

Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ciencias Básicas  
Escuela de Biología

Composición de Especies y Posibles Efectos Microambientales  
sobre la Fructificación de los Mixomicetes en un Bosque de Roble  
de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica

Tesis para optar al Título de Licenciatura en  
Biología con Énfasis en Botánica

Carlos Alonso Rojas Alvarado

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San Pedro de Montes de Oca

2005

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS

ESCUELA DE BIOLOGIA

**COMPOSICION DE ESPECIES Y POSIBLES EFECTOS  
MICROAMBIENTALES SOBRE LA FRUCTIFICACION DE  
LOS MIXOMICETES EN UN BOSQUE DE ROBLE DE LA  
CORDILLERA DE TALAMANCA, COSTA RICA**

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIATURA EN  
BIOLOGÍA CON ENFASIS EN BOTANICA

CARLOS ALONSO ROJAS ALVARADO

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO

SAN PEDRO DE MONTES DE OCA

2005

**COMPOSICION DE ESPECIES Y POSIBLES EFECTOS MICROAMBIENTALES  
SOBRE LA FRUCTIFICACION DE LOS MIXOMICETES EN UN BOSQUE DE  
ROBLE DE LA CORDILLERA DE TALAMANCA, COSTA RICA**

Tesis de graduación presentada para optar por el título de Licenciado en Biología con énfasis en Botánica

  
\_\_\_\_\_

Julieta Carranza Velázquez, Dra.

Directora

  
\_\_\_\_\_

José Francisco DiStéfano Gandolfi, Dr.

Miembro del Tribunal

  
\_\_\_\_\_

Walter Marin Méndez, Dr.

Miembro del Tribunal

  
\_\_\_\_\_

Gerardo Avalos, Dr.

Miembro del Tribunal

  
\_\_\_\_\_

Virginia Solís Alvarado, Dra.

Miembro del Tribunal

  
\_\_\_\_\_

Carlos Alonso Rojas Alvarado

Sustentante

## DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

La presente investigación constituye un trabajo totalmente original realizado por completo por el autor de la misma. Se reservan todos los derechos de propiedad intelectual a favor de Carlos Alonso Rojas Alvarado. Se permite el uso de pequeñas partes del trabajo; sin embargo, cualquier uso indebido de la información contenida en este trabajo puede derivar en problemas de carácter legal.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a todas las personas que hicieron posible esta investigación.

A los miembros de mi comité asesor, Dra. Julieta Carranza, mi sincero agradecimiento por sus ~~animadas~~ correcciones, tiempo dedicado y compromiso con la elaboración y desarrollo de este trabajo, al Dr. José Francisco DiStefano y al Dr. Walter Marín, por sus sugerencias, apoyo constante y revisión minuciosa del manuscrito.

Al Dr. Martín Schnittler por iniciarme oficialmente en la mixomicetología, por su ayuda e ideas.

Al Dr. Steven L. Stephenson, por su tiempo, su compromiso con esta investigación, su ayuda con la confirmación de las especies y apoyo.

A mis "asistentes de campo" y biólogos de corazón, María Julia Vargas y Randall Valverde, no sólo por su tiempo, ayuda, apoyo y dedicación en pos de un buen trabajo biológico; sino por su buena disposición y trabajo a pesar del frío y la lluvia.

Mi abrazo sincero a Federico Valverde, dueño de la Estación Biológica Cerro de la Muerte, por facilitarnos las instalaciones y ayudarnos en la logística del proyecto.

A todas las personas del Herbario de No Vasculares de la Escuela de Biología por su apoyo constante y buena disposición.

## INDICE

Hoja de aprobación .....	ii
Derechos de propiedad intelectual .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Índice .....	v
Índice de ilustraciones .....	viii
Índice de cuadros .....	xi
Resumen .....	xii
Introducción .....	1
Material y Métodos .....	5
Resultados .....	16
I. Consideraciones taxonómicas -Descripciones y anotaciones de las especies encontradas .....	16
<i>Arcyria cinerea</i> (Bull) Pers. 1801 .....	16
<i>Arcyria denulata</i> (L.) Wettst. 1886 .....	18
<i>Arcyria leiocarpa</i> (Cooke) G.W. Martin & C. Alexopoulos 1969 .....	19
<i>Ceratomyxa fruticulosa</i> (Müll) Macbride 1899 .....	21
<i>Clastoderma debaryanum</i> A. Blytt 1880 .....	22
<i>Comatricha</i> cf. <i>pulchella</i> (C. Bab.) Rostaf. 1876 .....	24
<i>Comatricha tenerrima</i> (M.A. Curtis) G. Lister 1919 .....	25
<i>Cribraria intricata</i> Schrad. 1797 .....	27
<i>Cribraria mirabilis</i> (Rostaf.) Masee 1892 .....	28
<i>Cribraria</i> cf. <i>purpurea</i> Schrad. 1797 .....	30
<i>Cribraria vulgaris</i> Schrad. 1979 .....	33
<i>Diacheopsis</i> sp. Meyl. 1930 .....	35
<i>Diderma</i> sp. Pers. 1794 .....	37
<i>Diderma chondrioderma</i> (de Bary & Rostaf.) G. Lister 1925 .....	39
<i>Didymium</i> cf. <i>crustaceum</i> Fr. 1829 .....	40

<i>Didymium</i> cf. <i>dubium</i> Rostaf. 1874 .....	42
<i>Didymium squamulosum</i> (Alb. & Schwein.) Fr. 1818 .....	44
<i>Hemitrichia calyculata</i> (Speg.) M.L. Farr 1974 .....	46
<i>Hemitrichia serpula</i> (Scop.) Rostaf. ex Lister 1894 .....	47
<i>Lamproderma columbinum</i> (Pers.) Rostaf. 1873 .....	49
<i>Lamproderma cribrarioides</i> (Fr.) R.E. Fr. 1911 .....	50
<i>Lamproderma echinulatum</i> (Berk.) Rostaf. 1876 .....	52
<i>Lamproderma</i> cf. <i>sauteri</i> Rostaf. 1874 .....	54
<i>Leocarpus fragilis</i> (Dicks.) Rostaf. 1874 .....	55
<i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr. 1829 .....	57
<i>Metatrichia floriformis</i> (Schwein.) Nann.-Bremek. 1985 .....	58
<i>Perichaena depressa</i> Lib 1837 .....	60
<i>Physarum</i> cf. <i>alpinum</i> (Lister & G. Lister) G. Lister 1910 .....	62
<i>Physarum</i> cf. <i>brunneolum</i> (W. Phillips) Masee 1892 .....	64
<i>Physarum leucopus</i> Link 1809 .....	65
<i>Physarum melleum</i> (Berk. & Broome) Masee 1892 .....	67
<i>Stemonitis fusca</i> Roth 1787 .....	68
<i>Stemonitis smithii</i> T. Macbride 1893 .....	70
<i>Stemonitopsis hyperopta</i> (Meyl.) Nann.-Bremek. 1975 .....	71
<i>Trichia botrytis</i> (J.F. Gmel.) Pers. 1794 .....	73
<i>Trichia decipiens</i> (Pers.) T. Macbride 1899 .....	75
<i>Trichia favoginea</i> (Batsch) Pers. 1794 .....	76
<i>Trichia verrucosa</i> Berk. 1859 .....	78
II. Consideraciones ecológicas Microhábitats y tendencias generales de fructificación .....	81
A. Análisis general .....	81
B. Análisis de diversidad y estimación de abundancia .....	85
C. Diferencias microclimáticas entre parcelas .....	86
D. Análisis entre épocas de muestreo .....	87

E. Análisis según taxones .....	90
Discusión y conclusiones .....	96
Presencia de especies y análisis taxonómico .....	96
Tendencias generales de fructificación .....	99
Diversidad, abundancia y patrones entre periodos .....	101
Bibliografía .....	109
Anexo 1. Tratamiento sistemático aplicado a los mixomicetes de la Estación Biológica Cerro de la Muerte .....	119
Anexo 2. Clave dicotómica para las especies de mixomicetes del Cerro de la Muerte .....	125
Glosario .....	133

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ubicación del sitio de estudio .....	5
Figura 2. Robledal secundario muestreado en el Cerro de la Muerte, 2004 .....	7
Figura 3. Esquema de la parcela utilizada .....	7
Figura 4. <i>Arcyria cinerea</i> (Büll.) Pers. ....	17
Figura 5. <i>Arcyria demudata</i> (L.) Wettst. ....	19
Figura 6. <i>Arcyria leiocarpa</i> (Cooke) G.W. Martin & C. Alexopoulos .....	20
Figura 7. <i>Ceratiomyxa fruticulosa</i> (Müll) Macbride .....	22
Figura 8. <i>Clastoderma debaryanum</i> A. Blytt .....	23
Figura 9. <i>Comatricha</i> cf. <i>pulchella</i> (C. Bab.) Rostaf. ....	25
Figura 10. <i>Comatricha tenerrima</i> (M.A. Curtis) G. Lister .....	26
Figura 11. <i>Cribraria intricata</i> Schrad .....	28
Figura 12. <i>Cribraria mirabilis</i> (Rostaf.) Massee .....	30
Figura 13. <i>Cribraria</i> cf. <i>purpurea</i> Schrad .....	32
Figura 14. <i>Cribraria vulgaris</i> Schrad .....	34
Figura 15. <i>Diacheopsis</i> sp. Meyl .....	36
Figura 16. <i>Diderma</i> sp. Pers. ....	38
Figura 17. <i>Diderma chondrioderma</i> (de Bary & Rostaf.) G. Lister .....	40
Figura 18. <i>Didymium</i> cf. <i>crustaceum</i> Fr. ....	42
Figura 19. <i>Didymium</i> cf. <i>dubium</i> Rostaf. ....	43
Figura 20. <i>Didymium squamulosum</i> (Alb. & Schwein.) Fr. ....	45
Figura 21. <i>Hemitrichia calyculata</i> (Speg.) M.L. Farr .....	47
Figura 22. <i>Hemitrichia serpula</i> (Scop.) Rostaf. ex Lister .....	48
Figura 23. <i>Lamproderma columbinum</i> (Pers.) Rostaf. ....	50
Figura 24. <i>Lamproderma cribrarioides</i> (Fr.) R.E. Fr. ....	52
Figura 25. <i>Lamproderma echinulatum</i> (Berk.) Rostaf. ....	53

Figura 26. <i>Lamproderma</i> cf. <i>sauteri</i> Rostaf. ....	55
Figura 27. <i>Leocarpus fragilis</i> (Dicks.) Rostaf. ....	56
Figura 28. <i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr. ....	58
Figura 29. <i>Metatrichia floriformis</i> (Schwein.) Nann.-Bremek. ....	60
Figura 30. <i>Perichaena depressa</i> Lib. ....	62
Figura 31. <i>Physarum</i> cf. <i>alpinum</i> (Lister & G. Lister) G. Lister. ....	63
Figura 32. <i>Physarum</i> cf. <i>brunneolum</i> (W. Phillips) Masee. ....	65
Figura 33. <i>Physarum leucopus</i> Link. ....	66
Figura 34. <i>Physarum melleum</i> (Berk. & Broome) Masee. ....	68
Figura 35. <i>Stemonitis fusca</i> Roth. ....	69
Figura 36. <i>Stemonitis smithii</i> T. Macbride. ....	71
Figura 37. <i>Stemonitopsis hyperopta</i> (Meyl.) Nann.-Bremek. ....	73
Figura 38. <i>Trichia botrytis</i> (J.F. Gmel.) Pers. ....	74
Figura 39. <i>Trichia decipiens</i> (Pers.) T. Macbride. ....	76
Figura 40. <i>Trichia favoginea</i> (Batsch) Pers. ....	78
Figura 41. <i>Trichia verrucosa</i> Berk. ....	80
Figura 42. Distribución de los especímenes en los diferentes sustratos. ....	81
Figura 43. Distribución porcentual de las variables cualitativas medidas. ....	82
Figura 44. Curva acumulada de especies según muestreo. ....	84
Figura 45. Análisis de componentes principales a partir de las correlaciones entre las variables numéricas medidas. ....	85
Figura 46. Estimadores de diversidad y equitatividad de Shannon para cada parcela y para el sitio de estudio. Coeficiente de comunidad obtenido entre parcelas. ....	86
Figura 47. Registros del número de fructificaciones y de especies por mes. ....	88
Figura 48. Distribución de las variables cualitativas medidas por periodo. ....	89
Figura 49. Número de especies y de fructificaciones en relación con la temperatura promedio y la precipitación en el Cerro de la Muerte. ....	91
Figura 50. Riqueza de especies y abundancia encontradas en el Cerro de la Muerte. ....	92

Figura 51. Cantidad de myxomycetes observados por género, según período .....	92
Figura 52. Tendencias microambientales por orden taxonómico .....	94

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fechas de las giras de recolecta realizadas en el presente estudio .....	6
Cuadro 2. Características boscosas de las parcelas seleccionadas .....	8
Cuadro 3. Medidas para la caracterización de los sustratos utilizados por los myxomycetes .....	83
Cuadro 4. Matriz de correlaciones entre las variables numéricas .....	85
Cuadro 5. Diferencias de las variables microclimáticas medidas según parcela de análisis .....	87
Cuadro 6. Diferencias de la calidad del sustrato según parcela de análisis .....	87
Cuadro 7. Valores promedio de las variables numéricas medidas por periodo de muestreo .....	90
Cuadro 8. Lista de especies recolectadas según periodo de muestreo .....	93

Rojas Alvarado, Carlos

Composición de especies y posibles efectos microambientales sobre la fructificación de los mixomicetes en un bosque de roble de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica

Tesis de Licenciatura en Biología - San José, C.R.:

C. Rojas A., 2005

143h. : 52 il. - 76 refs.

Resumen:

Se realizó un estudio taxonómico y ecológico con mohos plasmodiales deslizantes (mixomicetes) en la Estación Biológica Cerro de la Muerte en Costa Rica (9° 33' 42" latitud norte y 83° 44' 27" longitud oeste). Se hicieron tres parcelas de 20 x 50 m (0,1 ha) en un robledal secundario a 3000 msnm. En cada parcela se recolectaron todos los cuerpos fructíferos presentes y se tomaron 10 muestras de mantillo y 10 de corteza de árboles maduros de *Quercus costaricensis* durante dos periodos del año. Según los datos climáticos proporcionados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) se determinó un período "seco" (menos lluvioso) de principios del año a mediados de mayo y un período "lluvioso" de esta fecha hasta finales de noviembre.

Se encontraron 38 especies, de ellas 11 taxones no habían sido comunicados previamente para el país, esto posiblemente debido a la escasez de investigaciones en esta zona del mundo. Este número de especies parece no coincidir con el patrón observado en otros estudios de que los mixomicetes disminuyen en diversidad al aumentar la altitud. Tanto el muestreo de cuerpos fructíferos como el estudio en cámaras húmedas en el laboratorio, resultaron ser eficaces para encontrar la mayoría de las especies posibles. En el período "seco" se encontró un 62% de las fructificaciones totales y el 38% restante fue encontrado durante el período "lluvioso", esto puede estar relacionado con el hecho de que muchos mixomicetes no fructifican en condiciones de saturación de agua (limitación de oxígeno).

Las parcelas fueron similares entre sí en términos de composición de especies; el índice de comunidad entre ellas parece indicar que los mixomicetes en el sitio de estudio se comportan como una comunidad estrecha. Se observó un decrecimiento en el número de fructificaciones conforme aumentaron las lluvias y viceversa, pero no se observó ninguna relación con respecto a la temperatura. La humedad, el pH del sustrato, así como la apertura del dosel y el tipo de podredumbre del sustrato mostraron diferencias entre los periodos. Parece que estos factores podrían explicar algunas diferencias en la composición de especies

durante el año y el comportamiento de fructificación a mayor altura en los substratos durante el periodo "lluvioso", aspectos nunca antes documentados para una comunidad de mohos deslizantes.

El índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ), el indicador de diversidad taxonómica ( $S/G$ ) y la composición de especies similar a la encontrada en los bosques templados del Hemisferio Norte, hacen pensar que la comunidad de mixomicetes del Cerro de la Muerte, se comporta desde un punto de vista ecológico y taxonómico como una comunidad similar a las de esos bosques y no como una comunidad típica tropical. Es posible que este fenómeno tenga su explicación en la biogeografía de los mixomicetes tropicales y en la historia de los robledales del Cerro de la Muerte.

Debido a que los estudios ecológicos con mixomicetes son escasos en el mundo y a que esta investigación es el primer estudio ecológico en el trópico, se considera que es necesaria más investigación para dilucidar de mejor forma la dinámica ecológica de estos organismos. Asimismo, se recomienda realizar otros estudios semejantes en zonas baja del trópico, especialmente en la región centroamericana.

## INTRODUCCION

Los mixomicetes conforman un grupo pequeño, relativamente homogéneo de organismos eucarióticos y fagotróficos llamados comúnmente mohos deslizantes plasmociales (Stephenson y Stempen 1994). Se conocen aproximadamente 880 especies a nivel mundial (Mitchell 1999) aunque su posición taxonómica es aun controversial (Fiore-Donno & Baldauf 2002, Ramírez-Ortega *et al.* 2002). Se han considerado dentro de los protistas (Johansen *et al.* 2002); sin embargo, trabajos recientes los ubican como una rama temprana de ese grupo o como un grupo hermano afin a los reinos Animalia y Fungi (Ramírez-Ortega *et al.* 2002; Fiore-Donno y Baldauf 2002; Miller *et al.* 2002). Las relaciones entre los órdenes parecen ser monofiléticas, pero se necesitan más investigaciones para establecerlas con precisión (Alexopoulos *et al.* 1996, Clark 2002).

En su ciclo de vida se distingue un estado reproductor que consiste de cuerpos fructíferos pequeños con esporas y dos estados tróficos: una ameba uninucleada, con o sin flagelo, y una forma unicelular multinucleada conocida como plasmodio (Martin *et al.* 1983).

La mayoría de los estudios hasta ahora realizados se han centrado en listados de especies o en descripciones taxonómicas de especies comunicadas para una localidad dada (Schnittler & Stephenson 2000). Una excepción fueron los trabajos pioneros de G. W. Martin y C. J. Alexopoulos quienes incluyeron algunos aspectos ecológicos y biogeográficos (Martin & Alexopoulos 1969, Martin *et al.* 1983). Sin embargo, en los últimos años Lado & Pando (1997), Stephenson *et al.* (1993, 2000), Stephenson (2003) y Schnittler (datos por publicar) entre otros, han tratado de incluir estos aspectos tan valiosos en sus trabajos.

Los estudios ecológicos de mixomicetes que se han llevado a cabo, se han realizado en su mayoría en zonas templadas (Härkönen 1977, Eliasson 1981, Ing 1983, Blackwell & Gilbertson 1984, Stephenson & Studlar 1985, Stephenson & Laursen 1993, Stephenson *et al.* 1993, Stephenson & Stempen 1994, Novozhilov & Schnittler 1996, Novozhilov *et al.* 1999, Schnittler *et al.* 2000, Stephenson *et al.* 2000, Schnittler 2001). Entre estos estudios destacan los de la ecología de mixomicetes de Norte América y Asia (Stephenson 1988, 1989), y los realizados en el norte de Rusia y centro de Europa (Schnittler & Novozhilov 1996, Schnittler & Novozhilov 1998).

Pocas investigaciones han sido realizadas en los trópicos, zonas consideradas por los mixomicetólogos del mundo como sub muestradas y de gran potencial micológico. (Stephenson & Schnittler 2002, Stephenson *et al.* 2004b). Entre estas investigaciones se incluyen los estudios de Maimoni-Rodella y Gottsberger (1980), Elliason (1991), Ogata *et al.* (1996) Stephenson *et al.* (1999) Schnittler & Stephenson (2000), Novozhilov *et al.* (2001), Schnittler (2001) y Schnittler & Stephenson (2002); y más recientemente, los trabajos de Black *et al.* (2002) sobre la diversidad de mixomicetes en el dosel de bosques tropicales, los de Raghu & Kalyanasundaram (2002) acerca del efecto de la vegetación sobre la distribución de los mixomicetes y los de Wrigley de Basanta *et al.* (2002) sobre mixomicetes tropicales que crecen en cámaras húmedas.

A nivel centroamericano destaca el estudio realizado por Welden (1954), el cual es considerado como pionero, y es el primer trabajo que incluyó mixomicetes de Costa Rica. Sin embargo, Standley, Weston y Martin en 1927, 1933 y 1936, respectivamente, ya habían comunicado varias especies para Panamá (Welden 1954). El segundo estudio sobre mixomicetes de Costa Rica lo realizaron Alexopoulos & Sáenz (1975). A pesar de que se limitaron a presentar un listado de las especies conocidas para el país y algunas de sus características morfológicas, representa uno de los trabajos más completos. Farr (1976) incluyó mucha de esta información en su monografía sobre mixomicetes del Neotrópico. Sin embargo, de nuevo, este trabajo se limitó a presentar una lista de especies con apenas algunos datos sobre su distribución. Un caso similar se observó en la publicación de Hochgesand & Gottsberger (1996) sobre mixomicetes presentes en São Paulo, Brasil.

A partir de 1992 (Stephenson *et al.* 2004b) comienzan a realizarse los primeros estudios ecológicos relacionados con mixomicetes en Costa Rica. Schnittler & Stephenson (2000) llevan a cabo el primer estudio a largo plazo en el cual relacionaron aspectos ecológicos con biodiversidad en diferentes tipos de bosque, y comunicaron un total de 126 especies para el país. Investigaciones posteriores se han orientado a la determinación de posibles microhábitats en los cuales se pueden encontrar mixomicetes (Schnittler 2001). En la actualidad, se estudian patrones de distribución en zonas en las cuales nunca se habían realizado este tipo de estudios (Stephenson *et al.* 2004b).

A pesar de las investigaciones realizadas en zonas tropicales, Lado *et al.* (1999) consideran que todavía existen muchas partes poco estudiadas y que los muestreos poco frecuentes no permiten estimar la verdadera diversidad de estos organismos. Esto se refleja en el poco conocimiento del grupo a nivel tropical

(Schnittler & Stephenson 2000, Estrada-Torres *et al.* 2001, Lado *et al.* 2002, Schnittler *et al.* 2002). El gran potencial que representan los trópicos se puede constatar en un país como Guatemala, en donde Estrada-Torres *et al.* (2000) recolectaron 27 especies de las cuales sólo 6 habían sido comunicadas previamente. Rojas (datos sin publicar), en un muestreo preliminar en un bosque de *Abies guatemalensis* en el noroeste de ese país encontró al menos 5 especies no comunicadas por Estrada-Torres *et al.* (2000) o por otros investigadores.

A pesar de lo anterior, Stephenson *et al.* (1993) y Schnittler & Stephenson (2002) han indicado la posibilidad de que la riqueza de especies de mixomicetes presentes en zonas tropicales, sea menor a la encontrada en los bosques templados. En este sentido, se ha observado que periodos de estrés hídrico, inducen la fructificación en muchos mixomicetes (Gray & Alexopoulos 1968) y estos últimos bosques presentan una estacionalidad que puede producir este efecto en un mayor grado con relación a un bosque tropical (Schnittler & Stephenson 2000). Sin embargo, Stephenson *et al.* (1993) encontraron que muchas especies presentan un patrón de distribución que no se restringe a una región en particular, y que está más relacionada con el tipo de sustrato sobre el cual estas especies comúnmente se encuentran.

Stephenson *et al.* (2000) sugieren que aunque los mixomicetes tienen ámbitos de distribución muy amplios y muchas especies parecen ser cosmopolitas, hay evidencias de patrones de distribución espacial relacionados con variaciones climáticas y de vegetación, que existen en las diferentes zonas del mundo. Por lo tanto, Stephenson *et al.* (1993) y Ogata *et al.* (1996) argumentan que el tipo de bosque y de sustratos presentes en una determinada región, son elementos muy importantes en la distribución mundial de mixomicetes, aunque los factores limitantes más determinantes sean la temperatura y la humedad relativa (Stephenson *et al.* 2000).

Schnittler y Stephenson (2000) y Novozhilov *et al.* (2001) sugieren que en el trópico la riqueza de especies y la abundancia de mixomicetes disminuye al aumentar la elevación y la humedad ambiental, patrón que se repite en todos los sitios estudiados en el Neotrópico (Stephenson *et al.* 2004b). Sin embargo, en Costa Rica, no se ha estudiado la ecología de los mixomicetes en los bosques montañosos a alturas mayores a 2500 m para poder comprobar este enunciado (Schnittler *com. pers.*).

En el país, estos bosques de altura están constituidos por robledales o encinales, dominados por especies de *Quercus* L. (Kappelle 1996). Se extienden desde el sureste de los Estados Unidos hasta Colombia (Kappelle *et al.* 1992). En Costa Rica, la mayoría de las especies del género *Quercus*, excepto *Q. oleoides*

*Schlecht. & Cham.*, se distribuyen en las zonas altas del país (Burger 1977) y forman parte de los bosques montanos denominados "bosque nuboso" o "bosques de niebla" (Kappelle 1996).

La mayor proporción de estos robledales nubosos en el país se encuentra en la Cordillera de Talamanca (Kappelle 1996) y forman el borde superior del bosque junto con los bosque sin fagáceas, justo debajo de los páramos (Cleef & Chaverri 1992). Por sus condiciones bióticas y abióticas, los robledales nubosos presentan características ecológicas muy diferentes a las de los bosques lluviosos de altitudes medias o de bajuras, y albergan una composición de especies de plantas, hongos y animales muy diferente a la encontrada en estos sitios (Kappelle 1996).

Debido a la falta de estudios de mixomicetes de altura en robledales de nuestro país, y dada la importancia de conocer los patrones de distribución y la diversidad presentes en esta zona, se plantean los siguientes objetivos.

#### Objetivo general

- Determinar la composición de especies y los posibles efectos microambientales sobre la fructificación de los mixomicetes presentes en un bosque de roble en la Cordillera de Talamanca.

#### Objetivos específicos:

- Recolectar y describir las especies presentes en el área de estudio.
- Determinar y caracterizar los microhábitats específicos de los mixomicetes en la zona de estudio.
- Relacionar la abundancia de mixomicetes con los factores abióticos del sitio.
- Determinar la diferencia en la composición de especies entre época "seca" y "lluviosa".

## MATERIAL Y METODOS

### 1. Ubicación del área de estudio, tipo de bosque y período de recolecta

La presente investigación se llevó a cabo en un robledal secundario tardío de tierras frías, de acuerdo a la clasificación de bosques de roble dada por Kappelle (1996), dentro del Bosque Pluvial Montano según Holdridge (Bolaños & Watson 1993). El sitio de estudio fue previamente una finca ganadera y está ubicado en la falda Este del Cerro Bellavista, en la Estación Biológica Cerro de la Muerte (propiedad privada), a pocos metros del kilómetro 93 de la carretera Interamericana Sur ( $9^{\circ} 33'42''$  latitud norte y  $83^{\circ} 44'27''$  longitud oeste), en el Distrito Páramo del Cantón de Pérez Zeledón, Provincia de San José (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio. A. Cerro de la Muerte, kilómetro 93, Carretera Interamericana Sur.

El bosque se caracteriza por presentar un dosel, de 20 a 25 m de altura, dominado por *Quercus costaricensis* Liebm. Existe un estrato inferior, de 5 a 15 m, con *Weinmannia* sp., *Comarostaphylis* sp., *Schefflera* sp., *Drymis* sp., *Myrsine* sp. y *Oreopanax* sp. El sotobosque está dominado por *Chusquea* sp. y helechos. El piso boscoso cuenta con una cobertura importante de briófitos sobre los troncos caídos y con un manto denso de hojas de *Quercus*. La temperatura promedio del sitio es de 10,9 °C y su precipitación se acerca a los 3000 mm por año. El período más frío incluye desde noviembre hasta febrero y los meses más lluviosos son setiembre y octubre. Según los datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) el año 2004 se comportó como un año normal.

La toma de muestras se llevó a cabo en dos periodos durante el año 2004: un período "seco" (menos lluvioso) y uno "lluvioso". Se consideró el período "seco" desde el principio del año (enero) hasta las primeras lluvias constantes (a mediados de mayo), y el período "lluvioso" a partir de esta fecha y hasta finales de noviembre. Se realizaron tres giras de recolecta de muestras en cada período (Cuadro 1); sólo se caracterizó el grado de apertura del dosel en cada parcela en la primera gira de cada período. El patrón de búsqueda fue similar en todo momento, y se contó con la ayuda de un asistente.

Cuadro 1. Fechas de las giras de recolecta realizadas en el presente estudio

Muestreos del período "seco"	Muestreos del período "lluvioso"
5-8 marzo	7-12 julio
12-14 marzo	25-28 julio
23-26 abril	15-17 setiembre

## 2. Selección de parcelas, recolección de especímenes, montaje e identificación

Se seleccionaron tres parcelas de 20 m X 50 m (0.1 ha) en zonas con una abundancia alta de árboles de *Quercus costaricensis* Liebm (Figura 2). El perímetro de las parcelas se situó a más de 50 m del límite del bosque para reducir el efecto de borde. Este tamaño de parcela (Figura 3A) ha sido recomendado como el

adecuado para el estudio ecológico de los mixomicetes (Spiegel *et al* 2004). En el Cuadro 2 se muestran las principales características de cada una de las parcelas.



Figura 2. Robledal secundario muestreado en el Cerro de la Muerte, 2004.

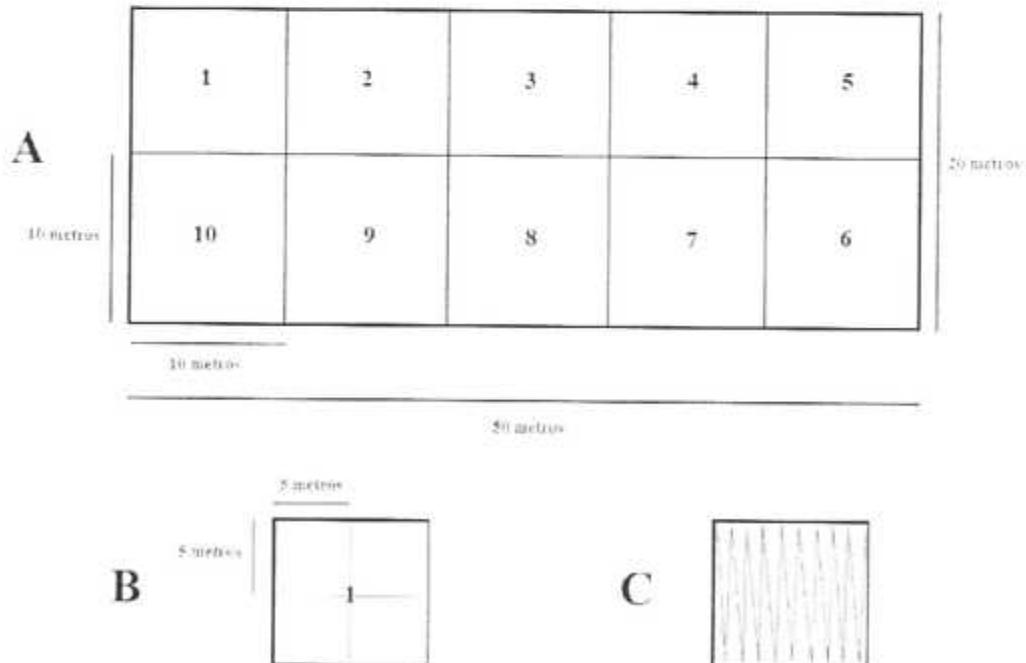


Figura 3. Esquema de la parcela utilizada, A. Dimensiones y subdivisión en zonas. B. Subdivisión de cada zona para medición de apertura de dosel. C. Patrón de búsqueda en zig-zag.

Cuadro 2. Características boscosas de las parcelas seleccionadas

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
<b>Coordenadas de ubicación</b>	N 9° 33' 47'' W 83° 44' 25''	N 9° 33' 53'' W 83° 44' 32''	N 9° 33' 54'' W 83° 44' 37''
<b>Altura</b>	3142 metros	3220 metros	3230 metros
<b>Pendiente</b>	36,7%	20,2%	17,6%
<b>Características del bosque</b>	Bosque más o menos abierto, en ladera de colina, terreno con pendiente pronunciada	Bosque más o menos abierto, en cima de montaña, terreno más o menos plano	Bosque más o menos abierto, en cima de montaña, terreno con una pendiente leve
<b>Características del dosel</b>	De 20 m aproximadamente, con <i>Q. costaricensis</i> de fuste más o menos recto	De 20 a 25 m aproximadamente, con <i>Q. costaricensis</i> de fuste recto	De 15 a 20 m, con <i>Q. costaricensis</i> de fuste más o menos recto
<b>Características de los estratos intermedios</b>	Uno, de 3 a 6 m aproximadamente, con <i>Weinmannia</i> sp., y <i>Comarostaphylos</i> sp. principalmente	Subdosel con <i>Weinmannia</i> sp., <i>Schefflera</i> sp. y <i>Drymis</i> sp. Sin presencia de estratos intermedios inferiores	Subdosel con <i>Oreopanax</i> sp., <i>Drymis</i> sp. y ericáceas. Sin presencia de estratos intermedios inferiores
<b>Características del sotobosque</b>	Con <i>Chusquea</i> sp., helechos, ericáceas y plántulas jóvenes de <i>Q. costaricensis</i>	Con <i>Chusquea</i> sp., helechos y plántulas jóvenes de <i>Q. costaricensis</i>	Con <i>Chusquea</i> sp. y plántulas jóvenes de <i>Q. costaricensis</i>
<b>Características del piso boscoso</b>	Con algunos troncos caídos con briófitos. Mantillo abundante y profundo compuesto en su mayoría por hojas de <i>Q. costaricensis</i> .	Con más troncos caídos con briófitos. Mantillo abundante y profundo compuesto en su mayoría por hojas de <i>Q. costaricensis</i>	Con más troncos caídos con briófitos. Mantillo abundante y profundo compuesto en su mayoría por hojas de <i>Quercus costaricensis</i> .

La técnica de muestreo empleada fue la oportunista (Cannon & Sutton 2004) mediante la cual se recolectaron muestras de cuerpos fructíferos de mixomicetes, por medio de un patrón en zig-zag (Figura 3C). La búsqueda se realizó sobre hojas, troncos y ramas caídas de acuerdo a la metodología de muestreo más común utilizada para el grupo (Stephenson *com. pers.* 2004). No se recolectaron muestras en estado plasmoidal.

Todos los especímenes recolectados se fijaron con alfileres a piezas de estereofón colocadas dentro de una caja grande de plástico con compartimentos para evitar daños a los cuerpos fructíferos. Luego fueron transferidos a cajas de cartón a las cuales se les colocó una tira de papel en su interior. Los especímenes fueron engomados a esta tira y colocados dentro de la caja abierta por uno o dos días a temperatura ambiente (en el mismo sitio de colecta) para que se secaran lo mejor posible. Las cajas fueron rotuladas según los datos de la libreta de campo y una vez en el laboratorio fueron puestas en un congelador (al menos durante quince días) para luego ser procesadas para su identificación y posterior ubicación en la colección del herbario.

Los ejemplares en buen estado fueron montados para ser identificados a nivel de especie por medio de las siguientes claves especializadas: Farr (1981), Stephenson & Stempen (1994), Lado & Pando (1997) y Mitchell (1999). Aquellas muestras atípicas o de difícil determinación fueron enviadas al Dr. Steven L. Stephenson (Universidad de Arkansas) para corroborar la identificación previamente realizada. Todas las muestras fueron depositadas en el Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (USJ), sección de hongos.

### 3. Toma de datos de muestras

A cada muestra recolectada se le tomó la siguiente información:

1. Número de cuerpos fructíferos por fructificación.
2. Tipo de sustrato (rama caída, tronco erecto, tronco caído, briofitos, hojas)
3. Diámetro promedio del tronco o de la rama, en centímetros.
4. Altura sobre el suelo, en centímetros.
5. Contacto con el suelo (sí, no)
6. Estado de descomposición del sustrato, modificado a partir del método de Stephenson *et al.* (2004a)
7. Tipo de podredumbre (blanca, café)
8. Humedad del sustrato (en términos de porcentaje)
9. pH del sustrato
10. Cantidad de luz presente
11. Exposición al viento, modificado a partir del método de Stephenson *et al.* (2004a)

Todas las mediciones se realizaron directamente en el campo con excepción de la humedad y el pH del sustrato. Härkönen (1977) establece que el pH es limitante para el crecimiento y desarrollo de los mixomicetes debido a que la mayoría de las bacterias no crecen bien a bajos niveles de acidez del sustrato. En el trópico, Schnittler & Stephenson (2000) han indicado que en zonas altas el pH de los sustratos es ligeramente menor que en zonas bajas, sin embargo, consideran que es necesaria más investigación para determinar la importancia de este factor en el crecimiento de las diferentes especies de mixomicetes en esta zona.

En este estudio se recolectaron muestras dobles de sustrato en los mismos sitios donde fueron encontrados los mixomicetes. Las muestras fueron llevadas al laboratorio para medir el pH y se siguió el método de Spiegel *et al.* (2004). Se colocaron en platos de petri con agua destilada por 24 horas y luego se midió su acidez con un pHmetro recién calibrado. Para determinar la humedad del sustrato, las muestras fueron colocadas en sobres de papel, pesadas en una balanza digital, secadas en un horno de temperatura

regulada por al menos 48 horas a una temperatura cercana a 65°C y pesadas nuevamente, hasta obtener un peso constante. Se asumió que toda el agua libre de la muestra se evaporó y se obtuvo el porcentaje de humedad de la muestra por medio de la diferencia de pesos.

Para estimar la cantidad de luz presente, se utilizó el porcentaje de apertura de dosel medido con un densiómetro esférico. Para ello, las parcelas fueron divididas en 10 zonas de 10 x 10 m (Figura 3A), subdivididas a su vez en 4 pequeñas áreas de 5 x 5 m. El valor final de apertura de dosel para cada zona se tomó como el promedio de los valores obtenidos en cada una de las 4 áreas pequeñas. Este valor fue el que se utilizó para determinar la luz presente sobre cada recolecta de material fresco. Dentro de cada zona se siguió un patrón de búsqueda de cuerpos fructíferos en forma de zig-zag.

#### 4. Montaje de cámaras húmedas

Alrededor de un 90% de los mixomicetes que se recolectan en el campo se han encontrado sobre madera y corteza de árboles caídos en descomposición (Stephenson 1988). Algunos otros substratos sobre los cuales se han hecho recolectas incluyen la corteza de árboles vivos, la hojarasca en el piso de los bosques y el excremento de herbívoros (Schnittler & Stephenson 2000, Stephenson 2002). Sin embargo, estos otros substratos no han sido tan estudiados ya que los mixomicetes asociados a ellos son relativamente inconspicuos y esporádicos. Una técnica que se ha utilizado en estos casos es la de cámaras húmedas, la cual es eficaz para complementar las recolectas de material fresco (Stephenson & Stempen 1994).

En este trabajo se recolectaron 10 muestras de corteza a la altura del pecho (~ 1,35 m) de 10 árboles diferentes de *Quercus costaricensis* Liebm. en cada una de las tres parcelas a analizar, para un total de 30 muestras por período. Se escogió esa especie de árbol debido a que es la más abundante en la zona y es la especie dominante a una altura mayor a 3000 m (Kappelle 1996); tiene una corteza rugosa, fuerte y en placas, por lo que es un buen substrato para el crecimiento de mixomicetes (Schnittler *com. pers.* 2002) y además representa un tipo de corteza no estudiada en el trópico.

Las muestras se tomaron sin dañar los tejidos vivos del árbol y fueron trasladadas al laboratorio envueltas en papel periódico. Los fragmentos de corteza, de alrededor de 2 x 2 cm, fueron colocados en cajas de Petri (previamente esterilizadas) con papel de filtro (cámaras húmedas), según el método de Krug (2004).

Se añadió agua destilada hasta cubrir las muestras y se dejaron las cajas cerradas a temperatura ambiente. Después de 24 horas se decantó el agua de las cajas de manera que éstas quedaran sólo húmedas, se mantuvieron así por 16 semanas, y se añadió pequeñas cantidades de agua destilada cuando era necesario (Stephenson 1985).

A cada muestra de corteza se le tomaron los siguientes datos:

1. Grosor de la corteza (en centímetros)
2. Tamaño de las placas de la corteza (en centímetros cuadrados)
3. Dureza de la corteza (según método de Schnittler *et al.* 2002)
4. Exfoliación de la corteza (según método de Schnittler *et al.* 2002)
5. Exposición a la luz.

Asimismo, en cada período de análisis se recolectaron 30 muestras de mantillo del suelo a 1,5 m de distancia de cada árbol seleccionado dentro de las parcelas. Para cada muestra se escogió un número en una tabla de números aleatorios, con el que se determinó la dirección, en grados al este a partir del norte (norte magnético ubicado con la brújula), hacia la cual se recolectó el mantillo.

##### 5. Trabajo de laboratorio: revisión de cámaras húmedas, descripciones y montaje microscópico de muestras

Para cada período de análisis se montaron 60 cámaras húmedas. Treinta de ellas con muestras de corteza y 30 con muestras de mantillo. De acuerdo con el método de Stephenson (1985), se observaron las cámaras húmedas por 16 semanas a partir del día en el que se colocaron los fragmentos de sustrato con agua destilada en las cajas de Petri.

Durante la primera semana se revisó las cajas tres veces, los días 3, 5 y 7. A partir del día 9, la revisión se hizo una vez por semana. Cuando se encontró una fructificación, ésta se extrajo inmediatamente para evitar su contaminación por hongos. La muestra se colocó en un trozo de cartón dentro de una caja del mismo material y se siguió la metodología explicada para las recolectas de campo.

Para la identificación de todas las muestras se siguió la metodología diseñada por Stephenson & Stempen (1994). Se realizó una descripción macroscópica de los especímenes observados con la ayuda de un

estereoscopio. Se tomaron en cuenta características relevantes en cuanto a forma, color y textura del hipotalo, del estipite, de la columela, del peridio y de la esporoteca, así como el tipo de dehiscencia presente y el tamaño del esporocarpio. Para describir el color se utilizó la carta de colores "The Online Auctions Color Chart 2004" ([www.onlineauctioncolorchart.com](http://www.onlineauctioncolorchart.com)).

Asimismo, se realizó la descripción microscópica de los especímenes por medio de un microscopio compuesto de luz con un poder de 1600 X. Se anotó el tamaño, la forma, la ornamentación y el color del capilicio y de las esporas. Según el grupo taxonómico al que perteneciera el espécimen, se describieron los nudos de la red peridial, los engrosamientos capiliciales, la red capilicial, los gránulos cálcicos, la ornamentación de la pared interna del calículo y los cistes estipitales. Para la medición microscópica de estructuras se utilizó un micrómetro ocular previamente calibrado con un micrómetro de platina de 1 mm. Las descripciones realizadas fueron comparadas con las descripciones presentes en las claves de apoyo y fueron complementadas por medio de fotografías digitales y dibujos, tanto macro como microscópicos.

Se utilizó KOH al 3% o gelatina en glicerol (presencia de alguna estructura de  $\text{CaCO}_3$ ) para la observación de los especímenes al microscopio. En el caso de los frágiles individuos del Orden Echinosteliales se utilizó PVLG (Polivinyl Alcohol-Lactic Acid Glycerol Mountant) por ser un medio viscoso polimerizante que permite que las estructuras menores a 0.5 mm no se destruyan. Para observar la ornamentación del capilicio y las esporas, se utilizó una mezcla de KOH al 3% con azul de algodón. Todos los químicos o medios de montaje utilizados fueron preparados al principio del estudio según el protocolo descrito por Bills & Foster (2004).

#### 6. Análisis de resultados, pruebas estadísticas, programas estadísticos

Los resultados se separaron en dos partes: los relacionados con aspectos ecológicos y los relacionados con aspectos taxonómicos. Para éstos últimos, no se realizó ningún análisis estadístico, sino que se siguió la metodología hasta ahora explicada.

En el caso de los resultados ecológicos, se tomaron en cuenta sólo los datos correspondientes a las muestras frescas. Para observar el grado de relación entre las diferentes variables microclimáticas analizadas, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA) a partir de una matriz de correlaciones entre las

variables. Se realizaron regresiones lineales simples para analizar la tendencia entre las diferentes variables microambientales numéricas, y varios análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las variables, con una probabilidad menor a 0,05. Asimismo se realizaron pruebas de Ji-cuadrado (Chi cuadrado,  $\chi^2$ ) o de análisis de varianza para observar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre valores numéricos y nominales de las variables medidas, según fuera el caso, a partir de la variable independiente.

Los índices de diversidad y equitatividad de Shannon se obtuvieron según se explica en Shannon & Weaver (1963). El Coeficiente de Comunidad (CC), conocido como Índice de Sorensen, se calculó según Schmitler & Stephenson (2000) y el indicador de diversidad taxonómica general o número promedio de especies por género (S/G) se calculó según Stephenson *et al.* (1993).

Para estimar la abundancia de las especies se siguió el método de Stephenson *et al.* (1993). Este estimado se basa en la proporción representada por una especie particular con respecto al número total de registros para un sitio. Se considera una especie como R – rara si se encuentra en una proporción menor a 0,5%, como O – ocasional si está presente entre un 0,5 y un 1,5 %, C – común entre un 1,5 y un 3 % y A – abundante si se encuentra en una proporción mayor a 3 %.

Para todo el análisis estadístico se utilizó el software JMP, versión 4 0.4 de SAS Institute.

