Q. rotundifolia*, *Fagus sylvatica*, *Juniperus thurifera*, *Taxus baccata*, *Mimosa*; Tocón de *Pinus sylvestris* (52); líquenes y algas (63); en corteza de *Juniperus thurifera* y *populus* vivos (52).

***Licea pusilla*** Schrad.

**Zonas climáticas**

**Frías:**

EUROPA: Polonia (63); Sudetes (93); Suecia (20, 63, 79); ex URSS (73); Estonia (46).

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Montes Apalaches (86), Vermont, Pensilvania, Ontario, Norte de Carolina, Iowa (63); México: Tlaxcala.

EUROPA: Irlanda (48); Francia (69); Gran Bretaña, Suiza, Alemania (63); Holanda (72).

OCEANÍA: Australia (68).

**Tropicales:**

AMÉRICA: Costa Rica (103); Puerto Rico (2); Panamá, Jamaica (29).

ÁFRICA: Islas Canarias: Tenerife (95).

**Mediterránea:** (53)

EUROPA: España, Francia (54)

ASIA: Turquía (54)

**Comunidad vegetal:** bosques de coníferas (72); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala); bosques tropicales (2, 29, 95, 103).

\* Los números dentro del paréntesis indican la fuente bibliográfica (ver al final del anexo).

sustratos: madera muerta (20, 29, 63, 72); corteza (29, 46), corteza de *Picea* (20), *Pinus* (46), *Pinus sylvestris* (53), *Eucalyptus* (67), *Eucalyptus* y *Pinus* (68), corteza de árboles vivos (72); corteza en cámara húmeda (48, 69), de *Pinus* y *Platanus* (69).

***Licea pygmaea* (Mey.) Ing**

**Zonas climáticas**

**Templadas:**

AMÉRICA: México: Tlaxcala.

EUROPA: (45); Irlanda (48); Holanda (72).

**Tropicales:**

AMÉRICA: Hawaii: Honolulu (18).

**Mediterránea:**

EUROPA: Francia (54)

ASIA: Turquía (54)

**Comunidades vegetales:** Bosque de coníferas (45, 48, 72); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala); chaparrales y matorrales esclerófilos (53); vegetación tropical (18).

sustratos: madera muerta (18, 29, 72); corteza de árboles vivos y muertos (72), corteza de *Nothophagus* (67), corteza en cámara húmeda (69).

**Familia Enteridiaceae**

***Enteridium intermedium* (Nann.-Brem.) Farr**

**Zonas climáticas**

**Frías:**

EUROPA: Polonia: Silesia (88), Sudetes (93); Suecia (79); ex URSS (73, 74); Bielorusia (70); Finlandia (40).

**Templadas:**

AMÉRICA: México (60): Jalisco (7, 75), Tlaxcala; Argentina (15).

EUROPA: Holanda, Gran Bretaña (63)

**Tropicales:**

AMÉRICA: Bahamas (63).

ÁFRICA: Archipiélago Canario (55).

**Mediterránea:**

EUROPA: España (52): Madrid (54); Francia (54); Grecia (54, 63).

**Comunidad vegetal:** bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala); bosque mixto (15); bosque tropical (55, 63).

sustratos: madera muerta (52, 63), tronco de *Tamaris gallica* (55), tallos muertos (7).

***Enteridium lycoperdon* (Bull) Farr**

**Zonas climáticas**

**Frías:**

EUROPA: Polonia (90); Silesia (88), Sudetes (93), Skarzyn y Muskowice (91), Puzcza (89); Suecia (20, 79); ex URSS (73, 74); Bielorrusia (70); Finlandia (40).

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Colorado (66), Montes Apalaches (86), Virginia (83), Idaho (14), Massachusetts (34); México (8): Nuevo León (35), Distrito Federal, Estado de México (33, 75), Veracruz (37, 60, 75), Tlaxcala (75, 101); Argentina (15, 29); Chile (29, 58, 94).

EUROPA: España: Alavá, Burgos, La Coruña (52); Portugal (4, 6, 56); Minho (52); Austria (80); Irlanda (48); Holanda (72).

ASIA: Japón (22); India (57, 86); Pakistán (106); China: (107).

OCEANÍA: Australia: Norte y Sur de Gales, Sur y Oeste de Australia (68); Nueva Zelanda: Isla Norte y Sur (67).

**Tropicales:**

AMÉRICA: México (29); Jalisco (99), Veracruz (100); Panamá, República Dominicana, Dominica, Ecuador, Brasil, Uruguay, Florida (29); Islas Vírgenes, Puerto Rico, Jamaica (28, 29); Hawaii (18).

ÁFRICA: Isla Canaria, Tenerife (95).

ASIA: China: (107).

**Mediterránea:**

EUROPA: España (54): Asturias, Badajoz, Barcelona, Cáceres, Cádiz, Castellón, Gerona, Granada, Huelva, Huesca, Madrid, León, Malagá, Mallorca, Murcia, Salamanca (52); Portugal (4, 6, 56): Algarve, Alto, Alentejo, Beira alta, Beira baixa, Duoro litoral, Estremadura, Ribatejo (52); Grecia (1, 54); Francia, Italia (54).

ÁFRICA: Túnez, Argelia, Marruecos (54).

como cosmopolita: (29, 63).

Comunidad vegetal: bosque de abetos (66); bosque de abeto rojo (83); bosque de *Pinus* (99, 109); bosque de *Pinus montezumae* (101); bosque de *Pinus-Quercus* (35, 93, 101); bosque de montaña y subalpino (93); bosque de encino rojo con *Betula lenta* y *Amelanchier arborea* (83); bosque mesófilo de montaña (100, 50); bosque de *Picea abies* con pastizal (80); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala); Chaparral y matorral esclerófilo (54); vegetación tropical (28, 29, 99, 100).

sustratos: madera muerta (18, 29, 48, 52, 63, 72, 99, 100, 101, 106, 37, 50); madera de *Picea abies* (80); madera de *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. sylvestris*, *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. pyrenaica* (52), madera de abeto (66), madera de árboles deciduos (20); tronco de *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Eucalyptus*, *Alnus glutinosa*, *Pinus pinaster*, *Abies pinsapo*, *Fagus sylvatica*, *Betula celtiberica* (52); tocón de *Quercus*, *Populus*, *Ulmus* (52); corteza (109), de *Pinus*, *Alnus glutinosa*, *Quercus suber*, *Abies pinsapo*, *Populus alba* (52), *Pinus excelsa* (57); rama de *Pinus halepensis*, *P. sylvestris*, *P. pinea*, *Quercus pyrenaica*, *Eucalyptus* (52); tallo de *Salix*, *Quercus suber* (52); hojas de *Quercus rotundifolia*, acícula de *Pinus* (52); árboles vivos (48, 66); briofitas (52).

*Enteridium olivaceum* Ehrenb. Jahrb.

**Zonas climáticas****Frías:**

EUROPA: Polonia: Silesia (88), Sudetes (93); Suecia (79); ex URSS (73, 74); Bielorrusia (70); Finlandia (40).

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Washington (12), Colorado (66), de Nueva Hampshire a Nueva Jersey y Oeste de Washington y California (63); México: Tlaxcala (43); Chile (29, 58); Argentina (15, 29).

EUROPA: Rara en el Este de Europa (63); España: Burgos, Navarra (52). Irlanda (48); Holanda (72).

OCEANÍA: Oeste de Australia (68).

**Mediterránea:** (53)

EUROPA: España: Guadalajara, Jaen, Madrid, Soria (54); Francia, Italia (54).

**Comunidad vegetal:** bosque de *Abies-Pinus* (43, Tlaxcala); bosque de coníferas (29, 63); bosque de montaña o mixto, subalpino (93); chaparral y matorral esclerófilo (54).

**Sustratos:** madera muerta (48, 72); madera muerta especialmente de coníferas (12, 29, 63); madera muerta de *Abies religiosa* (43); madera quemada de *Pinus pinea* (39); tronco (93), tronco de *Quercus* (52); corteza de *Juniperus thurifera* vivo (52); rama de *Pinus nigra* (52); ramas vivas (72); Suelo (52).

***Enteridium splendens* var. *juratum* (Mey.) Hark.**

**Frías:**

EUROPA: Sur de Suecia (17,41,79); Finlandia (41).

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Colorado (66), Arkansas (21), Texas (63); México: Tlaxcala.

EUROPA: España: Geroma, Pontevedra (52); Holanda (41, 63, 72); Suiza (41, 63); Gran Bretaña, Irlanda (41, 63).

**Tropicales:**

AMÉRICA: Hawaii: Oahu (18).

**Mediterránea**

EUROPA: España: Cáceres (52).

**Comunidad vegetal:** bosque de abetos (66); bosque mixto de alta montaña (21); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala); chaparral y matorral esclerófilo (54); vegetación tropical (18).

**Sustratos:** madera muerta (21, 63, 72); madera muerta especialmente de coníferas (20, 66), madera de árboles deciduos (21), madera de *Quercus suber* (53), tronco de *Eucalyptus* (18); árboles vivos (72); ramas frescas de *Pinus silvestris* y *Picea abies* (41).

***Enteridium splendens* var. *splendens* (Morgan) Macbr.**

**Frías:**

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Polonia: Silesia (88), Sudetes (93); ex URSS (73); Finlandia (40).

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Colorado (66), Montes Apalaches (86), Virginia (83, 87), Idaho (14), Massachusetts (34), Oregon (13); México (8): Nuevo León (35, 60, 75), Tlaxcala; Chile (29, 58).

EUROPA: Holanda (72); Irlanda (48).

ASIA: China (107); India (57, 86).

Todo Norteamérica, Japón y Europa (63).

**Tropicales:**

AMÉRICA: Panamá, Florida (29).

ÁFRICA: Islas Canarias (25); Liberia (63).

**Mediterránea:** (53)

EUROPA: España, Francia (54); Grecia (1).

ASIA: Pakistán (54).

**Comunidad vegetal:** bosque de coníferas (35); bosque de *Quercus*(80), de *Q. suber* (52); bosque de abeto rojo, bosque de nogal-encino, bosque de encino rojo, bosque de montaña, mezcla mesofítica (93); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

**Sustrato:** madera muerta (18, 29, 63); madera muerta, especialmente madera de encino (48); madera de coníferas (66); madera de abeto (66); madera de *Quercus suber*, *Pinus mugo*, *Eucalyptus globulus* (52), *Picea mariana*, *Salix*, *Amelanchier*, *Populus* (78); tronco de *Eucalyptus*; corteza de *Betula* (52); ramas descortezadas (13); ramas de *Populus* (52, 78); árboles vivos (72); tallos frescos de *Pinus sylvestris* y *Picea abies* (41); musgos (78).

### ***Lycogala epidendrum* (L.) Fries.**

#### **Zonas Frías:**

AMÉRICA: Alaska (85); Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Polonia (90, 92); Silesia (88), Sudetes (93), Skarzyn y Muskowice (91), Puzcza (89); Suecia (79); Sur de Suecia (17); ex URSS (73, 74); Bielorrusia (70); Estonia (46); Austria (80) Finlandia (40).

#### **Zonas Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Arkansas (21), Montes Apalaches (82, 86), Virginia (83, 87), Idaho (14), Massachusetts (34), Tennessee (102), Colorado (66), Arizona (25), Washington (12), Pensilvania (32); México (8): Estado de México (33, 75); Morelos (33), Nuevo León (35), Michoacán (62), Puebla (64, 75), Veracruz (37, 59, 75), Jalisco (99), Tlaxcala; Argentina (15, 16, 29); Chile (29, 58, 94).

EUROPA: España: Alavá, Barcelona, Huesca, La Coruña, Lérida, Navarra, Pontevedra, Vizcaya (52); Portugal (56); Minho, Tras os Montes, Alto Douro (52); Irlanda (72); Irlanda (48); Francia (10, 69).

ASIA: Pakistán (106); Japón (22, 23, 39); China (107); India (57, 86); Nepal (38); Turkia (42).

OCEANÍA: Nueva Zelanda: Isla Norte y Sur (67); Australia: Sur de Nueva Gales, Queensland, Tasmania, Victoria, Oeste de Australia (68).

#### **Zonas Tropicales:**

AMÉRICA: Costa Rica (3, 29); Ecuador (31); Brasil (27, 29, 61); Trinidad (2, 28, 29); Jamaica (2, 28); Nicaragua, Panamá, Jamaica, República Dominicana, Dominica, Sta. Lucía, Granada, Guayana Francesa, Ecuador, Islas Juan Fernández, Uruguay, Florida (29); Puerto Rico (2, 28, 29); Islas Vírgenes, Antigua, Cuba, Guadalupe (28, 29); Colombia, Venezuela (29, 71); Hawái (18); México: Chiapas (9, 75, 76), Oaxaca (75, 105), Veracruz (59, 60, 75, 105), Quintana Roo (36, 75).

AFRICA: Angola (4, 5); Nigeria (44, 47); Islas Canaria: Tenerife (25, 95).

#### **Zona Mediterránea: (53)**

EUROPA: España (54): Albacete, Almeida, Asturias, Avila, Badajoz, Cáceres, Cádiz, Geroma, Granada, Guadalajara, Huelva, Ibiza, Jaen, La Rioja, León, Madrid, Málaga, Mallorca, Menorca, Murcia, Salamanca, Segovia, Valencia (52); Portugal (54): Algarve, Alentejo, Baixo, Beira alta, Beira litoral, Estremadura, Ribatejo (52); Francia, Italia, Argelia, Marruecos, Turquía (54); Grecia (1, 54).

como cosmopolita: (63, 71).

**Comunidad vegetal:** bosque de *Abies* (82, 109); bosque de coníferas (35); bosque de *Fagus bornmuelleriana*; bosque de *Fagus carpinus* con *Abies nordmanniana* (42); bosque de *Pinus-Abies* (109); bosque de *Pinus* (109); bosque de *Pinus ponderosa* y abeto Douglas (25); bosque de *Picea abies* con pastizal y bosque subalpino (80); bosque de pino-encino y oyameles (62); bosque de *Quercus* (86); bosque de *Pinus-Quercus* (93, 98, 105); bosque de *Pinus*-bosque mesófilo (105); bosque mesófilo de montaña (59); bosque mixto de alta montaña (21); bosque de montaña y subalpino (93); bosque de abetos,

bosque de encino, mezcla mesofítica (83); bosque de *Abies-Pinus*, bosque mixto, bosque de coníferas (Tlaxcala), bosque templado(71); jardines y cafetales (59); vegetación subtropical (105); bosque tropical (9, 71, 76); chaparrales y matorrales esclerófilos (54).