## 7. Definición de algunos conceptos importantes y abreviaciones

La terminología descriptiva utilizada se ajusta a la usada por Lado & Pando (1997). Se define esporóforo como la parte del organismo que trae o contiene las esporas. Se utiliza la palabra esporocarpo para designar a los esporóforos de forma definida y la palabra esporoteca para referirse al receptáculo que contiene las esporas, excluidos el hipotalo y el estípite. Se utiliza además el término "cuerpo fructífero" como sinónimo de esporóforo y el concepto de fructificación como un grupo definido de esporóforos provenientes del mismo plasmodio.

Debido a que cada plasmodio presenta un contenido genético único, se define como un individuo cada fructificación delimitada por los esporocarpos, a pesar de que la apomixis es un fenómeno

aparentemente muy frecuente en algunos taxones (Stephenson *et al* 2004b) y complica la definición del concepto de individuo en mixomicetes (Schnittler & Mitchell 2000).

En las descripciones se utilizan varias abreviaciones. Cuando se describe el microhábitat, H significa porcentaje promedio de humedad, A altura promedio sobre el suelo, D diámetro promedio del substrato, ED estado de descomposición, V exposición al viento y B presencia de briófitos en el substrato. El número después del acrónimo USJ se refiere al número de catálogo en el Herbario de la Universidad de Costa Rica. En las Figuras se utilizan las primeras tres letras del grupo taxonómico al cual se refiere la misma.

## RESULTADOS

### I. CONSIDERACIONES TAXONÓMICAS

#### DESCRIPCIONES Y ANOTACIONES DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS

En la presente investigación se describen 38 especies; de ellas, 11 taxones no habían sido comunicados previamente para el país; entre estos, uno es un registro nuevo para el Neotrópico, 9 para Centroamérica y uno para el país.

#### Descripción de especies

##### *Arcyria cinerea* (Büll.) Pers. 1801 (Figura 4)

*Trichia cinerea* Bull. 1790

*Stemonitis cinerea* (Bull.) J.F. Gmel. 1791

*Arcyria albida* Pers. 1794

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, agregado a parcialmente agregado, de 2 - 3 mm de longitud, pardo grisáceo a gris crema (oac767). Esporoteca verticalmente elongada (Figura 4); más o menos cilíndrica a obpiriforme, con una o varias esporotecas que salen del mismo estípite. Hipotalo inconspicuo. Estípite fibroso, con ligeras estrias longitudinales, pardo amarillento (oac815), con cistes subglobosos en la parte interna, de 15 - 16  $\mu\text{m}$ , grisáceo amarillento pálido (oac856). Peridio membranoso, pardo grisáceo a gris crema (oac767), el cual permanece como un calículo poco profundo. Dehiscencia irregular. Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio simple, no elástico, formado por tubos de 3 - 5  $\mu\text{m}$  de ancho, ornamentado con bandas y espirales incompletas (Figura 4), ramificado, grisáceo amarillento pálido (oac849). Masa de esporas pardo

grisáceo (oac767). Esporas globosas a subglobosas, lisas a punteadas, gris pálido (oac900) a hialinas, de 8 - 9  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Troncos caídos.

**Microhábitat:** H 67,3%; pH 4,25; A 72,5 cm; D 23,5 cm; L 9,53%. ED Medio; V Expuesto; B No.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Se ha encontrado en Centroamérica excepto en El Salvador (Farr 1976). Abundante y ampliamente distribuida en Costa Rica (Alexopoulos & Sáenz 1975).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-563 (USJ-82084), marzo 2004 y Ro-651 (USJ-82157), setiembre 2004.

**Comentarios:** Ocasional. El color de las esporotecas observadas es un poco más amarillento que el observado en especímenes de zonas bajas del país (observación personal). El tamaño de los cistes coincide con el observado en otras zonas tropicales a pesar de que en zonas templadas se han observado más grandes (15-21  $\mu\text{m}$ , Lado & Pando 1997). En algunos ejemplares se han observado cistes angulares. El tamaño de las esporas es de 1 - 2  $\mu\text{m}$  más grande que el comunicado para especímenes de algunas zonas templadas (6-8  $\mu\text{m}$ , Lado & Pando 1997); sin embargo, la especie parece mostrar una variabilidad amplia.

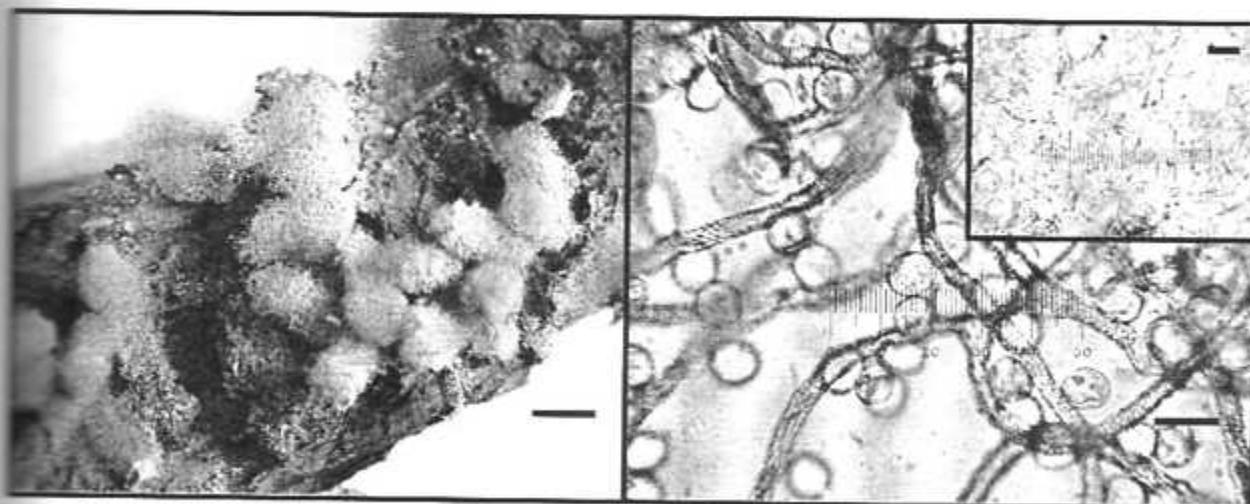


Figura 4. *Arcyria cinerea* (USJ-82057). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de los cistes globosos del estípite, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Arcyria denudata* (L.) Wettst. 1886 (Figura 5)***Clathrus denudatus* L. 1753*Trichia denudata* (L.) Vill. 1789*Stemonitis denudata* (L.) Relhan 1820

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, agregado a parcialmente agregado, de 2.0 - 2.5 mm de longitud cuando no está abierto. Esporoteca de cilíndrica a obovoide, rojiza a pardo claro rojiza (oac691 - oac693), de 2.0 - 2.5 x 0.8 - 1.2 mm (Figura 5). Hipotalo pardo rojizo a pardo negruzco (oac698 - oac 640), compartido por el grupo de esporangios, membranoso. Estipite brillante, pardo rojizo oscuro a rojizo (oac699 - oac664), aplanado cuando seco, ligeramente flexuoso, con algunas estrias longitudinales, relleno de cistes subglobosos de 15 - 19  $\mu\text{m}$ . Dehiscencia regular, por medio de una hendidura en la parte superior que deja un calículo. Peridio simple, de pardo rojizo a translúcido (oac691), amarillo claro (oac806) al microscopio, evanescente pero permanece en la base de la esporoteca en forma de un calículo poco profundo, con ligeras verrugas y líneas en su parte interior. Sin columela.

Capilicio naranja rojizo a pardo naranja (oac791 - oac805), tubular, de 4 - 5  $\mu\text{m}$ , ramificado, con ornamentaciones en forma de dientes, anillos y crestas, con líneas semejantes a un retículo (Figura 5), de forma longitudinal entre las ornamentaciones. Masa de esporas naranja rojiza a rosado claro u oscuro (oac691 - oac693). Esporas globosas a subglobosas, lisas, con pequeñas verrugas solitarias, amarillo tenue (oac814), de 7 - 8  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Ramas secas.

**Microhábitat:** H 41.2%; pH 4.30; A 5 cm; D 6 cm; L 9.36%, ED Medio; V No expuesto; B No.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Se ha encontrado en Centroamérica excepto en El Salvador (Farr 1976). Común y ampliamente distribuida en Costa Rica (Alexopoulos & Sáenz 1975).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-529 (USJ-82053), marzo 2004.

**Comentarios:** Rara. El color de las esporotecas es un poco más rojizo que el observado en otros especímenes de otras zonas en el trópico (Lado & Pando 1997). Sin embargo, esta coloración ha sido comunicada en otros sitios tropicales (Farr 1976). La especie es muy común en zonas bajas en Costa Rica (observación personal).

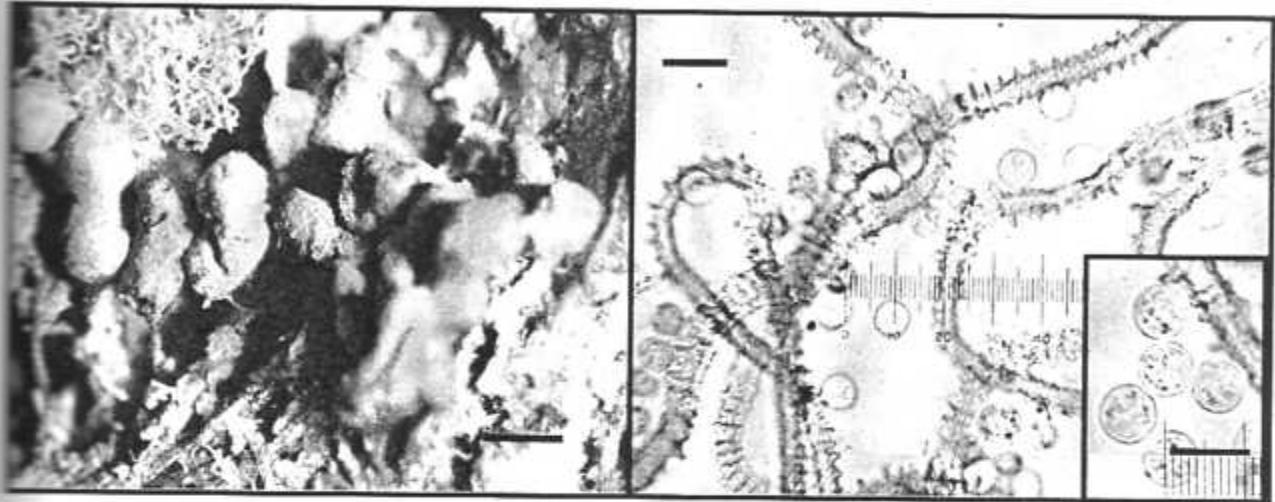


Figura 5. *Arcyria denudata* (USJ-82053). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10  $\mu$ m. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m.

*Arcyria leiocarpa* (Cooke) G.W. Martin & C. Alexopoulos 1969 (Figura 6)

*Hemiarcyria leiocarpa* Cooke 1877

*Hemitrichia leiocarpa* (Cooke) Lister 1894

*Lachnobolus rostafinskii* Racib. 1884

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, agrupado, de alrededor de 2 mm de alto. Esporoteca ovoide a periforme (Figura 6), pardo amarillenta (oac731). Hipotalo casi inconspicuo, a veces se observa sólo como una base membranosa pardo oscura (oac641). Estipite corto, pardo oscuro a pardo amarillento (oac641 - oac729), algo fibroso, relleno con cistes globosos de más o menos 20  $\mu$ m de diámetro. Dehiscencia irregular que deja un calículo a veces con el capilicio todavía unido. Peridio simple, con líneas cortas y sinuadas, a modo de arrugas en todas las direcciones en su cara interna, amarillo grisáceo bajo el microscopio (oac809). Sin columela.

Capilicio pardo amarillento (oac807) claro bajo el microscopio, formado por 4 - 5 filamentos prominentes, tubulares, huecos, entrelazados entre sí a modo de cuerda, de 5 - 6 mm (Figura 6). Puntas de los cilios achatadas, en ocasiones con un final abrupto y en otras con una papila de 5 - 7  $\mu\text{m}$  de largo. Masa de esporas pardo naranja (oac764). Esporas globosas a subglobosas, verrucosas, amarillo oliva o pardo oliva (oac851 - oac900) bajo el microscopio, de 9 - 10  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Substrato:** Troncos caídos y ramas secas.

**Microhábitat:** II 72,6%; pH 4,67; A 108,3 cm; D 26,3 cm; L 14,85%, ED Medio; V Ambos; B No.

**Distribución:** Comunicada en Estados Unidos, Escocia, República Checa, Colombia, Panamá, Granada, Florida y Costa Rica (Martín & Alexopoulos 1969, Farr 1976), donde es poco común y poco abundante (Alexopoulos & Sáenz 1975).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-537 (USJ-82061), marzo 2004 y Ro-620 (USJ-82128), setiembre 2004.

**Comentarios:** Ocasional. La ornamentación en el capilicio no corresponde del todo con la comunicada en algunas regiones de Europa; sin embargo, ha sido observada en especímenes de América (Lado & Pando 1997). Las esporas son de mayor diámetro que las comunicadas por Farr (6-9  $\mu\text{m}$ , 1976).

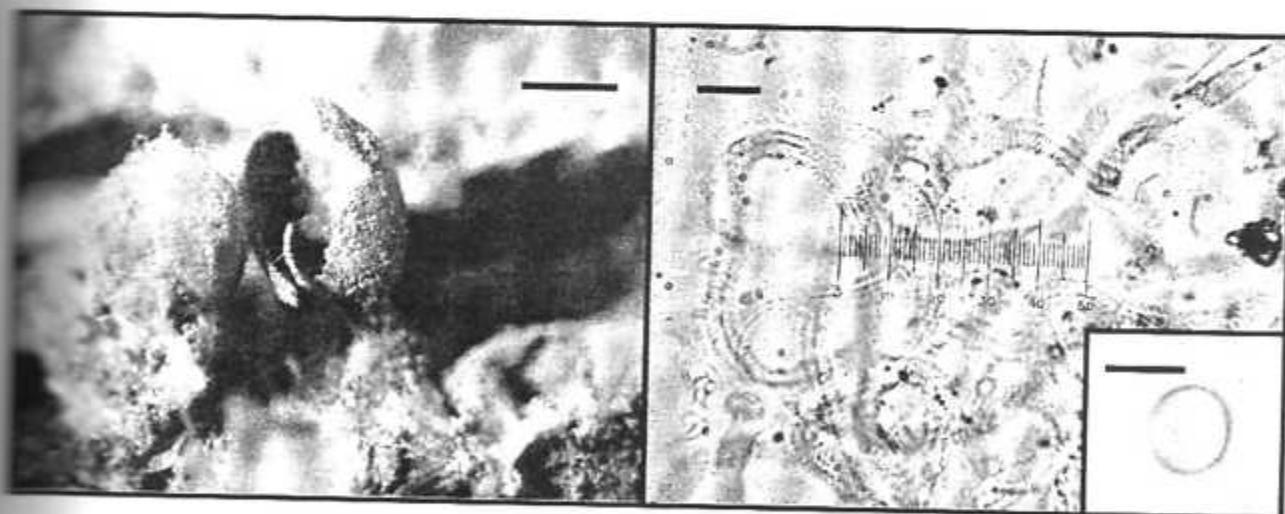


Figura 6. *Arcyria leiocarpa* (USJ-82061). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de una espora, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Ceratiomyxa fruticulosa* (Müll.) Macbride 1899 (Figura 7)**

*Byssus fruticulosa* Müll. 1777

*Tremella hydnoidea* Jacq. 1778

*Clavaria puccinia* Batsch. 1783

*Ceratium hydnoides* (Jacq.) Alb & Schwein. 1805

**Descripción:** Cuerpo fructífero inmaduro en forma de matriz acuosa, mucilaginoso o gelatinoso, con protuberancias verticales, columniformes, de hasta 2 mm de alto, blanco grisáceo (oac907) a hialino (Figura 7). La matriz se extiende sobre el substrato hasta 30 - 40 cm a modo de hipotalo. Estipite ausente. Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio ausente. Masa de esporas blanca (oac909). Esporas externas, subglobosas a elipsoides (Figura 7), lisas, hialinas, de 13 - 15 x 5 - 6  $\mu\text{m}$ , sobre estípites individuales que crecen sobre las columnas de la matriz gelatinosa, de 15 - 25  $\mu\text{m}$  de largo.

**Substrato:** Ramas secas y troncos caídos, a veces sobre hepáticas.

**Microhábitat:** H 74,8%; pH 4,67; A 34,47 cm; D 6,9 cm; L 12,77%. ED Medio; V Ambos; B Si.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Se ha encontrado en Centroamérica excepto en El Salvador (Farr 1976). Abundante y bien distribuida en Costa Rica (Alexopoulos & Sáenz 1975).

**Especímenes observados:** : Costa Rica. San José. Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-550 (USJ-82072), marzo 2004; Ro-544 (USJ-82068), marzo 2004; Ro-557 (USJ-82078), marzo 2004; Ro-542 (USJ-82066), marzo 2004; Ro-655 (USJ-82160), setiembre 2004 y Ro-621 (USJ-82129), setiembre 2004.

**Comentarios:** Abundante. Todos los especímenes muestran la típica morfología de la variedad *fruticulosa*. Debido a sus características de desarrollo, sus esporas exógenas, lo atípico de sus cuerpos fructíferos y a la información obtenida por análisis molecular, este género se ha considerado como un Protostélido en vez de un Myxomycete (Spiegel *et al* 2004).

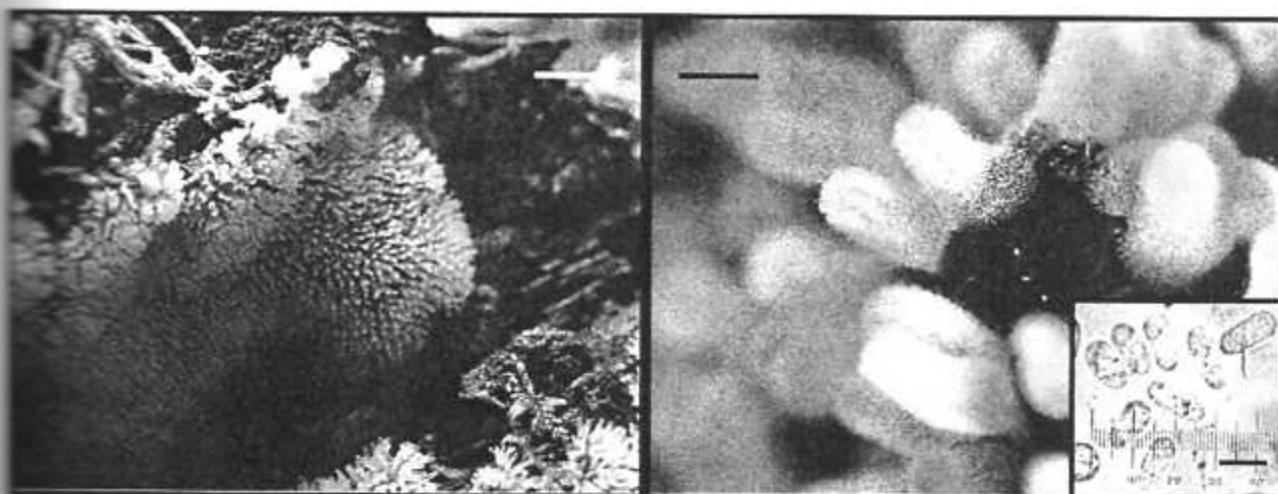


Figura 7. *Ceratiomyxa fruticulosa* (USJ-82072), Izquierda; Vista macroscópica, barra = 1 cm. Derecha: Prolongaciones columniformes, barra = 1 mm. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m.

***Clastoderma debaryanum* A. Blytt 1880 (Figura 8)**

*Orthotrichia microcephala* Wingate 1886

*Winginia microcephala* (Wingate) Kuntze 1891

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, aislado, de 1,0-1,5 mm de alto. Esporoteca globosa a subglobosa (Figura 8), pardo oscura (oac640). Hipotalo inconspicuo, común para todo el grupo de esporangios, negro (oac908), membranoso. Estipite marrón muy oscuro a negro (oac637 - oac908) en la parte inferior, pardo oscuro a pardo claro rojizo brillante (oac640 - oac643) en la superior (su longitud equivale a casi el 90% de la longitud total del esporangio), fibroso, dividido en dos partes separadas por lo general por un abultamiento globoso a romboide. Dehiscencia irregular, la esporoteca está cubierta por un peridio membranoso translúcido que a la madurez queda como un collar en la base de alrededor de 25  $\mu$ m de diámetro. Columela pequeña, apenas entra en la esporoteca, pardo oscuro naranja (oac630).

Capilicio formado por filamentos pardo claro naranja (oac651), de 2  $\mu$ m de diámetro, que se ramifican a partir de la columela (Figura 8), y se unen con otros filamentos por medio de una especie de placa de 15 - 20  $\mu$ m de largo. Al abrirse la esporoteca, el capilicio se ve como una serie de filamentos en forma

globosa. Masa de esporas pardo oscura (oac637). Esporas subglobosas a ligeramente angulares, y verrucosas, pardo claro (oac661), de 9 - 10  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Troncos caídos, ramas secas.

**Microhábitat:** H 60,5%; pH 4,72; A 10 cm; D 18,4 cm; L 11,1%. ED Medio; V No expuesto; B No.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). En Centroamérica se conoce de Panamá y Costa Rica (Farr 1976). Alexopoulos & Saenz (1975) la consideran común en Costa Rica.

**Especímenes observados** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-510 (USJ-82036), marzo 2004; Ro-526 (USJ-82050), marzo 2004; Ro-481 (USJ-82016), marzo 2004 y Ro-466 (USJ-82006), marzo 2004.

**Comentarios:** Común. Los especímenes observados corresponden a muestras típicas de esta especie; sin embargo, el color del estípote coincide en mayor grado con el observado en algunas zonas de Europa (Lado & Pando 1997).

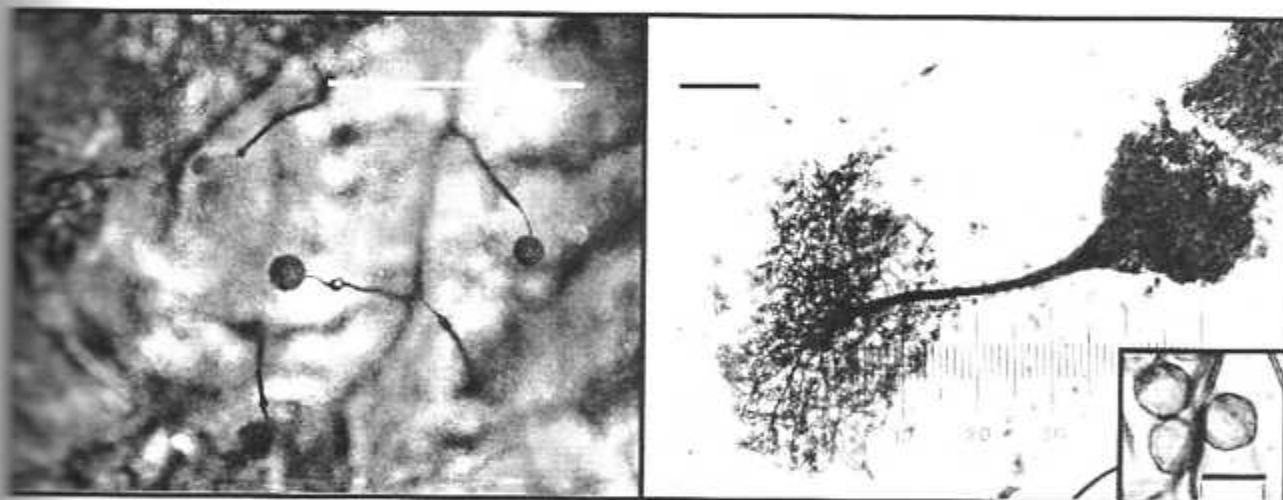


Figura 8. *Clastoderma debaryanum* (USJ-82036). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Engrosamiento del pie, parte final del estípote y esporoteca, barra = 100  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Comatricha cf. pulchella* (C. Bab.) Rostaf. 1876 (Figura 9)***Comatricha personii* Rostaf. 1874*Comatricha personii* var. *oblonga* Rostaf. 1874*Comatricha personii* var. *pulchella* (C. Bab.) 1908

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de agrupado a ligeramente agrupado, de aproximadamente 3 mm de alto (Figura 9). Esporoteca ovoide a cilíndrica, erecta, pardo oscura (oac639). Hipotalo conspicuo, negro (oac908), confluyente o discoide, membranoso. Base del estípote estriada. Estípote negro (oac908), fibroso (su longitud equivale a casi el 50% de la longitud total del esporangio). Dehiscencia irregular. Peridio evanescente. Columela negra (oac908). Llega hasta casi el extremo distal de la esporoteca.

Capilicio pardo oscuro a claro (oac647 - oac669) hacia el exterior, sale desde la columela, en forma de filamentos más o menos interconectados que dan la impresión de formar una red poco visible, más o menos laxa (Figura 9). Masa de esporas marrón oscuro (oac640). Esporas subglobosas, verruculosas, pardo violáceas (oac569), de 9 - 10  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Ramas secas o sobre hepáticas en ramas secas.

**Microhábitat:** H 70,01%; pH 4,23; A 5 cm; D 6,75 cm; L 10,3%. ED Medio; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Ampliamente distribuida en regiones templadas del hemisferio norte, Argentina, Ecuador, Venezuela, Puerto Rico, Brasil, Bolivia, Uruguay, Nigeria, Nueva Zelanda y sur de Asia (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976, Stephenson *et al* 1999, Schnittler *et al* 2002). En América Central se ha comunicado en Panamá (Farr 1976). No comunicada para Costa Rica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-460 (USJ-82000), marzo 2004.

**Comentarios:** Común. El tamaño de las esporas es un poco mayor al comunicado para la especie (6,5-8,0  $\mu\text{m}$ , Martin & Alexopoulos 1969, Mitchell 1999). La asociación con hepáticas parece ser constante en las fructificaciones de esta especie en la zona de estudio (observación personal).

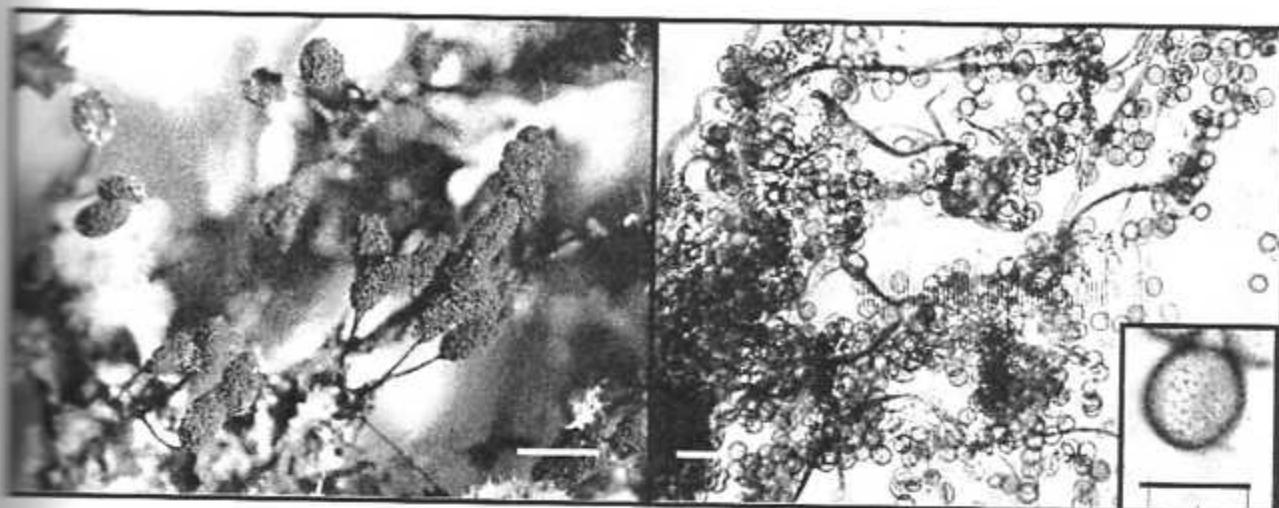


Figura 9. *Comatricha pulchella* (USJ-82000). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Cupilicio y esporas, barra = 25 µm. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10 µm.

***Comatricha tenerrima* (M.A. Curtis) G. Lister 1919 (Figura 10)**

*Comatricha personii* var. *tenerrima* (M.A. Curtis) Lister 1894

*Stemonitis tenerrima* M.A. Curtis 1848

*Comatricha pulchella* var. *tenerrima* (M.A. Curtis) Lister 1911

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de agrupado a ligeramente agrupado, de 1,0 - 1,5 mm de altura, pardo oscuro (oac640). Esporoteca de turbinada a ligeramente hemisférica, con el ápice puntiagudo (Figura 10), de alrededor de 0,7 - 1,0 x 0,5 - 0,8 mm. Hipotalo membranoso, ligeramente discoide a irregular, pardo rojizo a marrón oscuro (oac630 - oac637). Estípites lisos, brillantes, flexibles (su longitud equivale a casi el 50% de la longitud del esporangio), negro (oac908). Dehiscencia irregular. El peridio es una membrana translocida que se pierde a la madurez. Columela llega hasta casi al final de la esporoteca, negra (oac908).

Cupilicio formado por filamentos sinuados, de 1,0 - 1,5 µm de diámetro, pardo amarillento claro (oac662), que salen de la columela y dan origen a una red tridimensional fragmentada hacia el borde de la esporoteca y forman anillos de forma o tamaño irregular (Figura 10). Masa de esporas marrón ceniciento (oac661). Esporas globosas a subglobosas, verrucosas, pardo amarillento claro (oac815), de 8 - 9 µm.

**Substrato:** Hepáticas en ramas secas.

**Microhábitat:** H 28.02%; pH 4.90; A 5 cm; D 3 cm; L 16.1%. ED Medio; V No expuesto; B Si.

**Distribución:** Comunicada en Norteamérica, Europa, Japón, Venezuela, Ecuador, Brasil, México, Jamaica y Antigua (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976, Lado *et al.* 1999, Schnittler *et al.* 2002). En Centroamérica ha sido comunicada sólo en Costa Rica (Alexopoulos & Sáenz 1975).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-477 (USJ-82014), marzo 2004

**Comentarios:** Ocasional. El tamaño de las esporas es un poco más grande que el comunicado para la especie (6.5-8.0  $\mu\text{m}$ . Martin & Alexopoulos 1969; 7-8  $\mu\text{m}$ , Mitchell 1999).

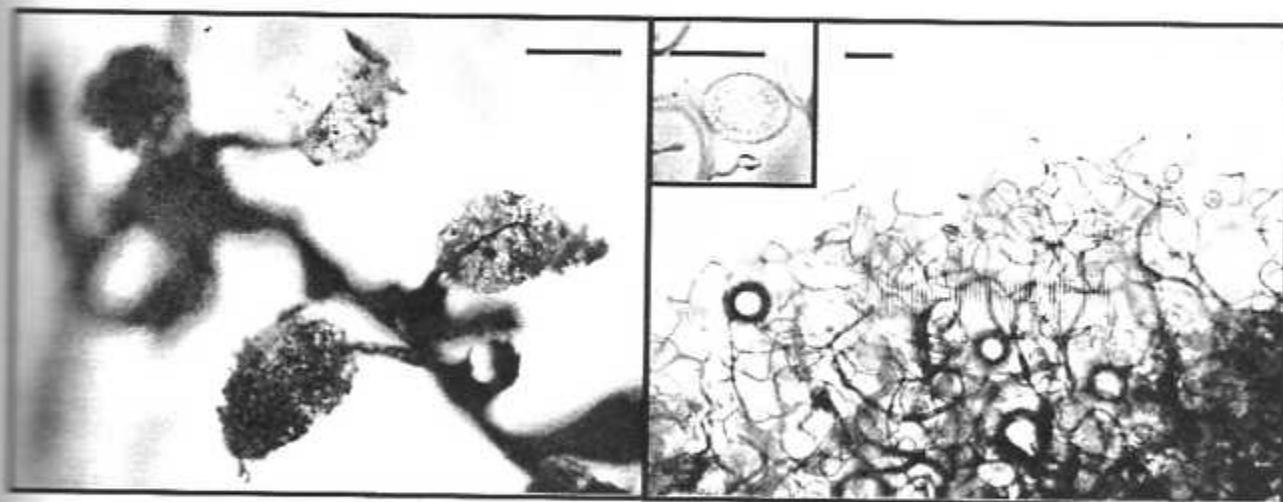


Figura 10. *Comatricha tenerrima* (USJ-82014). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Red capilar abierta, barra = 25  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Cribraria intricata* Schrad. 1797 (Figura 11)***Trichia intricata* (Schrad.) Poir. 1808*Cribraria dictydioides* Cooke & Balf. 1892*Cribraria intricata* var. *dictydioides* (Cooke & Balf.) Lister 1894

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, parcialmente agregado a solitario, de alrededor de 3 mm de alto. Esporoteca globosa a subglobosa, pardo amarillenta a pardo naranja (oac764 - oac794), en posición pendular o normal con respecto al estipite, de 1 mm de ancho (Figura 11). Hipotalo más o menos conspicuo, algo fibroso, pardo claro amarillento, más o menos discoide. Estipite pardo rojizo (oac657), fibroso, estriado longitudinalmente (su longitud equivale a casi el 70% de la longitud total del esporangio). Sin dehiscencia particular. Red peridial formada por filamentos irregulares, con engrosamientos ligeramente pardo oscuros a negros (oac637 - oac908), redondos a alargados y angulares, de los cuales se proyectan de 5 - 7 filamentos hacia otros engrosamientos que se observan de color pardo rojizo (oac657). Uno o dos de esos filamentos tienen los extremos libres (Figura 11). Gránulos cálcicos marrón (oac637) presentes en la red peridial, de 2 µm de diámetro aproximadamente. Calículo pardo claro (oac675) presente en el tercio basal de la esporoteca, con estrias radiales en el interior y circulares en el exterior. Sin columela.

Sin capilicio. Masa de esporas parda (oac681). Esporas subglobosas a angulares, ligeramente espinulosas o verruculosas, pardo oliváceas a grisáceo amarillentas (oac746 - oac808), de 7 - 8 µm.

**Substrato:** Troncos erectos secos, ramas secas, troncos caídos, en ocasiones asociados a hepáticas.

**Microhábitat:** H 36,1%; pH 4,30; A 57,5 cm; D 25,7 cm; L 12,2%, ED Avanzado; V Ambos; B Si.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). En Centroamérica ha sido comunicada en Panamá y Costa Rica (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-575 (USJ-82091), marzo 2004; Ro-462 (USJ-82002), marzo 2004; Ro-509 (USJ-82035), marzo 2004; Ro-490 (USJ-82023), marzo 2004; Ro-491 (USJ-82024), marzo 2004; Ro-513 (USJ-82039), marzo 2004 y Ro-660 (USJ-82163), setiembre 2004.

**Comentarios:** Común. En los especímenes analizados el tamaño de las esporas es mayor que lo observado en otras zonas (5-6 µm, Martin & Alexopoulos 1969).

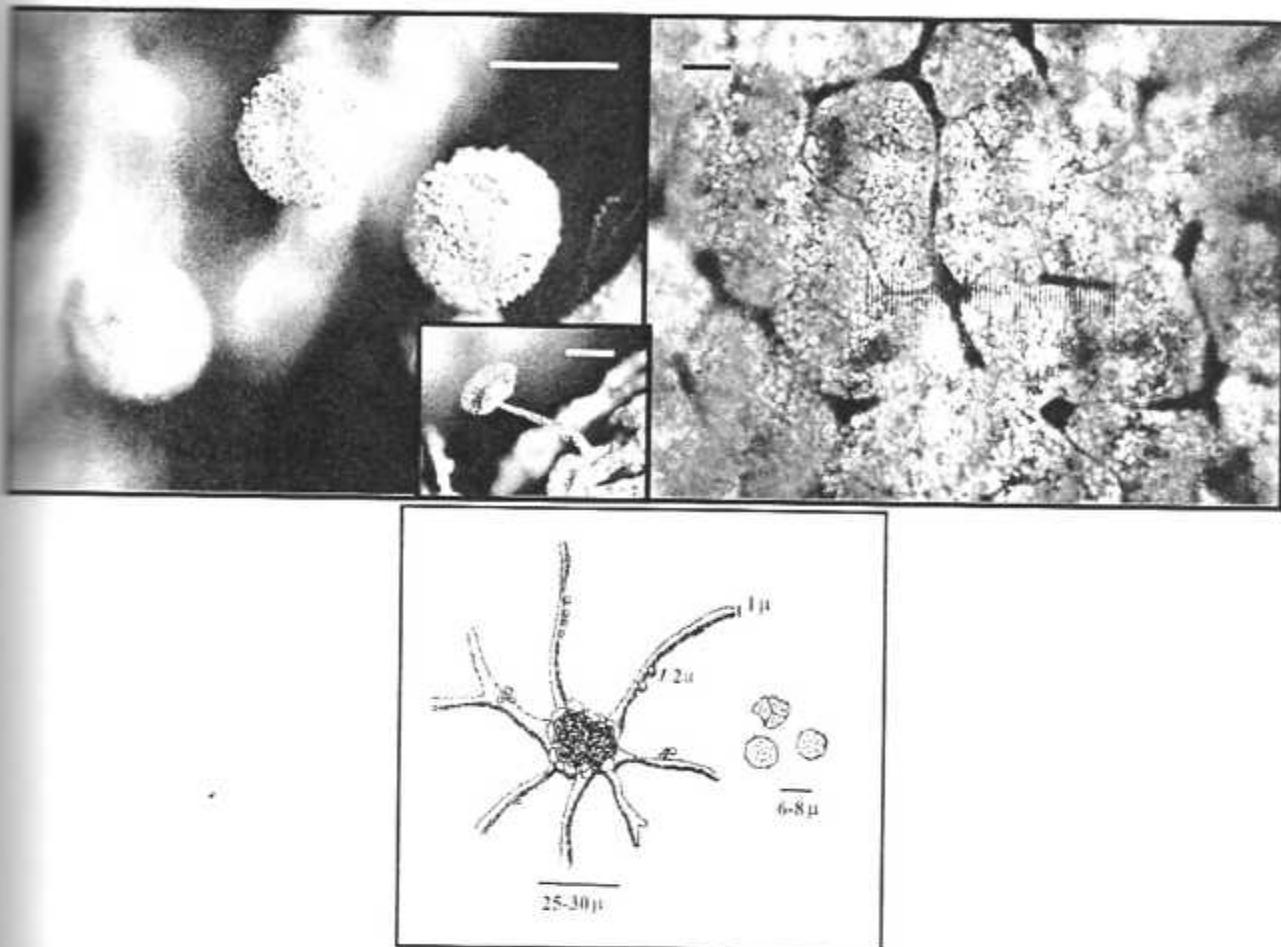


Figura 11. *Cribraria intricata* (USJ-82091). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Inserto: Vista lateral que muestra el calículo a veces presente, barra = 1 mm. Derecha: Red peridial con nudos engrosados, barra = 25  $\mu$ m. Abajo: Detalle de un nudo y esporas, a escala.

***Cribraria mirabilis* (Rostaf.) Masee 1892 (Figura 12)**

*Heterodictyon mirabile* Rostaf. 1875

*Dictydium cancellatum* var. *heterodictyon* (Rostaf.) Torrend 1908

*Dictydium umbilicatum* subsp. *anomalum* var. *heterodictyon* (Rostaf.) Meyl. 1910

*Dictydium mirabile* (Rostaf.) Meyl. 1931

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de levemente agrupado a agrupado, de 2,5 - 3,0 mm de alto. Esporoteca turbinada a subglobosa, pardo rojiza a parda (oac621 - oac645), de 0,8 - 1,0 mm de

diámetro (Figura 12). Hipotalo inconspicuo, pardo oscuro (oac636), algo discoide. Estípite pardo rojizo oscuro a pardo oscuro (oac621 - oac636), brillante (su longitud equivale a casi el 75% de la longitud total del esporangio), con estrias longitudinales, flexuoso, curvado en el ápice. Dehiscencia irregular. Red peridial definida, en forma de costillas subparalelas en la parte inferior de la esporoteca, (más o menos hasta 1/3 el tamaño total de la misma) y cambia a una forma irregular, más o menos isodiamétrica en la parte superior, sin nodules entre los filamentos de 4 - 5  $\mu\text{m}$  de diámetro (Figura 12). Calículo basal ausente pero con una membrana incolora que conecta las costillas en la parte inferior. Sin columela.

Sin capilicio. Masa de esporas pardo rojizo oscuro (oac566). Esporas libres, subglobosas a angulares cuando están secas, ligeramente punteadas, pardo rojizo claro (oac591), de 6 - 7  $\mu\text{m}$ , con gránulos cálcicos asociados, pardos rojizos (oac587), de 1  $\mu\text{m}$  de diámetro.

**Substrato:** Ramas secas, troncos caídos, troncos secos erectos, a veces asociada con hepáticas.

**Microhábitat:** H 69,9%; pH 4,58; A 50,0 cm; D 16,6 cm; L 11,53%, ED Medio; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Europa central, Suecia, Estados Unidos, Chile (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976). No comunicada para Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-560 (USJ-82081), marzo 2004; Ro-561 (USJ-82082), marzo 2004; Ro-515 (USJ-82041), marzo 2004; Ro-563 (USJ-82003), marzo 2004; Ro-480 (USJ-82015), marzo 2004; Ro-600 (USJ-82116), setiembre 2004; Ro-612 (USJ-82122), setiembre 2004; Ro-613 (USJ-82123), setiembre 2004; Ro-614 (USJ-82124), setiembre 2004; Ro-615 (USJ-82125), setiembre 2004; Ro-616 (USJ-82126), setiembre 2004 y Ro-618 (USJ-82127), setiembre 2004.

**Comentarios:** Abundante. Los especímenes observados corresponden a muestras típicas de la especie. Esta es una especie nativa de las montañas de zonas con climas fríos (Lado & Pando 1997).

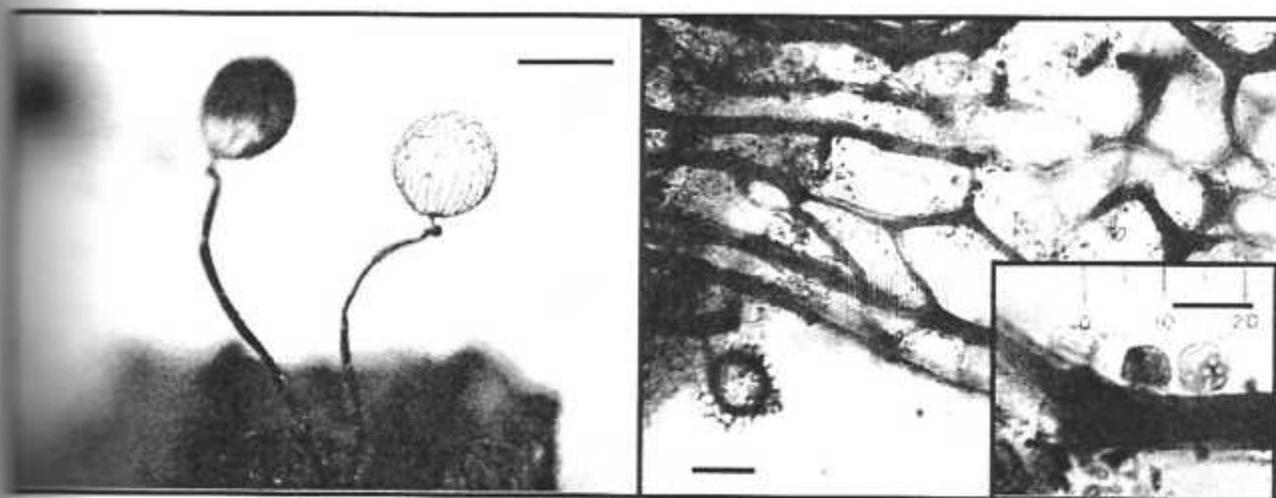


Figura 12. *Cribraria mirabilis* (USJ-82081). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Red peridial, barra = 25 µm. Inserto: Detalle de la red peridial y las esporas, barra = 10 µm.

*Cribraria cf. purpurea* Schrad. 1797 (Figura 13)

*Cribraria pyriformis* ["*pyriformis*"] Schrad. 1797

*Cribraria purpurea* var. *altaica* Lavrov. 1929

*Cribraria pyriformis* var. *maxima* Torrend 1908

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, de ligeramente agrupado a agrupado, de 2.5 - 3.5 mm de alto. Esporoteca de subglobosa a ligeramente piriforme (Figura 13), pardo naranja claro (oac666). Hipotalo conspicuo, pardo naranja (oac658), membranoso, con pliegues. Estípite de pardo rojizo (oac643) en la base a pardo claro naranja (oac665) en el ápice, flexuoso, con estriás longitudinales, un poco más grueso en la base que cerca de la esporoteca. Dehiscencia aparentemente irregular. Peridio no visible en la parte superior de la esporoteca pero presente como un calículo hasta la mitad de la esporoteca, con el borde ligeramente dentado. Red peridial presente en la parte superior como una red isodiamétrica de filamentos amarillos (oac812), de alrededor de 5 µm de diámetro en promedio, unidos por nódulos más bien alargados (20-35 x 5-15 µm), pardo naranja (oac814), con 3-5 filamentos unidos en cada nódulo (Figura 13) y 1-2 extremos libres ya sea directamente del nódulo o del filamento (en este caso en forma de espina). Gránulos cálcicos pardo amarillentos o marrón (oac807 - oac747), de 2,5 - 3,5 µm de diámetro. Sin columela.

Sin capilicio. Masa de esporas pardo naranja claro (oac791). Esporas libres, globosas a subglobosas, verrucosas, pardo amarillentas (oac806), de 8 - 9  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** En verano en ramas secas, en invierno en troncos caídos.