**Sustratos:** madera muerta (3, 7, 12, 18, 21, 29, 31, 38, 42, 46, 48, 52, 59, 60, 63, 72, 109); madera rica en lignina (85); madera de *Pinus pinea* y *Abies cephalonica* (1), *Pinus* sp., *Pinus halepensis*, *P. nigra*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. sylvestris*, *Castanea sativa*, *Betula celtiberica*, *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. pyrenaica* (52, 53), *Populus* (12, 52, 53); madera de coníferas y árboles deciduos (20); tronco (61), de *Abies alba*, *Alnus*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Picea excelsa*, *Pinus sylvestris*, *P. radiata*, *P. mugo*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Quercus ilex* (52), *Fagus* (42), *Populus* (12), *Picea abies* (80); tocón de *Abies alba*, *A. pinsapo*, *Alnus glutinosa*, *Pinus pinaster*, *P. radiata*, *Picea excelsa*, *Populus*, *Quercus ilex*, *Q. faginea*, *Q. pyrenaica* (52); corteza (3, 20, 72, 109), de *Betula celtiberica*, *Pinus pinea* (52), *Euphorbia kamerunica* (44); rama (31, 47, 52, 61, 66, 72), de coníferas asociadas a musgo y líquenes (66), *Pinus radiata*, *P. montana* (52), *Pinus ponderosa* (25), *Betula*, *Populus balsamifera*, *Salix*, *Picea* (78), *Euphorbia kamerunica* (44), ramas frescas de *Pinus roxburghii* y otras gimnospermas (57), rama de pino (34); tallos (72); árboles vivos de *Citrus* y *Eucalyptus* (52); estróbilo de *Pinus pinaster* (52); Briofitas (52); suelo (72, 109).

### ***Lycogala exiguum* Morgan**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

EUROPA: Polonia (90); Sudetes (93), Puzcza (89); ex URSS (73); Estonia (46).

##### **Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Montes Apalaches (86), Virginia (83), Tennessee (102), Arkansas (21); México (8): Nuevo León (35, 60, 75); Tlaxcala.

EUROPA: Francia (69); España: La Coruña (52); Irlanda (48).

ASIA: India (57, 86, 97); Japón (65); China (107).

##### **Tropicales:**

AMÉRICA: Hawaii (18); Jamaica (2, 28, 29); Panamá, Puerto Rico, Dominica, Colombia, Venezuela, Brasil, Guayana, Florida (29); Costa Rica (3); Guadalupe, Martinica (28, 29); México: Veracruz (75).

ASIA: China (107); Tailandia (77, 81).

AFRICA: Nigeria (47).

##### **Mediterránea: (53)**

EUROPA: España: Madrid (52); Francia, Marruecos, Palestina (54).

como cosmopolita: (29, 63).

**Comunidad vegetal:** bosque de *Pinus-Quercus* (35, 93); bosque de *Quercus* (83); bosque de montaña y subalpino (93); bosque de coníferas (97); bosque mixto de alta montaña (21); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

**Sustratos:** madera muerta: (18, 29, 63, 65), madera de *Pinus* (46), *P. sylvestris*, *Betula celtiberica* (52), *P. pinaster*, *P. sylvestris* (53), *Ulmus* (21); tallos (93), tallos muertos de *Cedrus deodora* (57); rama podrida (81), rama de hayas (48); leña (47); corteza de *Acer* en cámara húmeda (69).

### ***Lycogala flavofuscum* (Ehrenb.) Rost.**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Polonia: Silesia (88); Sudetes (93); Puczza (89); ex URSS (73); Bielorrusia (70); Suecia (79); Finlandia (40).

**Templadas:**

AMÉRICA: Norteamérica (63); Estados Unidos: Massachussets (34); Colorado (66); México: Jalisco (99); Michoacán, D. F., Guanajuato (75, 101); Tlaxcala (101); Argentina (15, 29).

EUROPA: (63); España: Geroma, Guadalajara (52); Holanda (72).

ASIA: India (57, 86); China (107).

OCEANÍA: Nueva Zelanda: Isla Norte y Sur (67).

**Zonas Tropicales:**

AMÉRICA: Panamá, Uruguay, Florida (29); Brasil (27); América del Sur (63).

ASIA: China (63, 107).

ÁFRICA: África del Sur (63).

**Zona Mediterránea: (53).**

EUROPA: España: Cáceres, Madrid (52); Portugal: Beira alta, Estremadura (52); Francia, Italia, Turquía, Palestina, Marruecos (54).

**Comunidad vegetal:** bosque de coníferas (101); bosque de pino-encino, de montaña y subalpino (93); bosque de *Quercus suber* (52); bosques artificiales de *Eucalyptus* (98); bosque de *Abies-Pinus*, bosque de *Quercus* (Tlaxcala).

**Sustratos:** madera muerta (29, 63, 98), madera muerta de *Schinus molle* (101), *Populus* (78), *Quercus suber* (53), *gimnospermas decayentes* (57); tronco de *Eucalyptus* (101), *Acer negundo* (52); corteza de *Picea* (78); tallo de *Populus* (78), tallo muerto de *Acer rubrum* (34); rama (72), rama de *Picea* cubierta de musgo (78) árboles vivos (29, 63, 72), de *Populus balsamifera* (78).

***Tubifera casparyi* (Rost.) Macbr.**

**Zonas climáticas**

**Frías:**

EUROPA: Suecia (79).

**Templadas:**

AMÉRICA: Norteamérica (63); Estados Unidos: Montes Apalaches (86); México: Tlaxcala; Argentina (15).

ASIA: China (107).

Ampliamente distribuida en Europa y Japón (63).

**Comunidad vegetal:** bosques de coníferas (79, 86); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

**Sustratos:** Madera muerta (63)

***T. ferruginosa* (Batsch) J. F. Gmel.**

**Zonas climáticas**

**Frías:**

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Polonia: Silesia (88), Sudetes (93), Skarzyn y Muskowice (91), Puczza (89); Sur de Suecia (13, 79); Austria (80); ex URSS (73); Estonia (46); Bielorrusia (70); Finlandia (40).

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Montes Apalaches (82, 86); Virginia (83, 87), Idaho (14), Massachussets (34), Tennessee (102), Colorado (66); México (8); Estado de México, Morelos (7, 33, 75), Hidalgo (7, 75), Jalisco (99), Tlaxcala; Argentina (15, 29); Chile (29, 58, 94).

EUROPA: España: Alavá, Gerona, Huesca, Navarra, Vizcaya (52); Holanda (72); Francia (10); Irlanda (48).  
ASIA: India (57, 86); Nepal (38); Pakistán (106); Japón (23, 24); China (107).  
OCEANÍA: Australia: Norte y Sur de Gales, Queensland, Tasmania, Victoria (68); Nueva Zelanda (67).

**Tropicales:**

AMÉRICA: México: Veracruz (37, 60, 75, 104), Los Tuxtlas (105); Sta. Lucía (2, 29); Puerto Rico, Costa Rica (3, 29), Panamá, República Dominicana, Dominica, Guayana Francesa, Ecuador, Florida (29); Jamaica, Islas Vírgenes (08, 29), Guadalupe (28); Brasil (27, 29).

ASIA: China (107).

ÁFRICA: Islas Canarias (25).

**Mediterránea: (53)**

EUROPA: España: Albacete, Asturias, Ávila, Cáceres, Guadalajara, Huelva, Madrid, Murcia, Segovia (52); Francia Italia (54); Grecia (1, 54).

ÁFRICA: Argelia, Marruecos (54).

como cosmopolita (63, 29).

**Comunidad vegetal:** bosque de *Abies* (82, 109); bosque de abeto rojo (83); bosque de *Abies-Pinus* (109, Tlaxcala); bosque de coníferas (7, 17, 52); bosque de *Picea*, *Betula*, *Tsuga* y *Sorbus* (82); bosque de abetos (66); bosque de abeto rojo con abedul amarillo (82); bosque de pino (7, 98, 109); bosque de *Pinus-Quercus* (7, 104); bosque de *Quercus* (86); bosque de *Picea abies* (80); bosque de pino-encino; bosque de Montaña, subalpino, Zona alpina (93); bosque mixto (Tlaxcala); vegetación abierta con encino rojo, mezcla de encinos, mezcla mesofítica; selva alta perennifolia (105).

**Sustratos:** Madera muerta (3, 13, 29, 38, 52, 63, 78, 99, 106), madera de *Abies cephalonica* (1), madera muerta de árboles deciduos (21, 72), *Fagus* (42), coníferas (17), *Pinus* (46, 72), *Pinus pinaster*, *P. sylvestris* (53), *Pinus halepensis* (52, 53), abeto decayente cubierto con musgo y líquenes (66), *Picea abies* (80); hojas y hojarasca (29, 52, 63); acícula y ramas de *Pinus sylvestris* (52); tocón de *Pinus pinaster*, *Populus*, *Abies* (52); tronco de *Quercus robur*, *Pinus sylvestris* (52); rama de *Abies alba* (52), *Picea abies* (80); raíces y ramas de *Abies* (78); musgo (3, 52); raíces de coníferas (48); corteza (109).

**T. microsperma** (Berk. & Curt.) Martin

**Zonas climáticas**

**Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Virginia (83), Montes Apalaches (86); México (60, 8); Jalisco (99), Tamaulipas (75, 101), Veracruz, Yucatán (75), Tlaxcala; Argentina (15, 29), Uruguay (29).

ASIA: India (86); China (107).

**Tropicales:**

AMÉRICA: Hawaii: Paradise Park (18); México: Veracruz (7, 37, 60, 105), Yucatán, Quintana Roo (36); Costa Rica (3, 29); Ecuador (29, 31); Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Dominica, Granada, Venezuela, Surinam, Brasil, Florida (29); Antigua, Cuba, Jamaica, Guadalupe, Trinidad (28, 29); Brasil (27).

ASIA: Tailandia (81)

Ampliamente distribuida en zonas templadas y tropicales de Norteamérica, Hawaii, Sudamérica, Asia tropical y Japón (63).

**Comunidad vegetal:** bosque de *Quercus* (98, 105); mezcla de encinos (83), arbustos montañosos (31); bosque mesófilo (101); bosque de Galería (Tlaxcala).

**Sustratos:** Madera muerta (3, 18, 29, 63, 98, 101,); madera putrefacta (3, 18,

81); musgo (3).

Familia Cribrariaceae

*Lindbladia tubulina* Fr.

Zonas climáticas

Frías:

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Polonia: Silesia (88), Sudetes (93); ex URSS (73); Bielorrusia (70);  
Finlandia (40); Noruega (49); Suecia (79).

Templadas:

AMÉRICA: Norteamérica (63); Estados Unidos: Sur de Louisiana (63), Colorado (66),  
Montes Apalaches (86), Virginia (83), Idaho (14); México: Nuevo León (60),  
Tlaxcala; Argentina (15).

EUROPA: (63) España: Barcelona (52); Portugal (56); Extremadura (52); Holanda (72).

ASIA: Japón (22, 63); India (86); China (107).

OCEANÍA: Australia: Queensland, Sur de Australia (68).

Zona Mediterránea: (53)

EUROPA: España: Ávila, Fomentera, Madrid, Segovia (52)

Comunidad vegetal: bosque rico en resinas (93); bosque de coníferas (45); bosque  
de *Pinus halepensis*, *P. pinaster* y *P. sylvestris* (52); bosque de pino-  
encino, bosque de montaña (93); mezcla mesofítica (83); bosque de *Abies-  
Pinus* (Tlaxcala); especialmente en bosques de coníferas (63).

Sustratos: madera muerta (78), de coníferas (63), con musgo y líquenes (66);  
madera de *Pinus sylvestris* (49); tocón de *Pinus sylvestris*, *P. pinaster*  
(52), madera de coníferas y árboles caducifolios (63, 72); troncos (93),  
no común en madera de angiospermas (63); aserrín (63); corteza de *Pinus  
pinaster* (52); rama de *Pinus halepensis* (52); hojas y hojarasca (63, 93),  
hojas de *Picea glauca* (78); cerraduras de casa (72).

*Cribraria argillacea* (Pers.) Pers.

Zonas climáticas

Frías:

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Polonia: Puzzcza (89), Silesia (88), Sudetes (93); Suecia (79); Bielorrusia  
(70); ex URSS (73); Estonia (46); Finlandia (40).

Templadas:

AMÉRICA: Norteamérica (63); Estados Unidos: Virginia (83), Idaho (14), Montes  
Apalaches (86), Colorado (66); México: (8), Estado de México (7, 60, 75),  
Tlaxcala.

EUROPA: (63); España: Barcelona, Gerona, La Coruña, Navarra, Pontevedra (52);  
Portugal: Beira baixa, Extremadura, Ribatejo (52); Holanda (72); Francia  
(10); Irlanda (48).

ASIA: India (57, 86); China (107); Pakistán (106).

OCEANÍA: Australia: Norte y Sur de Gales (68); Nueva Zelanda: Isla Sur (67).

Tropicales:

AMÉRICA: México: Veracruz (75); Brasil (27).

ÁFRICA: Sur de África (63); Archipiélago Canario: Tenerife (95).

Mediterránea: (53)

EUROPA: España: Cáceres, Madrid (52); Francia, Italia (54); Grecia (1, 54).

como cosmopolita: (29, 57).

Comunidad vegetal: bosque de abetos (66, 83); bosque de Pinos (7); bosque de *Abies-Pinus*; bosque de *Pinus-Quercus*; bosque mixto (Tlaxcala).

Sustratos: Madera (29, 52, 63, 66, 78, 106), especialmente de coníferas (1, 48, 72), de gimnospermas (57); madera de Pinus (46), *P. brutia*, *Abies cephalonica* (1), *Pinus pinaster*, *P. sylvestris* (52), *P. halepensis*, *Olea europaea* (53); tronco de *Prunus*, *Pinus pinea*, *P. halepensis*, *P. sylvestris*, *P. pinaster*, *Abies. toçón* de *Pinus sylvestris*, *P. pinaster* (52); hoja de *Quercus ilex*; estróbilo de *Pinus pinea* (52).