**Microhábitat:** H 69,3%; pH 3,9; A 31,2 cm; D 20,4 cm; L 12,24%. ED Avanzado; V Ambos; B Si.

**Distribución:** América del Norte, Europa, Japón, Chile, Brasil, Venezuela (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976, Maimoni-Rodella & Gottsberger 1980). En América Central comunicada de Panamá y Guatemala (Farr 1976, Estrada-Torres *et al.* 2000).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-572 (USJ-82088), marzo 2004; Ro-461 (USJ-82001), marzo 2004; Ro-653 (USJ-82158), marzo 2004; Ro-646 (USJ-82153), setiembre 2004; Ro-654 (USJ-82159), setiembre 2004; Ro-647 (USJ-82154), setiembre 2004; Ro-680 (USJ-82176), setiembre 2004; Ro-649 (USJ-82156), setiembre 2004; Ro-663 (USJ-82166), setiembre 2004; Ro-595 (USJ-82111), setiembre 2004; Ro-596 (USJ-82112), setiembre 2004; Ro-625 (USJ-82133), setiembre 2004; Ro-627 (USJ-82135), setiembre 2004; Ro-611 (USJ-82121), setiembre 2004; Ro-638 (USJ-82146), setiembre 2004; Ro-639 (USJ-82147), setiembre 2004; Ro-635 (USJ-82143), setiembre 2004 y Ro-636 (USJ-82144), setiembre 2004.

**Comentarios:** Abundante. Las esporas encontradas en los especímenes estudiados son más grandes que las comunicadas para la especie (5-8  $\mu\text{m}$ , Martin & Alexopoulos 1969).

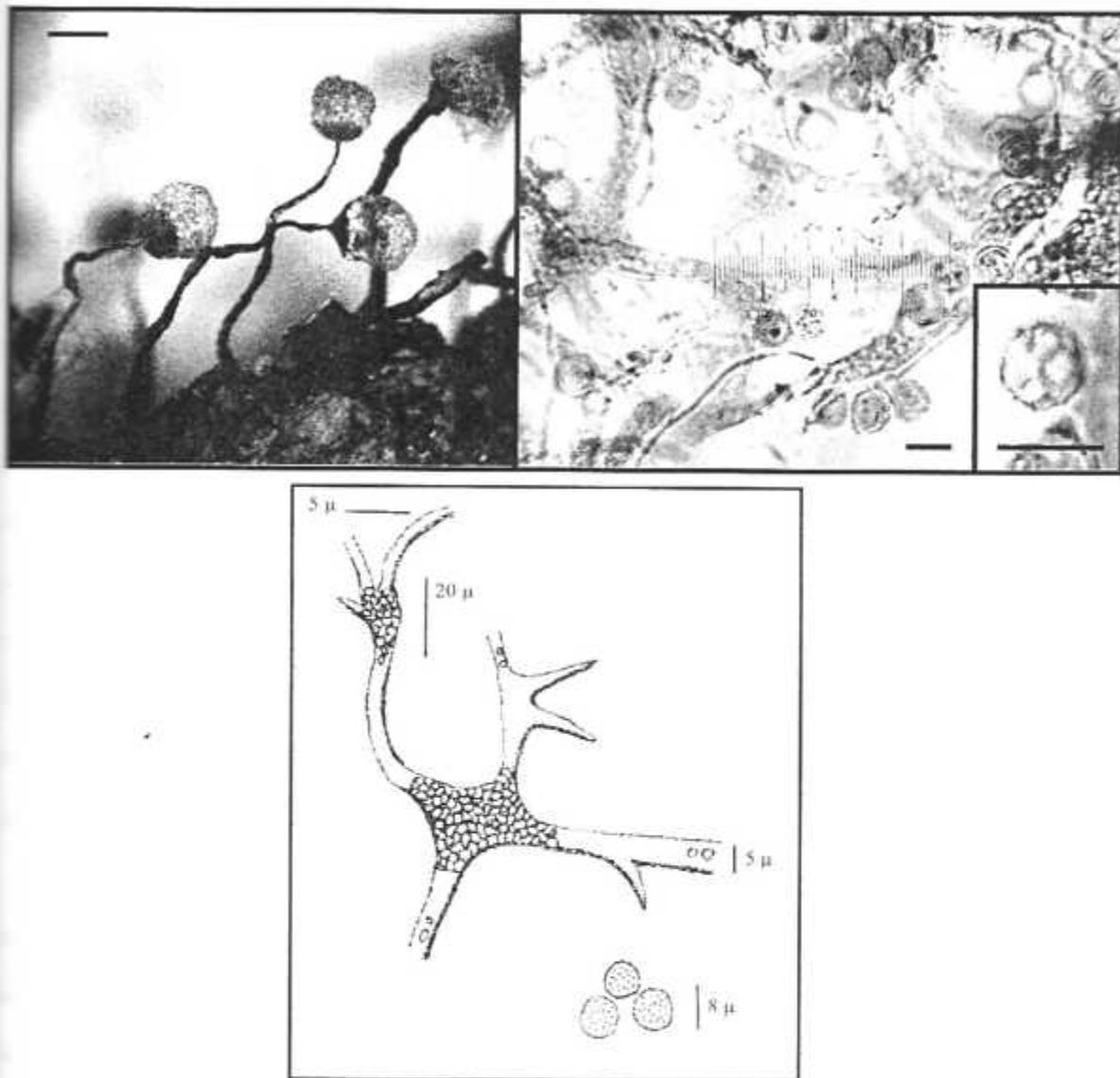


Figura 13. *Cribraria cf. purpurea* (USJ-82088). Izquierda: Vista macroscópica, barra – 1 mm. Derecha: Red peridial y esporas, barra – 25 μm. Inserto: Detalle de la espóra, barra – 10 μm. Abajo: Detalle de un nudo y esporas, a escala.

***Cribraria vulgaris* Schrad. 1797 (Figura 14)**

*Cribraria vulgaris* var. *flava* Alb. & Schwein, 1805

*Cribraria vulgaris* var. *lutosa* Alb. & Schwein, 1805

*Cribraria vulgaris* var. *delicatula* Rostaf. 1875

*Cribraria vulgaris* var. *inconspicua* L.F. Celak. 1893

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, de ligeramente solitario a solitario, de 3,0 - 3,5 mm de alto. Esporoteca globosa a subglobosa (Figura 14), pardo amarillenta (oac764), de 0,4 - 0,7 mm de diámetro. Hipotalo conspicuo, negruzco, membranoso, la mayoría de las veces discoide pero en ocasiones algo alargado. Estípite pardo negruzco (oac636) en la base a pardo rojizo y pardo claro (oac643 - oac653) en la parte superior, fibroso, con estrías longitudinales. Dehiscencia aparentemente irregular. Peridio evanescente en la mayoría de los casos, queda sólo como un ligero calículo de menos de 1/4 del tamaño de la esporoteca. Red peridial inconspicua, formada por una red de filamentos pardo naranja oscuro (oac679), de alrededor de 2  $\mu\text{m}$  de diámetro. De dos a tres filamentos unidos por engrosamientos, de triangulares a alargados, de 20 x 10  $\mu\text{m}$  en promedio, en algunos casos con pocos extremos libres (Figura 14). Sin columela.

Sin capilicio. Masa de esporas pardo amarillento (oac806). Esporas de globosas a subglobosas cuando están hidratadas y fuertemente angulares cuando se encuentran secas, finamente verruculosas, pardo amarillento claro (oac813), de 7,0- 7,5  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Troncos erectos secos, ramas secas, troncos caídos.

**Microhábitat:** H 53,09%; pH 3,83; A 68,57 cm; D 18,64 cm; L 11,67%; ED Medio; V Ambos; B Si.

**Distribución:** Europa, Asia, Norteamérica, Argentina (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976). En Centroamérica comunicada en Costa Rica (Farr 1976) donde no es muy común.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-556 (USJ-82077), marzo 2004; Ro-549 (USJ-82071), marzo 2004; Ro-553 (USJ-82075), marzo 2004; Ro-573 (USJ-82089), marzo 2004; Ro-559 (USJ-82080), marzo 2004; Ro-485 (USJ-82018), marzo 2004; Ro-514 (USJ-82040), marzo 2004; Ro-648 (USJ-82155), marzo 2004; Ro-679 (USJ-82175), setiembre 2004; Ro-661 (USJ-82164), setiembre 2004; Ro-608 (USJ-82120), setiembre 2004; Ro-624 (USJ-82132), setiembre 2004 y Ro-637 (USJ-82145), setiembre 2004.

**Comentarios:** Abundante. El tamaño de los esporocarpos y las esporas es un poco más grande que lo comunicado para la especie en otras regiones (1-2 mm y 5-6  $\mu$ m, Martin & Alexopoulos 1969) Especie bastante común en la zona de estudio con una preferencia clara por maderas en avanzado estado de descomposición.

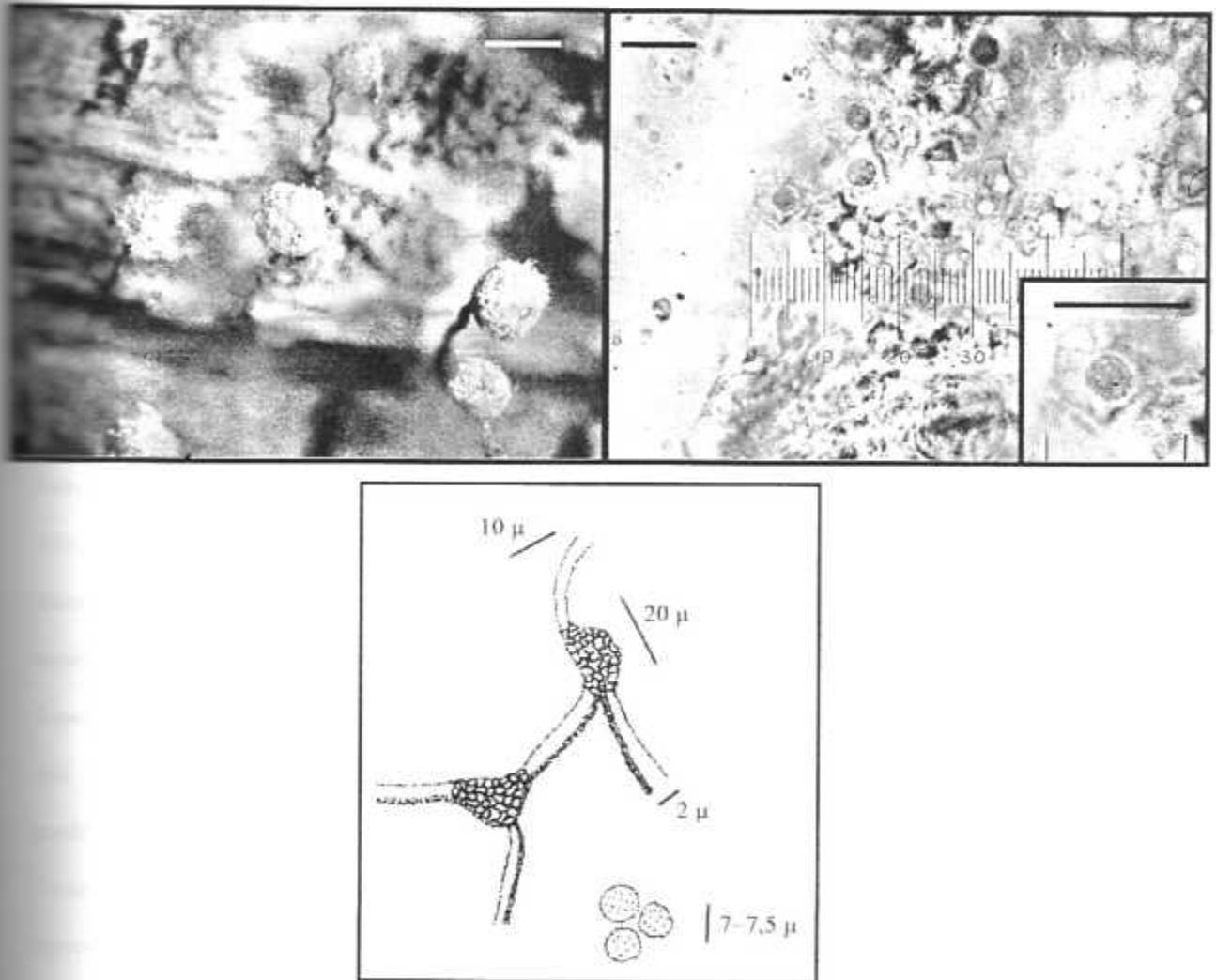


Figura 14. *Cribraria vulgaris* (USJ-82077). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10  $\mu$ m. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m. Abajo: Detalle de un nudo y esporas, a escala.

*Diacheopsis* Meyl. 1930 (Figura 15)*Diacheopsis* sp.

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, sésil, de ligeramente agrupado a agrupado, de 0,7 - 1,2 mm de diámetro (Figura 15). Esporoteca de pulvinada (o sub-plasmodiocárpica) a subglobosa, negra (oac902). Hipotalo común a todos los esporocarpos, translúcido a ligeramente iridiscente, membranoso. Dehiscencia irregular, empieza en la parte superior. Peridio algo iridiscente, verde azulado (oac124 - oac355), membranoso, delgado, brillante. Sin columela.

Capilicio pardo a hialino (oac768), formado por filamentos muy delgados, rígidos, de hasta 1 µm en diámetro, sin ramificaciones, con algunos engrosamientos en forma globosa, pardo amarillento (oac806) en el medio del filamento. Masa de esporas negra (oac901). Esporas globosas a subglobosas, verrucosas (espinulosas), marrón púrpura (oac600), de 13 - 15 µm, con el contorno de espinas de 1,0 - 1,5 µm de alto en sección media.

**Substrato:** Troncos muertos secos, asociados a hepáticas.

**Microhábitat:** H 44,0%; pH 4,4; A 150 cm; D 20 cm; L 10,4%. ED Medio; V Expuesto; B No.

**Distribución:** Escocia, Estados Unidos, Suiza, Polonia (Martin & Alexopoulos 1969). No se conoce de la región Neotropical (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-501 (No depositado en el herbario USJ), marzo 2004. Especimen enviado a la Universidad de Arkansas para confirmación de la identificación.

**Comentarios:** Raro. El estado de la única muestra que se encontró no permitió su identificación a nivel de especie debido a que muchas de las estructuras microscópicas como el capilicio se encontraron deterioradas por una contaminación de la muestra por hongos.

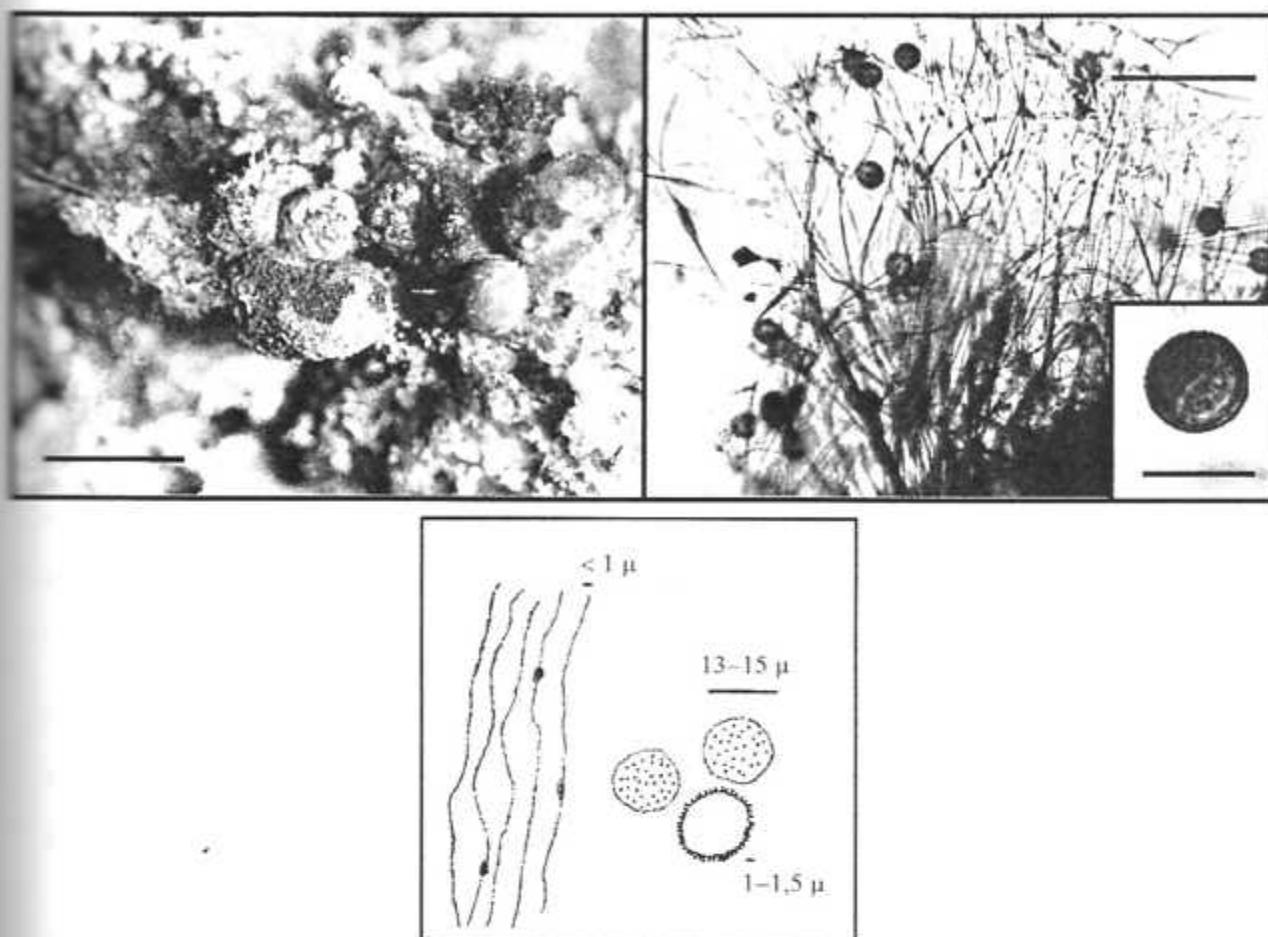


Figura 15. *Diacheopsis* sp (Ro-501). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 100 µm. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 15 µm. Abajo: Detalle del capilicio y esporas, a escala.

*Diderma* Pers. 1794 (Figura 16)*Diderma* sp.*Leangium* Link. 1809*Polyschismium* Corda 1840*Chondrioderma* Rostaf. 1873

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, de sésil a subsésil, de gregario a ligeramente agrupado, sobre hepáticas. Esporoteca de globosa a subglobosa, ligeramente alargada, blanco crema (oac909 -oac816), de 1 mm de diámetro (Figura 16). Hipotalo inconspicuo. La parte superior de la hepática se torna negra y da la impresión de un pie. Dehiscencia de ligeramente lobulada a petaloide. Peridio doble, la capa externa blanca (oac909), formada por gránulos de  $\text{CaCO}_3$ , brillante, dura, quebradiza, unida a la capa interna, pardo claro (oac816), ligeramente brillante, membranosa. Columela pardo naranja claro (oac794) a rosaduzca (oac697), grande (hasta un 40% del volumen de la esporoteca), globosa, de  $\text{CaCO}_3$ , con algunas protuberancias en forma de espina en la superficie.

Capilicio de marrón oscuro (oac635) a pardo claro (oac676) en la parte más lejana, formado por filamentos de alrededor de 4  $\mu\text{m}$ , rígidos, ligeramente quebradizos, difíciles de encontrar en la esporoteca a la madurez y con ramificaciones hacia la parte más lejana, sin  $\text{CaCO}_3$ . Masa de esporas negra (oac901). Esporas globosas a subglobosas, verrucosas, pardo oscuro (oac639), de 14 - 15  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Ramas secas, a veces asociadas con hepáticas.

**Microhábitat:** H 73,0%; pH 5,75; A 5 cm; D 4 cm; L 9,36%, ED Avanzado; V Ambos; B Si.

**Distribución:** El género es cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Se ha comunicado en Centroamérica de Guatemala, Panamá y Costa Rica (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-522 (USJ-82046), marzo 2004 y Ro-497 (USJ-82028), marzo 2004.

**Comentarios:** Ocasional. Los especímenes observados parecen *Diderma areolatum* Farr; sin embargo, en las muestras encontradas el capilicio y las esporas, necesarios para poder determinar la especie, se encontraron en muy poca cantidad. No se pudo observar bien la variación en estas estructuras y por tanto no fue posible identificar las muestras de forma específica.

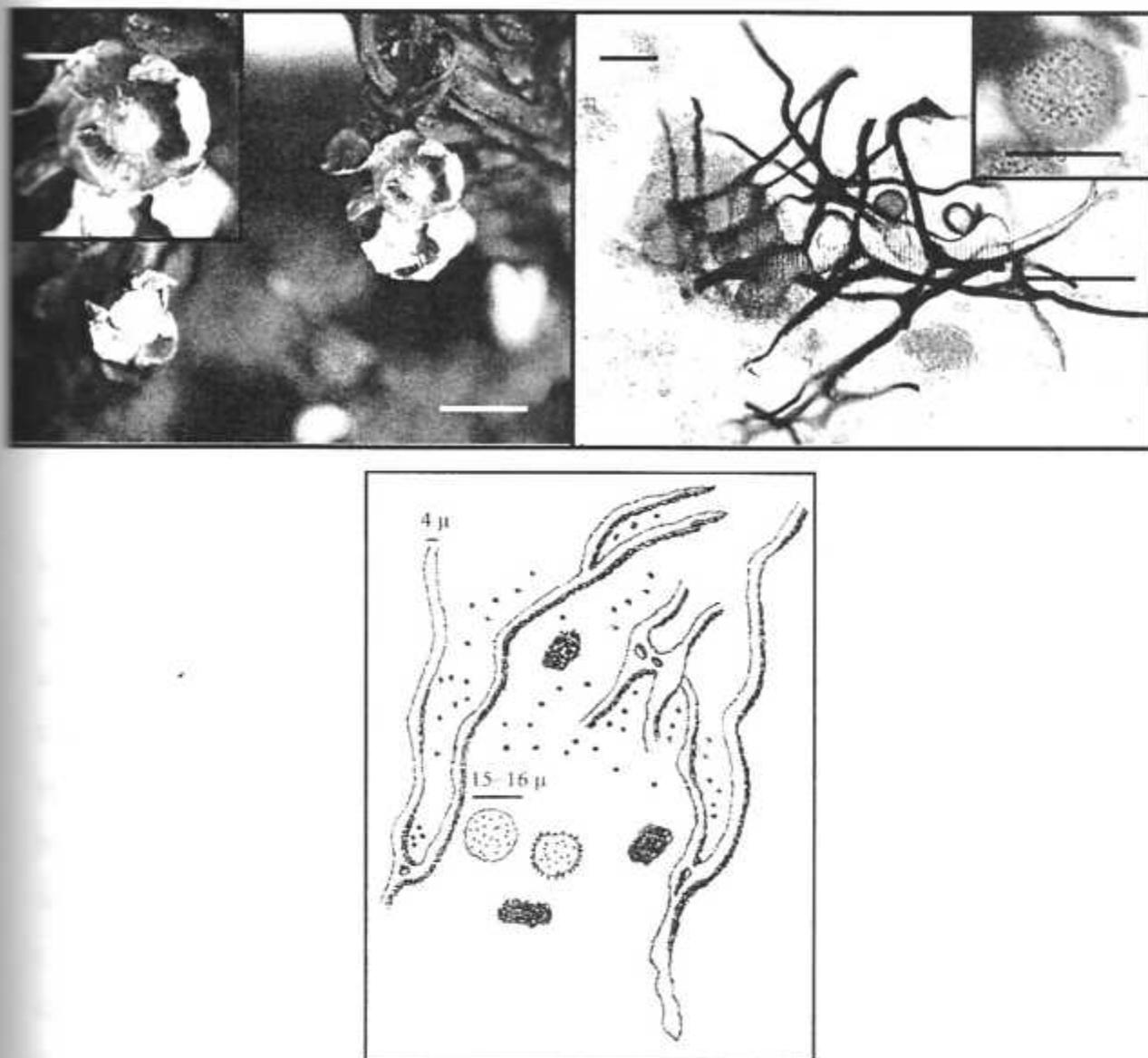


Figura 16. *Didyma* sp. (USJ-82046). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Inseto: Detalle de un esporangio abierto donde se observa la columela, barra = 0.5 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 25 μm. Inseto: Detalle de las esporas, barra = 15 μm. Abajo: Detalle del capilicio, el calcio granular y las esporas, a escala.

***Diderma chondrioderma* (de Bary & Rostaf.) G. Lister 1925 (Figura 17)**

*Didymium chondrioderma* de Bary & Rostaf. 1872

*Chondrioderma alexandrowiczii* Rostaf. 1874

*Didymium alexandrowiczii* (rostaf.) Massee 1892

*Diderma arboreum* Lister & Petch 1913

**Descripciones:** Esporocarpio tipo plasmodiocarpio, asociado a hepáticas foliosas, blanco (oac909), de 1 - 3 mm de diámetro, de solitario a ligeramente solitario, aplanado (Figura 17). Hipotalo inconspicuo. Columela no observada. Peridio sencillo formado por abundante  $\text{CaCO}_3$  granular, blanquecino (oac816). Dehiscencia irregular.

Capilicio formado por filamentos de 1,5 - 2,0  $\mu\text{m}$  de diámetro, a veces ramificados, algo rígidos, de hialinos a pardo púrpura ligeramente oscuro (oac603), con engrosamientos un poco más oscuros, pero en ningún caso totalmente oscuro. Masa de esporas marrón oscuro a negro (oac635 - oac902). Esporas subglobosas, de ligeramente verrucosas a verrucosas o espinulosas, pardo violáceas (oac673), de 13 - 15  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Sobre ramas secas.

**Microhábitat:** H 77,36%; pH 6,9; A 5 cm; D 7 cm; L 8,32%, ED Avanzado; V No expuesto; B No.

**Distribución:** Gran Bretaña, Polonia, Rumania, Estados Unidos, Islas Galápagos, Malasia, Japón, Sri Lanka, Jamaica, Puerto Rico, Dominica, Brasil, Costa Rica (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976). En Centroamérica se conoce sólo de este último país (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-681 (USJ-82177), setiembre 2004.

**Comentarios:** Rara. El espécimen observado corresponde a una muestra típica de la especie.

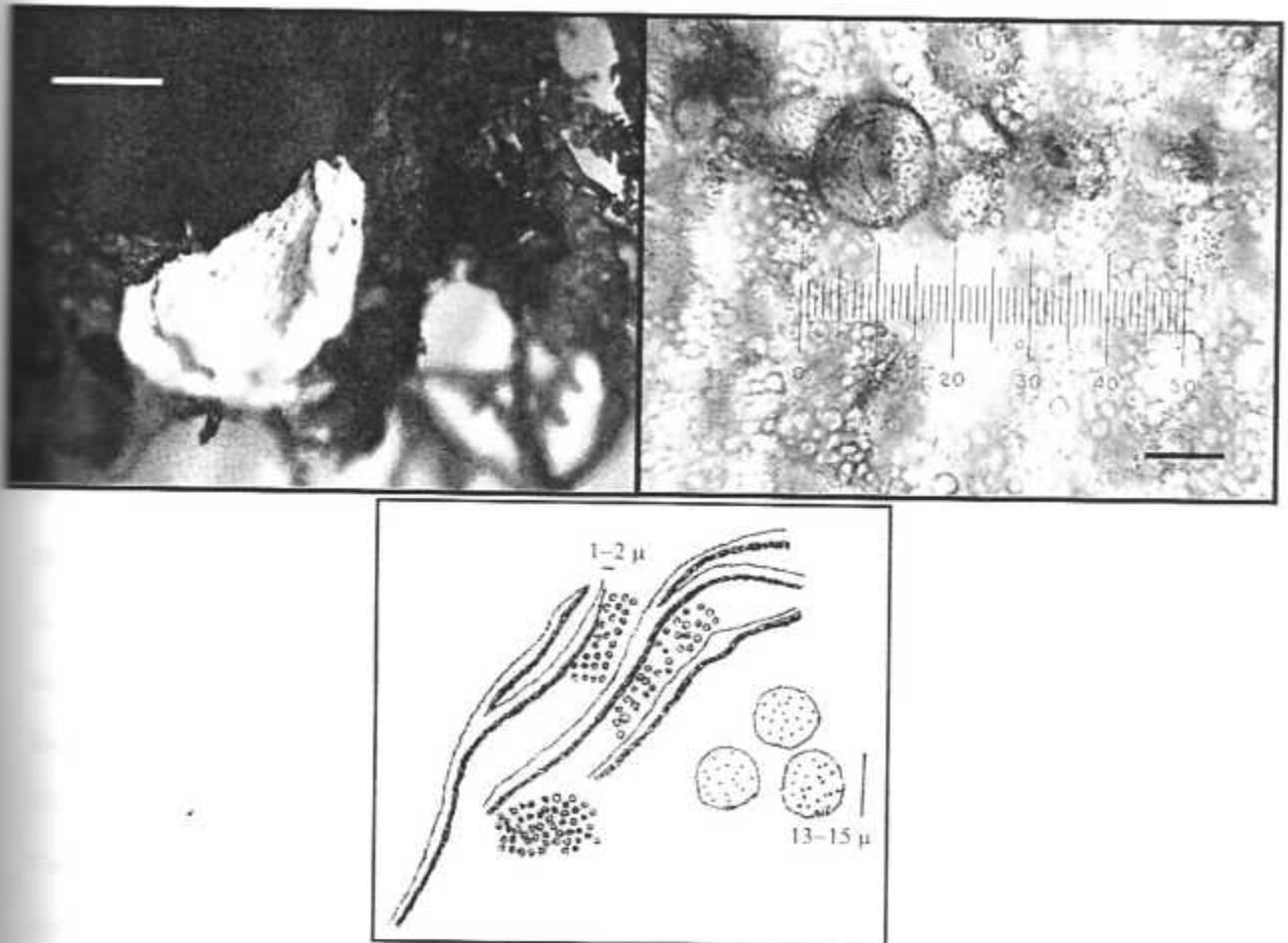


Figura 17. *Didymium chondrioderma* (USJ-82177). Izquierda: Vista macroscópica, barra - 1 mm. Derecha: Esporas y gránulos globosos de  $\text{CaCO}_3$ , barra = 10  $\mu\text{m}$ . Abajo: Detalle del capilicio, el calcio granular y las esporas, a escala.

*Didymium* cf. *crustaceum* Fr. 1829 (Figura 18)

*Physarum confluens* Link 1815

*Didymium confluens* Rostaf. 1874

*Didymium confluens* var. *crustaceum* (Fr.) Rostaf. 1874

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, de ligeramente agregado a agregado, de 1,5 - 2,0 mm de alto. Esporoteca de ovoide a lateralmente comprimida y subglobosa, gris (oac906), de 0,5 a 0,8 mm de diámetro (Figura 18). Hipotalo inconspicuo, en algunos casos se ve como una membrana más o menos

adhesivo y común al grupo de esporangios. Estipite blanco (oac816), granular, se observa como formado por gránulos cálcicos, recto. Dehiscencia aparentemente irregular. El peridio se observa como una capa incolora, delgada, membranosa, con deposiciones cálcicas en la parte externa en forma de gránulos blancos (oac909). Sin columela.

Capilicio de un solo tipo, hialino, formado por filamentos de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de diámetro, ligeramente ondulados y poco ramificados. Masa de esporas negra (oac902). Esporas subglobosas a globosas, evidentemente verrucosas, pardo oscuras (oac719), de 10 - 11  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Sobre corteza de árboles vivos de *Quercus costaricensis* Liebm.

**Microhábitat:** Cámara húmeda.

**Distribución:** Gran Bretaña, Europa central, Japón, Hawaii, Canadá, Estados Unidos, Angola, India, México, Cuba, Dominica, Sudamérica y Costa Rica (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976). En Centroamérica se conoce de Guatemala y Costa Rica (Alexopoulos & Sáenz 1975, Estrada-Torres *et al* 2000)

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón; Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-591 (ESI-82107), marzo 2004.

**Comentarios:** Rara. Los esporocarpos estudiados no son los más típicos de la especie. El tamaño de las esporas está en el límite inferior comunicado (10-14  $\mu\text{m}$ , Martin & Alexopoulos 1969). Esta muestra puede representar un ejemplar atípico de *Didymium squamulosum*; sin embargo, el hipotalo y el estipite común a un grupo de esporangios, el tamaño mayor de las esporas, la ausencia de columela y la forma más comprimida de la esporoteca permitieron la ubicación de esta muestra en la especie seleccionada.

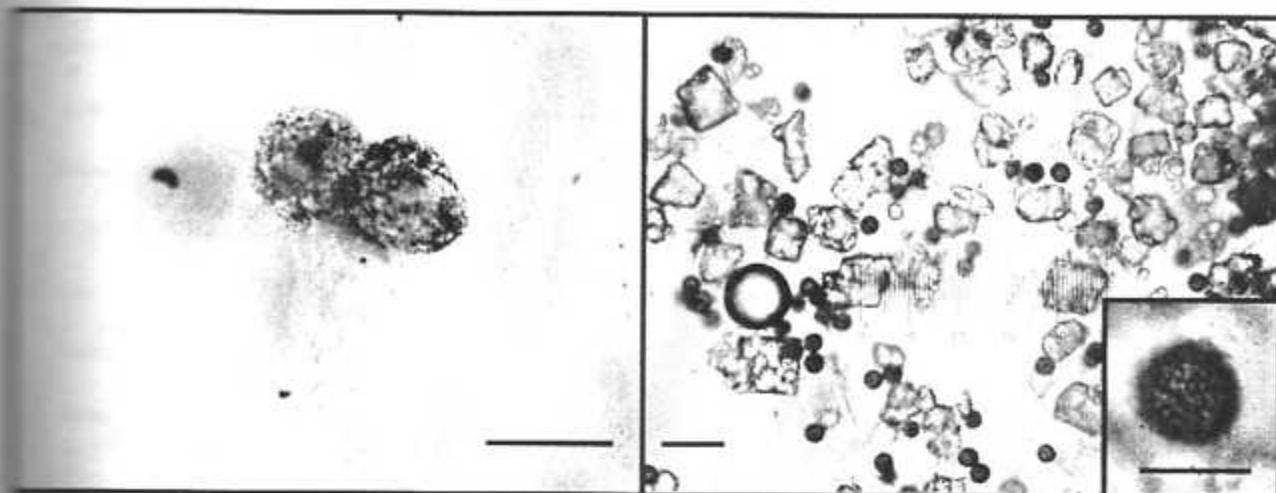


Figura 18. *Didymium* cf. *crustaceum* (USJ-82107). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Cristales y esporas, barra = 25 µm. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10 µm.

*Didymium* cf. *dubiium* Rostaf. 1874 (Figura 19)

*Physarum tussilaginis* Berk. & Broome 1876

*Didymium tussilaginis* (Berk. & Broome) Masee 1892

*Didymium wilczekii* Meyl. 1908

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio a plasmodiocarpio, en el primer caso sésil, de ligeramente agrupado a solitario, de 1 - 2 x 0,5 - 1,0 mm, gris amarillento a gris blanquecino (oac732 - oac907). Esporoteca ligeramente alargada a pulvínosa (Figura 19), confluyente, a veces con un poco de torsión (cuando crece sobre musgos). Hipotalo inconspicuo. Dehiscencia irregular. Peridio simple, membranoso, con una disposición de cristales de  $\text{CaCO}_3$  sobre el exterior, hialino. Los cristales estelados de 7 - 8 x 4 - 5 µm. Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio simple formado por filamentos sinuados, poco rígidos, no ramificados, de 1 - 2 µm de ancho, pardo claro (oac730) a hialinos. Masa de esporas negra (oac902). Esporas globosas a subglobosas, verrucosas, pardo violáceo claro (oac657), de 11 - 12 µm.

**Substrato:** Sobre corteza de árboles vivos de *Quercus costaricensis* Liebm., asociado a hepáticas.

**Microhábitat:** Cámara húmeda.

**Distribución:** Inglaterra, Europa, Norteamérica, India, Sudamérica (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976).

Aparentemente no comunicado en Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-590 (USJ-82106), marzo 2004.

**Comentarios:** Rara. Los ejemplares observados concuerdan de manera muy clara con las descripciones hechas para la especie (Mitchell 1999). Los especímenes comunicados de Sudamérica corresponden a muestras recolectadas a alturas mayores a 2000 m (Farr 1976).

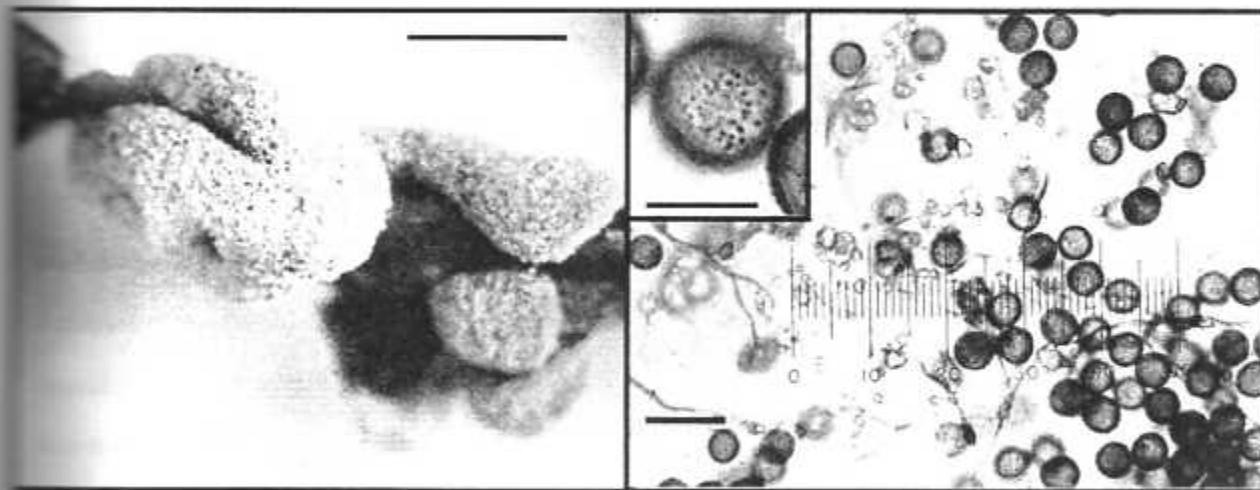


Figura 19. *Didymium cf. dubium* (USJ-82106). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha:

Cristales, capilicio y esporas, barra = 25 µm. Inserto: Detalle de las esporas,

barra = 10 µm.

***Didymium squamulosum* (Alb. & Schwein.) Fr. 1818 (Figura 20)***Diderma squamulosum* Alb. & Schwein. 1805*Cionum squamulosum* (Alb. & Schwein.) Spreng. 1827*Didymium effusum* Link 1815*Licea stipitata* de Candolle 1815

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, de ligeramente agregado a solitario, de 1,0 - 1,5 x 1,0 - 1,2 mm, gris blanquecino (oac907). Esporoteca subglobosa a ligeramente discoide (Figura 20), a veces umbilicada inferiormente, gris (oac907). Hipotalo inconspicuo. Estipite calcáreo, quebradizo, con estrias longitudinales, a veces con cierta torsión, blanco crema (oac809). Dehiscencia irregular, a veces en forma de placas más o menos circulares, que permanecen adheridas a la esporoteca por el capilicio. Peridio membranoso, con una deposición de cristales de  $\text{CaCO}_3$  en su superficie, translúcido. Columela grande, globosa, crema (oac795).

Capilicio formado por filamentos de 1 mm de grosor, sinuados, a veces unidos a otros filamentos por uniones transversales, pardo amarillento claro (oac816). Cristales cálcicos amorfos, de 4 - 5  $\mu\text{m}$  de diámetro promedio (Figura 20), amarillo pálido (oac900). Masa de esporas negra (oac902). Esporas globosas a subglobosas, verrucosas, marrón púrpura (oac523), de 8 - 10  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Hojas y ramas secas sobre el suelo.

**Microhábitat:** H 55,46%; pH 5,8; A 5,22 cm; D 1,67 cm; L 13,14%, ED Medio; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Se ha comunicado en Centroamérica excepto en El Salvador (Farr 1976). Muy común en Costa Rica (observación personal).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-643 (USJ-82151), setiembre 2004; Ro-644 (USJ-82152), setiembre 2004; Ro-605 (USJ-82119), setiembre 2004; Ro-630 (USJ-82138) setiembre 2004; Ro-631 (USJ-82139), setiembre 2004; Ro-632 (USJ-82140), setiembre 2004; Ro-633 (USJ-82141), setiembre 2004 y Ro-634 (USJ-82142), setiembre 2004.

**Comentarios:** Abundante. En las muestras estudiadas no se observa el típico peridio escamoso representativo de esta especie, aparentemente no es común en la zona estudiada pero sí en otros sitios en el país (Alexopoulos & Sáenz 1975). Muy similar a *Didymium* cf. *crustaceum*.

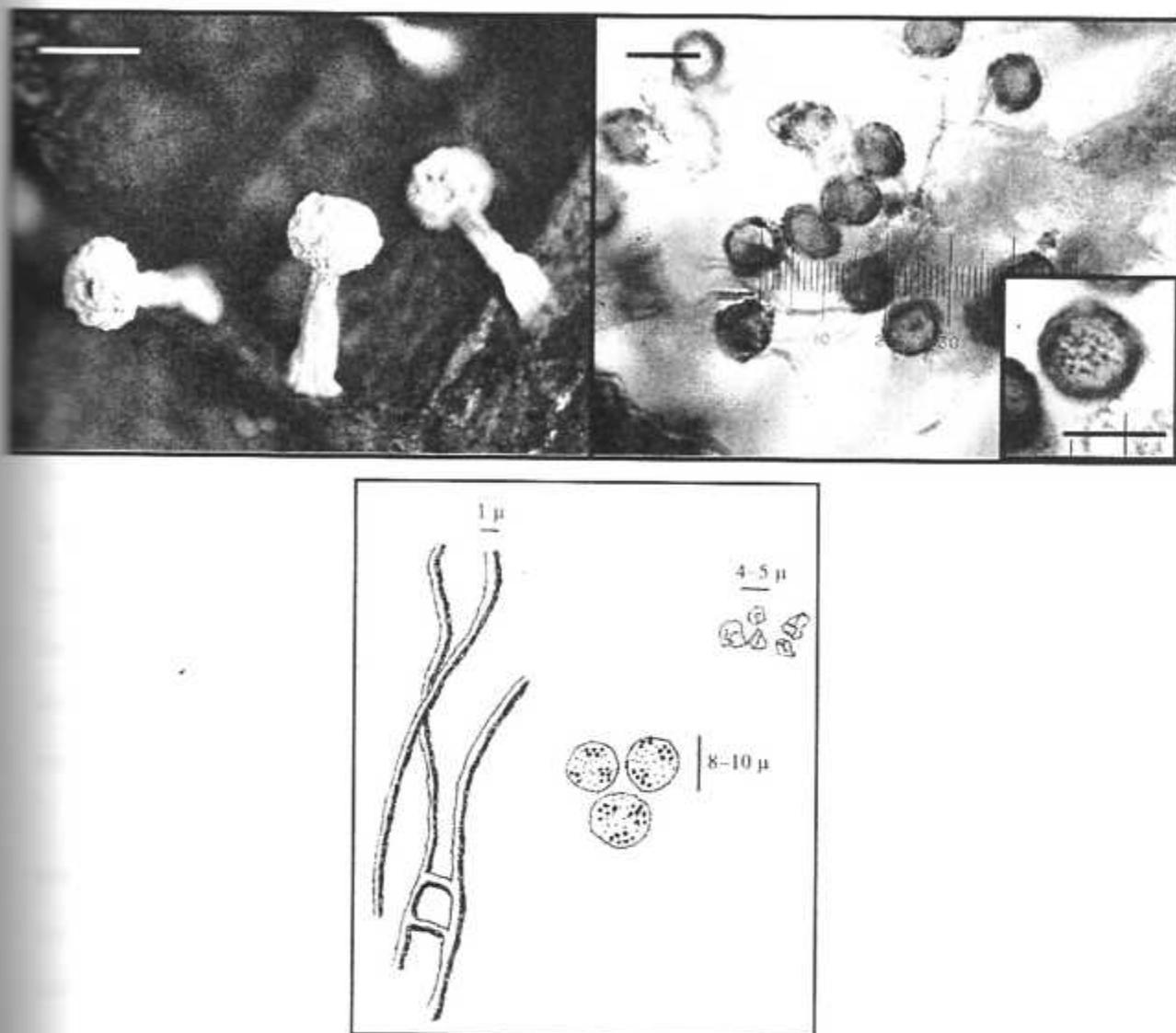


Figura 20. *Didymium squamulosum* (USJ-82151). Izquierda; Vista macroscópica, barra - 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra - 10 µm. Inserto: Detalle de las esporas, barra - 10 µm. Abajo: Detalle del capilicio, el calcio estelado y las esporas, a escala.

***Hemitrichia calyculata* (Speg.) M.L. Farr 1974 (Figura 21)***Hemiarcyria calyculata* Speg. 1880*Hemiarcyria stipitata* Masseur 1889*Arcyria stipitata* (Masseur) Masseur 1892*Hemitrichia clavata* var. *calyculata* (Speg.) Y Yamam. 1993

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, de ligeramente agrupado a solitario, de 2,5 - 3,0 mm de alto. Esporoteca piriforme (Figura 21), pardo naranja a pardo amarillento (oac790 - oac813), más o menos de 1,5 mm de diámetro. Hipotalo apenas visible, membranoso, irregular, marrón oscuro brillante (oac635). Estípite marrón oscuro (oac638), estriado longitudinalmente, fibroso, brillante en la base a pardo naranja (oac673) en la parte inferior de la esporoteca, relleno de cistes subglobosos de 12 - 14  $\mu$ m de diámetro. Dehiscencia irregular en la parte media superior de la esporoteca, ausente en la parte inferior. Peridio pardo amarillento claro (oac814), membranoso, deja algunas veces un calículo más o menos profundo con el borde revoluto tras abrirse. La superficie peridial interna del calículo está ornamentada con pequeñas papilas y una ligera reticulación. Sin columela.

Capilicio profuso amarillo naranja (oac812), tubular, sin ornamentaciones, compuesto por más o menos 4 fibras entrelazadas a modo de cuerda en un túbulo de 5  $\mu$ m de diámetro, ramificado, con los extremos truncados y algunas estrias longitudinales visibles (Figura 21), a la madurez se pierde y deja el calículo solitario. Masa de esporas amarillo naranja (oac812). Esporas globosas a subglobosas, espinulosas pero a veces con ligeros parches reticulados, amarillo tenue (oac858), de 8 - 9  $\mu$ m.

**Substrato:** Troncos erectos secos, ramas secas.

**Microhábitat:** H 61,9%; pH 4,97; A 20 cm; D 10,33 cm; L 10,57%, ED Medio; V Ambos; B No.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Comunicada en Centroamérica excepto en El Salvador (Farr 1976). Común y ampliamente distribuida en Costa Rica (observación personal).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-538 (USJ-82062), marzo 2004; Ro-533 (USJ-82057), marzo 2004; Ro-521 (USJ-82045), marzo 2004; Ro-523 (USJ-82047), marzo 2004; Ro-525 (USJ-82049), marzo 2004; Ro-501 (USJ-82031) marzo 2004; Ro-524 (USJ-82048), marzo 2004; Ro-568 (USJ-82087), marzo 2004 y Ro-548 (USJ-82070), marzo 2004.

**Comentarios:** Abundante. Las esporas son un poco más grandes que las comunicadas para la especie (7-8  $\mu\text{m}$ , Martin & Alexopoulos 1969).

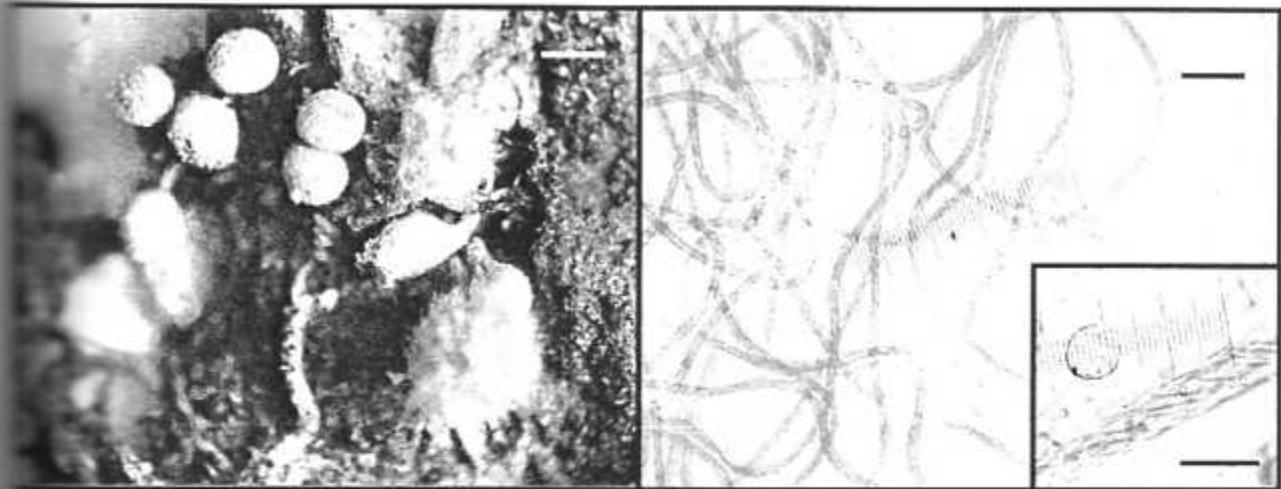


Figura 21. *Hemitrichia calyculata* (USJ-82062), Izquierda: Vistá macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio, barra = 25  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle del capilicio y las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Hemitrichia serpula* (Scop.) Rostaf. ex Lister 1894 (Figura 22)**

*Mucor serpula* Scop. 1772

*Lycoperdon lumbricale* Batsch 1786

*Trichia serpula* (Scop.) Pers. 1797

**Descripción:** Esporocarpio tipo plasmodiocarpio, en forma de una red de túbulos que se extiende por la superficie a manera de retículo (Figura 22), de 2 - 50 mm o más, amarillo naranja fuerte (oac762). El hipotalo a veces se observa como una membrana transparente. Sin estípites. Dehiscencia irregular. Peridio simple, generalmente membranoso, frágil, amarillo tenue (oac813) a translúcido. Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio formado por filamentos gruesos, de 5 - 6  $\mu\text{m}$  de diámetro, compuestos por 4 - 5 bandas espaciales, ramificadas, con una serie de espinas de 1 - 2  $\mu\text{m}$  de largo, con los extremos romos. Masa de

esporas amarillo naranja (oac789). Esporas globosas a subglobosas, reticuladas, pardo amarillentas (oac856), de 10 - 12  $\mu\text{m}$ , en sección media con un contorno de 1 - 2  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Sobre corteza de árboles vivos de *Quercus costaricensis* Liebm., sobre mantillo.

**Microhábitat:** Cámara húmeda.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Comunicada en Centroamérica excepto en El Salvador (Farr 1976). Común y ampliamente distribuida en Costa Rica (observación personal).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-580 (USJ-82096), marzo 2004; Ro-581 (USJ-82097), marzo 2004; Ro-592 (USJ-82108), marzo 2004; Ro-587 (USJ-82103), marzo 2004; Ro-588 (USJ-82104), marzo 2004; Ro-584 (USJ-82100), marzo 2004; Ro-593 (USJ-82109), marzo 2004 y Ro-594 (USJ-82110), marzo 2004.

**Comentarios:** Abundante. Las muestras estudiadas corresponden a formas típicas de la especie.



Figura 22. *Hemitrichia serpula* (USJ-82097). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha:

Capilicio y esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Lamproderma columbinum* (Pers.) Rostaf. 1873 (Figura 23)***Physarum columbinum* Pers. 1795*Trichia columbina* (Pers.) Poir. 1808*Physarum columbinum* var. *globosum* Alb. & Schwein, 1805*Stemonitis physaroides* Alb. & Schwein, 1805

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, fuertemente agregado a gregario, de 2.5 - 3.0 mm de alto, sobre hepáticas. Esporoteca globosa a subglobosa (Figura 23), azul verdoso (oac265 - oac167), de aproximadamente 1 mm de diámetro. Hipotalo más o menos conspicuo, negro (oac902), de forma discoidal, membranoso. Estípites ligeramente brillante, marrón oscuro a negro (oac635 - oac902), sin ornamentaciones visibles (su longitud equivale a casi el 80% de la longitud total del esporangio). Dehiscencia irregular. Los restos del peridio se observan hacia la base de la esporoteca, en forma de un ligero collar poco uniforme cuando la esporoteca está abierta. Peridio iridiscente a translúcido, membranoso, liso. Columela negra (oac908), grande, cilíndrica, con el extremo de ligeramente redondeado a truncado, que llega más allá del centro de la esporoteca.

Capilicio profuso, sale de la columela, de forma casi isodiamétrica, formado por filamentos pardo oscuros (oac638) a ligeramente hialinos en las puntas, de 3.5 - 4.0  $\mu\text{m}$  de diámetro (Figura 23), con ramificaciones especialmente en la parte más alejada de la columela, con extremos dicotómicamente ramificados, con gotas de aceite. Masa de esporas marrón oscuro a negra (oac635 - oac902). Esporas globosas, verrucosas, pardo púrpura oscuro (oac523), de 13 - 15  $\mu\text{m}$ , con un contorno de hasta 1  $\mu\text{m}$  en sección media.

**Substrato:** Troncos secos erectos, ramas secas. Principalmente sobre hepáticas.

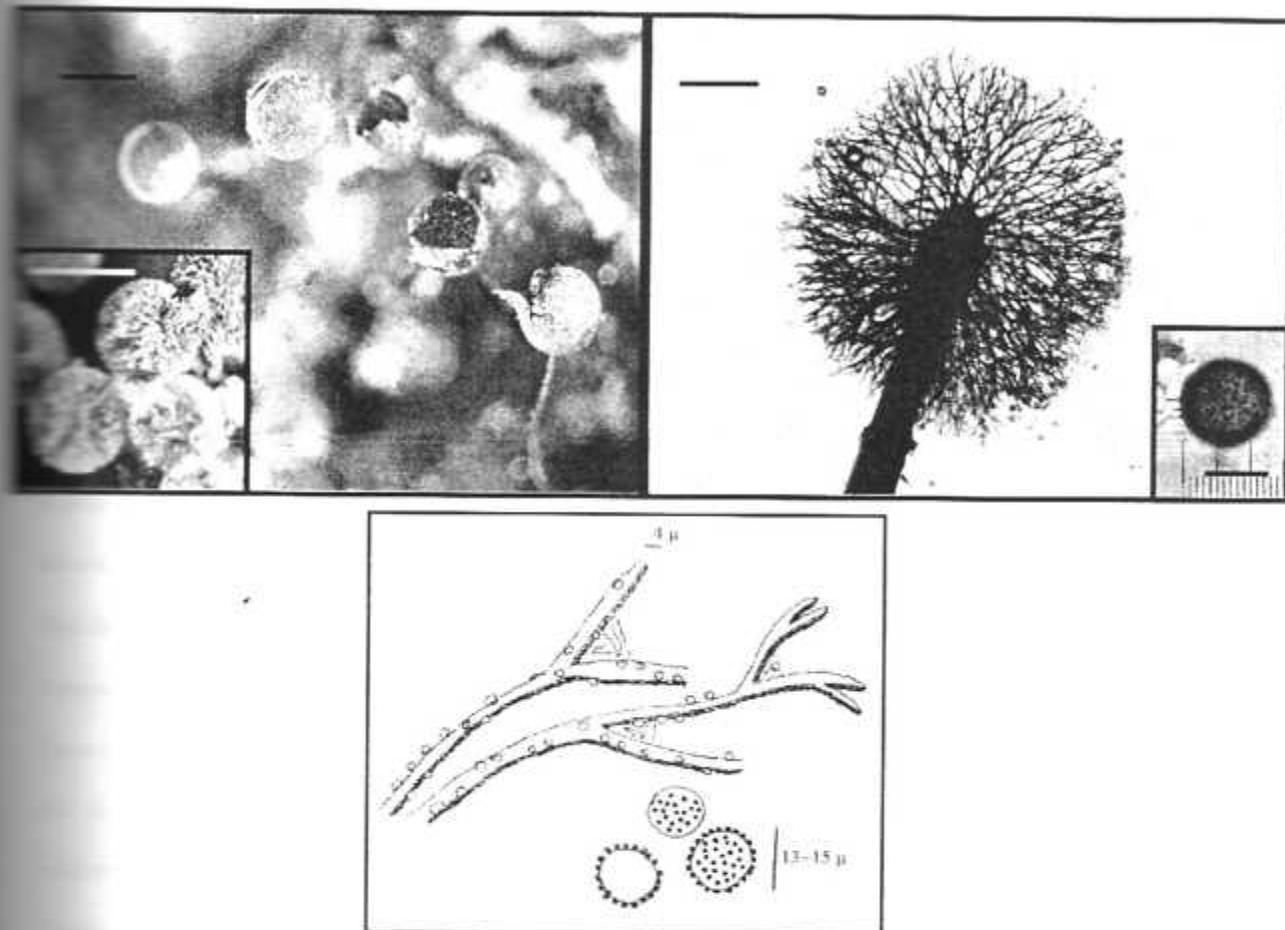
**Microhábitat:** H 29.4%; pH 4.21; A 27.5 cm; D 20.5 cm; L 9.47%, ED Medio; V Ambos; B Si.

**Distribución:** Europa, Norteamérica, Tasmania (Martin & Alexopoulos 1969). Aparentemente no comunicada en Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-576 (USJ-82092), marzo 2004; Ro-558 (USJ-82079), marzo 2004; Ro-520 (USJ-82044), marzo 2004; Ro-467

(USJ-82007), marzo 2004; Ro-512 (USJ-82038), marzo 2004; Ro-588 (USJ-82021), marzo 2004 y Ro-528 (USJ-82052), marzo 2004.

**Comentarios:** Abundante. Las muestras observadas corresponden a ejemplares típicos de la especie.



**Figura 23.** *Lamproderma columbinum* (USJ-82092). Izquierda: Vista macroscópica, barra – 1 mm. Inseto: Detalle de esporoteca sin esporas ni peridio, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio que sale de la columela – 250  $\mu$ m. Inseto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m.

*Lamproderma cribrarioides* (Fr.) R.E. Fr. 1911 (Figura 24)

*Stemonitis cribrarioides* Fr. 1829

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, gregario a agrupado, de 1,5 - 2,0 mm de alto. Esporoteca globosa a subglobosa, negra (oac902), de 0,8 - 1,5 mm de diámetro (Figura 24). Hipotalo

conspicuo, negro (oac902), brillante, en forma de disco, cartilaginoso. Estipite negro (oac902), fibroso, con estrias longitudinales, brillante, en algunos casos aplanado, de 0,7 - 0,9 mm de alto (su longitud equivale entre 50-60% de la longitud total del esporangio). Debiscencia irregular. Peridio violeta-bronce tenue (oac427 - oac688), membranoso, no siempre presente, en algunos casos queda como remanentes y en otros casos se pierde completamente. Columela negra, que llega más o menos al centro de la esporoteca.

Capilicio pardo oscuro (oac635) en la base y pardo amarillento (oac807) en el exterior, sale de la columela, formado por filamentos de aproximadamente 7  $\mu\text{m}$  de diámetro en la base a 3 - 4  $\mu\text{m}$  en los extremos, con un engrosamiento más o menos distal que da la apariencia de un estipite de *Clastoderma debaryanum*. Masa de esporas pardo oscuro violáceo (oac523). Esporas globosas a subglobosas, evidentemente reticuladas, pardo violáceo (oac523) uniforme, de 12 - 14  $\mu\text{m}$ , con un contorno de hasta 1,5  $\mu\text{m}$  de alto en sección media.

**Substrato:** Hepáticas sobre ramas secas, troncos secos erectos.

**Microhábitat:** H 59,91%; pH 4,70; A 6,67 cm; D 18 cm; L 12,6%, ED Medio; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Europa, Estados Unidos, Filipinas (Martin & Alexopoulos 1969). Aparentemente no comunicada en Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-494 (No depositado en el herbario USJ), marzo 2004. Especimen enviado a la Universidad de Arkansas para confirmación de la identificación.

**Comentarios:** Ocasional. Los ejemplares observados corresponden a muestras típicas de esta especie. Las esporas fuertemente reticuladas distinguen esta especie del resto de especies de *Lamproderma* en el sitio de estudio.

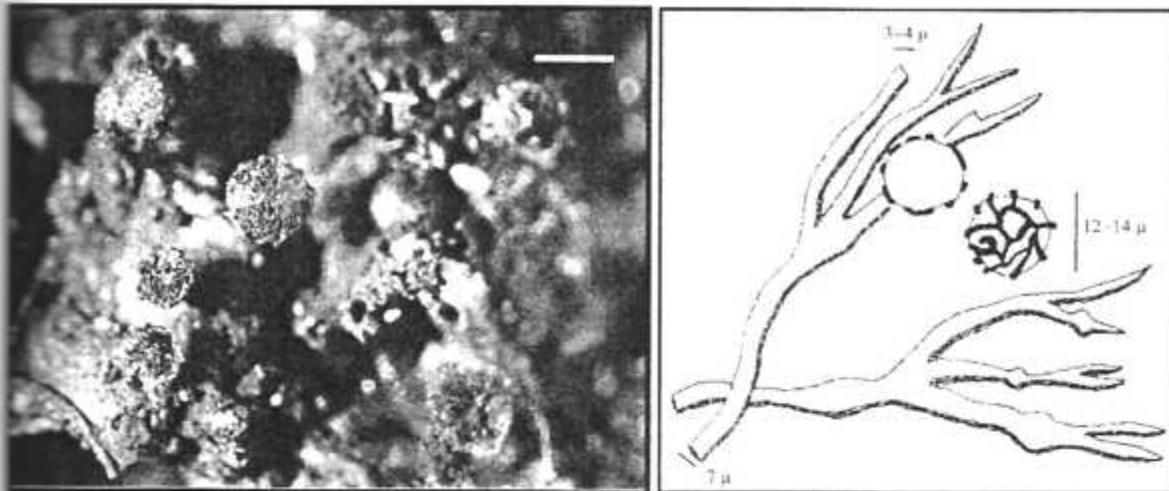


Figura 24. *Lamproderma cribrarioides* (Ro-494). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm.

Derecha: Detalle del capilicio y las esporas, a escala.

*Lamproderma echinulatum* (Berk.) Rostaf. 1876 (Figura 25)

*Stemonitis echinulata* Berk. 1860

*Lamproderma listeri* Masee 1892

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, de agrupado a gregario, de 2.0 - 2.5 mm de alto, asociado a hepáticas. Esporoteca de globosa a ligeramente piriforme (Figura 25), negra (oac903), de 0.8 - 1.2 mm de diámetro. Hipotalo más o menos inconspicuo, negro (oac902), relativamente membranoso. Estípite negro (oac902), estriado longitudinalmente, brillante y en ocasiones comprimido lateralmente (su longitud equivale a casi un 75% de la longitud total del esporangio). Dehiscencia irregular. Peridio apenas iridiscente, bronce oscuro (oac747), brillante, membranoso, queda como un collar en la base de la esporoteca a la madurez. Columela presente, negra (oac901), llega más allá del centro de la esporoteca.

Capilicio de pardo naranja (oac733) a pardo claro (oac752) en las puntas, sale de la columela, ramificado, formado por filamentos de 4 μm de diámetro en la base cerca de la columela y de 2 μm hacia las puntas. Masa de esporas negra (oac901). Esporas globosas a subglobosas, fuertemente equinuladas, pardo violáceo (oac504), de 18 - 20 μm, con un contorno de hasta 2 μm en sección media.

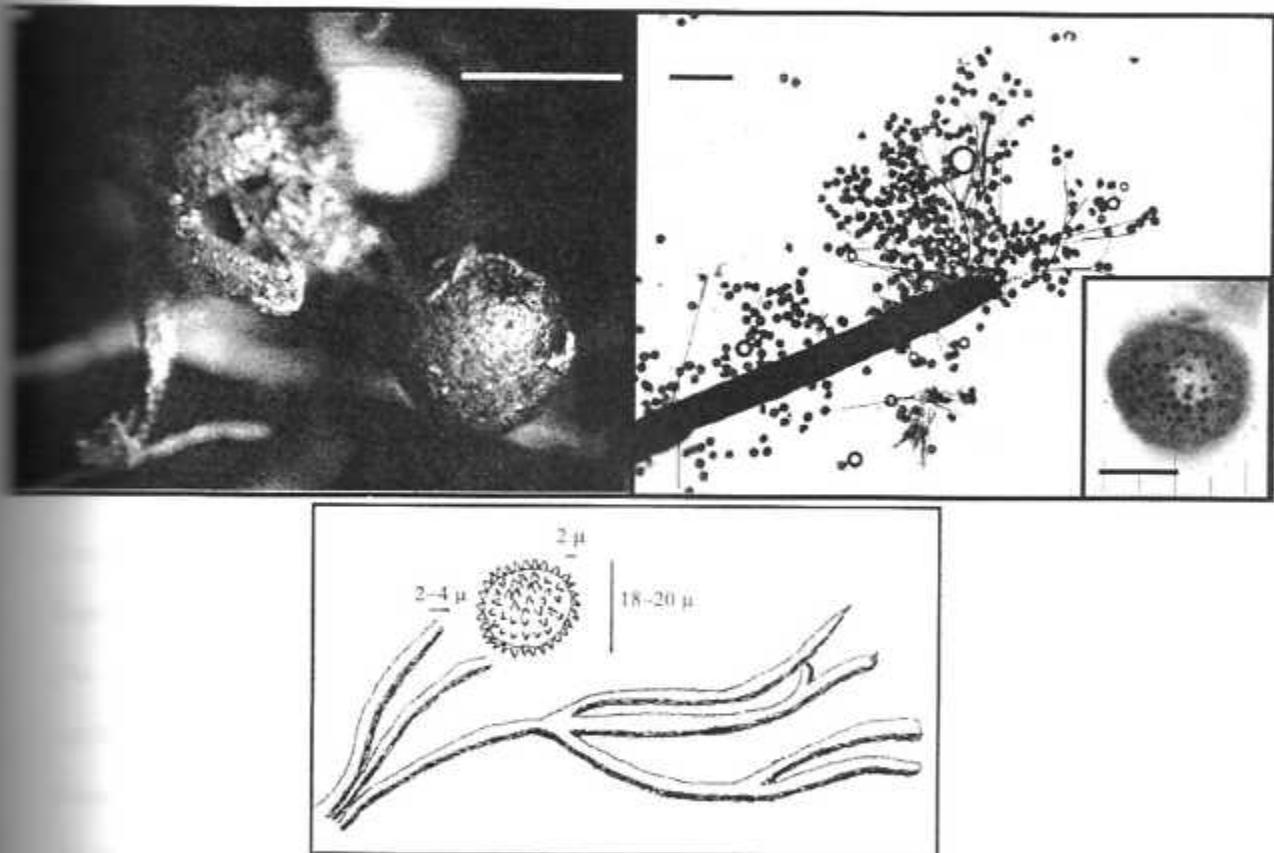
**Substrato:** Hepáticas en ramas secas en el suelo o en troncos erectos secos.

**Microhábitat:** H 37,11%; pH 4,88; A 25 cm; D 29 cm; L 12,14%. ED Medio; V Ambos; B Si.

**Distribución:** Tasmania, Nueva Zelanda, Succión, Inglaterra, Irlanda, Suiza, India, Japón (Martin & Alexopoulos 1969). Apparently no communicated in Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José. Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-458 (USJ-81998), marzo 2004; Ro-489 (USJ-82022), marzo 2004 y Ro-476 (USJ-82013), marzo 2004.

**Comentarios:** Común. Las muestras observadas corresponden a ejemplares típicos de la especie. Las esporas fuertemente equinuladas y mayores a 15  $\mu\text{m}$  distinguen esta especie de las otras especies de *Lamproderma* en el sitio de estudio.



**Figura 25.** *Lamproderma echinulatum* (USJ-81988). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha:

Capilicio y esporas, barra = 100  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ . Abajo: Detalle del

capilicio y las esporas, a escala.

***Lamproderma* cf. *sauteri* Rostaf. 1874 (Figura 26)**

*Lamproderma violaceum* var. *sauteri* (Rostaf.) Lister 1894

*Lamproderma robustum* Ellis & Everth. 1884

*Lamproderma ovoideum* f. *globosum* Meyl. 1932

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, de ligeramente agregado a agregado, hasta 4 mm de alto. Esporoteca globosa a subglobosa (Figura 26), de 1 - 1,5 mm de diámetro, negra (oac901). Hipotalo conspicuo, membranoso, irregular, gris oscuro (oac903). Estípote negro (oac901), liso (su longitud equivale a casi un 40% de la longitud total del esporangio). Dehiscencia irregular. Peridio ligeramente iridiscete, membranoso, frágil. Columela que llega hasta cerca de la mitad de la esporoteca, ramificada al final para dar origen al capilicio, marrón rojizo (oac656).

Capilicio liso, con algunas expansiones membranosas en las ramificaciones, pardo rojizo oscuro (oac621) cerca de la columela e hialino en los extremos, macroscópicamente el esporocarpo abierto se ve como con un polvo blanquecino en su superficie. Masa de esporas negra (oac901). Esporas globosas a subglobosas, verrucosas, pardo violáceo oscuro (oac523), de 12 - 14  $\mu\text{m}$ , en sección media con un contorno de hasta 0,5  $\mu\text{m}$  de alto.

**Substrato:** Ramas secas en el suelo.

**Microhábitat:** H 58,8%; pH 4,6; A 5 cm; D 5 cm; L 10,4%, ED Medio; V No expuesto; B No.

**Distribución:** Europa, Canadá, Estados Unidos (Martín & Alexopoulos 1969). Aparentemente no comunicada en Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-495 (No depositado en el herbario USJ), marzo 2004. Especimen enviado a la Universidad de Arkansas para confirmación de la identificación.

**Comentarios:** Rara. Este taxón se encuentra comúnmente asociado a los bancos de nieve en las zonas templadas, por lo que su distribución tropical es rara (Stephenson *com. pers.* 2005). La muestra observada corresponde a un ejemplar que parece coincidir con las descripciones de esta especie mejor que con otras del género *Lamproderma*. Se distingue de *L. columbinum* en el sitio de estudio por el tamaño pequeño del estípote (su longitud que equivale a un 30 - 40% de la longitud total del esporangio en relación a más de un 70% en la primera), las esporas ligeramente más pequeñas y con las verrugas de menor tamaño (0,5  $\mu\text{m}$  de alto en

sección media con respecto a 1  $\mu\text{m}$  en *L. columbinum*), el capilicio hialino en los extremos (que da una apariencia escarchada al esporocarpo abierto) y la columela ramificada marrón rojizo.

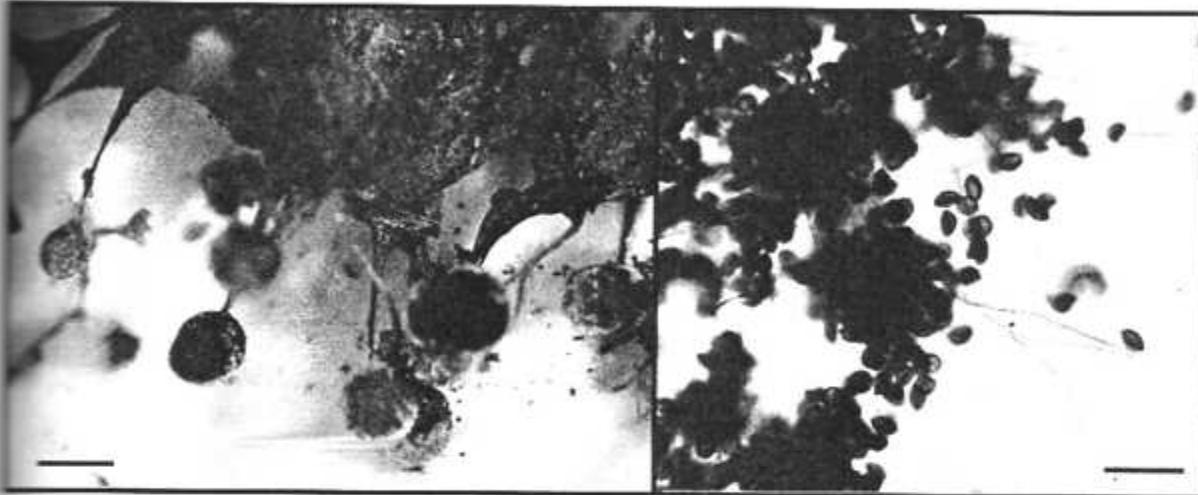


Figura 26. *Lamproterma cf. sauteri* (Ro-495). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 50  $\mu\text{m}$ .

***Leocarpus fragilis* (Dicks.) Rostaf. 1874 (Figura 27)**

*Lycoperdon fragile* Dicks. 1785

*Reticularia fragilis* (Dicks.) Poir. 1804

*Lycoperdon parasiticum* With. 1792

*Lycogala parasiticum* (With.) With. 1801

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, de sésil a subsésil, fuertemente agrupado en grupos grandes, de 1,8 - 2,3 x 1 - 1,3 mm, pardo rojizo a pardo naranja (oac643 - oac671). Esporoteca ovoide a elongadamente globosa, del mismo color (Figura 27). Hipotalo membranoso, irregular, común al conjunto de esporangios, blanco amarillento claro (oac793). Estípite, cuando existe, como una extensión fibrosa del hipotalo, pardo amarillento claro (oac792) en la base a pardo naranja o rojizo (oac761 - oac789) en el ápice. Dehiscencia irregular. Peridio triple, con las capas fuertemente unidas. La capa externa membranosa, incolora; la capa

media formada por  $\text{CaCO}_3$ , dura, quebradiza, del color de la esporoteca; la capa interna membranosa, pardo naranja tenue (oac765). Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio formado por filamentos simples, frágiles, de alrededor de  $1 \mu\text{m}$  de grosor, amarillo pálido (oac815) a hialino, interconectados por nódulos calcáreos, de  $15 - 30 \mu\text{m}$ . Esporas globosas a subglobosas, verruculosas, pardo violáceo claro (oac654), de  $12 - 15 \mu\text{m}$ , generalmente con gotas de aceite en su interior.

**Substrato:** Troncos secos erectos, asociado a hepáticas.

**Microhábitat:** H 54,7%; pH 6,15; A 30 cm; D 9,5 cm; L 12,83%, ED Medio; V Expuesto; B Sí.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). En el Neotrópico en México, Colombia y Brasil (Farr 1976). No comunicada previamente de ningún país centroamericano.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-666 (USJ-82167), setiembre 2004 y Ro-668 (USJ-82168), setiembre 2004.

**Comentarios:** Ocasional. Los ejemplares observados corresponden a muestras típicas del taxón. Esta especie, considerada rara en el Trópico parece estar confinada en Costa Rica, a las partes altas de la Cordillera de Talamanca.

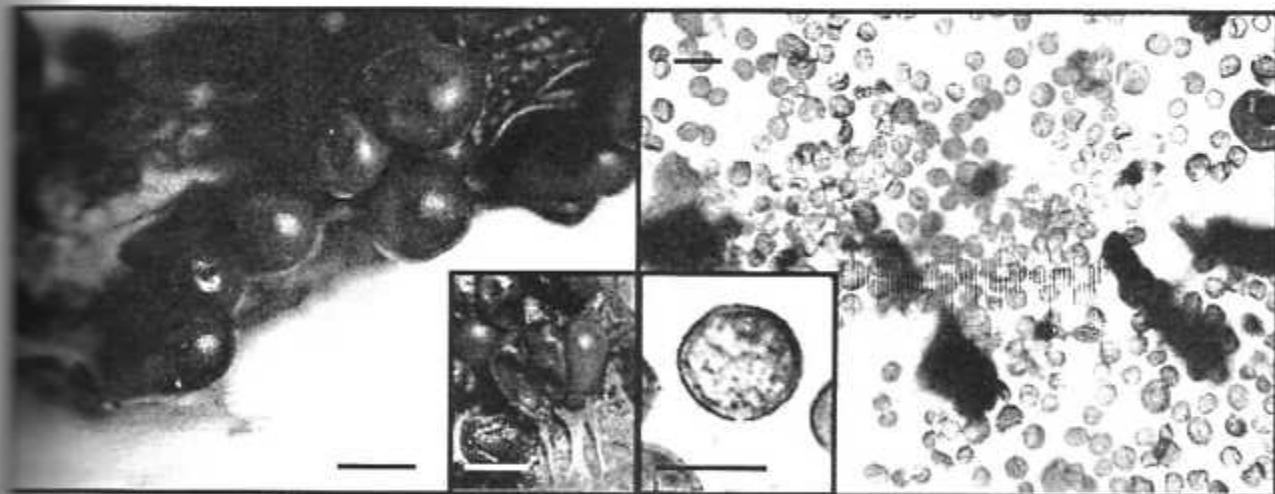


Figura 27. *Leocarpus fragilis* (USJ-82168). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Inserto: Detalle del capilicio fibroso en la base de los esporangios, barra = 2 mm. Derecha: Esporas, barra = 25  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

*Lycogala epidendrum* (L.) Fr. 1829 (Figura 28)*Lycoperdon epidendrum* L. 1753*Galeperdon epidendrum* (L.) F.H. Wigg. 1780*Mucor lycogala* Scop. 1772*Lycoperdon pisiforme* Jacq. 1778*Lycoperdon chalybeum* Batsch 1783*Reticularia miniata* (Pers.) Poir. 1804

**Descripción:** Esporocarpo tipo etalio, sésil, generalmente solitario a en pares. Esporoteca pardo naranja claro a beige (oac708 - oac760), de subglobosa a pulvinada, de 4 - 6 mm (Figura 28). Hipotalo inconspicuo. Dehiscencia apical por una fisura que se rasga hasta formar un poro grande sin forma definida. Peridio presente a la madurez, algo resistente, cubierto por escamas pardo rojizas (oac643), redondeadas a ligeramente alargadas. Sin columela.

Sin capilicio. Pseudocapilicio presente, amarillo pálido (oac815), tubular, de 6 - 24  $\mu\text{m}$  de diámetro, con hendiduras laterales u ondulaciones, que en ocasiones se engruesan más hacia el final del tubo. Masa de esporas rosado claro (oac587). Esporas de subglobosas a globosas, reticuladas, amarillo pálido (oac814) a hialinas, de 6 - 8  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Ramas secas, troncos erectos secos.

**Microhábitat:** H 72,3%; pH 5,52; A 16,4 cm; D 7,9 cm; L 11,53%, ED Medio; V Ambos; B No.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). En Centroamérica comunicada en Panamá, Nicaragua y Costa Rica (Farr 1976). Común y ampliamente distribuida en Costa Rica (Alexopoulos & Sáenz 1975).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-536 (USJ-82060), marzo 2004; Ro-459 (USJ-81999), marzo 2004; Ro-487 (USJ-82020), marzo 2004; Ro-483 (USJ-82017), marzo 2004; Ro-496 (USJ-82027), marzo 2004; Ro-567 (USJ-82086), marzo 2004; Ro-574 (USJ-82090), marzo 2004 y Ro-551 (USJ-82073), marzo 2004.

**Comentarios:** Abundante. Especie encontrada sólo durante el primer periodo de muestreo. Los ejemplares observados corresponden a muestras típicas de la especie.

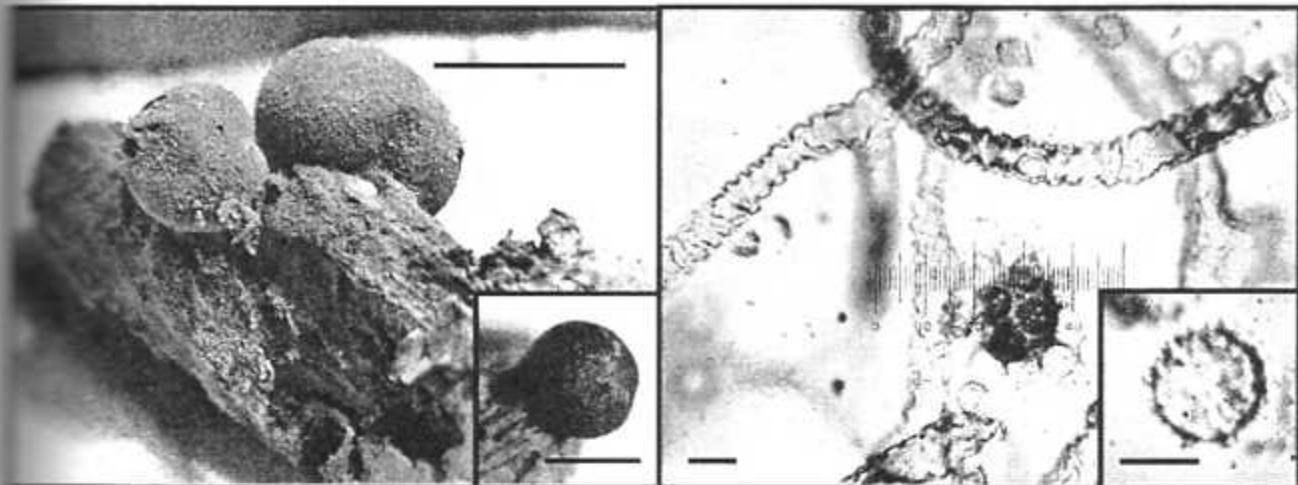


Figura 28. *Lycogala epidendrum* (USJ-82060). Izquierda: Vista macroscópica, barra – 5 mm. Inserto: Etalio cerrado, barra – 5 mm. Derecha: Pseudocapitacio y esporas, barra = 25 µm. Inserto: Detalle de las esporas, barra – 5 µm.

***Metatrachia floriformis* (Schwein.) Nann.-Bremek. 1985 (Figura 29)**

*Craterium floriforme* Schwein. 1832

*Trichia floriformis* (Schwein.) Lister 1919

*Trichia lateritia* Lév. 1846

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de fuertemente agrupado a agrupado, de 2 - 3 mm de alto. Esporoteca de globosa a apenas piriforme (Figura 29), pardo rojizo oscura (oac664), apariencia fibrosa en la base, en algunos casos negra (oac902) y lisa hacia la parte superior. Hipotalo más o menos conspicuo, fibroso, pardo (oac667), discoide. Estipite pardo rojizo oscuro (oac656), estriado longitudinalmente, brillante en apariencia (su longitud equivale a casi el 85% de la longitud total del esporangio). Dehiscencia típica de forma petaloide a partir de la base de la esporoteca, da la impresión de una flor. En algunos casos, la dehiscencia parece ocurrir a partir de una línea horizontal en la mitad de la esporoteca, y cuando el esporocarpio está viejo, parece no presentarse de esta forma sino ligeramente irregular. Peridio coriáceo, generalmente negro a marrón rojizo oscuro (oac902 – oac621), en ocasiones queda como un calículo, algunas

veces profundo o más o menos aplanado con los lóbulos en forma de pétalos a veces recurvados hacia abajo.

**Sin columela.**

Capilicio compuesto por numerosos eláteres relativamente cortos con extremos entre 30 - 40  $\mu\text{m}$ , formados por filamentos unidos en una especie de tubo con 3 - 4 espirales agrupadas en forma de cuerda, sin ornamentaciones visibles, amarillo (oac811). Masa de esporas pardo claro anaranjado a naranja rojizo (oac813 - oac790). Esporas subglobosas, apenas espinulosas a verruculosas (en algunas ocasiones difíciles de observar), amarillo claro (oac856), de 10 - 11  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Ramas secas, troncos caídos, a veces asociada a hepáticas.

**Microhábitat:** H 72,8%; pH 5,52; A 7,62 cm; D 14 cm; L 10,94%, ED Medio; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Estados Unidos, Puerto Rico, Jamaica, Venezuela, Brasil, Chile, Europa, Asia, Australia, Nueva Zelanda (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976, Maimoni-Rodella & Gottsberger 1980). En Centroamérica conocida sólo de Costa Rica (Farr 1976) donde su distribución es restringida.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-599 (USJ-82115), setiembre 2004; Ro-602 (USJ-82118), setiembre 2004; Ro-597 (USJ-82113), setiembre 2004; Ro-670 (USJ-82169), setiembre 2004; Ro-540 (USJ-82064), marzo 2004; Ro-500 (USJ-82030), marzo 2004; Ro-471 (USJ-82010), marzo 2004; Ro-502 (USJ-82032), marzo 2004; Ro-465 (USJ-82005), marzo 2004; Ro-579 (USJ-82095), marzo 2004; Ro-506 (USJ-82034), marzo 2004 y Ro-566 (USJ-82085), marzo 2004.

**Comentarios:** Abundante. Las muestras observadas corresponden a ejemplares típicos de la especie. Sólo encontrada en el primer periodo de muestreo.

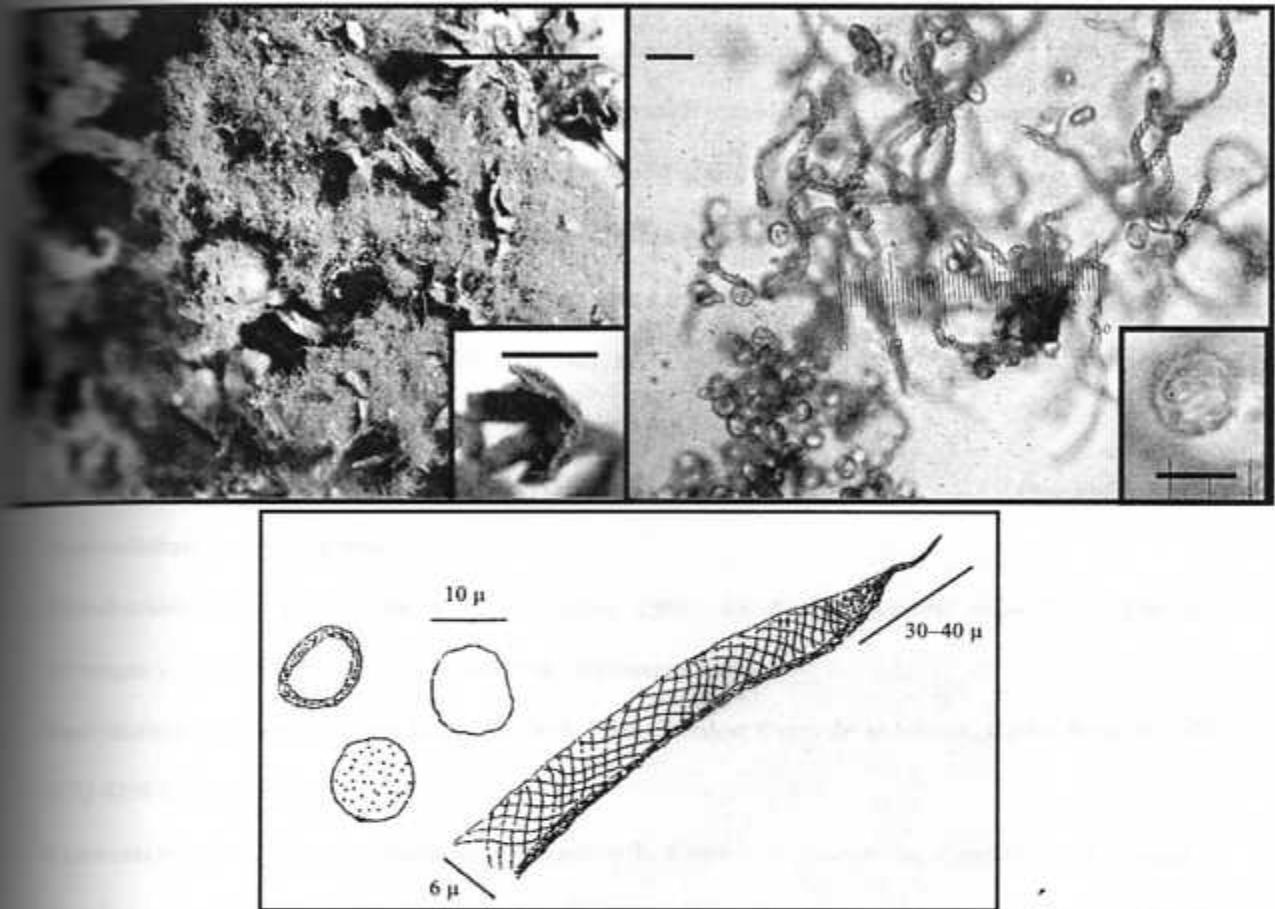


Figura 29. *Metatrichia floriformis* (USJ-82115). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 5 mm. Inserto: Dehiscencia petaloide, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 25 µm. Inserto: Detalle de la espora, barra = 10 µm. Abajo: Detalle de la punta del eláter y las esporas, a escala.

*Perichaena depressa* Lib 1837 (Figura 30)

*Stegasma depressum* (Lib.) Corda 1842

*Cornuvia ? circumscissa* (Wallr.) Rostaf. 1875

*Ophiothecha ? circumscissa* (Wallr.) Masee 1892

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, sésil, de agrupado a fuertemente agrupado, en grupos de 3 - 6 esporangios, de 0,7 - 2,0 x 0,3 - 1,0 mm. Esporoteca ligeramente alargada, pulviniforme a subglobosa (Figura 30), pardo rojizo oscura a negra (oac643 - oac902). Hipotalo aparentemente inconspicuo, en algunos casos se

ve como una membrana translúcida en la base de los esporocarpos. Dehiscencia regular a partir de una línea preformada, ligeramente ondulada, alrededor de la esporoteca, amarilla a pardo amarillo claro (oac856 - oac815). Peridio doble, la capa externa pardo rojizo oscuro (oac643), lisa, ligeramente quebradiza, la capa interna aparentemente membranosa, ligeramente translúcida. Sin columela.

Capilicio tubular, formado por filamentos profusos, de 1,5 - 2,0  $\mu\text{m}$  de diámetro, escasamente ramificados, amarillo tenue (oac898), ligeramente ornamentado con espinulas muy pequeñas, constricciones y algunas puntuaciones. Masa de esporas pardo naranja amarillenta (oac812). Esporas subglobosas, verruculosas, amarillo verdoso a amarillo grisáceo claro (oac896 - oac899), de 8 - 11  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Sobre hojas secas.

**Microhábitat:** Cámara húmeda.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopulos 1969). En América Central conocida de Panamá, Nicaragua y Costa Rica (Farr 1976, Schnittler & Stephenson 2000).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-584 (USJ-82098), marzo 2004.

**Comentarios:** Rara. El color pardo rojizo oscuro y la forma pulvinada de las esporotecas la asemeja a *Perichaena corticalis* (Batsch.) Rostaf.; sin embargo, la dehiscencia a partir de una línea circuncisa no ondulada alrededor de la esporoteca, la forma del capilicio y el tamaño de las esporas la ubican en *P. depressa*.