### ***Cribraria atrofusca* Martin & Lovejoy**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

EUROPA: Noruega (49)

##### **Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Colorado (63, 66), Oregon (63), Tennessee (30); México: Cofre de Perote, Veracruz (75, 101), Tlaxcala.

ASIA: China (107); Filipinas (63).

Mediterránea: Francia (54).

Comunidad vegetal: bosque de *Pinus-Abies* (101, Tlaxcala); bosque de abetos (66).

Sustratos: madera (63, 66, 101); rama de *Picea abies* (49).

### ***Cribraria cancellata* (Batsch) Nann.-Brem.**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

AMÉRICA: Alberta, Canadá (78).

EUROPA: Polonia: (92), Silesia (88), Sudetes (93); ex URSS (73); Bielorrusia (70); Suecia (79).

##### **Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Montes Apalaches (86), Virginia (83, 87), Tennessee (102), Colorado (66), Massachusetts (34), Arizona (25); México: (8), Estado de México (33, 75), Nuevo León (35, 75), D. F., Morelos (101), Tlaxcala; Uruguay (29); Chile (29, 58, 94); Argentina (29, 15).

EUROPA: España: Barcelona, Gerona, Huesca, La Coruña, Lérida, Pontevedra (52); Portugal (56); Minho (52); Holanda (72); Irlanda (48).

ASIA: China (107); India (57, 86); Pakistán (106); Japón (22, 23, 24, 65).

OCEANÍA: Australia: Nueva Gales, Queensland (68); Nueva Zelanda: Isla Norte y Sur (67).

##### **Tropicales:**

AMÉRICA: Hawaii (18); México (29): Chiapas (75, 76), Jalisco (98, 99), Veracruz (37, 60, 75), Quintana Roo (36, 75); Panamá (103), Costa Rica (3, 29, 103), Ecuador (31), Brasil (29, 61); Honduras Británicas, Panamá, Dominica, Colombia, Venezuela, Bolivia, Florida (29); Nicaragua (29, 71); Guadalupe, Jamaica, Trinidad, Islas Vírgenes (28, 29); Puerto Rico (2, 28, 29, 71).

ASIA: Tailandia (77, 81).

AFRICA: Angola (5).

##### **Zona Mediterránea: (53),**

EUROPA: España: Albacete, Avila, Badajoz, Cáceres, Gerona, Guadalajara, Madrid, Murcia (52); Portugal: Beira litoral, Beira baixa, Estremadura (52); Italia (54); Francia (10, 54).

ASIA: Palestina (54)

ÁFRICA: Argelia (54).

como cosmopolita: (5, 57, 63)

Comunidad vegetal: bosque de *Abies* (109); bosque de *Pinus* (78, 101, 109); bosque de *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. sylvestris* (52); bosque de *Pinus ponderosa* y abeto Douglas (25); bosque de *Pinus-Abies* (109); bosque templado (71); bosque de *Pinus-Abies* (Tlaxcala); bosque de *Pinus-Quercus* (35, 93, 98, 101); bosque de *Quercus* (86); bosque de montaña, subalpino (93); potreros (31); bosque de abetos, de encino, mezcla mesofítica (83); bosque mixto de alta montaña (21); bosque tropical (71, 76).

Sustratos: madera muerta (3, 18, 21, 29, 57, 63, 65, 72, 78, 81, 98, 106), madera de coníferas, *Abies alba*, *Ulmus minor*, *Pinus pinaster*, *Populus pyramidalis*, (52); *Pinus halepensis* (53); tronco (61), tronco de *Pinus sylvestris*, *P. pinaster* (52, 53); tocón de *Pinus sylvestris* (52); rama (61), rama de coníferas (48), *pinus* (25, 78), *Nerium oleander*, *Pinus halepensis* (52); tallos de *Nerium oleander* (52); rastrero (31); corteza, musgo y líquenes (109).

### *Cribraria mirabilis* (Rost.) Mass.

#### Zonas climáticas

##### Frías:

EUROPA: ex URSS (73); Suecia (63, 79).

##### Zonas Templadas:

AMÉRICA: Norteamérica (57); Estados Unidos: California (63), Colorado (66); México: (33), Tlaxcala (43); Chile (29).

EUROPA: Holanda (72); Irlanda (48); Montañas de Europa Central (57, 63).

ASIA: India (57); China (107).

##### Zona Mediterránea: (53)

EUROPA: España: Madrid, Segovia (52); Francia, Italia (54).

Comunidad vegetal: bosque de *Pinus-Abies* (43); bosque de *Pinus* (109); bosque de *P. sylvestris* (52); bosque de *Quercus pyrenaica* (52); bosque de *Pinus-Abies*; bosque Mixto (Tlaxcala).

Sustratos: Madera muerta (48, 57), madera de coníferas (29, 43, 63, 72), *Pinus sylvestris* (53); ramas y musgo (43); corteza (109).

### *Cribraria oregana* Nann.-Brem. & Ladó

#### Zonas Frías:

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Noruega (49).

#### Zonas Templadas:

AMÉRICA: Estados Unidos: Washington, Oregon, Nueva Jersey, California (63), Montes Apalaches (86), Colorado (66), Virginia (83); México: Tlaxcala.

EUROPA: España: Huesca (52); Portugal: Minho (52); Holanda (72).

ASIA: China (107).

#### Zonas Tropicales

AMÉRICA: Hawaii: Kipuka (18 como *Cribraria montana* Nann.-Brem.)

#### Zona Mediterránea:

EUROPA: España: Ávila (52 como *C. montana*), Guadalajara, Madrid, Jaen (52); Francia (54 como *C. montana*).

Comunidad vegetal: bosque de abetos (66), bosque de *Picea-Pinus* (78), bosque de encino, mezcla mesofítica (83); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

Sustratos: madera (66); madera muerta (18 como *C. montana*); madera de coníferas, especialmente de abeto Douglas (63), rana de *Picea* (78), *Pinus pinaster* (52); tronco de *Abies alba*, *Pinus sylvestris* (52, también como *C. montana*).

### ***Cribraria piriformis* Schard.**

#### **Zonas Frías:**

EUROPA: Polonia: Sudetes (93); ex URSS (73); Bielorrusia (70); Suecia (79); Finlandia (40); Estonia (46).

#### **Zonas Templadas:**

AMÉRICA: Norteamérica (57), ampliamente distribuida en regiones montañosas de Norteamérica pero no común (63); Estados Unidos: Montes Apalaches (86), Virginia (83), Colorado (66), Idaho (14), Massachusetts (34); México: Jalisco (99), Tlaxcala; Chile (29, 58, 94).

EUROPA: (57, 63); Irlanda (48); Portugal: Minho (52).

ASIA: Pakistán (106); China (107); India (57, 86, 96); Japón (57, 63).

#### **Zonas tropicales:**

AMÉRICA: Panamá (29, 103); Costa Rica (103).

#### **Zona Mediterránea: (53)**

EUROPA: España: Ávila (52); Portugal: Beira litoral, Estremadura (52); Francia (54).