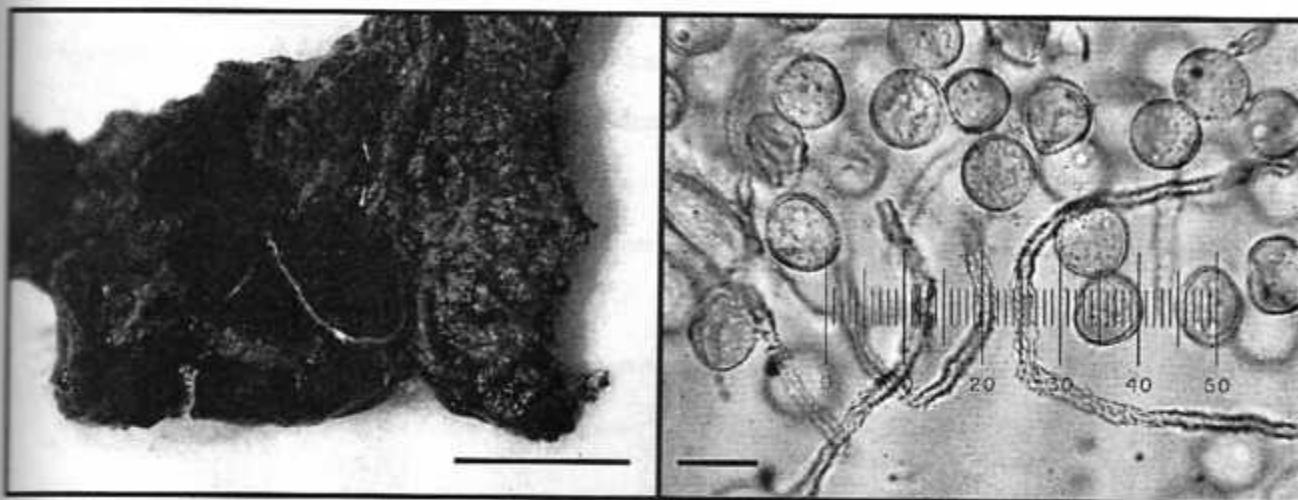


Figura 30. *Perichaena depressa* (USJ-82098). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 2 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10 µm.

***Physarum cf. alpinum* (Lister & G. Lister) G. Lister 1910 (Figura 31)**

*Physarum virescens* var. *alpinum* Lister & G. Lister 1908

*Physarum alpinum* f. *badhamioides* Meyl. 1914

*Physarum alpinum* f. *albescens* Meyl. 1914

**Descripción:** Esporocarpio tipo plasmodiocarpio a esporangios sésiles, en grupos de 10 - 12 esporotecas, de 1 - 2 x 0,6 - 1,2 mm, asociado a hepáticas. Esporoteca turbinada a ovoide (Figura 31), de amarillo fuerte a amarillo naranja ligero (oac854 - oac791). Hipotalo inconspicuo. Dehiscencia aparentemente irregular. Peridio doble, la capa externa a veces brillante y quebradiza, en algunos casos ligeramente escamosa, con las escamas un poco más oscuras; la capa interna membranosa, de ligeramente transparente a pardo amarillenta translúcida (oac815). Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio formado por filamentos de 2,0 - 2,5 µm de diámetro, ramificados, hialinos, conectados por nódulos calcáreos blanquecinos (oac816) ligeramente alargados, de 10 - 30 x 5 - 15 µm. Masa de esporas negra (oac901). Esporas globosas a subglobosas, uniformemente verrucosas, pardo violáceas (oac733), con una zona más clara, de 10 - 12 µm.

**Substrato:** Hepáticas sobre troncos erectos secos.

**Microhábitat:** H 75%; pH 5,8; A 5 cm; D 10 cm; L 12,8%. ED Incipiente; V No expuesto; B Sí.

**Distribución:** Estados Unidos, Suiza, Suecia, Venezuela (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976). No comunicado en ningún país de Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-677 (USJ-82173), setiembre 2004.

**Comentarios:** Rara. Los ejemplares observados corresponden a muestras típicas de la especie. La muestra neotropical fue encontrada en los Andes venezolanos.

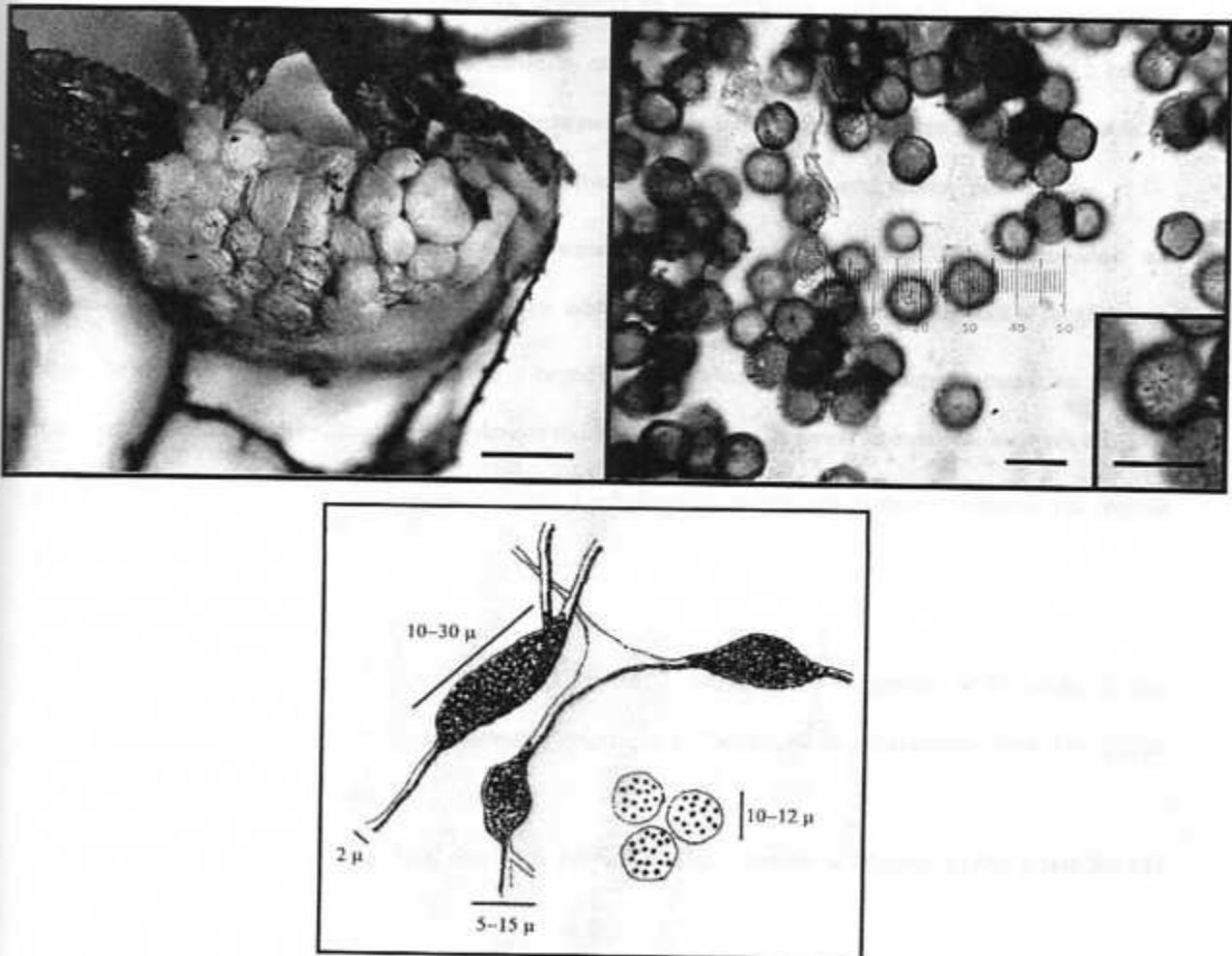


Figura 31. *Physarum* cf. *alpinum* (USJ-82173). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 2 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10 μm. Inserto: Detalle de la espora, barra = 10 μm. Abajo: Detalle de los nódulos calcáreos en el capilicio y las esporas, a escala.

*Physarum cf. brunneolum* (W. Phillips) Masee 1892 (Figura 32)*Diderma brunneolum* W. Phillips 1877

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, de sésil a subsésil, crece de forma ligeramente agregada a solitaria. Esporoteca de subglobosa a piriforme y en ocasiones pulvinada (Figura 32), pardo naranja claro a bronce (oac658 - oac686), en algunas ocasiones pardo rojizo o marrón (oac643 - oac638), de 0,8 - 1,0 mm de altura total. Hipotalo conspicuo, de membranoso a ligeramente fibroso, pardo naranja a pardo rojizo (oac651 - oac650), discoide. El estipite, cuando es visible, naranja rojizo (oac649), estriado longitudinalmente y de apariencia fibrosa. Dehiscencia tipo petaloide comienza en rompimientos verticales del peridio en el tercio superior de la esporoteca. Peridio cálcico doble, la capa externa tipo coriácea pardo naranja claro a bronce (oac658 - oac686), delgada y en ocasiones desprendible y la capa interna más gruesa, blanca (oac900). Pseudocolumela de CaCO<sub>3</sub> evidente cuando el esporocarpo está abierto, pequeña, blanca (oac909).

Capilicio simple compuesto por filamentos hialinos amarillentos (oac899), ramificados, sin ornamentación y regularmente interrumpidos por nódulos de CaCO<sub>3</sub> granular, de alargados a subglobosos. Masa de esporas oscura, de marrón oscuro a negro (oac637 - oac902) bajo la lupa, inmersa en una red irregular de capilicio con engrosamientos blancos (oac900) de CaCO<sub>3</sub> de forma ligeramente alargada dando la impresión de polvo blanquecino. Esporas globosas a subglobosas, apenas espinulosas o verruculosas, marrón (oac640), de 9 - 10 µm.

**Substrato:** Troncos secos erectos.

**Microhábitat:** H 4,55%; pH 4,7; A 100 cm; D 10 cm; L 14,56%, ED Incipiente; V Expuesto; B No.

**Distribución:** Estados Unidos, Europa, Australia, Venezuela, Chile (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976).

No comunicado en Centroamérica.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-541 (USJ-82065), marzo 2004.

**Comentarios:** Rara. Especie muy poco común. Aparentemente el tipo de dehiscencia petaloide que muestra el espécimen recolectado no ha sido observado en esta especie (Stephenson *com. pers.* 2005).

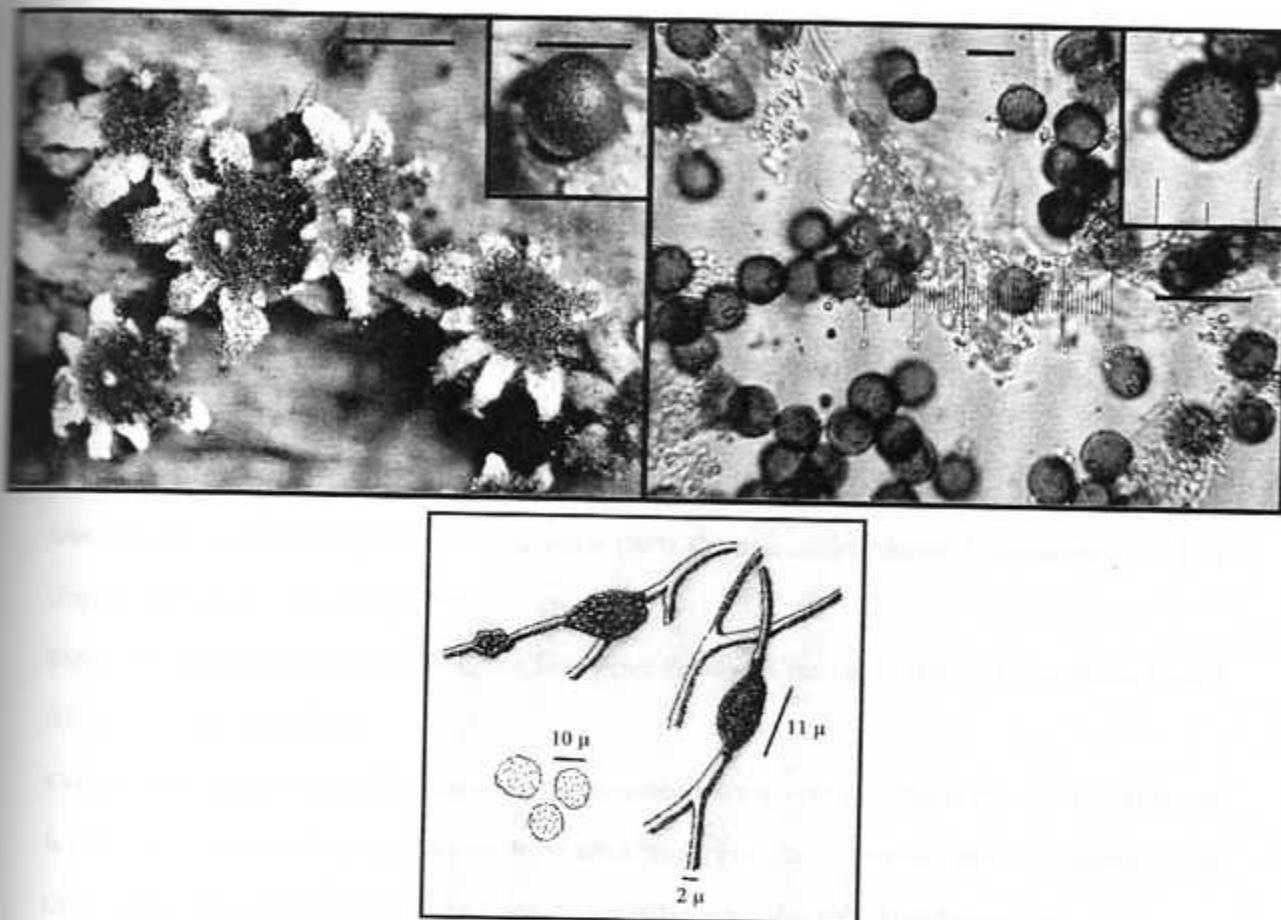


Figura 32. *Physarum cf. brunneolum* (USJ-82065). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Inseto: Esporangio cerrado, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10 µm. Inseto: Detalle de la espora, barra = 10 µm. Abajo: Detalle de los nódulos calcáreos en el capilicio y las esporas, a escala.

***Physarum leucopus* Link 1809 (Figura 33)**

*Didymium leucopus* (Link) Fr. 1829

*Didymium squamulosum* var. *leucopus* (Link.) Rostaf. 1874

*Physarum bullatum* Link 1809

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, estipitado, de ligeramente agregado a solitario, de 1,0 - 1,3 mm de alto. Esporoteca globosa a subglobosa (Figura 32), de 0,8 - 1,0 mm de diámetro, grisácea (oac907). Hipotalo más o menos conspicuo, membranoso, irregular, marrón oscuro a negro (oac734 - oac903). Estipite fibroso, con estrias longitudinales, más o menos recto, pardo amarillento a pardo oscuro (oac806 - oac721).

Dehiscencia irregular. Peridio simple, ligeramente membranoso, con acumulaciones de  $\text{CaCO}_3$  en forma globular. Con una columela a veces no presente, en forma elongada, delgada, pequeña, pardo rosáceo ligero (oac795).

Capilicio formado por filamentos de  $1 \mu\text{m}$  de grosor, hialinos, unidos por engrosamientos cálcicos globulares a ligeramente alargados, de  $15 - 25 \times 10 - 12 \mu\text{m}$ , amarillentos (oac858). Masa de esporas negra (oac902). Esporas globosas a subglobosas, verruculosas, pardo violáceas (oac604), de  $9 - 10 \mu\text{m}$ .

**Substrato:** Hepáticas sobre tronco erecto seco.

**Microhábitat:** H 57,4%; pH 6,5; A 80 cm; D 4 cm; L 12,48%, ED Incipiente; V Expuesto; B Sí.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Comunicado en Panamá, Guatemala y Costa Rica (Farr 1976, Estrada-Torres *et al.* 2000).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-629 (USJ-82137), setiembre 2004.

**Comentarios:** Rara. Los ejemplares observados corresponden a muestras típicas de la especie. A pesar de que la columela usualmente se encuentra ausente en esta especie, Farr (1976) encontró que en los ejemplares de Costa Rica es común la presencia de una columela alargada y cilíndrica, pero delgada y pequeña.

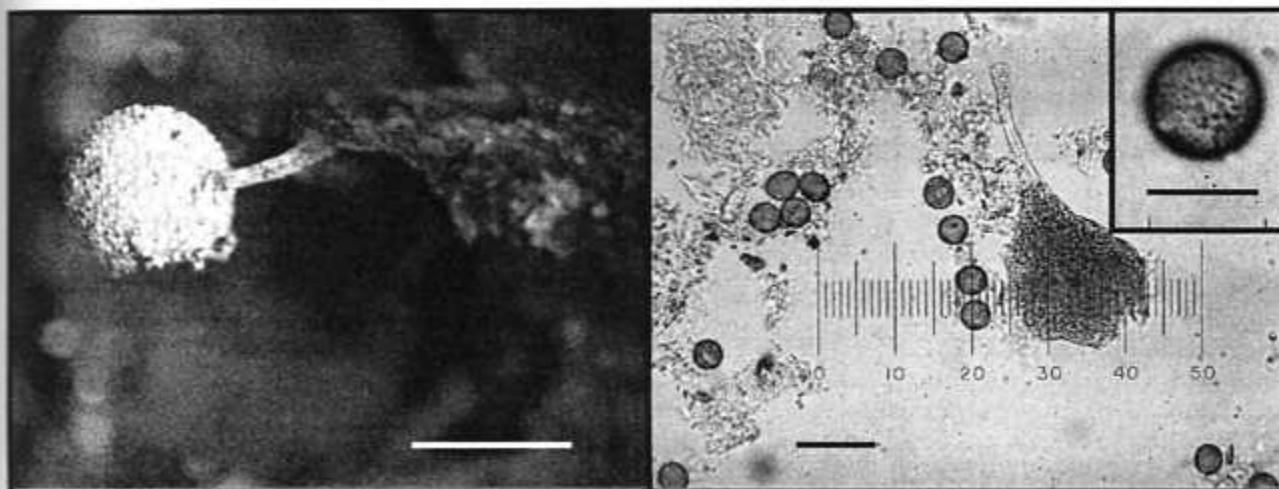


Figura 33. *Physarum leucopus* (USJ-82137). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Inseto: Esporangio cerrado, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio, engrosamiento de  $\text{CaCO}_3$  y esporas, barra = 25 mm.

Inseto: Detalle de la spora, barra = 10 mm.

***Physarum melleum* (Berk. & Broome) Masee 1892 (Figura 34)***Didymium melleum* Berk. & Broome 1873*Cystidium melleum* (Berk. & Broome) Morgan 1896*Didymium chrysopeplum* Berk. & M.A. Curtis 1873

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de agrupado a ligeramente agrupado, de 0,8 – 1,0 mm de alto. Esporoteca globosa, de 0,5 - 0,6 mm de diámetro (Figura 33), amarillo naranja a naranja (oac853 - oac811). Hipotalo conspicuo, ligeramente quebradizo a fibroso, algo discoide a ligeramente alargado, blanco (oac909). Estípite quebradizo, formado por  $\text{CaCO}_3$ , erecto, en algunos casos con ligeras estrías, blanco (oac909). Dehiscencia irregular. Peridio simple formado por una capa membranosa, naranja amarillenta (oac811), formada por  $\text{CaCO}_3$  granular. Sin columela, con pseudocolumela globosa, blanca (oac900).

Capilicio formado por filamentos simples, algo ramificados, de 1 - 2  $\mu\text{m}$  de diámetro, hialinos a ligeramente amarillentos (oac857), conectados por nódulos calcáreos, alargados, de 15 - 20 x 50 - 60  $\mu\text{m}$ , amarillos (oac899). Masa de esporas negra (oac904). Esporas globosas a subglobosas, apenas ornamentadas, verruculosas, pardo violáceo (oac625), de 7 - 9  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Sobre corteza de árboles vivos de *Quercus costaricensis* Liebm.

**Microhábitat:** Cámara húmeda

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). Común en el trópico. Comunicada de Panamá, Guatemala y Costa Rica (Farr 1976, Estrada-Torres *et al* 2000).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-583 (USJ-82099), marzo 2004.

**Comentarios:** Rara. Especie muy variable. Los especímenes observados crecieron sobre el vidrio del plato de Petri y fueron transferidos uno a uno a la caja de colección.

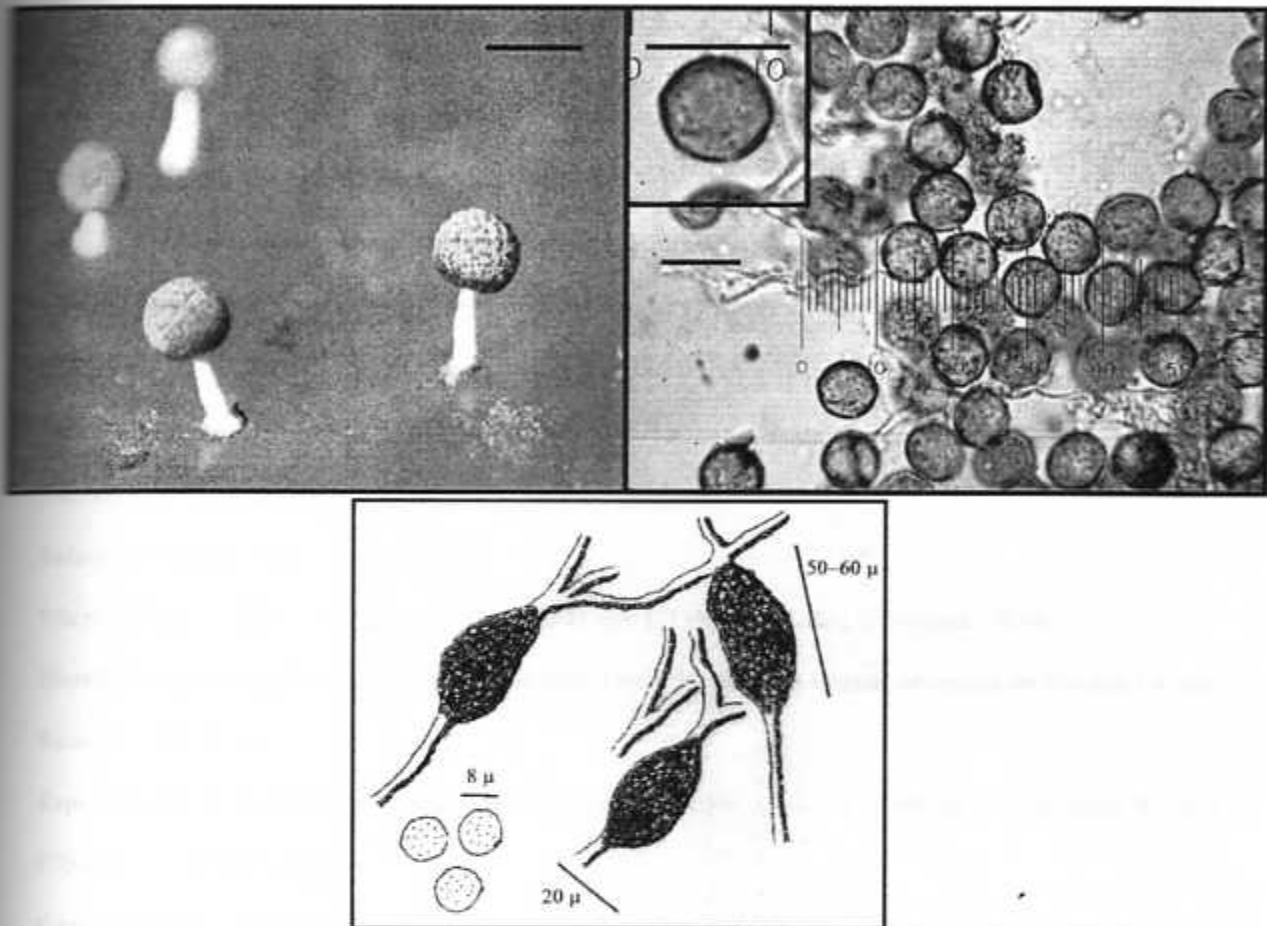


Figura 34. *Physarum melleum* (USJ-82099). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio y esporas, barra = 10  $\mu$ m. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m. Detalle de los nódulos calcáreos en el capilicio y las esporas, a escala.

***Stemonitis fusca* Roth 1787 (Figura 35)**

*Trichia nuda* With. 1792

*Stemonitis fasciculata* Pers. ex J.F.Gmel 1791

*Stemonitis maxima* Schwein. 1832

*Stemonitis nigrescens* Rex 1891

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, fuertemente agrupado, hasta 15 x 1 mm, pardo oscuro (oac623). Esporoteca cilíndrica elongada fuertemente (Figura 34), pardo oscuro (oac623). Hipotalo

membranoso, irregular, pardo claro (oac662) a incoloro, común a todo el grupo de esporangios. Estipite fibroso, brillante (su longitud equivale a casi el 50% de la longitud total del esporangio), negro (oac908). Dehiscencia irregular. Peridio membranoso, se pierde totalmente a la madurez, translúcido. Columela larga, termina casi al final de la esporoteca, negra (oac908).

Capilicio formado por filamentos de 1,0 - 1,5  $\mu\text{m}$  de ancho, lisos pero con ligeras salientes como espinas, pardo amarillento claro (oac662). Estos filamentos forman una red tridimensional cerrada hacia el borde de la esporoteca o en su parte superficial, con anillos de hasta 20  $\mu\text{m}$  de ancho. Masa de esporas marrón a pardo oscuro (oac604 - oac640). Esporas globosas, ligeramente ornamentadas, verruculosas, pardo violáceo (oac604), de 8 - 10  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Ramas secas.

**Microhábitat:** H 36,4%; pH 5,35; A 35,5 cm; D 45 cm; L 13%, ED Medio; V Expuesto; B No.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). En América Central se conoce de Panamá y Costa Rica (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-656 (USJ-82161), setiembre 2004.

**Comentarios:** Ocasional. Los especímenes encontrados corresponden a muestras típicas de la especie.

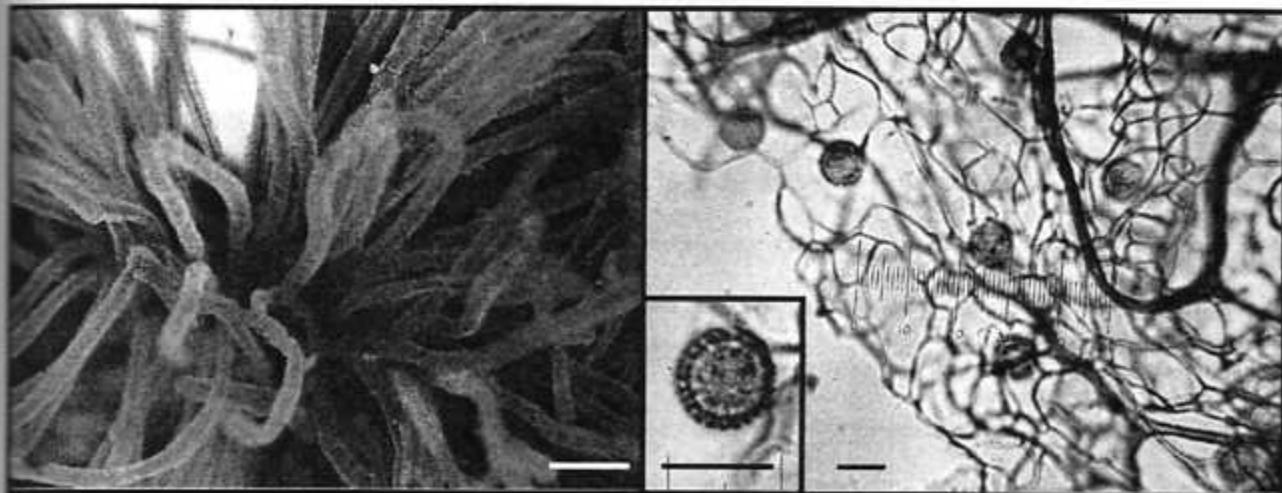


Figura 35. *Stemonitis fusca* (USJ-82161). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 3 mm. Derecha: Red capilicial no fragmentada y esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Stemonitis smithii* T. Macbr. 1893 (Figura 36)***Stemonitis axifera* var. *smithii* (T. Macbr.) Hagelst. 1944*Stemonitis ferruginea* var. *smithii* (T. Macbr.) G. Lister 1911*Stemonitis microspora* Lister ex Morgan 1894

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, con habito gregario, de 3,0 - 3,5 mm de alto. Esporoteca cilíndrica (Figura 35), con el ápice puntiagudo en algunas ocasiones, pardo oscuro (oac640), de 2,5 - 3,0 mm de alto. Hipotalo común para el grupo de esporangios, más o menos conspicuo, membranoso, negruzco (oac903) a transparente iridiscente. Estípote negro (oac902), ligeramente fibroso (su longitud equivale a casi el 45% de la longitud total del esporangio), elástico. Dehiscencia irregular. Peridio evanescente, membranoso, de apariencia translúcida, que se pierde a la madurez. Columela evidente, alargada, negra (oac902), llega hasta el final de la esporoteca.

Capilicio forma una red tridimensional no fragmentada de filamentos sobre la columela. Red capilicial marrón a pardo claro (oac639 - oac662), formada por filamentos interconectados de 1 - 2  $\mu\text{m}$  de diámetro, algunos de ellos con prolongaciones laterales cortas y libres. El espacio libre entre los filamentos puede llegar a ser mayor de 35  $\mu\text{m}$  y hay de 6 - 8 vueltas de capilicio entre la columela y el perímetro de la esporoteca. Red capilicial superficial cerrada, sin extremos libres ni aberturas. Masa de esporas pardo canela oscuro (oac660). Esporas pardo claro (oac674), casi lisas en apariencia, de tipo punteadas, de 4,5 - 5,0  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Troncos secos erectos, ramas secas, generalmente asociada a hepáticas.

**Microhábitat:** H 56,28%; pH 5,28; A 11,25 cm; D 10,25 cm; L 9,49%, ED Avanzado; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Desde Norteamérica hasta Panamá, México, Jamaica, Ecuador, Puerto Rico, Antigua, Dominica, Venezuela, Trinidad, Perú, Brasil, Chile, Argentina. Europa, Asia, Nueva Zelanda, (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976, Farr *et al* 1979). En Centroamérica se conoce de Panamá, Nicaragua y Costa Rica (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-534 (USJ-82058), marzo 2004; Ro-469 (USJ-82009), marzo 2004; Ro-530 (USJ-82054), marzo 2004 y Ro-535 (USJ-82059), marzo 2004.

**Comentarios:** Común. El porcentaje del alto total representado por el pie en algunas descripciones es sólo de un 20% (Mitchell 1999), mientras que en los especímenes observados fue de un 45 a un 50 %.

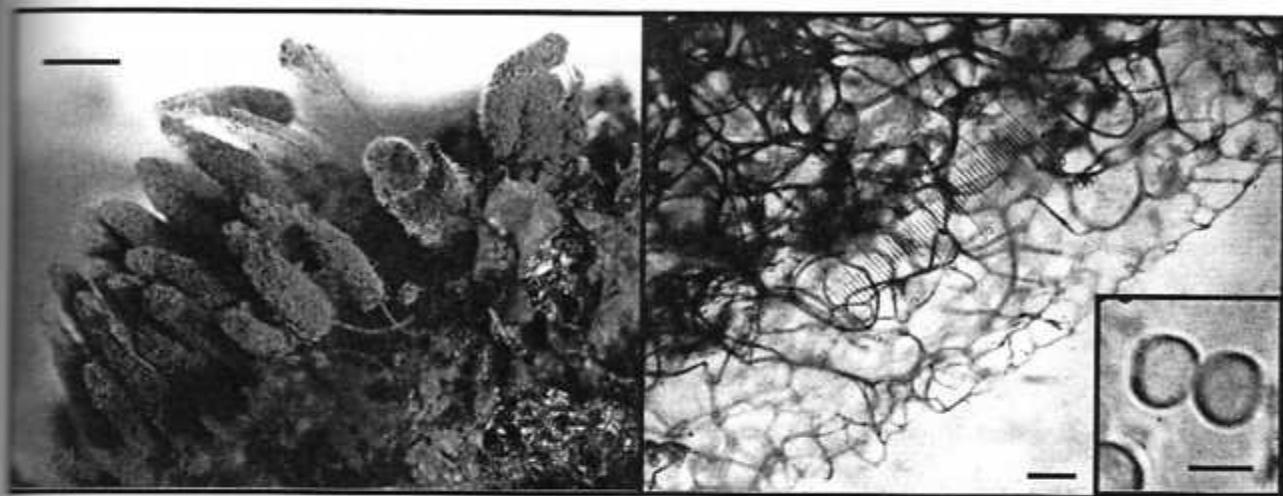


Figura 36. *Stemonitis smithii* (USJ-82058). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Red capilicial no fragmentada, barra = 25  $\mu$ m. Inserto: Detalle de la espora, barra = 5  $\mu$ m.

***Stemonitopsis hyperopta* (Meyl.) Nann.-Bremek. 1975 (Figura 37)**

*Stemonitis hyperopta* Meyl. 1918

*Comatricha typhina* var. *heterospora* Rex. 1893

*Comatricha typhoides* var. *heterospora* (Rex) Lister 1894

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de levemente solitario a agrupado, de 2,0 - 2,5 x 0,4 - 0,5 mm. Esporoteca cilíndrica, a veces un poco curvada (Figura 36), pardo claro a pardo oscuro (oac661 - oac638) en ejemplares viejos. Hipotalo conspicuo, negro (oac903), en ocasiones compartido por varios esporocarpos, membranoso, brillante. Estípite negro (oac902), con la base pardo oscura rojiza (oac642) bajo el microscopio, cilíndrico (su longitud equivale a casi el 35% de la longitud total del esporangio), brillante, fibroso, en algunos casos con la base comprimida lateralmente. Dehiscencia aparentemente irregular. Peridio

evanescente. Columela negra (oac902) que llega hasta casi el final de la esporoteca, donde se transforma en capilicio.

Capilicio pardo oscuro uniforme (oac639), formado por filamentos algo clásticos que dan origen a una red tridimensional fragmentada en la que las puntas quedan libres y se pueden encontrar extensiones libres pequeñas a modo de espinas. Anillos formados por el capilicio son angulares e irregulares en tamaño, expansiones membranosas presentes en algunas bifurcaciones de dos filamentos capiliciales. Masa de esporas pardo oscuro (oac639). Esporas globosas a subglobosas, ornamentadas con una serie de espinas o verrugas, que dan origen a un retículo, a veces no completo, apenas visible a 1000 ó 1600 aumentos, pardo naranja a pardo violáceas (oac673 - oac605), de 6 - 10  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Troncos erectos secos, ramas secas. A veces asociada a hepáticas.

**Microhábitat:** H 65,30%; pH 4,1; A 48,33 cm; D 6,67 cm; L 10,63%, ED Medio; V Ambos; B Si.

**Distribución:** Europa, Estados Unidos, Sudamérica, Jamaica, Puerto Rico, Chile, Argentina, Dominica, Japón (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976). En Centroamérica se conoce de Guatemala (Estrada-Torres *et al.* 2000).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-586 (USJ-82101), marzo 2004; Ro-671 (USJ-82170), setiembre 2004 y Ro-601 (USJ-82117), setiembre 2004.

**Comentarios:** Común. La muestra obtenida en cámara húmeda presenta el pie más grande y las esporas de mayor tamaño que las comunicadas en la literatura (estípíte equivale a 20% del tamaño total del esporangio, esporas 5-7  $\mu\text{m}$ , Martin & Alexopoulos 1969).

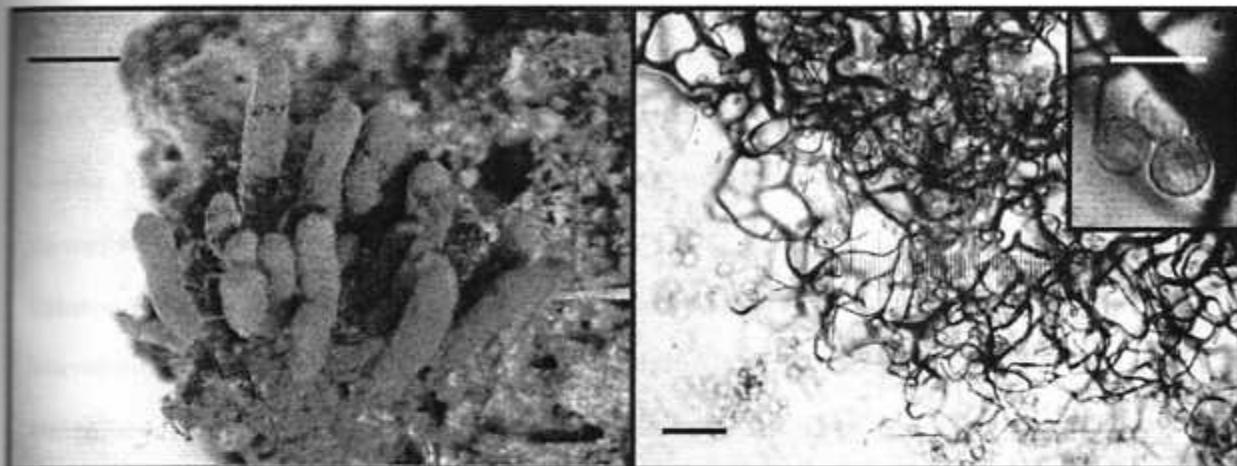


Figura 37. *Stemonitopsis hyperopta* (USJ-82177). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Red capilicial fragmentada, barra = 25  $\mu$ m. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m.

***Trichia botrytis* (J.F. Gmel.) Pers. 1794 (Figura 38)**

*Trichia fragilis* var. *botrytis* (J.F. Gmel.) Berl. 1888

*Stemonitis botrytis* J.F. Gmel. 1791

*Trichia serotina* Schrad. 1799

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de levemente agrupado a solitario, de 2,5 - 3,0 mm de alto. Esporoteca de subglobosa a piriforme (Figura 37), marrón rojizo (oac644), con líneas amarillas a pardo amarillentas (oac812 - oac806) en forma reticular en la parte superior, de 1 mm de diámetro. Hipotalo inconspicuo, a menudo se confunde con el substrato. Estipite pardo rojizo (oac657) más oscuro hacia la base de la esporoteca (hasta con tres tonos en algunas ocasiones), ligeramente fibroso. Dehiscencia de irregular a circular a partir de una línea horizontal en el medio de la esporoteca, deja un profundo calículo. Peridio doble, la capa externa ligeramente coriácea, lisa con visible material de desecho granular bajo el microscopio, pardo rojizo a pardo naranja (oac657 - oac672); la capa interna unida a la externa, membranácea, ligeramente amarilla (oac815) a translúcida, con líneas en diferentes direcciones. Sin columela.

Capilicio formado por eláteres no ramificados, enrollados sobre si mismos en forma de espiral, con 4-5 bandas entrelazadas en un túbulo hueco de alrededor de 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, a veces con engrosamientos de forma globular, amarillo pardo (oac813). Extremos puntiagudos, de 20-40  $\mu\text{m}$  de largo, con las puntas simples. Masa de esporas pardo naranja (oac714). Esporas subhialinas, subglobosas, apenas ornamentadas, ligeramente espinulosas o verruculosas, de 9 - 10  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Troncos erectos secos, ramas secas. En ocasiones asociada a hepáticas.

**Microhábitat:** H 49,19%; pH 4,3; A 74,5 cm; D 7,8 cm; L 10,83%, ED Avanzado; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Ampliamente distribuida en zonas templadas del hemisferio norte, Pakistan, India, Japón, República Dominicana, Brasil, Chile, Islas Juan Fernández, Argentina (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976, Maimoni-Rodella & Gottsberger 1980). No se ha comunicado en América Central.

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-578 (USJ-82094), marzo 2004; Ro-498 (USJ-82029), marzo 2004; Ro-527 (USJ-82051), marzo 2004; Ro-531 (USJ-82055), marzo 2004; Ro-532 (USJ-82056), marzo 2004; Ro-539 (USJ-82063), marzo 2004; Ro-675 (USJ-82172), setiembre 2004 y Ro-623 (USJ-82131), setiembre 2004.

**Comentarios:** Abundante. Los especímenes observados corresponden a muestras típicas de la especie.

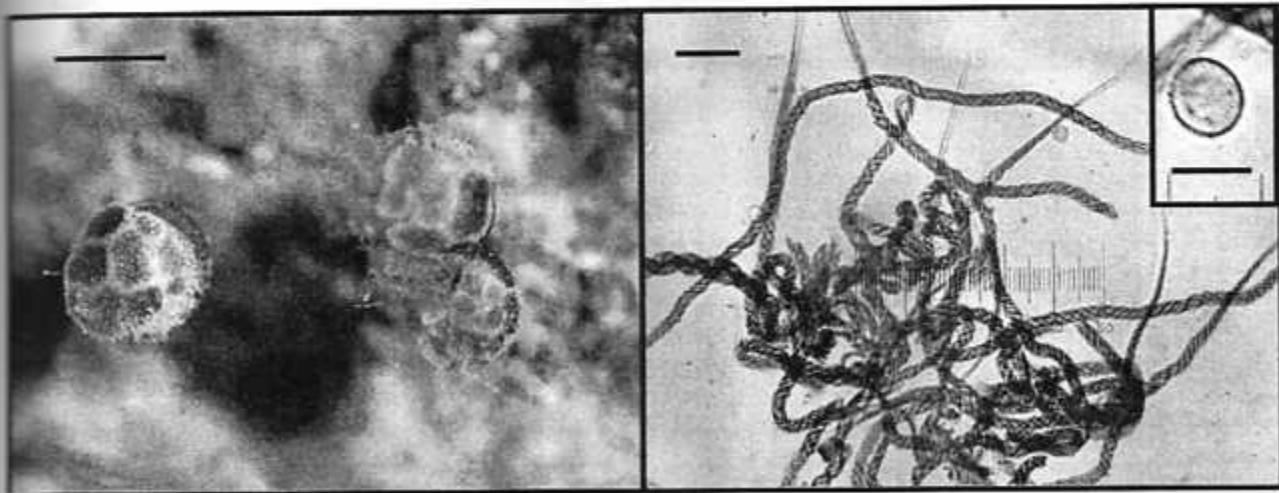


Figura 38. *Trichia botrytis* (USJ-82094). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio, barra = 25  $\mu\text{m}$ . Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu\text{m}$ .

*Trichia decipiens* (Pers.) T. Macbr. 1899 (Figura 39)

*Arcyria decipiens* Pers. 1795

*Lycoperdon pusillum* Hedw. 1780

*Trichia pusilla* (Hedw.) G.W. Martin 1949

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, agrupado, de 2,5 – 3,0 mm de alto. Esporoteca de piriforme a ovoide (Figura 38), amarillo pardo (oac804) cuando está cerrada, más o menos de 1 mm de diámetro. Hipotalo inconspicuo, difícil de observar en los especímenes recolectados; sin embargo, parece que varios esporangios comparten uno mismo. Estipite pardo oscuro (oac721) en la base a pardo naranja (oac728) en el comienzo de la esporoteca, fibroso, estriado longitudinalmente, a veces aplanado, relleno con cistes globosos, de más o menos 14 - 15  $\mu\text{m}$  de diámetro. Dehiscencia irregular pero comúnmente deja un calículo más o menos ancho del que se desprende el capilicio. Peridio membranoso, pardo naranja translúcido (oac798), con una especie de estrias circulares en la parte superior interna de la esporoteca.

Capilicio pardo naranja amarillento (oac811), ornamentado por 4 - 5 bandas espiraladas enrolladas sobre sí mismas, que forman un túbulo de más o menos 7  $\mu\text{m}$  de diámetro. A veces el filamento se enrolla sobre sí mismo. Masa de esporas pardo naranja a amarillenta (oac798 - oac812). Esporas globosas a subglobosas, con reticulación en algunos casos incompleta en zonas verrucosas, amarillo pálido (oac856), de 12 - 15  $\mu\text{m}$ , con un borde de hasta 1  $\mu\text{m}$  en sección media.

**Substrato:** Ramas secas, troncos secos erectos.

**Microhábitat:** H 76,47%; pH 4,77; A 30 cm; D 10 cm; L 9,36%, ED Avanzado; V Ambos; B No.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). En América Central se ha comunicado de Guatemala y Costa Rica (Farr 1976, Estrada-Torres *et al* 2000).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-555 (USJ-82076), marzo 2004 y Ro-516 (USJ-82042), marzo 2004.

**Comentarios:** Ocasional. Las muestras observadas corresponden a ejemplares típicos de la especie.

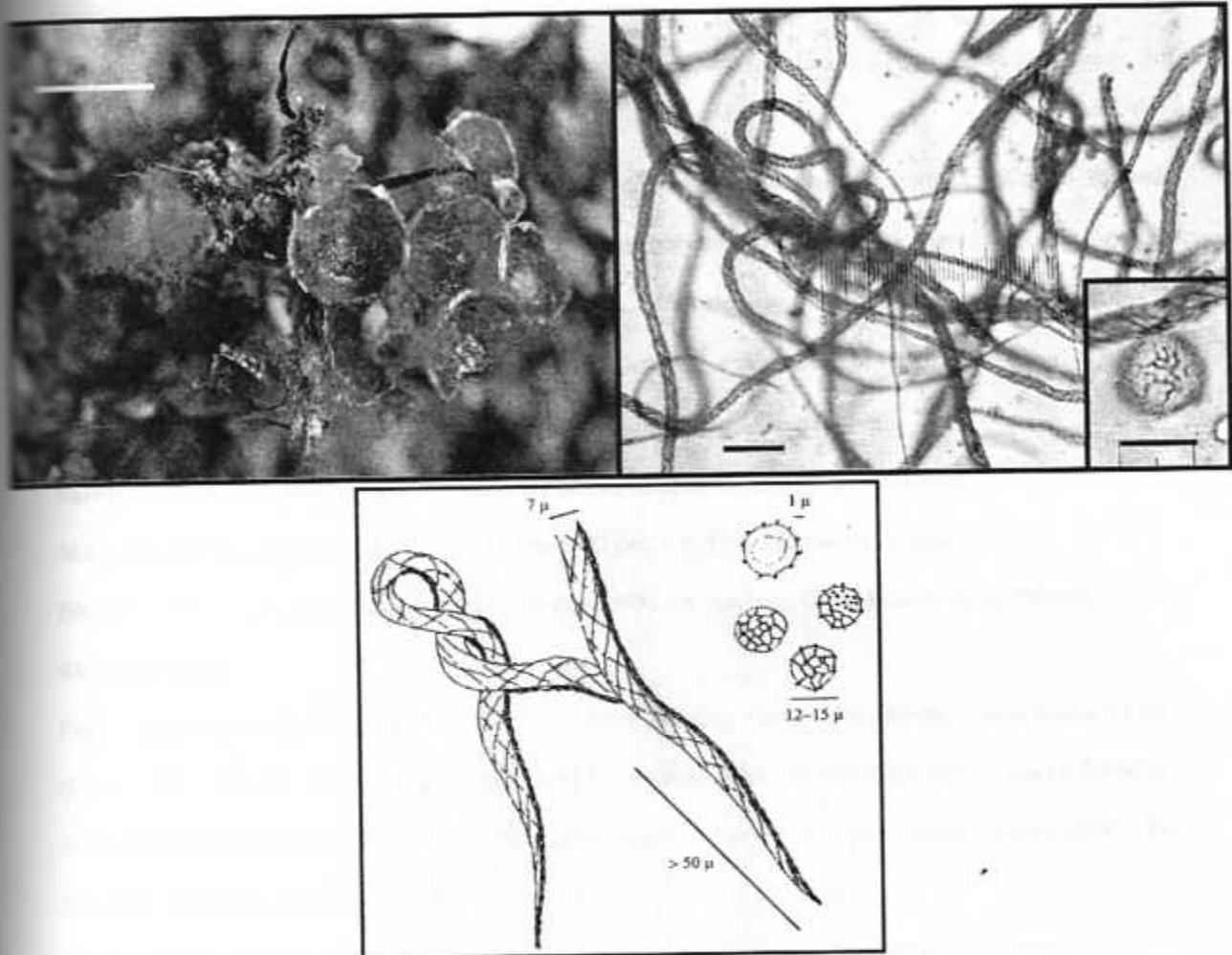


Figura 39. *Trichia decipiens* (USJ-82076). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio, barra = 25  $\mu$ m. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m. Abajo: Detalle de las puntas de los eláteres y esporas, a escala.

***Trichia favoginea* (Batsch) Pers. 1794 (Figura 40)**

*Lycoperdon favogineum* Batsch 1786

*Stemonitis favoginea* (Batsch) J.F. Gmel. 1791

*Sphaerocarpus chrysospermus* Bull. 1791

**Descripción:** Esporocarpo tipo esporangio, de sésil a subsésil, agrupado fuertemente, de 0,9 - 1,2 x 0,6 - 0,7 mm. Esporoteca hemisférica a turbinada (Figura 39), pardo amarillo a dorado (oac812 - oac853). Hipotalo

membranoso, común al grupo de esporangios, translúcido. Dehiscencia irregular. Peridio simple, membranoso, en algunos casos parece una extensión del hipotalo, translúcido a ligeramente iridiscente. Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio formado por eláteres simples, no ramificados, de alrededor de 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, formado por 4 - 5 bandas espirales, con algunas espinas muy pequeñas y esporádicas, pardo amarillo brillante (oac854). Extremos en punta, de alrededor de 10  $\mu\text{m}$ . Masa de esporas pardo amarillo naranja (oac811). Esporas subglobosas, fuertemente reticuladas, con puntos en las crestas de la reticulación, pardo amarillas (oac812), de 12 - 16  $\mu\text{m}$ , con un contorno en sección media de alrededor de 1  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Ramas muertas en el suelo, troncos muertos en el suelo, troncos muertos erectos.

**Microhábitat:** H 66,69%; pH 4,41; A 32,14 cm; D 22 cm; L 9,69%, ED Medio; V Ambos; B Si.

**Distribución:** Cosmopolita (Martin & Alexopoulos 1969). En América Central conocida de Panamá y Costa Rica (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-626 (USJ-82134), setiembre 2004; Ro-672 (USJ-82171), setiembre 2004; Ro-543 (USJ-82067), marzo 2004; Ro-589 (USJ-82105), marzo 2004; Ro-464 (USJ-82004), marzo 2004; Ro-577 (USJ-82093), marzo 2004 y Ro-552 (USJ-82074), marzo 2004.

**Comentarios:** Abundante. Los ejemplares estudiados corresponden a muestras típicas de la especie.

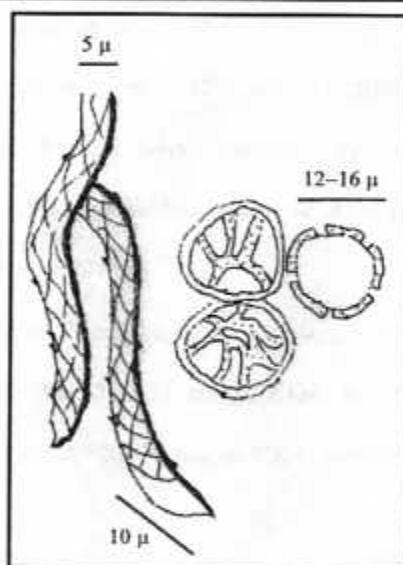
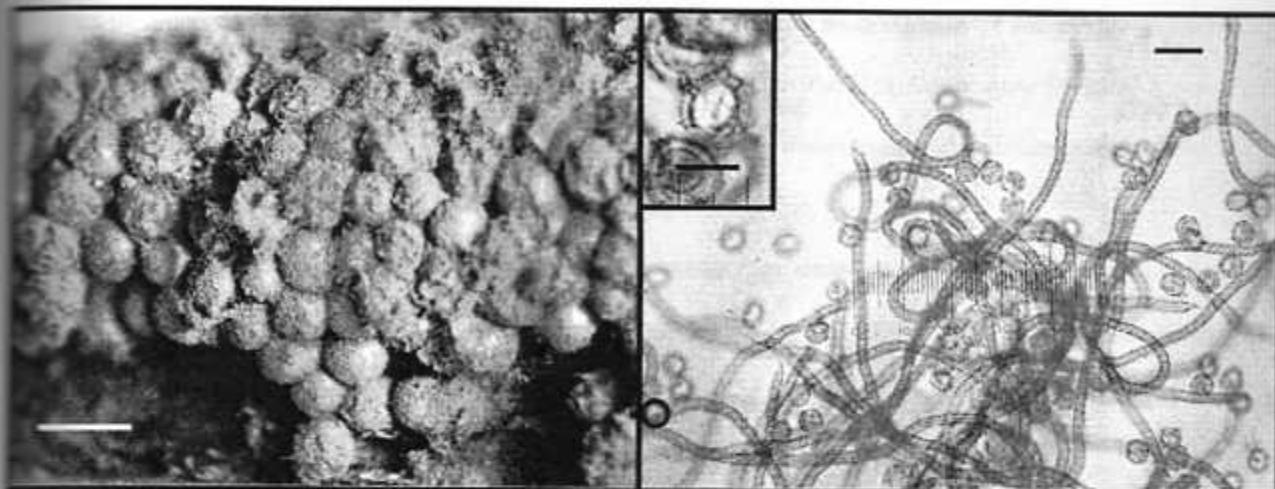


Figura 40. *Trichia favoginea* (USJ-82134). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio, barra = 25  $\mu$ m. Inserto: Detalle de las esporas, barra = 10  $\mu$ m. Abajo: Detalle de las puntas de los eláteres y esporas, a escala.

*Trichia verrucosa* Berk. 1859 (Figura 41)

*Trichia superba* Masee 1889

**Descripción:** Esporocarpio tipo esporangio, estipitado, de ligeramente agrupado a agrupado, de 1,0 - 1,5 x 0,8 - 1,0 mm. Esporoteca piriforme, amarillo naranja claro (oac852) cuando el peridio no se ha perdido a amarillo naranja oscuro (oac812) cuando está abierta (Figura 40). Hipotalo inconspicuo. Estípites aparentemente común

para un grupo de esporangios, corto, casi sésil en algunas ocasiones y hasta 0,6 mm de alto en otras, relleno con material granular algo amorfo, ligeramente fibroso, pardo rojizo (oac755). Dehiscencia irregular, a veces queda un calículo profundo no siempre bien formado. Peridio membranoso, en ocasiones iridiscente a translúcido. Sin columela ni pseudocolumela.

Capilicio naranja (oac811), formado por 3 - 4 bandas espiraladas en un túbulo flexuoso con ligeras espinas (muy pequeñas), con los extremos en puntas de más o menos 10  $\mu\text{m}$  de largo. Masa de esporas naranja (oac811). Esporas subglobosas, reticuladas, con crestas grandes, pardo amarillas (oac846), de 13 - 15  $\mu\text{m}$ , con un contorno visible en su sección media de hasta 2  $\mu\text{m}$ .

**Substrato:** Troncos secos erectos, ramas secas.

**Microhábitat:** H 56,54%; pH 4,95; A 34,38 cm; D 11,31 cm; L 12,01%, ED Medio; V Ambos; B Sí.

**Distribución:** Australia, Tasmania, Europa, Norte América, Sur América, Portugal, México, Dominica, Jamaica, Cuba, Brasil, Chile, Islas Juan Fernández (Martin & Alexopoulos 1969, Farr 1976). En América Central comunicada de Costa Rica (Farr 1976).

**Especímenes observados:** Costa Rica, San José, Pérez Zeledón: Cerro de la Muerte, Carlos Rojas Ro-547 (USJ-82069), marzo 2004; Ro-519 (USJ-82043), marzo 2004; Ro-568 (USJ-82008), marzo 2004; Ro-474 (USJ-82012), marzo 2004; Ro-511 (USJ-82037), marzo 2004; Ro-493 (USJ-82026), marzo 2004 y Ro-586 (USJ-82102), marzo 2004.

**Comentarios:** Rara. Sólo encontrada durante el verano. Los ejemplares observados corresponden a muestras típicas de la especie.

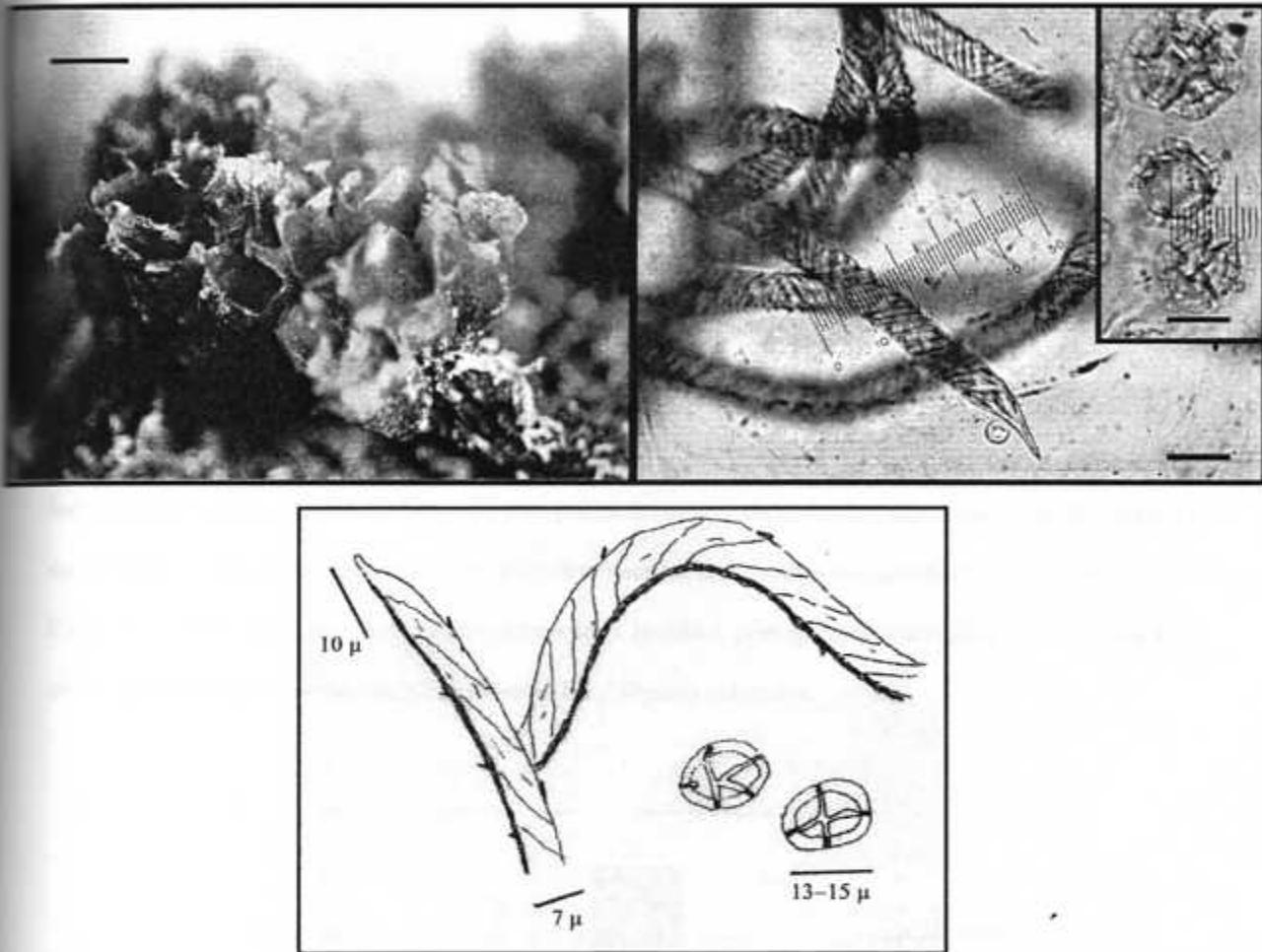


Figura 41. *Trichia verrucosa* (USJ-82069). Izquierda: Vista macroscópica, barra = 1 mm. Derecha: Capilicio, barra = 10 µm. Inseto: Detalle de las esporas, barra = 10 µm. Abajo: Detalle de las puntas de los eláteres y esporas, a escala.

## II. CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS

### MICROHÁBITATS Y TENDENCIAS GENERALES DE FRUCTIFICACION

#### A. Análisis general

Se recolectó un total de 38 especies de mixomicetes, 33 procedentes de las parcelas, y sólo 5 de cámaras húmedas. Se observó 212 fructificaciones, 131 (62%) recolectadas durante el periodo "seco" (menos lluvioso) y 81 (38%) durante el "lluvioso" y un promedio de 117 esporocarpos individuales por fructificación durante todo el periodo de muestreo. Las fructificaciones se encontraron sobre troncos, ramas y hojas secas. En algunos casos los especímenes estaban asociados a briófitos, principalmente hepáticas. En la Figura 42 se observa la distribución de las fructificaciones en los diferentes sustratos.

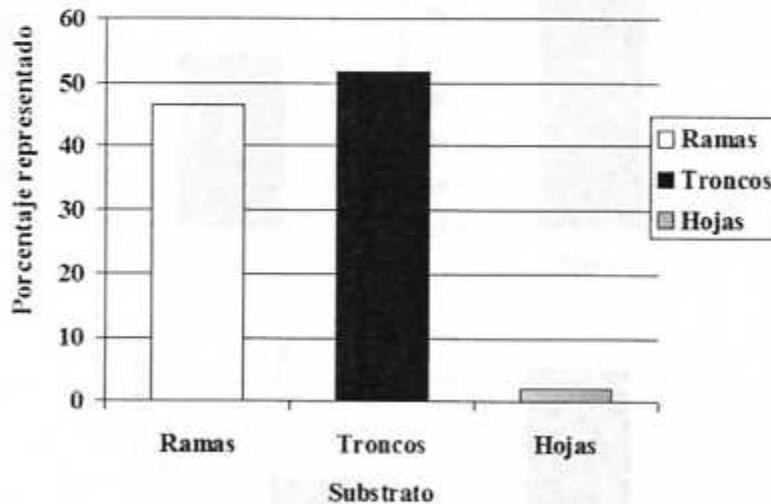


Figura 42. Distribución de los especímenes en los diferentes sustratos, en el Cerro de la Muerte, 2004.

Un 54% del total de especímenes, se encontró sobre troncos, ramas u hojas en contacto con el suelo y el restante 45% sobre troncos secos en posición vertical (Figura 43 B). Sin embargo, en un 60% de los casos las fructificaciones estaban sobre sustratos en contacto directo con el suelo, en tanto que el 40% restante estaba a alguna altura (Figura 43 C). Se observó un patrón inverso con respecto a la exposición al viento, en

este caso, el 63% de los mixomicetes se encontró en sitios muy expuestos (abiertos), en tanto que el 36% creció en sitios sin influencia aparente (cubiertos) de este factor (Figura 43 E). El 63% de las fructificaciones estaba sobre sustratos con indicios de podredumbre blanca, mientras que el 39% se observó en troncos o ramas con podredumbre café.

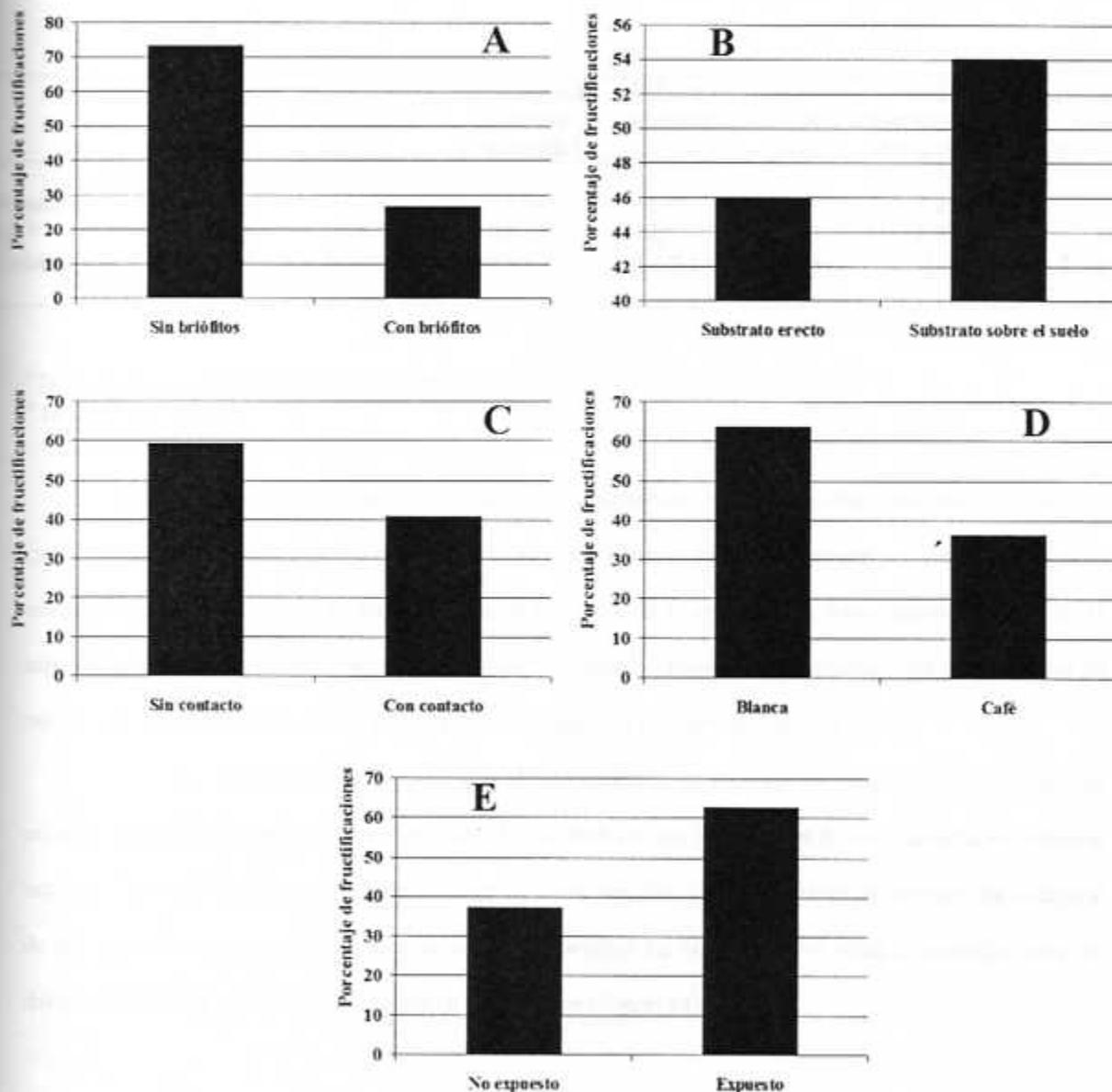


Figura 43. Distribución porcentual de las variables cualitativas medidas en el Cerro de la Muerte, 2004. A.

Presencia de bríofitos en el sustrato, B. Posición del sustrato, C. Contacto con el suelo, D. Tipo de podredumbre y E. Exposición al viento

El Cuadro 3 resume las características de distribución estadística de las variables microclimáticas. El pH, el grado de apertura del dosel y el estado de descomposición de los substratos fueron las características menos variables en el sitio de estudio, el resto mostró amplios ámbitos de variación.

Cuadro 3. Medidas para la caracterización de los substratos utilizados por los mixomicetes

	CF/F <sup>a</sup>	Diámetro de los troncos (cm)	Humedad del substrato (Porcentaje)	pH del substrato	Altura del substrato (cm)	Estado de descomposición del substrato	Apertura del dosel (Porcentaje)
Promedio	117,55	14,30	59,98	4,67	35,19	2,25	11,51
DE <sup>b</sup>	396,00	15,03	21,38	0,92	43,40	0,75	2,46
Ámbito	1-5000	0,5-70	0-86,4	2,7-7,1	2-170	1-3	7,3-16,6

<sup>a</sup> Número de cuerpos fructíferos por fructificación

<sup>b</sup> Desviación estándar

De acuerdo con los resultados, se obtuvo un mayor número de especies con el muestreo fresco en el campo (Figura 44 A). Sin embargo, con la técnica de cámaras húmedas también se obtuvo un número adicional de taxones (Figura 44 B). Con base en los datos de la curva A, se determinaron un total de 32 especies posibles de encontrar en el campo. No fue posible obtener una estimación del número total de taxones en cámara húmeda debido al bajo número de especies encontradas con esta técnica.

El análisis de componentes principales (PCA) realizado mostró que las variables microambientales no se encuentran relacionadas entre sí (Cuadro 4). Es evidente que la dirección de las relaciones es diferente entre los aspectos determinados. Se observa que no existe una dirección definida de las variables hacia alguno de los componentes principales; y que las primeras variables no explican por sí solas la variación entre los datos de acuerdo al porcentaje acumulado de la variación (Figura 45).

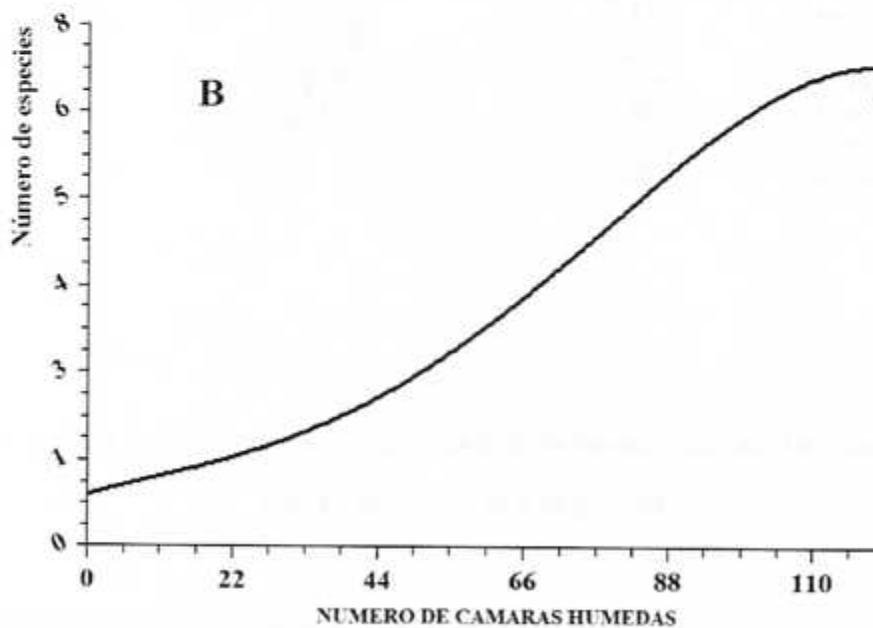
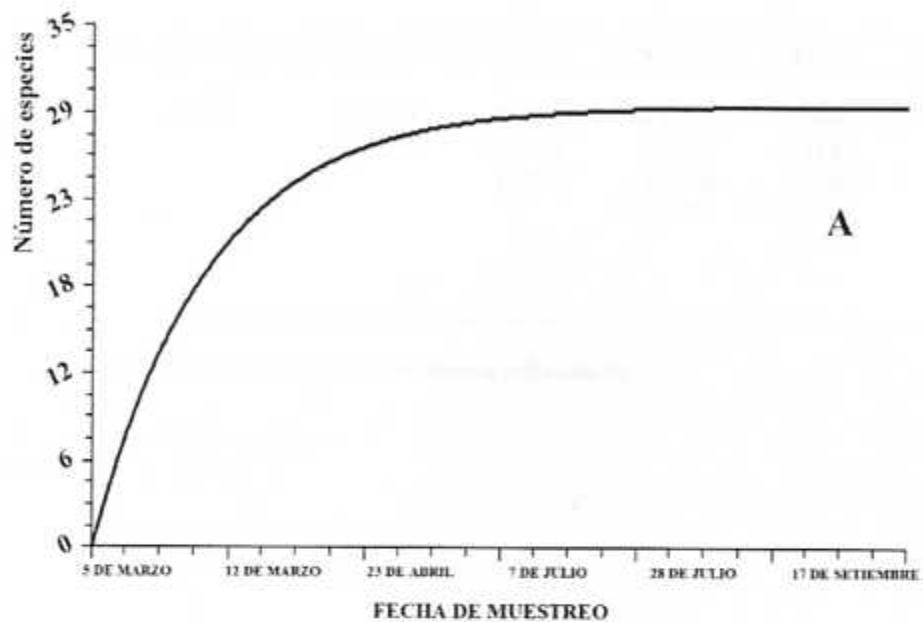


Figura 44. Curva acumulada de especies según muestreo: (A) con material fresco, (B) según técnica de cámaras húmedas (B), en el Cerro de la Muerte, 2004.

Cuadro 4. Matriz de correlaciones entre las variables numéricas

	<b>Ø tronco (cm) <sup>a</sup></b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>ED <sup>b</sup></b>	<b>AD (%) <sup>c</sup></b>
<b>Ø tronco (cm) <sup>a</sup></b>	1,0000	<b>-0,1494</b>	<b>-0,2259</b>	<b>0,1283</b>	-0,0090	-0,0595
<b>Humedad (%)</b>		1,0000	0,0449	0,0509	<b>0,1236</b>	0,0619
<b>pH</b>			1,0000	<b>-0,3184</b>	<b>-0,1623</b>	-0,0521
<b>Altura (cm)</b>				1,0000	0,0705	<b>0,2455</b>
<b>ED <sup>b</sup></b>					1,0000	0,0415
<b>AD <sup>c</sup></b>						1,0000

Las variables en negrita se encuentran significativamente relacionadas

<sup>a</sup> Diámetro del tronco

<sup>b</sup> Estado de descomposición del sustrato

<sup>c</sup> Porcentaje de apertura del dosel

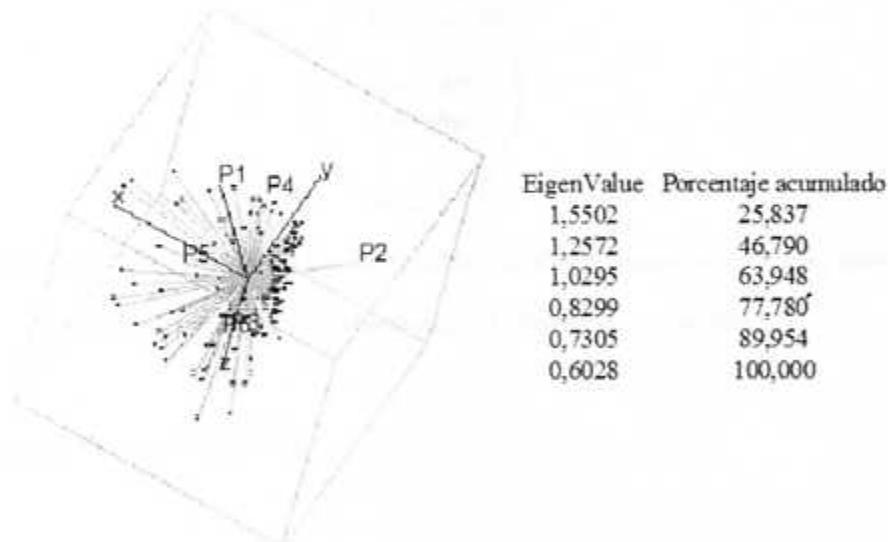


Figura 45. Análisis de componentes principales a partir de las correlaciones entre las variables numéricas medidas en el Cerro de la Muerte, 2004

#### B. Análisis de diversidad y estimación de la abundancia

El coeficiente de comunidad muestra que las parcelas son muy similares entre sí en términos de la composición de especies encontradas en ellas. Los valores de diversidad y equitatividad de Shannon para cada

parcela no presentaron diferencias entre parcelas ( $\chi^2 = 2,0$ , g.l.= 2,  $p = 0,37$  para el índice de diversidad) (Figura 46).

Se estimó el índice de diversidad general en 3,27 con un índice de equitatividad de 0,89. El indicador de diversidad taxonómica general (SG) se estimó en 2,11.

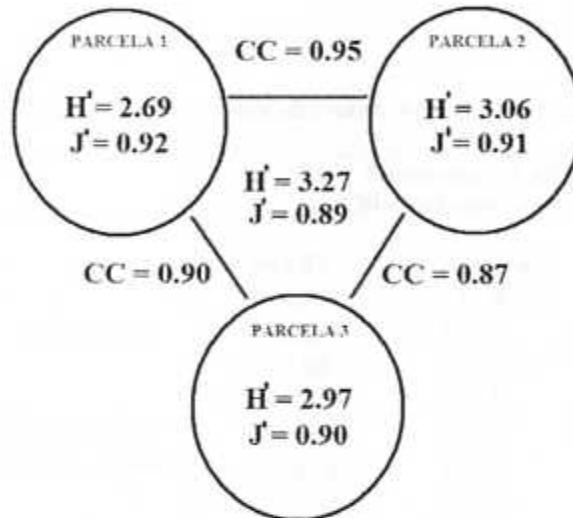


Figura 46. Estimadores de diversidad ( $H'$ ) y equitatividad ( $J'$ ) de Shannon para cada parcela y para el sitio de estudio. Coeficiente de comunidad (CC) obtenido entre parcelas.

### C. Diferencias microclimáticas entre parcelas

Debido a que la caracterización climática obtenida a partir de los datos del Instituto Meteorológico Nacional se consideró similar entre las parcelas, se asumió que no hubo diferencias macroclimáticas entre las mismas. La vegetación fue similar y la situación de las parcelas dentro del bosque eliminó en todos los casos el efecto de borde. Sin embargo, algunas de las variables que se midieron en el campo relacionadas con la calidad del sustrato sí mostraron diferencias microclimáticas entre parcelas (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Diferencias de las variables microclimáticas medidas según parcela de análisis

Variable	Resultado del ANDEVA o Chi-cuadrado correspondiente		
Humedad del substrato	F=1,20	g.l= 172	p = 0,2763
pH del substrato	F=1,77	g.l= 208	p = 0,1846
Estado de descomposición del substrato	F=0,61	g.l= 208	p = 0,4327

Cuadro 6. Diferencias de la calidad del substrato según parcela de análisis

Variable	Resultado del ANDEVA o Chi-cuadrado correspondiente		
Diámetro del tronco <sup>a</sup>	F=5,97	g.l= 208	p = 0,0153
Altura sobre el suelo <sup>a</sup>	F=8,24	g.l= 208	p = 0,0045
Contacto del substrato con el suelo <sup>a</sup>	$\chi^2=8,15$	g.l= 1	p = 0,0043
Exposición a la luz	F=2,80	g.l= 208	p = 0,0957
Exposición al viento	$\chi^2=2,54$	g.l= 1	p = 0,1103
Posición del substrato (erecto o no) <sup>a</sup>	$\chi^2=19,53$	g.l= 1	p = 0,0001
Presencia de briófitos sobre el substrato <sup>a</sup>	$\chi^2=4,69$	g.l= 1	p = 0,0303
Tipo de podredumbre	$\chi^2=0,30$	g.l= 1	p = 0,5810

<sup>a</sup> Variables que mostraron diferencias entre las parcelas

#### D. Análisis entre épocas de muestreo

Las dos épocas de muestreo difieren en el número de fructificaciones encontradas ( $\chi^2=11,72$ ; g.l= 1; p = 0,001) pero no en el número de especies observadas ( $\chi^2=0,30$ ; g.l= 1; p = 0,39). En la Figura 47 se observa que el número de fructificaciones decrece a medida que avanza la época lluviosa, mientras que el número de especies muestra un ligero aumento al final; sin embargo, la tendencia general en ambos casos fue similar.

Se encontraron diferencias entre las épocas de estudio de acuerdo a las variables medidas (Cuadro 7, Figura 48) y se observó variaciones en todos los factores medidos entre épocas. En la mayoría de los casos, excepto para el pH de la madera y el número de cuerpos fructíferos por fructificación, el valor promedio de

las variables medidas fue mayor en el periodo "lluvioso", pero sólo la humedad, el pH de la madera, la altura sobre el suelo y la exposición a la luz mostraron diferencias significativas.

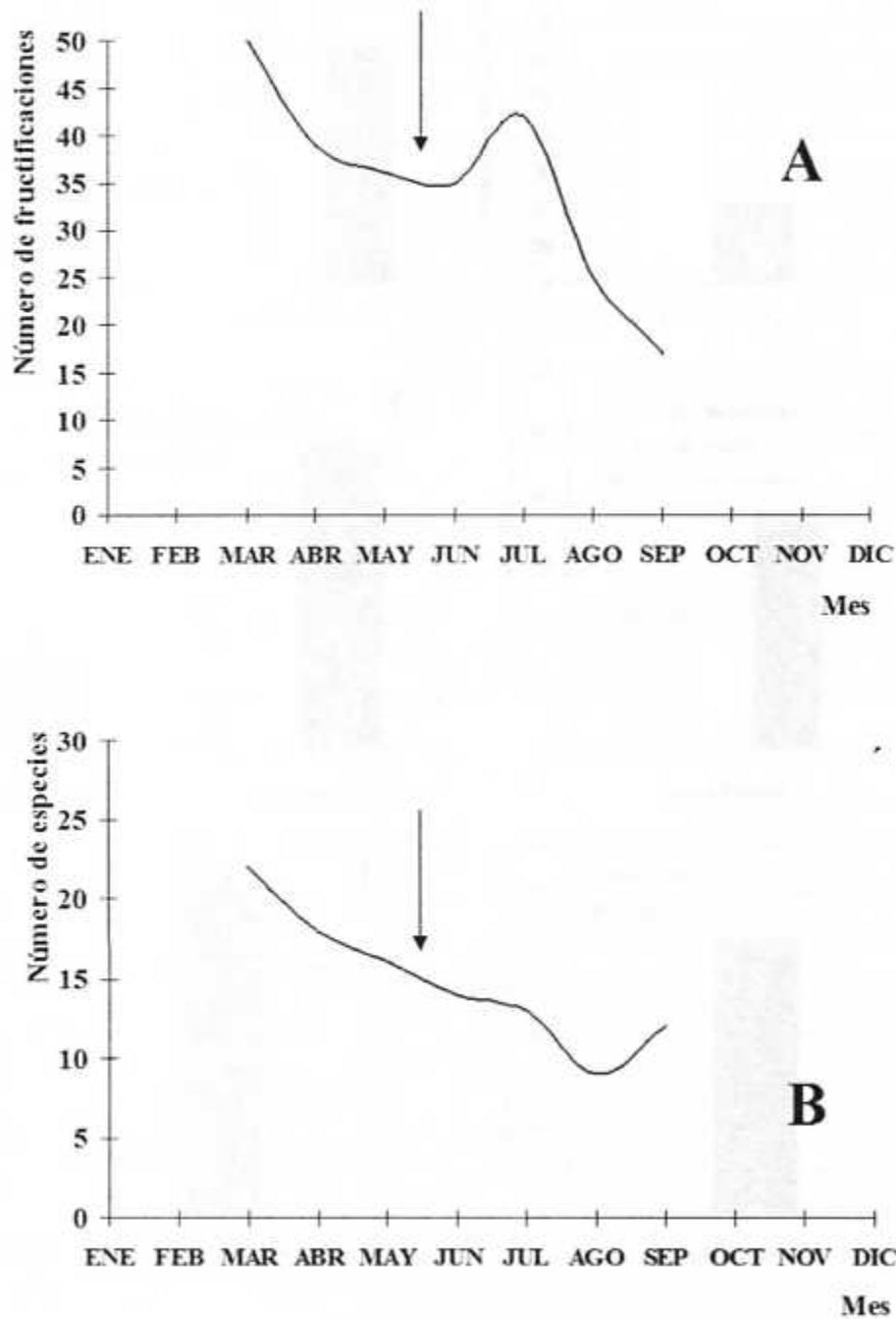


Figura 47. Registros del número de fructificaciones (A) y de especies (B) por mes, en el Cerro de la Muerte, 2004. La flecha marca el inicio de la época "lluviosa"

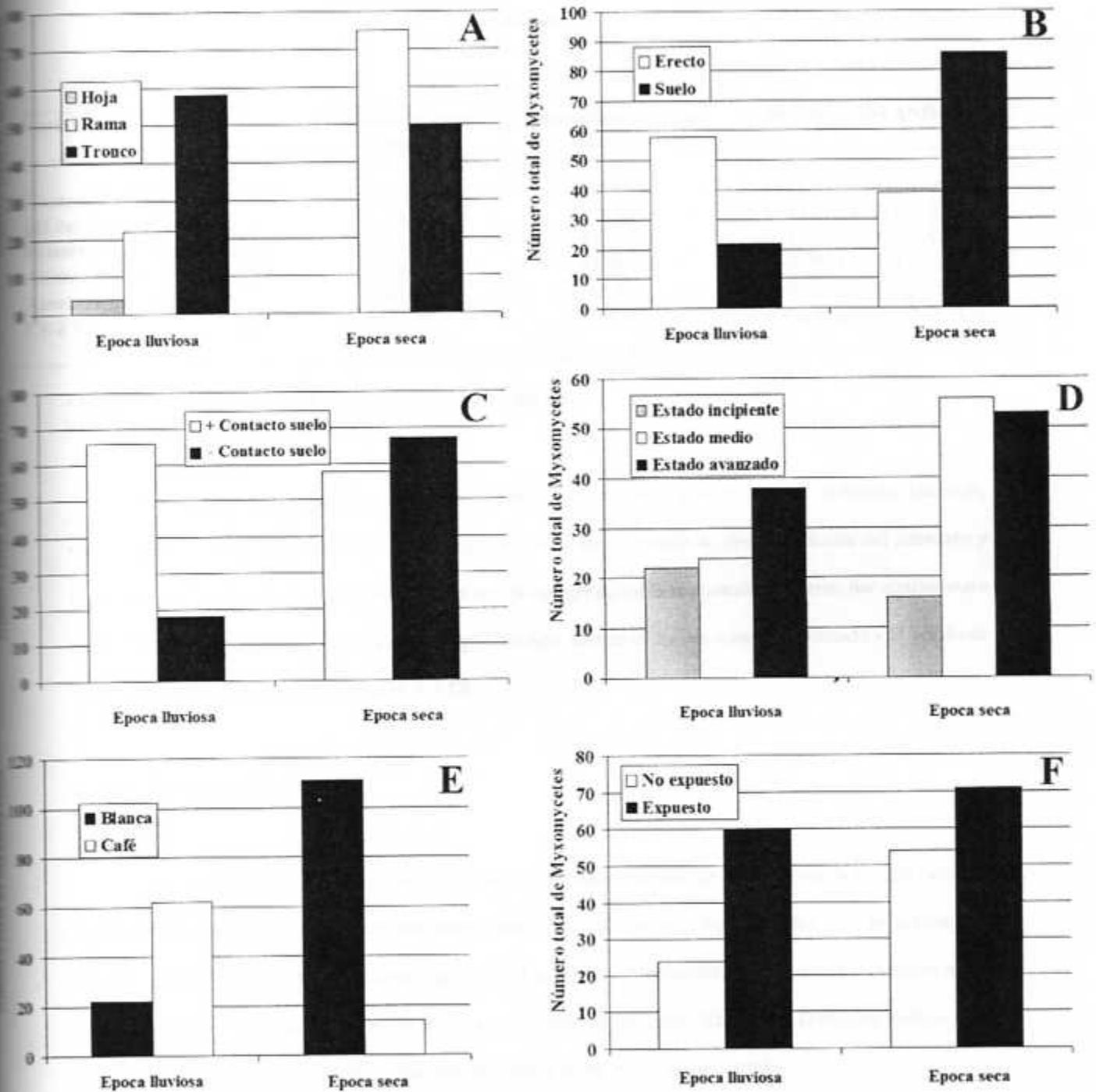


Figura 48. Distribución de las variables cualitativas medidas por periodo, en el Cerro de la Muerte, 2004.. A.

Tipo de sustrato, B. Posición del sustrato, C. Contacto del sustrato con el suelo, D. Estado de descomposición del sustrato, E. tipo de podredumbre asociada al sustrato, F. Exposición al viento

Cuadro 7. Valores promedio de las variables numéricas medidas por periodo de muestreo según análisis estadístico

VARIABLES	Promedio en periodo "seco"	Promedio en periodo "lluvioso"	Resultado del ANDEVA
Humedad del substrato (%) <sup>a</sup>	53,90%	66,42%	F=16,09; g.l= 1; p < 0,001
pH del substrato <sup>a</sup>	4,80	4,49	F=5,52; g.l= 1; p = 0,0198
Diámetro del substrato (cm)	13,01 cm	15,16 cm	F=1,02; g.l= 1; p = 0,3120
Altura sobre el suelo (cm) <sup>a</sup>	28,02 cm	45,84 cm	F=8,78; g.l= 1; p = 0,0034
Apertura del dosel (%) <sup>a</sup>	10,93%	12,37%	F=18,49; g.l= 1; p < 0,001
CF/F <sup>b</sup>	139,34	85,12	F=0,94; g.l= 1; p = 0,3330

<sup>a</sup> Variables que mostraron diferencias significativas entre épocas

<sup>b</sup> Cuerpos fructíferos por fructificación

Se observó una variación en la relación entre las categorías para el tipo de substrato utilizado, posición del substrato con respecto al suelo, contacto con el suelo, estado de descomposición del substrato y tipo de podredumbre entre épocas. Sólo la relación de categorías en la exposición al viento fue similar entre ambas. Los factores que mostraron el cambio más drástico, fueron el tipo de substrato utilizado y el estado de descomposición del substrato (Figura 48 A y D).

#### E. Análisis según taxones

La mayoría de los órdenes, con excepción de los Echinosteliales, se encontraron en los dos periodos de muestreo; sin embargo, se observan diferencias en los porcentajes representados por los mismos en términos de su diversidad y abundancia (Figura 50). Los órdenes Stemonitales y Physarales fueron los mejor representados en riqueza de especies, pero no los más abundantes. El orden Trichiales estuvo bien representado en riqueza de especies, y fue muy abundante junto con el orden Liceales.

Los géneros más comunes durante el periodo "seco" fueron *Cribraria*, *Lamproderma* y *Trichia* y durante el "lluvioso", *Cribraria*, *Ceratiomyxa* y *Didymium* (Figura 51).