Comunidad vegetal: bosque de coníferas (96); bosque de *Pinus* (99); bosque de *Pinus sylvestris* (52); bosque de montaña y de *Pinus-Quercus* (93); bosque de encino rojo, mezcla mesofítica (83); bosque templado (103); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

Sustratos: madera muerta de coníferas (29, 48, 52, 57, 63, 96, 106), madera de pino (46, 99); tronco de *Pinus sylvestris* (34, 53), tocón de *Pinus* (52); corteza de *Chamaelyparis* (34).

### ***Cribraria purpurea* Schard.**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: ex URSS (73); Bielorrusia (70); Suecia (79); Finlandia (40, 41).

##### **Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: rara en esta zona (57), Montes Apalaches (86), Colorado (66), Tennessee (102); México: Estado de México (33), Jalisco (99), Tlaxcala.

EUROPA: Ampliamente distribuida en esta zona (57).

ASIA: China (107); India (57); Japón (63).

##### **Tropicales:**

AMÉRICA: Brasil (27); Venezuela y Florida en bosque de coníferas (29).

##### **Mediterránea:**

EUROPA: Francia (54).

Comunidad vegetal: bosque de *Pinus* (99, 109); bosque de *Abies-Pinus*, bosque de coníferas (Tlaxcala).

Sustratos: madera muerta de coníferas (7, 29, 57, 63, 66, 78, 99); madera de gimnospermas decayentes (57); corteza (109).

### ***Cribraria rubiginosa* Fr.**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

EUROPA: (63); Suecia (63, 79); Polonia: Sudetes (93).

##### **Templadas:**

AMÉRICA: México: Tlaxcala.

EUROPA: (57); Rumania (57, 63); España: La Coruña (52).

ASIA: India (30, 57, 97).

Comunidad vegetal: bosque de coníferas (97); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

Sustratos: madera muerta de coníferas (63), *Pinus* (52); muggo y ramas (57, 97)

### ***Cribraria rufa* (Roth) Rost.**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

AMÉRICA: Canadá: Alberta (78).

EUROPA: Polonia: Puzcza (89), Silesia (88), Sudetes (93); Finlandia (40, 41); Austria (80); Suecia (79); Bielorrusia (70); Rusia (73).

##### **Templadas:**

AMÉRICA: Estados Unidos: Montes Apalaches (82, 86), Virginia (83), Idaho (14), Tennessee (102), Massachusetts (34), Colorado (66); México: Tlaxcala.

EUROPA: Irlanda (48); Holanda (72); España: Huesca (52).

ASIA: China (107); Tailandia (81).

Ampliamente distribuida en Europa, Norteamérica, Canadá y Japón (63).

##### **Tropicales:**

ASIA: Tailandia (81)

##### **Zona Mediterránea: (53)**

EUROPA: España: Ávila, Madrid (52); Francia, Italia (54).

Comunidad vegetal: bosque de *Pinus* (78, 99); bosque de abetos (82, 83); bosque de coníferas (66); bosque de *Picea abies*; bosque subalpino (80); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

Sustratos: madera muerta generalmente de coníferas (29, 41, 48, 63, 66, 72, 81), madera de *Quercus* (72), *Picea abies* (80), *Abies alba*, *Pinus sylvestris* (52); tronco de *Pinus sylvestris*, *Abies alba* (52); tocón de *Pinus sylvestris* (52); corteza de *Tauca* (34); ramas de *Pinus* (78).

### ***Cribraria splendens* (Schrad.) Pers.**

#### **Zonas climáticas**

##### **Frías:**

EUROPA: Finlandia (40); Polonia: Silesia (88), Sudetes (93); Suecia (79); Rusia (73).

##### **Templadas:**

AMÉRICA: Norteamérica: (57); Estados Unidos: Montes Apalaches (86), Virginia (83), California (51), Tennessee (102); México: Tlaxcala.

EUROPA: (58)

ASIA: (58), India (57, 86); China (107); Pakistán (106); Japón (39).

OCEANÍA: Nueva Zelanda: Isla Sur (67).  
Ampliamente distribuida en Europa, Norteamérica especialmente en el oeste en bosques de coníferas y Asia (63).

**Tropicales:**

AMÉRICA: Costa Rica (3), Jamaica, Islas Vírgenes, Venezuela, Brasil, Chile (29, 58).  
Puerto Rico (2).

**Zona Mediterránea:**

EUROPA: España, Francia, Italia (54).

Comunidad vegetal: bosque de coníferas (63); bosque de encino rojo y mezcla mesofítica (83); bosque de *Abies-Pinus*; bosque de *Quercus* (Tlaxcala).

Sustratos: madera (29, 57, 63); corteza de coníferas (51).

***Cribraria vulgaris* Schrad.**

**Zonas climáticas**

**Frías:**

EUROPA: Polonia: Silesia (88), Muskowice (91), Puczna (89), Sudetes (93); Suecia (79); Finlandia (41); ex URSS (73); Bielorrusia (70).

**Templadas:**

AMÉRICA: Norteamérica: (57); Estados Unidos: Colorado (66); México: Tlaxcala; Argentina (15, 16, 29).

EUROPA: (57); Holanda (72); España: Huesca, La Coruña, Pontevedra (52); Portugal: Beira litoral (52).

ASIA: (57); China (107); India (96);

OCEANÍA: Australia: Norte y Sur de Gales (68); Nueva Zelanda: Isla Sur: (67).

**Tropicales:**

AMÉRICA: Costa Rica (29)

**Zona Mediterránea:**

EUROPA: (53), España: Asturias, Ávila, Guadalajara, Portela, Madrid, Murcia, Segovia (52); Portugal, Francia, Italia (54).

Comunidad vegetal: bosque de coníferas (96); bosque de *Abies-Pinus* (Tlaxcala).

Sustratos: madera (29, 63, 79, 96), madera de coníferas (72), *Pinus pinaster*, *P. halepensis* (52); tronco de *Pinus sylvestris*, *P. pinaster* (52); tocón de *Pinus pinaster* (52); rana de *Pinus sylvestris*, *Acer* (52).

**LISTA DE REFERENCIAS PARA LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, EN COMUNIDADES VEGETALES Y  
SELECTIVIDAD DE SUSTRATOS PARA LAS ESPECIES DEL ORDEN LICEALES.**