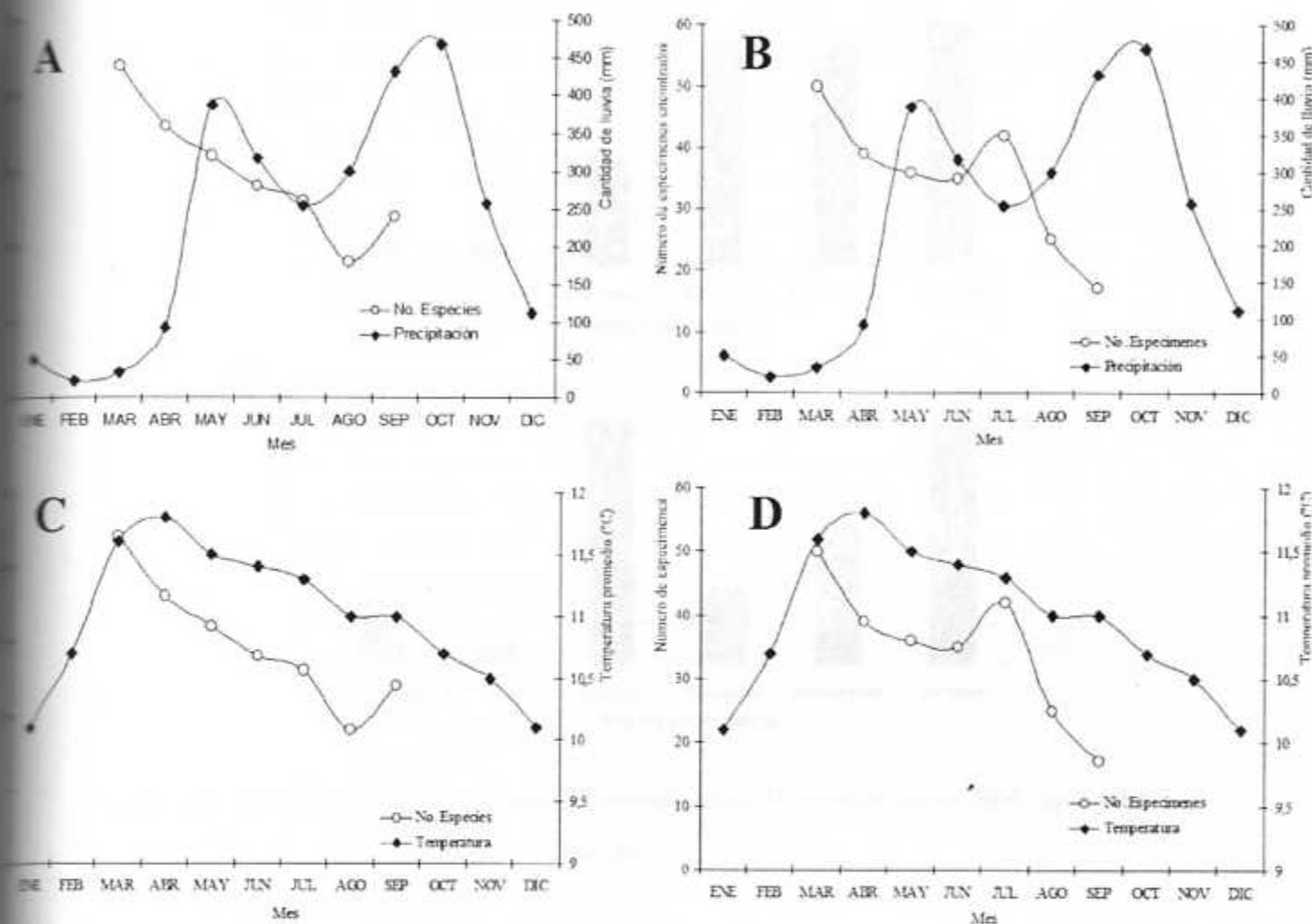


Figura 49. Número de especies y de fructificaciones en relación con la temperatura promedio y la precipitación en el Cerro de la Muerte, 2004. A, número de especies encontradas vs. precipitación. B, número de especímenes encontrados vs. precipitación. C, número de especies encontradas vs. temperatura promedio. D, número de especímenes encontrados vs. temperatura promedio.

No se observó ninguna tendencia clara con respecto al número de fructificaciones y la temperatura, en tanto que el número de especies tampoco se relacionó con la temperatura o la precipitación comunicadas para la zona de estudio. Sin embargo, el número de fructificaciones aumentó al disminuir la precipitación y disminuyó al aumentar la misma. (Figura 49 B).

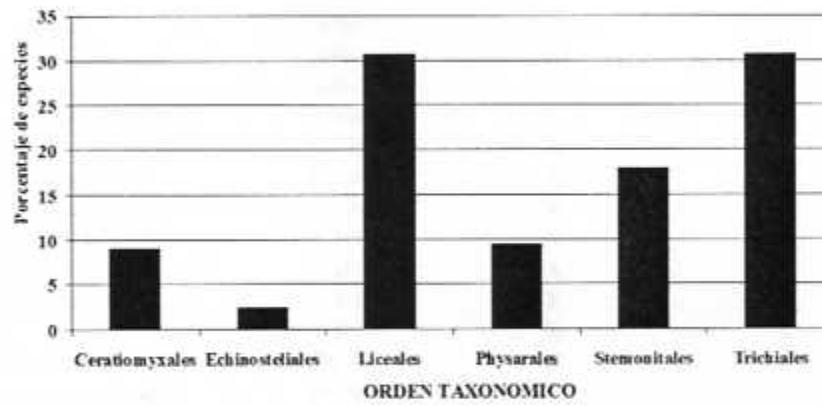
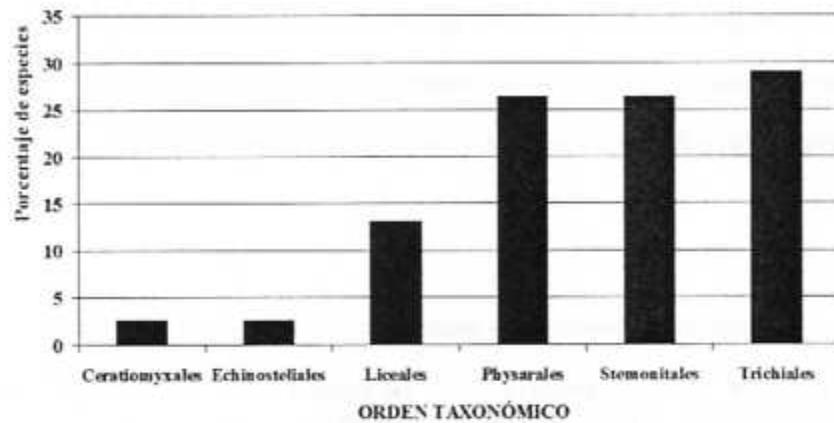


Figura 50. Riqueza de especies (A) y abundancia (B) encontradas en el Cerro de la Muerte, 2004, según orden taxonómico.

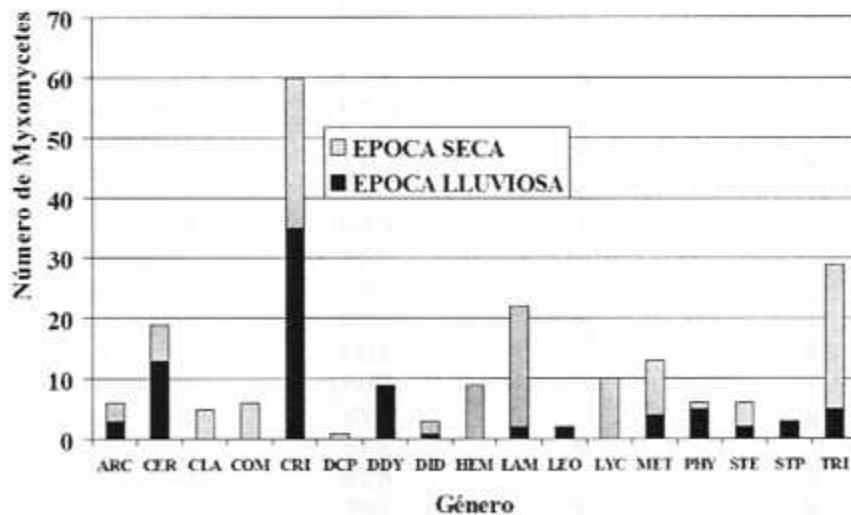


Figura 51. Cantidad de mixomicetes observados por género, según período, en el sitio de estudio (Ver Cuadro 8 para códigos de los géneros)

Hubo especies que sólo se encontraron en uno de los periodos de muestreo. Muchos de los Physarales, así como el género *Stemonitopsis* se recolectaron sólo en la época "lluviosa", en tanto que géneros como *Comatricha*, *Lamproderma*, *Diacheopsis*, *Lycogala* y *Metatrichia* sólo fueron recolectados durante el periodo "seco" (Cuadro 8).

Cuadro 8. Lista de especies recolectadas según periodo de muestreo

Especie	Código del género	Presente en periodo "seco"	Presente en periodo "lluvioso"
<i>Arcyria cinerea</i>	ARC	X	X
<i>Arcyria denudata</i>	ARC	X	
<i>Arcyria leiocarpa</i>	ARC	X	X
<i>Ceratiomyxa fruticulosa</i>	CER	X	X
<i>Clastoderma debaryanum</i>	COM	X	
<i>Comatricha pulchella</i>	COM	X	
<i>Comatricha tenerrima</i>	COM	X	
<i>Cribraria intricata</i>	CRI	X	X
<i>Cribraria mirabilis</i>	CRI	X	X
<i>Cribraria purpurea</i>	CRI	X	X
<i>Cribraria vulgaris</i>	CRI	X	X
<i>Diacheopsis</i> sp.	DCP	X	
<i>Didymium crustaceum</i> <sup>a</sup>	DDY	X	
<i>Didymium dubium</i> <sup>a</sup>	DDY		X
<i>Didymium squamulosum</i>	DDY		X
<i>Diderma chondrioderma</i>	DID		X
<i>Diderma</i> sp.	DID	X	
<i>Hemitrichia calyculata</i>	HEM	X	
<i>Hemitrichia serpula</i> <sup>a</sup>	HEM	X	X
<i>Lamproderma columbinum</i>	LAM	X	
<i>Lamproderma cribrarioides</i>	LAM	X	
<i>Lamproderma echinulatum</i>	LAM	X	
<i>Lamproderma sauteri</i>	LAM	X	
<i>Leocarpus fragilis</i>	LEO		X
<i>Lycogala epidendrum</i>	LYC	X	
<i>Metatrichia floriformis</i>	MET	X	
<i>Perichaena depressa</i> <sup>a</sup>	PER		X
<i>Physarum alpinum</i>	PHY		X
<i>Physarum brunneolum</i>	PHY	X	
<i>Physarum leucopus</i>	PHY		X
<i>Physarum melleum</i> <sup>a</sup>	PHY		X
<i>Stemonitis fusca</i>	STE		X
<i>Stemonitis smithii</i>	STE	X	
<i>Stemonitopsis hyperopta</i>	STP		X
<i>Trichia botrytis</i>	TRI	X	X
<i>Trichia decipiens</i>	TRI	X	
<i>Trichia favoginea</i>	TRI	X	X
<i>Trichia verrucosa</i>	TRI	X	

<sup>a</sup> Estas especies se encontraron sólo en cámara húmeda

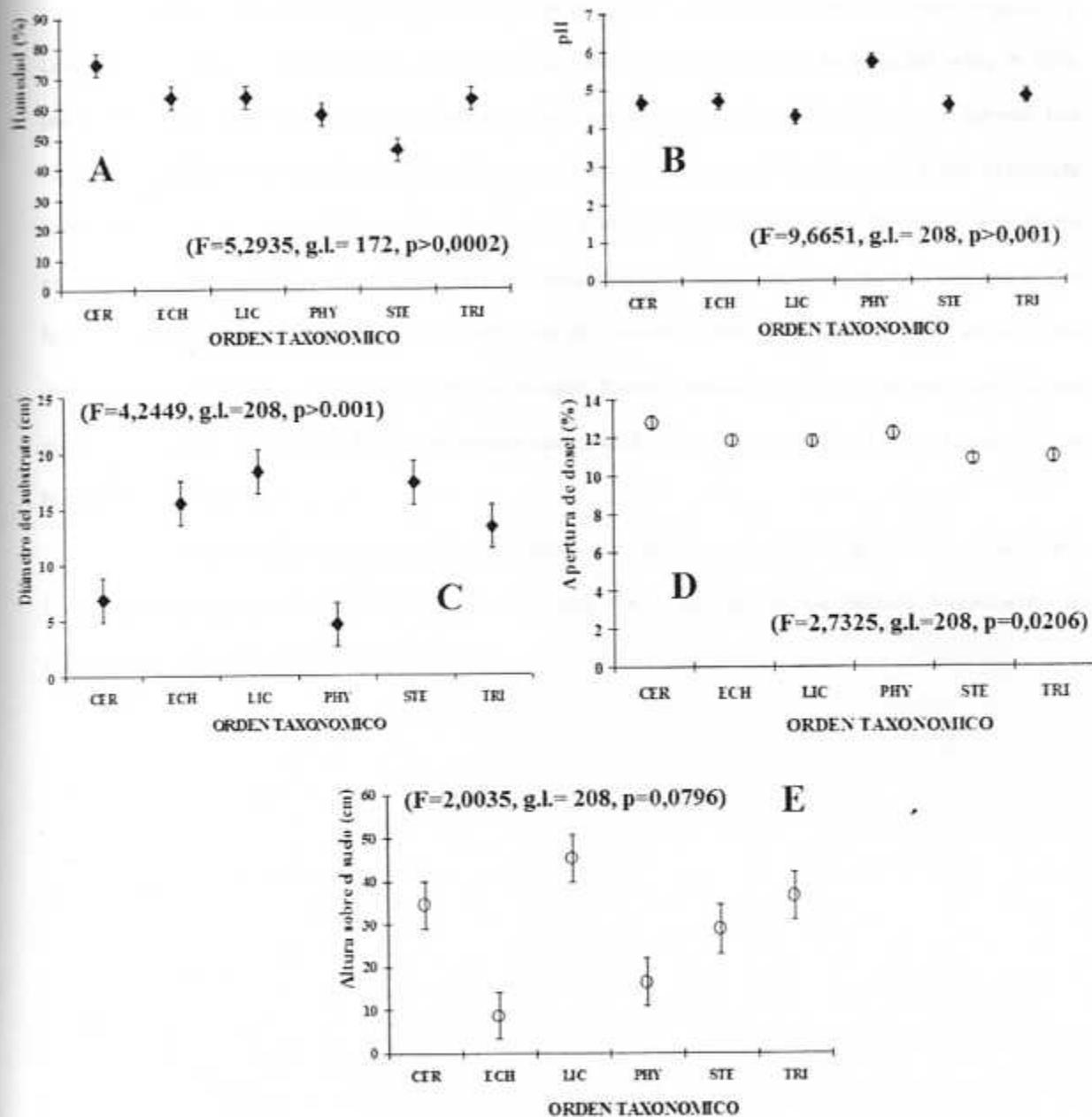


Figura 52. Tendencias microambientales por orden taxonómico. A. porcentaje de humedad del sustrato. B. pH del sustrato. C, diámetro del sustrato (cm). D, porcentaje de apertura de dosel. E, altura sobre el suelo (cm). C. Las barras corresponden al error estándar y el valor F al análisis de varianza.

Es interesante observar que hay algunas preferencias microambientales a nivel de orden (Figura 52). Los Ceratiomyxales se encontraron a niveles de acidez cercanos a 5 y grados de humedad sobre el 70%, principalmente en ramas secas todavía adheridas a los troncos y en las zonas más abiertas del bosque. Los Liceales fueron encontrados a los pH más bajos y en sustratos con una humedad intermedia, principalmente sobre troncos gruesos secos todavía erectos en zonas con una apertura intermedia del dosel. En el otro extremo fue hallado el orden Stemonitales, con una tendencia por los sustratos más secos y con una acidez intermedia, principalmente sobre las partes superiores de troncos gruesos secos sobre el suelo, en las zonas más cerradas del bosque. Las condiciones a las que fueron encontrados los Physarales también son interesantes, ya que crecieron sobre los sustratos menos ácidos, más cercanos al suelo y en zonas con una buena apertura del dosel.

Vale la pena mencionar que las cámaras húmedas montadas con la corteza de *Quercus costaricensis* Lieb. y el mantillo no dieron los resultados esperados. En la mayoría de las cámaras húmedas no se encontraron cuerpos fructíferos de mixomicetes.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

### Presencia de especies y análisis taxonómico

Investigaciones previas a este estudio, habían comunicado 126 especies de mixomicetes en Costa Rica (Schnittler & Stephenson 2000), en la presente investigación se reconocen 11 taxones diferentes, lo cual no es de sorprender ya que es la primera vez que se realiza un estudio de este tipo en las zonas altas de la Cordillera de Talamanca. Es muy posible que existan otros taxones aun no comunicados para la región (Schnittler & Mitchell 2000), debido a que muchas veces se han recolectado especímenes que no han podido ser identificados por el estado en que se encuentran las muestras.

Clark (2002) y Schnittler & Mitchell (2000) han discutido la dificultad taxonómica que presentan los mixomicetes y es obvio que la aplicación del concepto morfológico de especie en este grupo puede ser un poco problemática. A pesar de ello, la técnica de identificación morfológica es la más utilizada y representa la mejor forma de distinguir entre taxones (Lado & Pando 1997). Con base en esto, se decidió utilizar esta técnica en la presente investigación. Sin embargo, la tendencia actual se dirige hacia la utilización de técnicas de análisis moleculares, las cuales están en sus primeras etapas de aplicación en mixomicetes (Stephenson *com. pers.* 2005).

Como se mencionó anteriormente, resulta interesante el hecho de haber encontrado 38 especies en una zona a más de 3000 m de altitud, sobretodo porque el patrón general hasta ahora observado en todo el Neotrópico ha sido el de una disminución en el número de especies a medida que aumenta la altitud (Stephenson *et al* 2004b). Los robledales de altura, al menos en Costa Rica, parecen ser un ambiente particularmente rico en especies de mixomicetes. Ya varios investigadores habían hecho observaciones al respecto, pero, esta es la primera vez que se documenta la composición de especies en este tipo de comunidad tropical en Costa Rica. Cabe mencionar que Stephenson *et al* (2004b) en un estudio en el Área de Conservación Guanacaste habían comunicado, 51 especies en un bosque en Santa Rosa a 300 msnm y sólo 6 en un bosque nuboso en las laderas del Volcán Cacao a 1400 m. Stephenson *et al* (2004a) encontraron 66

especies a 1300 m y sólo 5 a 2700 m, en una zona similar a la del presente estudio, en la amazonia ecuatoriana.

Si se toma en cuenta los números anteriores, se podría considerar que 38 especies no es un número alto para un sitio definido en la mayoría de los bosques neotropicales (Schnittler *et al* 2002); sin embargo, por las condiciones particulares del lugar, puede ser tomado como un número de especies alto para una zona tropical de altura. Al comparar con datos obtenidos en otros países tropicales, por ejemplo con los estudios de Ogata *et al* (1996) en el sur de México, Maimoni-Rodella & Gottsberger (1980) en Brasil y Lado & Teysiere (1998) en Nueva Guinea, en los cuales se comunican 33, 34 y 40 especies respectivamente en bosques tropicales de bajura, se puede notar que la comunidad de mixomicetes de robledal del Cerro de la Muerte es bastante diversa y encuentra en este tipo de bosque las condiciones necesarias para poder sobrevivir.

Kappelle (1996) considera que en estos robledales es común encontrar troncos maduros secos, condición que Ogata *et al* (1996) mencionan como un elemento clave para el establecimiento de una comunidad de mixomicetes. Otro factor que puede favorecer el desarrollo de mixomicetes en estos bosques es la calidad de radiación que llega al sotobosque, la cual es alta en su relación infrarrojo a rojo (Lambers *et al* 1998) y que aparentemente puede favorecer la esporulación de muchos mixomicetes, al igual que la de muchas plantas, por un fitocromo fotosensible a relaciones entre estos tipos de luz (Lamparter & Marwan 2001, Stephenson & Stempen 1994). Esto conduce a pensar que las partes internas del bosque ofrecen mejores condiciones de desarrollo para algunas especies de mixomicetes que las zonas abiertas con alta radiación (Figura 43). El grado de protección a agentes ambientales que pueden afectar el desarrollo normal de un mixomicete joven, como son el viento y la radiación excesivos, es alto, dadas las características arquitectónicas de estos robledales, ya que ofrecen una protección extra, difícil de encontrar en zonas más abiertas.

El esfuerzo de recolecta de material fresco y de substratos para cultivo en laboratorio, es el factor de más peso que habría que tener en consideración en este tipo de estudios, ya que determina en gran parte la cantidad de individuos que se pueden encontrar. Es recomendable reconocer que son muchos los factores que determinan la abundancia de las especies, por lo que se debería detectar la mayoría de ellas en una serie de muestreos con intensidad y esfuerzo de recolecta similar (Schnittler *et al* 2002). Asimismo, debe también

realizarse un muestreo amplio de diferentes tipos de sustratos que puedan llevarse al laboratorio con el fin de obtener el mayor número de especies sustrato-específicas presentes en el sitio.

En la presente investigación la calidad de muestreo y la decisión de haber estudiado la presencia de mixomicetes en épocas diferentes aseguró una buena representación de la abundancia presente en la zona. Spiegel *et al* (2004) mencionan que con el tamaño de parcela utilizado es posible encontrar de un 50 a un 75% de las especies presentes en el primer año. Sin embargo, se presume que la falta de estudio de otro tipo de sustratos en laboratorio, por razones de orden logístico, ha llevado la lista de especies presentes en el sitio de estudio a un número menor al esperable. Schnittler (2001) y Schnittler & Stephenson (2002) han determinado que existen muchos sustratos y microhábitats "no tradicionales", muchas veces específicos para ciertos taxones en el Neotrópico, lo que abre una gran gama de posibilidades. Este hallazgo permitió, por ejemplo, que Schnittler *et al* (2002) aumentaran en 23 especies el número de mixomicetes conocidos de Ecuador al estudiar diferentes sustratos a los tradicionales, a pesar de que ese país era considerado como uno de los mejor conocidos en términos de estudio de mixomicetes.

En el presente estudio, se trató de trabajar con el mayor número de cámaras húmedas en el laboratorio, para asegurar una alta eficiencia y eficacia en el aislamiento de los individuos presentes en los sustratos. Las curvas acumuladas de especies, demuestran que ambas técnicas de muestreo, la de recolecta fresca y la de sustratos en cámara húmeda, fueron altamente efectivas. Esto permite estar seguros de que el número encontrado de especies fue muy cercano al número que se podría encontrar con este tipo de técnicas y por consiguiente, a la cantidad de especies presentes en condiciones naturales. Vale la pena mencionar que el uso de otro tipo de sustratos (por ejemplo inflorescencias, lianas o mantillo aéreo) o mixomicetes en estado plasmodial podría aumentar la lista de especies conocidas en la zona, según lo mencionado anteriormente.

Es interesante observar que a pesar de que los Liceales están mejor representados en zonas templadas, fueron muy abundantes en la zona de estudio (Stephenson & Stempen 1994). Por lo general son los Physarales los más frecuentes en el trópico (Maimoni-Rodella & Gottsberger 1980, Schnittler *et al* 2002, Stephenson *et al* 2004a, 2004b), tanto en términos de diversidad como de abundancia, pero en este caso, sólo se encontró alrededor de un 9% de fructificaciones pertenecientes a este grupo. Se sabe que las condiciones ácidas de los sustratos tropicales de altura (Schnittler & Stephenson 2000) no favorecen el crecimiento de los

Physarales, aspecto que coincide con el hecho de que éste fue el grupo encontrado a pH más básico en la presente investigación.

Aparentemente el efecto de los sustratos ácidos sobre la fructificación de este grupo está relacionado con la disminución en la dilución de carbonatos y la disponibilidad de compuestos para estructuras de  $\text{CaCO}_3$  en sus esporóforos (Alexopoulos *et al* 1996). Stephenson *et al* (2004a) investigaron la dinámica de una comunidad de mixomicetes de un bosque nuboso a una altura máxima de 2700 m en la amazonía ecuatoriana, y comunican más de un 50% de Physarales aislados de sustratos con un pH de 3,3-9,8, muy diferente al obtenido en la presente investigación (2,7-7,1). Todo parece indicar que a pesar de ser similares ambas comunidades, el pH tuvo un efecto importante sobre la fructificación de los diferentes grupos taxonómicos y quizás por ello, en el Cerro de la Muerte se haya observado una alta cantidad de Liceales, no esperados para una zona tropical.

Ahora bien, algunas especies como *Cribraria mirabilis*, *Lamproderma columbinum* y *Leocarpus fragilis*, comunicadas en bosques templados del hemisferio norte, fueron encontradas en el Cerro de la Muerte, pero es de esperar que también se encuentren en otras zonas altas de Centroamérica. De hecho algunos tipos de bosque de altura con afinidad nortea, como los de la Sierra de los Cuchumatanes en Guatemala, albergan algunas otras especies, también similares a las de bosques templados (Estrada-Torres *et al* 2000); sin embargo, la investigación mixomicetológica en otras zonas altas de Centroamérica es escasa o nula. En los estudios llevados a cabo en América del Sur, estos tres géneros no han sido muy comunes (Maimoni-Rodella & Gottsberger 1980, Schnittler *et al* 2002), esto puede ser debido a las diferencias en los tipos de bosque entre los hemisferios norte y sur, y a la falta de estudios de altura en esta región que tampoco permite una comparación más exacta.

#### Tendencias generales de fructificación

Los sustratos más comunes para los mixomicetes son troncos, ramas y hojas; tanto en bosques templados (Stephenson 1988, Stephenson *et al* 2000) como en tropicales (Stephenson *et al* 2004a), lo que coincide con este estudio. La asociación con hepáticas ha sido mencionada por otros investigadores (Stephenson & Studlar 1985, Schnittler 2001), pero ya que aparentemente los mixomicetes pueden aprovechar

otro tipo de sustratos en zonas tropicales, es recomendable hacer un estudio a fondo con otros sustratos en las zonas altas de nuestro país. Stephenson & Studlar (1985) mencionan el hecho de que los briófitos pueden atrapar las esporas en las numerosas cavidades de su superficie, y de esta manera actuar como cámaras húmedas naturales, por su capacidad de retención de humedad y proveer de un excelente microambiente a los plasmodios por las altas cantidades de bacterias que viven sobre ellos.

Muestreos preliminares entre el año 2001 y el 2003 en las zonas de Villa Mills, San Gerardo de Dota y a lo largo de la carretera interamericana (Schnittler & Rojas, datos sin publicar) han mostrado la existencia de al menos cuatro sustratos más en los que se encuentran frecuentemente los mohos deslizantes en las zonas abiertas de los robledales. Entre estos sustratos "no tradicionales" se encuentran los vástagos secos de *Cirsium subcoriaceum* (Less.) Petr., los frutos maduros de *Bomarea cf. hirsuta* (Kunth.) Herb., las hojas secas de *Myrrhidendron donnellsmithii* J.M. Coult & Rose y de *Chusquea* sp. Es interesante notar que con excepción de la última especie, las demás no se encuentran en las zonas internas de los robledales del Cerro de la Muerte (Kappelle 1996), lo que concuerda con lo observado en las parcelas analizadas.

Con respecto a la posición que ocupan los mixomicetes en los sustratos tradicionales, se observó que la parte superior de los troncos caídos fue la preferida; este lugar es en el cual los mixomicetes están más expuestos al viento, lo que ha sido considerado como normal en muchas otras investigaciones realizadas (Stephenson 2002, Schnittler *et al* 2002).

Las dos etapas cruciales del ciclo de vida de los mixomicetes son la fase de plasmodio y la fase de fructificación (Stephenson & Stempen 1994). La primera depende en gran porcentaje de la presencia de agua y la segunda de la capacidad de dispersión de las esporas, y subsecuente colonización de un sustrato adecuado. La humedad alta en el Cerro de la Muerte, ya sea por precipitación o por condensación de la neblina característica de su bosque, provee el agua necesaria que garantiza el desarrollo y establecimiento del plasmodio. La búsqueda de posiciones estratégicas para las fructificaciones, que aseguren una buena dispersión de esporas, sin que éstas germinen antes de tiempo por el contacto con la humedad del suelo, es crucial en la sobrevivencia de muchas especies de mixomicetes. Lo anterior es cierto para aquellas especies que dependen de agentes biológicos, como insectos u otros invertebrados y no del viento, para dispersión de sus esporas a nuevos sitios.

La mayoría de las especies de Trichiales y Liceales (mixomicetes con coloraciones brillantes y llamativas) fueron las que crecieron sobre troncos en el suelo sin presencia de hepáticas y han sido asociadas con la dispersión por insectos (Blackwell 1984, Newton & Stephenson 1990). Los Stemonitales (con coloraciones usualmente cripticas) se encontraron en gran medida asociados a hepáticas. En muchos casos, las especies presentaron estípites más largos de los comunicados (por ejemplo *Stemonitis smithii*, *Lamproderma columbinum* y *Stemonitis fusca*, tres Stemonitales). Estas mismas observaciones han sido comunicadas por Lado & Pando (1997) para algunas especies europeas, y han servido para establecer una serie de consideraciones taxonómicas importantes para las especies de la zona. Un aspecto importante documentado en parte en ese estudio, y observado en la presente investigación, es el tamaño diferente de las esporas entre una zona templada y una tropical, debido a que la epispora parece ser más gruesa en condiciones de alta humedad (Gray & Alexopoulos 1968). Este fenómeno se ha establecido como una adaptación para no germinar en condiciones de excesiva humedad como las observadas en el trópico (Schnittler *com. pers.* 2003).

La mayoría de los mixomicetes del Cerro de la Muerte fueron encontrados en zonas del bosque con una apertura media del dosel, sobre ramas o troncos caídos o en pie, en un estado de descomposición relativamente avanzado, y en consecuencia con un alto porcentaje de humedad y un pH ácido. Stephenson (1989) y Stephenson *et al* (2000) establecen estas mismas características como las predominantes en los bosques templados en los que se ha estudiado la ecología de estos organismos. Sin embargo, en zonas bajas y húmedas en el trópico, estos parámetros tienden a ser algo diferentes (Stephenson *et al* 1999, Schnittler 2001, Schnittler & Stephenson 2002, Schnittler *et al* 2002). Por lo tanto este patrón de tendencia de fructificación similar al observado en bosques templados es totalmente nuevo en el estudio mixomicetológico en el trópico, y representa un esfuerzo importante hacia el entendimiento de la ecología de los mixomicetes en la región.

#### Diversidad, abundancia y patrones entre periodos

Un factor importante al analizar una comunidad "fúngica", es la seguridad de que la comunidad como tal, tiene una unidad definida que permita de alguna forma caracterizarla desde el punto de vista taxonómico (Burnett, 2003, Spiegel *et al* 2004). En el caso de las parcelas de estudio, se observa una estructura determinada que hace pensar que efectivamente pertenecen a una comunidad definida. De hecho,

los coeficientes de comunidad entre las parcelas presentan valores altos, lo que permite determinar que la composición de especies entre las mismas no varía lo suficiente como para hacerlas pertenecer a una comunidad diferente.

Se asume que lo anterior puede estar relacionado con la estructura similar del bosque en cada parcela, lo que a su vez puede determinar la existencia de sustratos, factores microambientales, así como condiciones de dispersión y colonización similares. Sin embargo, la calidad de los sustratos varió entre las parcelas aunque no se encontraron diferencias en las otras variables microambientales analizadas. Esto hace pensar que las diferencias en la composición de especies entre las parcelas puede estar más bien determinada en mayor grado por el tipo de sustratos disponibles, lo cual concuerda con lo comunicado por Ogata *et al* (1996).

Las tres áreas, muestran índices de diversidad altos, incluso, el índice de diversidad general es aun más alto (3,27), esto es contrario a lo esperado en una comunidad tropical, ya que se considera que estos organismos son más diversos en zonas templadas que en bosques cercanos al Ecuador (Stephenson *et al* 2004b). Schnittler & Stephenson (2000) han comunicado un índice de diversidad máximo de 1,11 para un bosque seco en Guanacaste, valor que se puede obtener al estudiar un solo tipo de sustrato en zonas templadas (Stephenson 1989).

El indicador de diversidad taxonómica (valor S/G) es quizás un mejor parámetro para comparar comunidades de mixomicetes (Stephenson *et al* 1993). Este valor es alto en zonas tropicales y un poco menor para bosques templados. De los especímenes recolectados en Costa Rica por Alexopoulos & Saenz (1975), se obtiene un valor de 3,93, lo cual es comparable con el valor de 4,13 obtenido a partir de una comunidad tropical en la India (Stephenson *et al* 1993). Schnittler & Stephenson (2000) obtuvieron un valor de 2,4 para un grupo de datos proveniente de Norte América, lo cual es similar al 3,0 obtenido para algunas zonas templadas en Asia (Stephenson *et al* 1993). En zonas polares y tundras del hemisferio norte se han obtenido valores de 1,4 a 2,2 (Stephenson *et al* 2000). Lo interesante es que el indicador de diversidad taxonómica determinado en el presente estudio es de 2,11, lo cual es relativamente bajo para considerar una típica comunidad tropical (Stephenson *et al* 1993, Schnittler & Stephenson 2000).

Al analizar con un poco de detalle la comunidad, se observa que no sólo es muy abundante sino también diversa con respecto a los géneros *Cribraria*, *Lamproderma* y *Trichia*. Se encontraron cuatro

especies de cada género y de ellas, cinco taxones no comunicados antes para esta región, lo cual es sorprendente, puesto que esos tres géneros son característicos de los bosques templados (Stephenson & Stempen 1994). La aparición de especies comunes de otras zonas tropicales tales como *Hemitrichia serpula*, *Arcyria denudata* y *Ceratiomyxa fruticulosa*, hacen que la comunidad no se aleje mucho de lo esperado para el trópico. Sin embargo, de estas tres especies, la primera se encontró sólo en materiales puestos en cámara húmeda y de la segunda sólo se encontró un espécimen. Todo el patrón observado en la comunidad de mixomicetes en el Cerro de la Muerte sugiere que ésta se comporta, desde el punto de vista ecológico y taxonómico, como una comunidad similar a las de los bosques templados y no como una típica del Neotrópico (Stephenson *et al* 1993, Stephenson *com. pers.* 2005).

Como se mencionó anteriormente, las condiciones macroambientales no fueron muy diferentes durante el periodo de estudio, lo cual no parece favorecer una estacionalidad clara; sin embargo, la comunidad de especies parece mostrar una tendencia de fructificación variable en el tiempo cuando se analizan los taxones individualmente. Esto se puede observar a nivel de Órdenes, por ejemplo los Physarales fueron más abundantes en el periodo "lluvioso" y los Stemonitales en el periodo "seco". Evidentemente las estrategias de sobrevivencia son diferentes entre las especies (Gray & Alexopoulos 1968). En el caso de los Physarales, la presencia de agua abundante puede ayudarles en la formación de estructuras fructíferas al ser el  $\text{CaCO}_3$  soluble en ese medio; este grupo es el único que se ha comunicado en zonas con niveles extremos de humedad (Stephenson *et al* 2004a) y en los bosques tropicales, es el orden dominante (Stephenson *et al* 1993).

En general tanto el número de especies como de fructificaciones disminuyó conforme la época "lluviosa" se estableció, lo cual no es de extrañar. Las fructificaciones de los mixomicetes son normalmente pequeñas y frágiles, por lo que el efecto de la lluvia continua sobre las mismas puede destruirlas muy rápidamente (Stephenson & Stempen 1994). Spiegel *et al* (2004) proponen además, que la alta incidencia de hongos mixomiceticolas e invertebrados mixomicetófagos son un factor importante en la destrucción de mixomicetes en las épocas "lluviosas" en el trópico. En la presente investigación, se notó que el número de fructificaciones no expuestas al viento, por ejemplo, aumentó del periodo "seco" al "lluvioso", pero la relación entre expuestas y ocultas se mantuvo constante entre los dos periodos, esto puede representar una estrategia para reducir la destrucción de cuerpos fructíferos causada por la lluvia a lo largo del año y no en una temporada específica.

Debido a que son pocos los estudios ecológicos que se han realizado con mixomicetes, falta más información acerca de los patrones de fructificación a lo largo del año. En zonas templadas, por ejemplo, se conocen algunos patrones de estacionalidad en especies particulares, pero hay una carencia de estudios a mediano y largo plazo que ayuden a esclarecer el comportamiento de la mayoría de los taxones (Stephenson *et al* 2004b). Uno de los estudios relacionados con este tema es el de Maimoni-Rodella & Gottsberger (1980), en el cual determinaron los patrones de fructificación de mixomicetes en un bosque de bajura en Brasil. La tendencia de fructificación observada es semejante a la encontrada en este estudio. Se presentó una alta cantidad de individuos y de especies en los primeros meses del año, la cual disminuyó de forma notable en mayo y junio. Luego se observó un incremento en el número de individuos y taxones hacia setiembre y octubre, lo que corresponde con la tendencia observada en el Cerro de la Muerte.

Se ha intentado explicar este comportamiento con base en la humedad atmosférica, considerada como la variable macroambiental más importante para la dinámica de fructificación de una comunidad de mixomicetes (Stephenson & Stempen 1994). Lo anterior no fue corroborado en el estudio brasileño pero sí parece ser la situación en la investigación actual (Figura 49). Maimoni-Rodella & Gottsberger (1980) sugieren que la temperatura puede ser el factor más importante en el trópico debido a que el agua no es un recurso escaso como lo es en otras áreas. Consideran que la alta humedad ambiental a lo largo del año, tanto en el bosque tropical lluvioso brasileño, permite una dinámica general del ecosistema, en la que la disponibilidad de agua no es un factor limitante, condición que también se presenta en el Cerro de la Muerte.

Kappelle (1996) dice que en los robledales de la Cordillera de Talamanca, no es la variación temporal de la humedad, sino la de la temperatura, la variable más importante en la dinámica estacional del bosque. Sin embargo los datos del IMN indican que para la zona de Villa Mills y sectores aledaños, la temperatura promedio mensual varía apenas 1,7 °C mientras que la precipitación promedio pasa de unos 21 mm en febrero a más de 450 mm en Octubre. A pesar de lo anterior, se sabe que la condensación de la neblina mantiene el interior del robledal húmedo; sin embargo, al observar la tendencia de fructificación de mixomicetes en el año 2004 con respecto a los factores macroambientales, se ve que no es la temperatura sino la precipitación la que muestra un patrón inverso al del número de individuos encontrados. Conforme aumentó la precipitación, el número de fructificaciones disminuyó y viceversa. Incluso, se observa que hacia

el mes de julio hay una disminución en la precipitación que concuerda con un ligero aumento en el número de mixomicetes.

Sería interesante observar el fenómeno en un bosque tropical de bajura para observar si el patrón de fructificación se comporta como el dado por Maimoni-Rodella & Gottsberger (1980). En el año de estudio en el Cerro de la Muerte, la tendencia de fructificación se acerca a lo observado en bosques templados y no en el trópico. Parece ser que durante los periodos más secos del año, a pesar de la precipitación horizontal que mantiene la humedad en el sotobosque, la cantidad de agua en los substratos es diferente a la de los meses más húmedos (Cuadro 7), lo cual puede influir directamente en el ciclo de vida de los mixomicetes.

En todo caso, es bien conocido que periodos de estrés hídrico pueden inducir la fructificación de muchas de las especies de mixomicetes (Gray & Alexopoulos 1968, Stephenson & Stempen 1994). De acuerdo con esto, en los periodos "secos" se deberían encontrar una gran cantidad de fructificaciones (Spiegel *et al* 2004). Sin embargo, es muy probable que las fructificaciones inducidas en una época determinada aparezcan hasta el siguiente periodo, como se ha comunicado en zonas templadas (Stephenson & Stempen 1994) y pueda ocurrir en el trópico (Maimoni-Rodella & Gottsberger 1980). Cabe la posibilidad de que las fructificaciones que se obtuvieron en la época "seca" hayan sido inducidas a fructificar después del cambio en la humedad de los substratos producto de la "época".

Al poseer los mixomicetes una fase plasmodial, puede ser que al llegar la nueva temporada "lluviosa" se encuentran en su forma ameboide y no en su forma fructífera. Este modelo, propuesto en algún momento para el trópico por Alexopoulos (Stephenson & Stempen 1994) ha sido recientemente retomado por algunos otros investigadores (Stephenson & Spiegel *com. pers.* 2005). Si así fuera como ocurre en la naturaleza, es muy posible que la idea de que las zonas tropicales son pobres en mixomicetes, en realidad se debe a que carecen de fructificaciones como las zonas templadas durante ciertas épocas del año, pero no necesariamente esto implica carencia de especies de mohos plasmodiales (Maimoni-Rodella & Gottsberger 1980, Schnittler & Stephenson 2002). En los periodos tropicales lluviosos, el efecto mecánico destructor de la lluvia sobre los cuerpos fructíferos es alto, por ello quizás también se observen menos fructificaciones durante ésta época.

En el presente estudio se encontraron diferencias significativas en la humedad y pH de los substratos, así como en el grado de apertura del dosel entre periodos (Cuadro 7), lo cual es de esperar para un bosque de roble en las alturas de nuestro país. Al variar las condiciones macroclimáticas entre las épocas (nivel de

precipitación, humedad relativa y temperatura ambiental) pueden asimismo variar la humedad del sustrato y por consiguiente el pH. Al presentar el bosque patrones fenológicos en los que hay variación en la cantidad de hojas en el dosel, la apertura o cierre del bosque estará relacionada directamente con estos patrones. Kappelle (1996) encontró que en los robledales de Talamanca, existe un patrón de ligera estacionalidad ambiental y junto con ello, patrones de dinámica boscosa diferentes a lo largo del año.

Asociado a estas diferencias macroclimáticas se encontró un cambio significativo en el desplazamiento hacia arriba de las fructificaciones en ambos periodos, aspecto que fue evidente al observar las diferencias en la cantidad de mixomicetes sobre sustratos en el suelo y sustratos erectos en ambas épocas. Si bien, la capacidad de movilidad de estos organismos, especialmente en su fase vegetativa de plasmodio, es muy conocida (Alexopoulos *et al* 1996), el desplazamiento dependiente de la época no había sido documentado para una localidad específica hasta en este estudio (Stephenson *com. pers.* 2005), menos para una localidad en el Neotrópico.

Asimismo, se observaron diferencias entre épocas con respecto a la calidad de los sustratos utilizados. Tanto el tipo de sustrato como el contacto de éste con el suelo y el grado de descomposición del mismo, variaron en el tiempo. Parece ser que hubo una tendencia a un cambio en la estrategia de búsqueda de sustrato sobre el cual fructificar. En la época "seca" las fructificaciones fueron encontradas en su mayoría sobre ramas secas levantadas con podredumbre café en estado medio de descomposición mientras que en la época "lluviosa" los sustratos preferidos fueron los troncos erectos con podredumbre blanca en estado avanzado de degradación. Esta observación está muy relacionada con las especies encontradas en cada periodo (por ejemplo *Clastoderma debaryanum*, *Comatricha tenerrima*, *Didymium crustaceum*, *Lamproderma columbinum*, *L. cribrarioides*, *L. echinulatum*, *L. sauteri*), pero el fenómeno fue muy similar cuando se observaron sólo aquellas especies que fueron encontradas durante ambos (por ejemplo *Arcyria cinerea*, *A. leiocarpa*, *Ceratiomyxa fruticulosa*, *Cribraria intricata*, *Cr. mirabilis*, *Cr. vulgaris*, *Trichia botrytis* y *T. favoginea*). La única diferencia es que muchas de estas últimas muestran una tendencia por los sustratos más ácidos, como es el caso de la mayoría de los individuos del género *Cribraria*. Este comportamiento ya había sido observado por Schnittler en Ecuador (Stephenson *et al* 2004a).

Se sabe que los troncos con podredumbre café tienen una capacidad mayor de retención de agua que los con podredumbre blanca y que ésta genera a su vez sustratos más ácidos que la podredumbre café

(Alexopoulos *et al* 1996); estas condiciones junto con lo antes mencionado, pueden jugar un papel muy importante en la ecología de esta comunidad de mixomicetes de altura. Estas variables podrían inducir en épocas diferentes del año a una tendencia de fructificación variable, que determinaría variaciones no sólo en términos taxonómicos, sino en la abundancia relativa de las especies en una época determinada.

No es raro tampoco haber encontrado más mixomicetes sobre sustratos con indicios de podredumbre blanca. Schwarze *et al* (2000) dicen que hay más especies de basidiomicetes que generan podredumbre blanca que los que hay de podredumbre café, relación que también se observa en el trópico (Carranza *com pers.* 2005). La podredumbre café está más asociada a especies características de zonas templadas como las coníferas, en tanto que la blanca es más generalista (Alexopoulos *et al* 1996) Lo interesante es que la textura, la forma y la microbiología en general de la madera es muy diferente en ambos casos (Larsen *et al* 1982). En la presente investigación lo que parece haber sucedido es una fructificación diferencial de mixomicetes sobre sustratos con distintas condiciones microbiológicas en cada periodo y, asociado a este fenómeno, una composición diferencial de especies en el tiempo.

Si fuera del caso que durante el periodo "seco" en el Cerro de la Muerte la desecación de los sustratos sea fuerte, como es bien conocido para muchas de las zonas altas de la Cordillera de Talamanca (Kappelle 1996), no sería de extrañar que los mixomicetes se desarrollen sobre aquellos sustratos que aparte de proveerlos de fuentes de alimento y condiciones microecológicas favorables, les aporten el agua necesaria para las diferentes etapas de su ciclo de vida (Stephenson & Stempen 1994). Durante la época "lluviosa" es muy probable que la estrategia primordial de vida gire en torno a la poca disponibilidad de O<sub>2</sub> en ambientes saturados, lo cual conduce a un desplazamiento en altura de las fructificaciones, a una disminución en el número de especies encontradas o a una fructificación de grupos taxonómicos que sí requieren del agua, como es el caso de los Physarales.

Si esto es lo que ocurre en la zona de estudio, como ha sido sugerido para el trópico (Stephenson *com. pers.* 2005), puede representar de alguna forma la estrategia ecológica de los mixomicetes en el Cerro de la Muerte, por lo cual es razonable pensar que la tendencia a crecer en sustratos de calidad diferente en momentos distintos del año representa, al menos en parte, la forma en la que estos organismos logran sobrevivir y mantenerse como comunidad en un mismo sitio, a pesar de las condiciones ambientales

relativamente cambiantes de su entorno, que según Kappelle (1996) pueden ser muy extremas durante un año o en un mismo día.