1. Alexopoulos, 1959.
2. Alexopoulos, 1970.
3. Alexopoulos y Saénz, 1975.
4. Almeida, 1966.
5. Almeida, 1974.
6. Almeida, 1985.
7. Braun y Keller, 1976.
8. Braun y Keller, 1986.
9. Chacón y Guzmán, 1984.
10. Chassain, 1982.
11. Chiang y Liu, 1991.
12. Cook, 1951.
13. Curtis, 1971.
14. Curtis, 1972.
15. Deschamps, 1975.
16. Digilio, 1950.
17. Elliasson, 1981.
18. Elliasson, 1991.
19. Elliasson y Nannenga Bremekamp, 1983.
20. Elliasson y Sunhede, 1972.
21. Elliasson *et al.*, 1988.
22. Emoto, 1962.
23. Emoto, 1963.
24. Emoto, 1964.
25. Evenson, 1961.
25. Farr, 1959.
27. Farr, 1968.
28. Farr, 1969.
29. Farr, 1976.
30. Farr, 1979.
31. Farr *et al.*, 1979.
32. Gaither, 1976.
33. Galindo-Flores *et al.*, 1993.
34. Gilbert, 1927.
35. Gómez-Sánchez y Castillo, 1981.
36. Guzmán, 1983.
37. Guzmán y Villarreal, 1984.
38. Hagiwara y Bhandary, 1982.
39. Hammashima, 1976.
40. Harkönen, 1979 a.
41. Harkönen, 1979 b.
42. Harkönen, 1988.
43. Hernández-Cuevas *et al.*, 1991.
44. Ing, 1964.
45. Ing, 1982.
46. Ing, 1990.
47. Ing y Mchugh, 1968.
48. Ing y Mchugh, 1988.
49. Johannesen, 1984.
50. Kowalski, 1973.
51. Kowalski y Curtis, 1968.
52. Lado, 1993a.
53. Lado, 1993b.
54. Lado, 1994.
55. Lado y Moreno, 1981.
56. Lado y Pando, 1989.
57. Lakhanpal y Mukerji, 1981.
58. Lazo, 1966.
59. López *et al.*, 1981a.
60. López *et al.*, 1981b.
61. Maimonii-Rodella y Gottsberger, 1980.
62. Mapes *et al.*, 1981.
63. Martin y Alexopoulos, 1969.
64. Martínez-Alfaro *et al.*, 1983.
65. Matsumoto y Yamamoto, 1993.
66. Mitchel *et al.*, 1980.
67. Mitchell, 1992.
68. Mitchell, 1995.
69. Mitchell *et al.*, 1984.
70. Moroz y Novozhilov, 1988.
71. Muenscher, 1934.
72. Nannenga-Bremekamp, 1991.
73. Novogilov, 1985.
74. Novogilov, 1986.
75. Ogata, 1992.
76. Pérez-Moreno y Villareal, 1988.
77. Reynolds y Alexopoulos, 1971.
78. Richardson y Currah, 1990.
79. Santesson, 1964.
80. Schinner, 1981.
81. Siwasin e Ing, 1982.
82. Stephenson, 1983.
83. Stephenson, 1988.
84. Stephenson, 1989.
85. Stephenson y Laursen, 1993.
86. Stephenson *et al.*, 1993.
87. Stephenson *et al.*, 1994.
88. Stojanowska, 1977a.
89. Stojanowska, 1977b.
90. Stojanowska, 1979.
91. Stojanowska, 1980.
92. Stojanowska, 1981.
93. Stojanowska, 1983.
94. Sturgis, 1916.
95. Tejera, 1980.
96. Thind y Khara, 1969.
97. Thind *et al.*, 1971.

98. Trujillo *et al.*, 1986.
99. Trujillo, 1988.
100. Villarreal, 1983.
101. Villarreal, 1990.
102. Welden, 1951
103. Welden, 1954
104. Welden, Dávalos y Guzmán, 1979.
105. Welden y Guzmán, 1978.
106. Yamamoto, Hagiwara y Suktana, 1993.
107. Yu y Hui-Zong, 1989.
108. Keller *et al.*, 1988.
109. Galindo-Flores *et al.*, 1993

ANEXO V A.

i) MATRIZ DE DATOS PARA LOS SUSTRATOS SOBRE LOS QUE FRUCTIFICAN LAS ESPECIES DE LICEALES DEL ESTADO DE TLAXCALA.

ESPECIES	MADERA					PLANTAS VIVAS							
	Du	Co	Tr	To	Ra	Ta	Ho	Rc	Mu	Li	He	Hm	Su
<i>Cribraria argillacea</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>C. atrofusca</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. cancellata</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0
<i>C. mirabilis</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>C. oregana</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. piriformis</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>C. purpurea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. rubiginosa</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>C. rufa</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. splendens</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. vulgaris</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Enteridium intermedium</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Enteridium lycoperdon</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>E. olivaceum</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>E. splendens var. juranum</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>E. splendens var. splendens</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Licea parasitica</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>L. pusilla</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. pygmaea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lindbladia tubulina</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Lycogala epidendrum</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
<i>L. exiguum</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. flavofuscum</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tubifera casparyi</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. ferruginosa</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>T. microsperma</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Du:Duramen Co:Corteza Tr: Tronco To: Tocón Ra: Rama Ta: Tallo Ho: Hojas  
 RC:Raíces Hm:Hojarasca Mu: Musgos Li:Líquenes He: Hepáticas Su: Suelo.

ii) MATRIZ DE SIMILITUD

	Du	Co	Tr	To	Ra	Ta	Ho	Rc	Hm	Mu
Du	1.000									
Co	0.654	1.000								
Tr	0.654	0.478	1.000							
To	0.346	0.368	0.444	1.000						
Ra	0.692	0.458	0.750	0.286	1.000					
Ta	0.230	0.278	0.278	0.250	0.333	1.000				
Ho	0.038	0.059	0.059	0.000	0.056	0.000	1.000			
Rc	0.038	0.059	0.059	0.111	0.056	0.000	0.000	1.000		
Hm	0.154	0.167	0.235	0.300	0.158	0.111	0.250	0.250	1.000	
Mu	0.423	0.333	0.556	0.429	0.450	0.214	0.000	0.091	0.154	1.000
Li	0.115	0.176	0.111	0.333	0.105	0.286	0.000	0.000	0.000	0.167
He	0.115	0.111	0.176	0.200	0.167	0.125	0.000	0.000	0.000	0.273
Su	0.077	0.117	0.118	0.100	0.111	0.143	0.000	0.000	0.000	0.083

	Li	He	Su
Li	1.000		
He	0.200	1.000	
Su	0.250	0.250	1.000

iii) ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

N= 78  
 Media X = 0.19514    SSx = 2.48989  
 Media Y = 0.19514    SSy = 2.08842

Prueba de asociación  
 Matriz de correlación    r= 0.91584  
 (= Mantel normalizado, estadístico z)  
 Prueba de t- Mantel    t= 5.077  
 z < obs. z    p= 1.0000

ANEXO VI A.

i) MATRIZ DE DATOS PARA LAS LOCALIDADES COMPARADAS CON EL BOSQUE DE *Abies-Pinus* DEL VOLCÁN LA MALINTZI, TLAXCALA

ESPECIES DE LICEALES	LOCALIDADES																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14														
	A	AB	A	ABC	A	BCD	E	A	BCD	E	A	B	C	A	B	A	B	A	A	A								
<i>Cribraria argillacea</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>C. atrofusca</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. aurantiaca</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. cancellata</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>C. confusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>C. dictyospora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. ferruginea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. intricata</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. lagenosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>C. macrocarpa</i>	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>C. microcarpa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>C. minutissima</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. mirabilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. organa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. piriformis</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>C. purpurea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. rufa</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. rubiginosa</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. splendens</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>C. tanola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>C. violacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>C. vulgaris</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diclidiaethalium plumbeum</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
<i>Enteridium intermedium</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. lobatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. lycoperdon</i>	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>E. olivaceum</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. splendens var. juranum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. splendens var. splendens</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Licea kleistobolus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>L. fimicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>L. marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. minima</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>L. operculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>L. parasitica</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>L. pedicellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>L. pusilla</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. pygmaea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. variabilis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lindbladia tubulina</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lycogala conicum</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>L. epidendrum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>L. exiguum</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>L. flavofuscum</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tubifora casparyi</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. ferruginosa</i>	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>T. microsperma</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

ii) MATRIZ DE SIMILITUD

	Alas.	Aus.M	Aus.S	VLM	Sud.W	Sud.C	Sud.E	Sleza	Wrezy
Alas.	1.000								
Aus.M	0.200	1.000							
Aus.C	0.500	0.400	1.000						
Aus.S	0.043	0.167	0.087	1.000					
VLM	0.042	0.208	0.083	0.343	1.000				
Sud.W	0.063	0.313	0.125	0.258	0.600	1.000			
Sud.C	0.059	0.294	0.118	0.333	0.577	0.571	1.000		
Sud.E	0.100	0.364	0.200	0.269	0.417	0.529	0.350	1.000	
Sleza	0.100	0.364	0.200	0.269	0.417	0.529	0.588	0.538	1.000
Wrezy	0.111	0.400	0.222	0.231	0.375	0.471	0.368	0.727	0.583
Radun	0.200	0.429	0.400	0.167	0.208	0.313	0.294	0.500	0.500
Gozdn	0.167	0.222	0.143	0.160	0.250	0.294	0.211	0.455	0.333
Przel	0.091	0.143	0.083	0.133	0.207	0.227	0.167	0.167	0.167
WarSp	0.125	0.083	0.111	0.069	0.280	0.263	0.190	0.200	0.125
Beanf	0.056	0.150	0.053	0.206	0.448	0.360	0.296	0.273	0.217
BaldK	0.077	0.125	0.071	0.200	0.370	0.208	0.250	0.211	0.211
PondD	0.111	0.400	0.222	0.185	0.375	0.389	0.368	0.583	0.462
SprBg	0.250	0.500	0.500	0.125	0.120	0.176	0.167	0.273	0.273
BliRn	0.000	0.333	0.000	0.040	0.125	0.188	0.176	0.083	0.083
MRoge	0.000	0.167	0.000	0.042	0.083	0.125	0.118	0.091	0.091
GSmOH	0.043	0.167	0.087	0.314	0.469	0.444	0.379	0.269	0.320
MouLk	0.063	0.167	0.125	0.345	0.429	0.391	0.375	0.368	0.300
CheMn	0.059	0.222	0.056	0.250	0.577	0.435	0.478	0.350	0.350
NWInd	0.250	0.125	0.200	0.080	0.077	0.111	0.105	0.077	0.167
S Ind	0.333	0.143	0.250	0.040	0.080	0.118	0.111	0.182	0.182
BotBr	0.143	0.091	0.125	0.071	0.192	0.211	0.200	0.133	0.214
VerMe	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.050	0.048	0.071	0.071
Arizo	0.250	0.125	0.200	0.038	0.077	0.111	0.105	0.167	0.167
Dson	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	Radun	Gozdn	Przel	WarSp	Beanf	BaldK	PondD	SprBg	BliRn
Radun	1.000								
Gozdn	0.556	1.000							
Przel	0.500	0.571	1.000						
WarSp	0.176	0.231	0.214	1.000					
Beanf	0.133	0.182	0.167	0.462	1.000				
BaldK	0.227	0.150	0.263	0.450	0.444	1.000			
PondD	0.158	0.200	0.267	0.500	0.400	0.632	1.000		
SprBg	0.500	0.400	0.250	0.333	0.417	0.350	0.375	1.000	
BliRn	0.300	0.500	0.250	0.250	0.200	0.158	0.133	0.300	1.000
MRoge	0.091	0.143	0.125	0.167	0.100	0.105	0.143	0.200	0.167
GSmOH	0.100	0.167	0.143	0.182	0.111	0.111	0.154	0.222	0.200
MouLk	0.280	0.167	0.208	0.417	0.292	0.640	0.440	0.333	0.174
CheMn	0.316	0.235	0.222	0.350	0.412	0.417	0.450	0.471	0.176
NWInd	0.300	0.158	0.278	0.217	0.250	0.458	0.364	0.300	0.105
S Ind	0.083	0.125	0.111	0.250	0.091	0.100	0.063	0.083	0.143
BotBr	0.200	0.333	0.286	0.167	0.222	0.105	0.143	0.200	0.167
VerMe	0.143	0.200	0.182	0.286	0.364	0.316	0.250	0.231	0.100
I Gal	0.077	0.111	0.100	0.143	0.083	0.095	0.125	0.077	0.000
Arizo	0.182	0.286	0.250	0.250	0.333	0.158	0.133	0.182	0.333
Dson	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	MRoge	GSmoM	MouLk	ChMn	NWind	S Ind	BotBr	VerMe	I Gal
MRoge	1.000								
GSmoM	0.667	1.000							
MouLk	0.083	0.087	1.000						
ChMn	0.118	0.125	0.444	1.000					
NWind	0.111	0.056	0.481	0.375	1.000				
S Ind	0.000	0.000	0.174	0.053	0.105	1.000			
BotBr	0.000	0.000	0.083	0.118	0.111	0.167	1.000		
VerMe	0.000	0.000	0.304	0.211	0.200	0.375	0.250	1.000	
I Gal	0.000	0.000	0.120	0.050	0.100	0.125	0.333	0.333	1.000
Arizo	0.000	0.000	0.125	0.111	0.105	0.143	0.400	0.222	0.125
DSono	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	Arizo	DSono
Arizo	1.000	
DSono	0.167	1.000

Alas.	: Alaska	Aus.H	: Austria (zona montañosa)
Aus.S	: Austria (zona subalpina)	VLM	: Volcán la Malintzi (México)
Sud.W	: Sudetes occidentales (Polonia)	Sud.C	: Sudetes centrales (Polonia)
Sud.E	: Sudetes orientales (Polonia)	Sleza	: Sleza (Polonia)
Wrezy	: Wrezyca (Polonia)	Radun	: Radunia (Polonia)
Gozdn	: Gozdnica (Polonia)	Przel	: Przelecz Slupika (Polonia)
WarSp	: War Spur (E.U.A)	Beanf	: Beandfield (E.U.A)
BaldK	: Bald Knob (E.U.A)	PondD	: Pond Drain (E.U.A)
SprBg	: Spruce Bog (E.U.A)	BliRn	: Blister Run
MRoge	: Mount Rogers	GSmoM	: Great Smoky Mountains
MouLk	: Mountain Lake	ChMn	: Cheat Mountain
NWind	: Noroeste de la India	S Ind	: Sur de la India
BotBr	: Botucatu (Brasil)	VerMe	: Veracruz (México)
I Gal	: Islas Galápagos	Arizo	: Sureste de Arizona
DSono	: Desierto de Sonora		

### iii) ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

N= 406

Media X = 0.20755    SSx = 9.55393  
 Media Y = 0.20755    SSy = 6.53724

Prueba de asociación

Matriz de correlación    r= 0.82719  
 (= Mantel normalizado, estadístico z)  
 Prueba de t- Mantel    t= 8.660  
 Z < obs. Z    p= 1.0000