Es importante mencionar que la presencia de ciertas especies y las tendencias de fructificación observadas en este estudio, no representan sino, la dinámica ecológica observada en el Cerro de la Muerte en un periodo relativamente corto de tiempo. Se hace necesario, por lo tanto, continuar con el estudio ecológico de estos organismos, tanto en el trópico como en las zonas templadas y subpolares, con el objeto de desentrañar de mejor forma cada vez, la dinámica comunitaria no estudiada hasta la fecha. Se recomienda además, comparar los resultados de este estudio, con aquellos que se puedan encontrar en otras zonas de vida en el trópico y aumentar el estudio de laboratorio con muchos otros posibles sustratos (por ejemplo inflorescencias, lianas o mantillo aéreo) sobre los que puedan crecer efectivamente los mixomicetes.

Estudios a largo plazo en un mismo sitio (de al menos tres años) son imprescindibles (Stephenson & Stempen 1994). Al ser organismos tan bien representados en casi todos los ambientes terrestres y poseer características de vida únicas, seguirán siendo el objeto de estudio de los mixomicetólogos por muchos años más, para poder dilucidar su dinámica ecológica.

## BIBLIOGRAFIA

- Alexopoulos, C. J. & J. A. Sáenz. 1975. The myxomycetes of Costa Rica. *Mycotaxon* 2(2): 223-271.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C.W. & M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*. 4a Edición. John Wiley and Sons, Inc. Nueva York. 869 p.
- Black, D., Stephenson, S. & C. Pearce. 2002. Myxomycetes associated with the aerial litter microhabitat in tropical forests of Northern Queensland, Australia. *Scripta Bot. Belg.* 22: 9.
- Blackwell, M. 1984. Myxomycetes and their arthropod associates. Pp 67-90. *En*: Wheeler, Q. & M. Blackwell (eds.), *Fungus/Insect Relationships: Perspectives in Ecology and Evolution*. Columbia University Press, Nueva York.
- Blackwell, M. & R. Gilbertson. 1984. Distribution and sporulation phenology of Myxomycetes in the Sonoran Desert of Arizona. *Microbial Ecology* 10: 369-377.
- Bills, G. & M. Foster. 2004. Formulae for selected materials used to isolate and study fungi and fungal allies. Pp 595-618. *En*: *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Mueller, G., Bills, G. & M. Foster (eds.). Elsevier Academic Press, Burlington, Massachussets, Estados Unidos.
- Bolaños, R. & V. Watson. 1993. Mapa ecológico de Costa Rica según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. Escala 1:200000. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- Burger, W.C. 1977. Fagaceae. Pp. 59-80. *En* Burger W.(ed.), *Flora costaricensis*. Fieldiana Bot. Ser. 40.
- Burnett, J. 2003. *Fungal Populations and Species*. Oxford University Press, Gran Bretaña. 348 p.

- Cannon, P., y B. Sutton. 2004. Microfungi on wood and plant debris. Pp 217-239. *En: Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods.* Mueller, G., Bills, G. & M. Foster (eds.). Elsevier Academic Press. Burlington, Massachussets, Estados Unidos.
- Clark, J. 2002. Myxomycete genetics and taxonomy. *Scripta Bot. Belg.* 22: 14.
- Cleef, A. & A. Chaverri. 1992. Phytogeography of the páramo flora of the Cordillera de Talamanca. Pp. 45-60. *En Baslev H. & J.L. Luteyn (eds.), Paramo: An Andean Ecosystem under Human Influence.* Academic Press. Londres.
- Eliasson, U. 1981. Patterns of occurrence of myxomycetes in a spruce forest in south Sweden. *Holarctic Ecology* 4: 20-31.
- Eliasson, U. 1991. The myxomycete biota of the Hawaiian Islands. *Mycological Research* 95(3): 257-267.
- Estrada-Torres, A., Lado, C. & R. Flores. 2000. Myxomycetes de Guatemala. *Stapfia* 155: 159-165.
- Estrada-Torres, A., Lado, C. & M. Rodriguez-Palma. 2001. Two new species of myxomycetes from a tropical deciduous forest of Mexico. *Mycologia* 93(4): 744-750.
- Farr, M. 1976. *Flora Neotropica Monograph No. 16 (Myxomycetes).* New York Botanical Garden, Nueva York, 304 p.
- Farr, M., Eliasson, U. & K. Dumont. 1979. Myxomycetes from Ecuador. *Mycotaxon* 8(1):127-134.
- Farr, M. 1981. *How to know the true slime molds.* Wm. C. Brown Company. Dubuque, Iowa. 186 p.

- Fiore-Donno, A. & S. Baldauf. 2002. A molecular phylogeny of the Myxogastrid slime molds. *Scripta Bot. Belg.* 22: 32.
- Gray, W. & C. Alexopoulos. 1968. *Biology of the myxomycetes*. The Ronald Press Company, Nueva York. 288 p.
- Härkönen, M. 1977. Corticolous Myxomycetes in three different habitats in southern Finland. *Karstenia* 17: 19-32.
- Hochgesadn, E. & G. Gottsberger. 1996. Myxomycetes from the state of São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 10:1-46.
- Ing, B. 1983. A ravine association of Myxomycetes. *Journal of Biogeography* 10: 299-306.
- Johansen, S., Haugli, K., Coucheron, D., Clark, J. & E. Haskins. 2002. Phylogeny of Myxomycetes based on combined nuclear SSU rDNA and LSU rDNA sequence data. *Scripta Bot. Belg.* 22: 44
- Kappelle, M. 1996. Los Bosques de Roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica: Biodiversidad, Ecología, Conservación y Desarrollo. Instituto Nacional de Biodiversidad: Universidad de Ámsterdam. 336 p.
- Kappelle, M., Cleef, A. & A. Chaverri. 1992. Phytogeography of Talamancan montane *Quercus* forests, Costa Rica. *Journal of Biogeography* 19:299-315.
- Krug, J. 2004. Moist Chambers for the development of fungi. Pp 590-594. *En: Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Mueller, G., Bills, G. & M. Foster (eds.). Elsevier Academic Press. Burlington, Massachussets, Estados Unidos.

- Lado, C. 2001. Nomenmyx. A nomenclatural taxabase of myxomycetes. Cuad. Trab. Fl. Mycol. Iber. 16: 1-201.
- Lado, C. & F. Pando. 1997. Flora Mycologica Iberica, Vol.2. Myxomycetes, I. Ceratomyxales, Echinosteliales, Liceales, Trichiales. J. Cramer, Madrid, Berlin, Stuttgart. 323 p.
- Lado, C. & M. Teyssiere. 1998 Myxomycetes from Equatorial Guinea. Nova Hedwigia 67(3-4): 411-431.
- Lado, C., Rodriguez-Palma, M. & A. Estrada-Torres. 1999. Myxomycetes from a seasonal tropical forest on the Pacific Coast of Mexico. Mycotaxon 71: 307-321.
- Lado, C., Estrada-Torres, A., Schnittler, M., Wrigley de Basanta, D. & S. Stephenson. 2002. Rapid biodiversity assessment of the Myxomycetes from the Yasuni Biosphere Reserve (Ecuador). Scripta Bot. Belg. 22: 59.
- Lamberts, H.; Stuart Chapin, F. & T. Pons. 1998. Plant Physiological Ecology. Springer-Verlag, Nueva York, Berlin, Heidelberg. 540 p.
- Lamparter, T. & W. Marwan. 2001. Spectroscopic Detection of a Phytochrome-like Photoreceptor in the Myxomycete *Physarum polycephalum* and the Kinetic Mechanism for the Photocontrol of Sporulation by  $P_{fr}$ . Photochemistry and Photobiology. 73 (6): 697-702.
- Larsen, M., Jurgensen, M. & A. Harvey. 1982. N<sub>2</sub> fixation in Brown-Rooted Soil Wood in an Intermountain Cedar-Hemlock Ecosystem. For. Sci. 28:292-296.
- Maimoni-Rodella, R. & G. Gottsberger. 1980. Myxomycetes from the forest and the Cerrado vegetation in Botucatu, Brazil: A comparative ecological study. Nova Hedwigia 34: 207-245.

- Martin, G. & C. Alexopoulos. 1969. *The myxomycetes*. University of Iowa Press, Iowa. 561 p.
- Martin, G., Alexopoulos, C. & M. Farr. 1983. *The genera of Myxomycetes*. University of Iowa Press, Iowa. 102 p.
- Miller, D., Krishnan, U., Barsamian, A. & D. Bhattacharya. 2002. Phylogenetic relationships of Myxomycetes inferred from nuclear and mitochondrial rDNA sequences. *Scripta Bot. Belg.* 22: 66.
- Mitchell, D. 1999. World inventory of myxomycete species. Descriptions and taxonomic references. CD ROM, distribuido en el Tercer Congreso Internacional sobre Sistemática y Ecología de Myxomycetes, Beltsville, Maryland, Estados Unidos. Versión 2002.
- Newton, A. & S. Stephenson. 1990. A Beetle/Slime Mold Assemblage from Northern India (Coleoptera, Myxomycetes) *Oriental Insects* 24:197-218.
- Novozhilov, Y. & M. Schnittler. 1996. Nivicole myxomycetes of the Khibine Mountains (Kola Peninsula). *Nordic Journal of Botany* 16 (5): 549-561.
- Novozhilov, Y., Schnittler, M. & S. Stephenson. 1999. Myxomycetes of the Taimyr Peninsula (north central Siberia). *Karstenia* 39: 77-97.
- Novozhilov, Y., Schnittler, M., Rollins, A. & S. Stephenson. 2001. Myxomycetes from different forest types in Puerto Rico. *Mycotaxon* 77: 285-299.
- Ogata, N., Rico-Gray, V. & D. Nestel. 1996. Abundance, richness and diversity in a Neotropical Forest Ravine. *Biotropica* 28(4): 627-635.

- Raghu, K. & I. Kalyanasundaram. 2002. The effect of vegetation on the distribution of Myxomycetes on a tropical mountain. *Scripta Bot. Belg.* 22: 76.
- Ramirez-Ortega, J., Estrada-Torres, A. & E. de Luna. 2002. A cladistic analysis of Myxomycetes based on an exploratory survey of morphological characters. *Scripta Bot. Belg.* 22: 77.
- Schnittler, M. 2001. Foliicolous liverworts as a microhabitat for Neotropical Myxomycetes. *Nova Hedwigia* 72: 259-270.
- Schnittler, M. & Y. Novozhilov. 1996. The myxomycetes of boreal woodlands in Russian northern Karelia: a preliminary report. *Karstenia* 36: 19-40.
- Schnittler, M. & Y. Novozhilov. 1998. Late-autumn myxomycetes of the Northern Ammergauer Alps. *Nova Hedwigia* 66: 205-222.
- Schnittler, M. & D. Mitchell. 2000. Species diversity in Myxomycetes based on the morphological species concept - a critical examination. *Stapfia* 73: 55-62.
- Schnittler, M. & S. Stephenson. 2000. Myxomycete Biodiversity in four different forest types in Costa Rica. *Mycologia* 92 (4): 626-637.
- Schnittler, M., Stephenson, S. & Y. Novozhilov. 2000. Ecology and distributions of *Barbeyella minutissima* (*Myxomycetes*). *Mycological Research* 104 (12): 1518-1523.
- Schnittler, M. & S. Stephenson. 2002. Inflorescences of Neotropical herbs as a newly discovered microhabitat for myxomycetes. *Mycologia* 94(1): 6-20.

- Schnittler, M., Lado, C. & S. Stephenson. 2002. Rapid biodiversity assessment of a tropical myxomycetes assemblage – Maquipucuna Cloud Forest Reserve, Ecuador. *Fungal Diversity* 9:135-167.
- Shannon, C & W. Weaver. 1963. *The mathematical theory of communications*. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 p.
- Spiegel, F., Stephenson, S., Keller, H., Moore, D & J. Cavender. 2004. Mycetozoans. Pp 547-576. *En: Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Mueller, G., Bills, G. & M. Foster (eds.). Elsevier Academic Press. Burlington, Massachussets, Estados Unidos.
- Stephenson, S. 1985. Myxomycetes in the laboratory II: moist chamber cultures. *American Biology Teacher* 47: 487-489.
- Stephenson, S. 1988. Distribution and ecology of myxomycetes in temperate forests I. Patterns of occurrence in the upland forests of southwestern Virginia. *Canadian Journal of Botany* 66: 2187-2207.
- Stephenson, S. 1989. Distribution and ecology of myxomycetes in temperate forests. II. Patterns of occurrence on bark surface of living trees, leaf litter, and dung. *Mycologia* 81(4): 608-621.
- Stephenson, S. 2002. Special microhabitats for myxomycetes. *Scripta Bot. Belg.* 22: 88.
- Stephenson, S. 2003. *The Myxomycetes of New Zealand*. Fungal Diversity Press, Hong Kong. 230 p.
- Stephenson, S. & S. Studlar. 1985. Myxomycetes fruiting upon bryophytes: coincidence or preference? *J. Bryol.* 13: 537-548.

- Stephenson, S., Kalyanasundaram, I. & T. Lakhanpal. 1993. A comparative biogeographical study of Myxomycetes in the mid-Appalachians of eastern North America and two regions of India. *Journal of Biogeography* 20: 645-657.
- Stephenson, S. & G. Laursen. 1993. A preliminary report on the distribution and ecology of myxomycetes in Alaskan tundra. *Bibliotheca Mycologica* 150: 251-257.
- Stephenson, S. & H. Stempen. 1994. Myxomycetes: a handbook of slime molds. Timber Press, Oregon. 183 p.
- Stephenson, S., Landolt, J. & Moore, D. 1999. Protostelids, dyctiostelids and myxomycetes in the litter Microhabitat of the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Mycological Research* 103: 209-214.
- Stephenson, S., Novozhilov, Y. & M. Schnittler. 2000. Distribution and ecology of myxomycetes in high-latitude regions of the Northern Hemisphere. *Journal of Biogeography* 27(3): 741-745.
- Stephenson, S. & M. Schnittler. 2002. Studies on Neotropical Myxomycetes. *Scripta Bot. Belg.* 22: 93.
- Stephenson, S., Schnittler, M. & C. Lado. 2004a. Ecological characterization of a tropical myxomycete assemblage – Maquipucuna Cloud Forest Reserve, Ecuador. *Mycologia* 96(3):488-497.
- Stephenson, S., Schnittler, M., Lado, C., Estrada-Torres, A., Wrigley de Basanta, D., Landolt, J., Novozhilov, Y., Clark, J., Moore, D. & F. Spiegel. 2004b. Studies of neotropical mycetozoans. *Syst. Geogr. Pl.* 74: 87-108.
- Schwartz, F., Engels, J. & C. Mattheck. 2000. Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Springer. Berlin. 185 p.

Ulloa, M. 1991. Diccionario ilustrado de micología. Universidad Nacional Autónoma de México. 310 p.

Welden, A. 1954. Some myxomycetes from Panama and Costa Rica. *Mycologia* 46: 93-99.

Wrigley de Basanta, D., Lado, C., Stephenson, S & A Estrada-Torres. 2002. Myxomycetes from moist chamber cultures of Neotropical Substrates. *Scripta Bot. Belg.* 22:100.

## ANEXO 1

## Tratamiento sistemático aplicado a los mixomicetes de la Estación Biológica Cerro de la Muerte

Debido a los cambios que se están realizando en la sistemática de los mixomicetes (Spiegel *et al* 2004), en este trabajo, se utilizó el tratamiento recomendado por Stephenson & Stempen (1994) y Lado & Pando (1996), y la nomenclatura sugerida por Lado (2001) y no la utilizada por Martín & Alexopoulos (1969).

### FILO MYXOMYCOTA

#### CLASE MYXOMYCETES

##### Subclase Ceratiomyxomycetidae

##### Orden Ceratiomyxales

##### Familia Ceratiomyxaceae

*Ceratiomyxa fruticulosa* (Müll.) Macbride 1899

(USJ-82072, USJ-82068, USJ-82078, USJ-82066, USJ-82160,  
USJ-82129 )

##### Subclase Myxogastromycetidae

##### Orden Echinosteliales

##### Familia Clastodermataceae

*Clastoderma debaryanum* A. Blytt 1880

(USJ-82036, USJ-82050, USJ-82016, USJ-82006)

##### Orden Liceales

##### Familia Cribrariaceae

*Cribraria intricata* Schrad. 1797

(USJ-82091, USJ-82002, USJ-82035, USJ-82023, USJ-82024,  
USJ-82039, USJ-82163)

*Cribraria mirabilis* (Rostaf.) Masee 1892

(USJ-82081, USJ-82082, USJ-82041, USJ-82003, USJ-82015,  
USJ-82116, USJ-82122, USJ-82123, USJ-82124, USJ-82125,  
USJ-82126, USJ-82127)

*Cribraria purpurea* Schrad. 1797

(USJ-82088, USJ-82031, USJ-82001, USJ-82158, USJ-82153,  
USJ-82159, USJ-82154, USJ-82176, USJ-82156, USJ-82166,  
USJ-82111, USJ-82112, USJ-82133, USJ-82135, USJ-82121,  
USJ-82146, USJ-82147, USJ-82143, USJ-82144)

*Cribraria vulgaris* Schrad. 1797

(USJ-82077, USJ-82071, USJ-82075, USJ-82089, USJ-82080,  
USJ-82018, USJ-82040, USJ-82155, USJ-82175, USJ-82164,  
USJ-82120, USJ-82132, USJ-82145)

#### Familia Tubiferaceae

*Lycogala epidendrum* (L.) Fr. 1829

(USJ-82060, USJ-81999, USJ-82020, USJ-82017, USJ-82027,  
USJ-82086, USJ-82090, USJ-82073)

#### Orden Physarales

##### Familia Didymiaceae

*Diderma* sp. Pers. 1794

(USJ-82046, USJ-82028)

*Diderma chondrioderma* (de Bary & Rostaf.) G. Lister 1925

(USJ-82177)

*Didymium crustaceum* Fr. 1829

(USJ-82107)

*Didymium dubium* Rostaf. 1874

(USJ-82106)

*Didymium squamulosum* (Alb. & Schwein.) Fr. 1818

(USJ-82151, USJ-82152, USJ-82119, USJ-82138, USJ-82139,  
USJ-82140, USJ-82141, USJ-82142)

Familia Physaraceae

*Leocarpus fragilis* (Dicks.) Rostaf. 1874

(USJ-82167, USJ-82168)

*Physarum alpinum* (Lister & G. Lister) G. Lister 1910

(USJ-82173)

*Physarum brunneolum* (W. Phillips) Masee 1892

(USJ-82065)

*Physarum leucopus* Link 1809

(USJ-82137)

*Physarum melleum* (Berk. & Broome) Masee 1892

(USJ-82099)

Orden Trichiales

Familia Arcyriaceae

*Arcyria cinerea* (Büll.) Pers. 1801

(USJ-82084, USJ-82157)

*Arcyria denudata* (L.) Wettst. 1886

(USJ-82053)

*Arcyria leiocarpa* (Cooke) G.W. Martin & C. Alexopoulos 1969

(USJ-82061, USJ-82128)

*Perichaena depressa* Lib 1837

(USJ-82098)

Familia Trichiaceae

*Hemitrichia calyculata* (Speg.) M.L. Farr 1974

(USJ-82062, USJ-82057, USJ-82045, USJ-82047, USJ-82049,

USJ-82031, USJ-82048, USJ-82087, USJ-82070)

*Hemitrichia serpula* (Scop.) Rostaf. ex Lister 1894

(USJ-82096, USJ-82097, USJ-82108, USJ-82103, USJ-82104,  
USJ-82100, USJ-82109, USJ-82110)

*Metatrichia floriformis* (Schwein.) Nann.-Bremek 1985

(USJ-82115, USJ-82118, USJ-82113, USJ-82169, USJ-82064,  
USJ-82030, USJ-82010, USJ-82032, USJ-82005, USJ-82095,  
USJ-82034, USJ-82085)

*Trichia botrytis* (J.F. Gmel.) Pers. 1794

(USJ-82094, USJ-82029, USJ-82051, USJ-82055, USJ-82056,  
USJ-82063, USJ-82172, USJ-82131)

*Trichia decipiens* (Pers.) T. Macbr. 1899

(USJ-82076, USJ-82042)

*Trichia favoginea* (Batsch) Pers. 1794

(USJ-82134, USJ-82171, USJ-82067, USJ-82105, USJ-82004,  
USJ-82093, USJ-82074)

*Trichia verrucosa* Berk. 1859

(USJ-82069, USJ-82043, USJ-82008, USJ-82012, USJ-82037,  
USJ-82026, USJ-82102)

#### Orden Stemonitales

##### Familia Stemonitaceae

*Comatricha pulchella* (C. Bab.) Rostaf. 1876

(USJ-82000)

*Comatricha tenerrima* (M.A. Curtis) G. Lister 1919

(USJ 82014)

*Diacheopsis* sp. Meyl. 1930

(Número de colecta Ro-501)

*Lamproderma columbinum* (Pers.) Rostaf. 1873

(USJ 82092, USJ-82093, USJ-82079, USJ-82044, USJ-82007,  
USJ-82038, USJ-82021, USJ-82052)

*Lamproderma cribrarioides* (Fr.) R.E. Fr. 1911

(Número de colecta Ro-494)

*Lamproderma echinulatum* (Berk.) Rostaf. 1876

(USJ-81988, 82022, 82013)

*Lamproderma sauteri* Rostaf. 1874

(Número de colecta Ro - 495)

*Stemonitis fusca* Roth 1787

(USJ-82161)

*Stemonitis smithii* Macbr. 1893

(USJ-82058, USJ-82009, USJ-82054, USJ-82059)

*Stemonitopsis hyperopta* (Meyl.) Nann.-Bremek. 1975

(USJ-82101, USJ-82170, USJ-82177)

## ANEXO 2

**Clave dicotómica para las especies de Mixomicetes del Cerro de la Muerte**

**Clave para los Ordenes de Mixomicetes**

1. Cuerpo fructífero en forma de columnas erectas o acostadas, sencillas o ramificadas; generalmente blanco pero en algunas ocasiones rosado o amarillento. Esporas exógenas unidas a las columnas individualmente por filamentos muy delgados, lo que da la apariencia de textura arenosa. Generalmente en el mantillo sobre palitos u hojas, protegido por otras hojas o material boscoso. De amplia distribución en el país ..... *Ceratiomyxales (Ceratiomyxa fruticulosa)*

1'. Cuerpo fructífero no de la forma anterior; pardo, amarillo, rosado, rojo, negro, púrpura, gris o de otro color, pero nunca blancos. Esporas endógenas protegidas por el peridio (al menos en algún momento). En mantillo, sobre otros substratos en el suelo o en superficies aéreas ..... 2

2. Capilicio verdadero ausente. A veces con un pseudocapilicio compuesto de elementos irregulares, algunos plasmodiocarpes y etalios de forma globosa o aplastada y algunos esporangios con una red peridial evidente ..... Liceales

2'. Capilicio verdadero presente, compuesto de elementos más o menos uniformes, usualmente fáciles de distinguir (muy ocasionalmente reducido o carente) ..... 3

3. Cuerpos fructíferos muy pequeños (menos de 0,3 mm de diámetro o 0,5 mm de largo), delicados y estipitados, casi imposibles de observar a simple vista en el campo ..... Echinosteliales (*Clastoderma debaryanum*)

3'. Cuerpos fructíferos más grandes (mayores de 0,3 mm de diámetro o 0,5 mm de largo), robustos; estipitados o no .....4

4. Masa de esporas roja, rosada, amarilla o naranja (raramente pardo claro); capilicio conspicuo y muchas veces ornamentado. A simple vista los esporangios sin peridio tienen apariencia pelúcida, de forma redondeada a alargada ..... Trichiales

4'. Masa de esporas café oscura o violeta oscuro a negra. Capilicio no ornamentado, de forma globosa hasta cilíndrica ..... 5

5. Presencia de  $\text{CaCO}_3$  en alguna parte del cuerpo fructífero, de tonalidades grises o negruzcas en el campo. Se observan nódulos calcáreos internos. Sobre hojas en mantillo o en pequeñas plantas de sotobosque ..... Physarales

5'. Ausencia de  $\text{CaCO}_3$  en el cuerpo fructífero, de color café o negro a simple vista en el campo. Sobre palitos en los cuales dan la impresión de ser proyecciones similares a pelos ..... Stemonitales

#### Clave para los géneros y especies más comunes del Orden Liceales

1. Cuerpo fructífero un etalio o pseudoetalio. Rosado naranja brillante cuando inmaduro, pardo oscuro cuando maduro ..... *Lycogala epidendrum*

1'. Cuerpo fructífero un esporangio pedicelado (más de 1 mm de alto), con peridio que forma una cubierta con apariencia de red alrededor de la mitad superior de la esporoteca ..... 2 (*Cribraria*)

2. Esporoteca pardo amarillenta o pardo naranja, costillas peridiales empiezan como una serie de filamentos paralelos en la base de la esporoteca, y degeneran en una red más o menos isodiamétrica del centro de la esporoteca hacia el ápice, con calículo basal ..... 3

- 2' Esporoteca pardo rojizo, costillas peridiales en forma de una red más o menos paralela que puede llegar hasta el ápice, sin calículo basal ..... *Cribraria mirabilis*
3. Calículo que llega desde un tercio hasta la mitad de la esporoteca, red peridial con engrosamientos de los que surgen de 5 - 7 filamentos en todas direcciones, esporas globosas a subglobosas cuando secas ..... 4
- 3'. Calículo pequeño, que llega normalmente a menos de un cuarto del tamaño de la esporoteca, red peridial con 2 -3 filamentos que salen de cada engrosamiento, esporas angulares cuando secas ..... *Cribraria vulgaris*
4. Engrosamientos peridiales pardo oscuro a negro, esporas de 7-8  $\mu\text{m}$  ..... *Cribraria intricata*
- 4'. Engrosamientos peridiales pardo naranja, esporas de 8-9  $\mu\text{m}$  ..... *Cribraria purpurea* (sin = *C. pyriformis*)

#### Clave para los géneros y especies más comunes del Orden Trichiales

1. Esporangio sésil o con un pie muy pequeño ..... 2
- 1'. Esporangio con un pie bien desarrollado o plasmodiocarpo ..... 3
2. Esporangio aplanado, angular, marrón rojizo o casi negro ..... *Perichaena depressa*
- 2'. Esporangio pulvinado, cilíndrico, ovoide o más o menos elongado con masa de esporas amarilla, amarillo naranja o marrón amarillenta ..... *Trichia favoginea*
3. Esporangio con opérculo evidente en la parte superior, firmemente unido a otros esporangios formando grupos (a veces muchos), lo que da la impresión de tener un solo pie, dehiscencia en forma petaloide, semeja una flor ..... *Metatrichia floriformis*

- 3'. Esporangio o plasmodiocarpo sin opérculo evidente en la parte superior y sin unirse firmemente a otros esporangios. Da la impresión de que estuvieran formados por fibras deshilachadas de tela ..... 4
4. Esporangio blanquecino, gris, rojo, marrón o pardo rojizo, con calículo poco desarrollado o pronunciado en comparación con el tamaño real del cuerpo fructífero; capilicio liso u ornamentado con anillos o pequeñas prolongaciones de las paredes, nunca con fibras marcadas por espirales ..... 5 (*Arcyria*)
- 4'. Esporangio o plasmodiocarpo amarillo o café amarillento, con peridio persistente, a veces en forma de un conspicuo y relativamente profundo calículo; capilicio formado por fibras largas marcadas por espirales ..... 7
5. Esporocarpo rojo a rojo naranja, pardo rojizo cuando el ejemplar es viejo ..... *Arcyria denudata*
- 5'. Esporocarpo gris parduzco a pardo amarillento ..... 6
6. Esporoteca cilíndrica, elongada verticalmente, puntas de los eláteres sin papilas, esporas punteadas de 8 - 9  $\mu\text{m}$  ..... *Arcyria cinerea*
- 6'. Esporoteca ovoide a piriforme, puntas de los eláteres con una papila de 5 - 7  $\mu\text{m}$  de largo, esporas verrucosas de 8 - 9  $\mu\text{m}$  ..... *Arcyria leiocarpa*
7. Cuerpo fructífero un esporangio. Eláteres no ramificados, muchos extremos libres, generalmente de forma puntiaguda ..... 8 (*Trichia*)
- 7'. Cuerpo fructífero un esporangio o un plasmodiocarpo. Eláteres ramificados, pocos extremos libres, cuando están presentes son achatados ..... 10 (*Hemitrichia*)
8. Esporoteca marrón rojiza con líneas amarillentas en forma de retículo en la parte superior .. *Trichia botrytis*

- 8'. Esporoteca pardo amarillenta a amarillo naranja, sin líneas en forma de retículo en la parte superior ..... 9
9. Esporas amarillo pálido, con reticulación incompleta, de 12 - 15  $\mu\text{m}$ , con línea de contorno en sección media de hasta 1  $\mu\text{m}$ , a veces varios esporangios comparten un solo estípito ..... *Trichia decipiens*
- 9'. Esporas pardo amarillentas, con reticulación completa, de 13 - 15  $\mu\text{m}$ , con línea de contorno en sección media de hasta 2  $\mu\text{m}$ , esporangios no comparten un mismo pie ..... *Trichia verrucosa*
10. Cuerpo fructífero un esporangio, color pardo naranja a pardo amarillento ..... *Hemitrichia calyculata*
- 10'. Cuerpo fructífero un plasmodiocarpo, color amarillo naranja, reticulado ..... *Hemitrichia serpula*

#### Clave para los géneros y especies más comunes del Orden Physarales

1. Peridio liso, brillante y quebradizo, esporangios con evidente forma ovoide ..... *Leocarpus fragilis*
- 1'. Peridio calizo no quebradizo, esporangios globosos, subglobosos o pulvinados ..... 2
2. Peridio con cristales de  $\text{CaCO}_3$  en forma de estrella ..... 3 (*Didymium*)
- 2'. Peridio con cristales de  $\text{CaCO}_3$  de forma granular ..... 5
3. Plasmodiocarpo o esporangio sésil muy pulvinado ..... *Didymium dubium*
- 3'. Esporangio estipitado ..... 4
4. Hipotalo y pie común a un grupo de esporangios, columela ausente, esporas verrucosas, de 10 - 11  $\mu\text{m}$  ..... *Didymium crustaceum*

- 4'. Hipotalo no común a un grupo de esporangios, columela presente, esporas verrucosas de 8 - 10  $\mu\text{m}$   
 ..... *Didymium squmulosum*
5. Capilicio normalmente claro, con engrosamientos de  $\text{CaCO}_3$  ..... 6 (*Physarum*)
- 5'. Capilicio normalmente oscuro, sin engrosamientos de  $\text{CaCO}_3$  ..... 9 (*Diderma*)
6. Esporocarpio tipo esporangio, a veces con el estipite muy pequeño, gris, amarillo, naranja, cobre, pardo naranja ..... 7
- 6'. Esporocarpio tipo plasmodiocarpo, amarillo ..... *Physarum alpinum*
7. Esporoteca globosa, grisácea, estipite pardo amarillento ..... *Physarum leucopus*
- 7'. Esporoteca globosa o piriforme, naranja, amarillo naranja o pardo naranja a bronce, estipite blanco ..... 8
8. Esporoteca globosa, naranja a amarillo naranja, dehiscencia irregular, esporas verruculosas de 7 - 9  $\mu\text{m}$   
 ..... *Physarum melleum*
- 8'. Esporoteca piriforme, pardo naranja a bronce, dehiscencia petaloide, esporas espinulosas de 9- 10  $\mu\text{m}$   
 ..... *Physarum brunneolum*
9. Esporoteca globosa, dehiscencia lobulada, columela presente ..... *Diderma* sp.
- 9'. Esporoteca aplanada, dehiscencia irregular, columela ausente ..... *Diderma chondrioderma*

Clave para los géneros y especies más comunes del Orden Stemonitales

1. Esporoteca generalmente globosa, peridio persistente en los cuerpos fructíferos maduros sobre toda o al menos la mayor parte de la masa de esporas, con apariencia metálica ..... 2 (*Lamproderma*)
- 1'. Esporoteca cilíndrica o pulvinada, peridio no persistente en los cuerpos fructíferos maduros, excepto (algunas veces) en forma de parches aislados, sin apariencia metálica ..... 5
2. Estípote que equivale a más del 75% del tamaño del esporocarpo, columela que llega más o menos al centro de la esporoteca, a veces ramificada al final ..... 3
- 2'. Estípote que equivale a menos del 75% del tamaño del esporocarpo, columela que llega más allá del centro de la esporoteca, generalmente clavada ..... 4
3. Esporas fuertemente reticuladas, de 12 - 14  $\mu\text{m}$  ..... *Lamprodetma cribrarioides*
- 3'. Esporas verrucosas, de 12 - 14  $\mu\text{m}$  ..... *Lamproderma sauteri*
4. Esporas verrucosas, de 13 - 15  $\mu\text{m}$  ..... *Lamproderma columbinum*
- 4'. Esporas fuertemente equinuladas, de 18 - 20  $\mu\text{m}$  de diámetro ..... *Lamproderma echinulatum*
5. Esporocarpo no estipitado, de forma pulvinada ..... *Diacheopsis* sp.
- 5'. Esporocarpo estipitado, de forma cilíndrica o turbinada ..... 6
6. Esporangios típicamente agrupados, red capilicial completa presente ..... 7 (*Stemonitis*)

- 6'. Esporangios típicamente dispersos a gregarios, red capilicial completa ausente ..... 8
7. Esporocarpo de hasta 15 mm de largo, esporas mayores de 5  $\mu\text{m}$  ..... *Stemonitis fusca*
- 7'. Esporocarpo de hasta 4 mm de alto, esporas menores de 5  $\mu\text{m}$  ..... *Stemonitis smithii*
8. Esporoteca turbinada, con el ápice puntiagudo ..... *Comatricha tenerrima*
- 8'. Esporoteca cilíndrica, algunas veces curva ..... 9
9. Red capilicial laxa, esporas verruculosas de 9 - 10  $\mu\text{m}$  ..... *Comatricha pulchella*
- 9'. Red capilicial no laxa, esporas con un retículo de espinas difícil de ver (visible a 1600 aumentos), de 6 - 10  $\mu\text{m}$  ..... *Stemonitopsis hyperopta*

## GLOSARIO

(Basado en Ulloa 1991)

- Ápice** Del latín *apex, apicis*, se denomina de esta forma al extremo más lejano de la base en cualquier estructura.
- Apomixis** Del griego *apó*, alejamiento, falta de algo y *mixis* mezcla. Se denomina de esta forma al desarrollo de las células sexuales que ocurre sin que ocurra fertilización previa.
- Biogeografía** Es el estudio de la distribución de los organismos alrededor de la tierra y los factores que han influenciado esa distribución a lo largo del tiempo.
- Calículo** Del latín *calyculus*, diminutivo de cáliz, copa o taza. Base en forma de copa de la esporoteca de varias especies comunes de mixomicetes. El calículo permanece como una continuación del estípite y representa un remanente del peridio, tras la desaparición de la porción superior de éste.
- Cámara húmeda** El término se refiere a la preparación de un plato de Petri con algún tipo de papel absorbente en el fondo, sobre el cual se coloca la muestra de substrato a analizar, y posteriormente agua, de modo que al cerrar la caja, se asegure una alta humedad dentro de la misma.
- Capilicio** Del latín *capillitium*, cabellera. Grupo de filamentos estériles, libres o anastomosados que constituyen una masa elástica, algodonosa o

esponjosa en el interior del esporóforo de muchos mixomicetes. Se cree que está relacionado con la dispersión de las esporas.

- Cilíndrico En forma de cilindro. Cuando se refiere a una esporoteca se dice que ésta es de forma cilíndrica si su largo es al menos 2,5 veces su ancho.
- Ciste Del latín *kýstis*, en micología célula o vesícula. En el caso de los mixomicetes puede referirse al estado de resistencia a partir de una mixameba o una célula flagelada o a las vesículas globosas o subglobosas a partir de las cuales está formado el estípite en muchas de la especies.
- Coefficiente de comunidad También conocido como Índice de Sørensen. Es un indicador que calcula la similitud entre dos grupos de especies por medio de la diversidad y abundancia de las mismas en los dos sitios a comparar.
- Columela Del latín *Columella*, diminutivo de *columna*. Estructura estéril, de soporte, que se localiza en el interior de una esporoteca a modo de extensión del estípite.
- Columniforme En forma de columna. En el caso de los Certiomyxales se refiere a las estructuras cilíndricas y alargadas que se proyectan de la masa mucilaginosa sobre el sustrato y sobre las cuales se encuentran las esporas estipitadas.
- Coriáceo Del latín *coriaceus*, de cuero. Con la consistencia o textura del cuero.

- Cosmopolita** El término se refiere a aquellos organismos con una distribución muy amplia, sobre los cuales se desconoce su origen. Se utiliza cuando la distribución de un organismo corresponde a un área geográfica muy grande.
- Cuerpo fructífero** Véase esporocarpo.
- Dehiscencia** Se refiere al tipo de abertura que presentan los esporocarpos y por medio de la cual las esporas son liberadas al ambiente
- Discoide** Del griego *Discos*, disco y *oide*, semejante. Parecido a un disco. De forma plana y circular.
- Dosel**  
Se utiliza para definir la capa más externa de hojas en un bosque. Generalmente se refiere también a los árboles más altos del bosque.
- Eláter** Del griego *elatér*, elemento dispersante. Ornamentación o relieve de los filamentos del capilicio en mixomicetes. En muchos casos se refiere al filamento mismo, a cada filamento de capilicio.
- Epispora** Del griego *epi*, sobre y *sporá*, espora. Capa fundamental y más gruesa de la espora, que generalmente origina los elementos de ornamentación de la misma y que se encuentra en su parte externa.
- Ericácea** Planta que pertenece a la familia Ericaceae
- Espínula** Se utiliza para definir a las pequeñas espinas que se forman sobre la

superficie de muchas estructuras de los mixomicetes.

Espora	Del griego <i>sporá</i> , semilla, espora. Pequeña unidad de propagación unicelular o pluricelular, móvil o inmóvil, sexual o asexual, que funciona como semilla, aunque difiere de ésta en que no contiene un embrión preformado
Espora equinulada	Espora con una ornamentación epispórica en forma de espinas
Espora punteada	Espora con una ornamentación epispórica en forma de puntos
Espora reticulada	Espora con una ornamentación epispórica en forma de crestas que a menudo se unen entre ellas a modo de retículo
Espora verrucosa	Espora con una ornamentación epispórica en forma de verrugas grandes
Espora verruculosa	Espora con una ornamentación epispórica en forma de verrugas pequeñas
Esporangio	Del griego <i>sporá</i> , espora y <i>angeion</i> , recipiente, vaso. Estructura pedicelada que contiene las esporas
Esporocarpo	Del griego <i>sporá</i> , espora y <i>karpós</i> , fruto. En este trabajo se utiliza para definir a los esporóforos de forma definida.
Esporóforo	Del griego <i>sporá</i> , espora y <i>phóros</i> , que porta. Se utiliza en micología

para referirse a cualquier estructura que porta las esporas. En este trabajo se utiliza para definir al cuerpo fructífero como tal.

- Esporoteca                      Receptáculo parte del esporóforo que contiene las esporas. En algunos casos se le llama caja esporífera.
- Estipitado                      Del latín *stipitatus*, con tallo o pedicelo. Se refiere a la condición de tener un estípite.
- Estípite                         Del latín *stipes*, tallo o pedicelo. Pie que sostiene la esporoteca y forma parte del esporóforo.
- Estria                            Del latín *stria*, raya o surco. Surco, hendidura o raya que se produce en la superficie de alguna estructura
- Etalio                            Del griego *aithalos*, hollín. Cuerpo fructífero en forma semiglobosa o pulvinada que resulta de la transformación más o menos total del plasmodio en la que varios esporangios quedan envueltos por un peridio común y pierden su individualidad.
- Evanescente                    Del latín *evanescens*, desvanecerse. Se refiere a algo que es evánido, efímero o de poca duración.
- Flexuoso                        Del latín *flexuosus*, torcido o tortuoso. Algo torcido o doblado en direcciones opuestas, en zigzag.
- Fructificación                Del latín *fructificatio*, relativo al fruto. Se refiere a la formación de los aparatos esporíferos o los cuerpos fructíferos. En esta

investigación se utiliza para definir al grupo de esporóforos que provienen de un mismo plasmodio

- Globoso Del latín *globosus*, de bola. Esférico o casi esférico. Con relación a las estructuras se aplica cuando la relación entre el ancho y el largo se halla entre 1,0 y 1,05.
- Gránulo cálcico Se refiere a las pequeñas estructuras esféricas, formadas de  $\text{CaCO}_3$  encontradas en la red peridial de los Liceales y que aparentemente están relacionadas con la dispersión de las esporas.
- Hialino Del griego *hyálinos*, cristal. Transparente e incoloro, como si fuera de cristal, o por lo menos diáfano.
- Hipotalo Del griego *hypó*, debajo y *thallós*, tallo o vástago. Se refiere a los restos plasmodiales que, como una película o membrana delgada permanecen sobre el substrato en la base de los esporóforos.
- Iridiscente Del latín *iridis*, iris y *escente* sufijo que forma adjetivos. Que muestra los colores del arcoiris o que tiene la propiedad de reflejar diversas tonalidades cromáticas de luz.
- Isodiamétrico Del griego *isos*, igual y diámetro. Se dice de la estructura cuya longitud es igual a su anchura. En el caso de los Liceales, se usa para definir una red peridial en la que todos los filamentos que forman un anillo son de tamaño similar



cónica que se proyecta hacia el exterior de una estructura.

Peridio

Del griego *pèridion*, pequeña bolsa de cuero. Pared que delimita un cuerpo fructífero. En el caso de los mixomicetes es una estructura acelular.

Pie

Ver estípite.

Piriforme

Del latín *pirum*, pera y *formis*, con forma. De forma parecida a la de una pera.

Plasmodio

Del griego *plasma*, formación, materia blanda con la que plasma un ser vivo. Masa protoplasmática multinucleada, sin pared celular, con movimiento ameboide y nutrición fagotrófica que representa la fase somática y trófica de los mohos plasmodiales dentro de los que se incluyen los mixomicetes.

Plasmodiocarpo

Del griego *plasma*, formación, materia blanda con la que plasma un ser vivo y *karpós*, fruto. Fructificación de algunos mixomicetes que conserva la forma reticular o venosa del plasmodio del que procede.

Pseudocapilicio

Del griego *pseúdos*, falso y *capillitium*, cabellera. Filamentos irregulares en forma, diámetro y ornamentación, placas perforadas y otras estructuras, semejantes al capilicio que se encuentran en los esporóforos de algunos mixomicetes. Se diferencia del verdadero capilicio por poseer elementos menos uniformes

Pseudocolumela

Del griego *pseúdos*, falso y *columella*, pequeña columna.

- Corresponde a los nódulos calcáreos del capilicio que en masa forman como una columnita en el centro del esporangio.
- Pulvinado** Del latín *pulvinus*, cojín o almohada. Se refiere a cualquier estructura con forma de cojinete.
- Red capilicial** En el caso de los Stemonitales se denomina así a la red de filamentos provenientes del capilicio que forman generalmente una estructura tridimensional y que puede ser completa o fragmentada en su parte externa.
- Red completa** Se denomina así a aquella red capilicial tridimensional en la que su parte externa no muestra filamentos libres y puede estar formada por anillos redondeados o angulares.
- Red fragmentada** Se denomina así a aquella red capilicial tridimensional en la que su parte externa muestra filamentos libres y puede estar formada por anillos redondeados o angulares.
- Red peridial** En el caso de los Liceales se refiere a la red de filamentos de origen peridial que se conserva cuando el esporocarpo está maduro y dentro de la cual se encuentra la masa de esporas.
- Reticulado** Del latín *reticulatus*, hecho a modo de red. En forma de retículo. Con venas, líneas o bordes de poco relieve que se entrecruzan como una red.
- Sección media** En el caso de la medición y descripción de esporas se refiere a la

- vista de la espora en la que el enfoque vertical se encuentra en su parte media y no en sus extremos superior o inferior. Se utiliza para medir el ancho de la espora y describir su epispora en una vista lateral.
- Sésil Del latín *sessilis*, sentado. Que carece de pie o soporte. Se opone a pedicelado, estipitado o pedunculado.
- Sinuado De latín *sinuatus*, que tiene senos o depresiones. Se aplica a la parte externa de una estructura cuando su borde es ondulado y parece estar formado por una serie de valles y montañas.
- Sotobosque Capa más baja del bosque. Se refiere al nivel de vegetación que generalmente se encuentra sobre el suelo.
- Subdosel Ligeramente bajo el dosel. Se denomina de esta forma la capa de hojas que pertenecen a árboles inmediatamente bajo los más altos del bosque.
- Subgloboso Del latín *sub*, debajo y *globosus*, bola. Esferoidal, casi esférico. Se aplica a aquellas estructuras cuya relación entre el eje polar y el diámetro ecuatorial se encuentra entre 1,05 y 1,15.
- Substrato Material o sustancia sobre la cual un organismo vive o de la cual obtiene sus nutrientes. Superficie sobre la cual el organismo crece.
- Taxón Del griego *tassw*, ordenar, constituir. Unidad taxonómica de cualquier categoría o grupo de organismos emparentados desde un

punto de vista evolutivo.

Translúcido	Del latín <i>translucidus</i> , diáfano. Que puede transmitir la luz sin ser transparente.
Tubular	Del latín <i>tubus</i> , cañón, tubo. De forma cilíndrica y hueca.
Turbinado	Del latín <i>turbinatus</i> , en forma de cono invertido o trompo. Estructura estrecha en la base y ancha en el ápice.
Umbilicado	Del latín <i>umbilicatus</i> , ombligo. Que presenta una depresión a modo de ombligo.
Verruga	Prominencia en la superficie de cualquier estructura.

