



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

“Diversidad y aspectos ecológicos
relevantes en torno a la distribución de
los Homobasidiomycetes clavarioides en
la Estación de Biología de Chamela,
Jalisco”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
**MAESTRO(A) EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)**

P R E S E N T A

Biól. Itzel Ramírez López

TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: Dra. Hermelinda Margarita Villegas
Ríos

COMITÉ TUTOR: Dr. Zenón Cano Santana y Dr. Teófilo Herrera Suárez

MÉXICO, D.F.

MARZO, 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/158/11

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **22 de noviembre de 2010** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (la) alumno (a) **RAMÍREZ LÓPEZ ITZEL** con número de cuenta **98075993** con la tesis titulada "**Diversidad y aspectos ecológicos relevantes en torno a la distribución de *Homobasidiomycetes clavarioides* en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco**", realizada bajo la dirección del (la) **DRA. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS**:

Presidente: DR. TEÓFILO HERRERA SUÁREZ
Vocal: DR. FRANCISCO JAVIER ÁLVAREZ SÁNCHEZ
Secretario: DRA. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS
Suplente: M. EN C. CELIA ELVIRA AGUIRRE ACOSTA
Suplente: DR. ZENON CANO SANTANA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 11 de marzo de 2011

M. del Coro Arizmendi
Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa

Agradecimientos

Agradezco al posgrado de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de seguir desarrollándome académicamente, al CONACYT por la beca proporcionada con el número 210504 y al apoyo financiero proporcionado por DGAPA-PAPIIT IN203009-3.

Al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP) por el apoyo económico dado para asistir a los siguientes eventos: VI Congreso Latinoamericano de Micología, en la ciudad de Mar del Plata, Argentina del 10 al 13 de noviembre de 2008; X Congreso Nacional de Micología, en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México del 20 al 24 de septiembre de 2009 y XVIII Congreso Mexicano de Botánica, en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México del 21 al 27 de noviembre de 2010.

A la Estación de Biología de Chamela, del Instituto de Biología de la UNAM, por brindarme todas las facilidades y apoyo para la realización de este estudio.

A mi Directora de tesis, la Dra. Margarita Villegas, por seguir compartiéndome su conocimiento, amistad y confianza, pero sobre todo por arriesgarse conmigo a conocer el mundo de la ecología de los macromicetos, un campo que apenas inicia en México. Al Dr. Teófilo Herrera por compartir su vasto conocimiento, así como por todas sus observaciones y comentarios que hicieron mejor este trabajo. Al Dr. Zenón Cano por guiarme con sus valiosas observaciones y sugerencias en la parte ecológica de este estudio, y por el apoyo brindado en todo momento para la realización de este trabajo.

A la M. en C. Elvira Aguirre por su ayuda en campo, consejos y amistad que me ha brindado a lo largo de todos estos años, y las sugerencias hechas al trabajo escrito Al Dr. Javier Álvarez por cada uno de sus comentarios y críticas para la mejora de este trabajo.

A la Dra. Silvia Espinoza por la ayuda de la toma de las fotografías en MEB.

Dedico este trabajo a mis padres que amo con todo mi corazón y los que siempre serán mis superhéroes, les agradezco infinitamente todo su amor y apoyo incondicional en todos estos años de vida.

Agradezco:

A mis hermanos de sangre, Jana e Igo, que también amo con todo mi corazón, gracias por ser mis cómplices y brindarme todo su apoyo. A mi sobrina-hermanita Gigi por todas sus muestras de cariño con dibujos y cartitas.

A mis abuelitas, Rita y Lupita, que ocupan un lugar muy especial en mi corazón, les agradezco todo su amor y apoyo.

A Ariel que ha llegado a ser una persona muy especial en mi vida, le agradezco el compartirme parte de su vida y su manera de verla, así como el apoyo y los consejos dados.

A mi gran amiga Lidia, a la que siempre voy admirar por su valentía ante los retos de la vida y la que ahora me enseña que debemos buscar nuevos desafíos que nos hagan crecer y mejorar como personas.

A mis amigos del laboratorio de micología: Vero, Juan, Paty, Sandra, Ibeth, Laura y Yonatan por su apoyo, ayuda en campo, amistad y todos aquellos momentos que hicieron que este ciclo de mi vida fuera más sencillo.

A mis amigos incondicionales: Perita, Alicia, Claudia, Mariana Fede, Johny, Sinue y Cony, por darme todos esos ánimos para acabar de escribir este trabajo.

A Iván e Israel por resolver mis dudas en la parte ecológica de este trabajo y a Víctor por ayudarme en cada tutorial a conseguir un lugar donde yo pudiera presentar mis avances y resultados.

Contenido

Resumen

I. Introducción general	1
II. Sitio de estudio	8
III. Diversidad de Homobasidiomycetes clavarioides de la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México	12
IV. Estructura de la comunidad de Homobasidiomycetes clavarioides en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México: distribución y rasgos del hábitat de los basidiomas	74
V. Discusión general	118
VI. Conclusiones	125

Ramírez-López, I. 2011. Diversidad y aspectos ecológicos relevantes en torno a la distribución de Homobasidiomycetes clavarioides en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática). Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Resumen

Los hongos son organismos importantes en el mantenimiento en los ecosistemas y se les ha considerado como uno de los grupos de eucariontes más diversos a nivel mundial. No obstante, su estudio se ha centrado principalmente en las regiones con clima templado y solo en menor proporción en las tropicales donde los bosques son más heterogéneos. Una minoría de estos estudios corresponden al conocimiento de la diversidad de macromicetos pertenecientes al orden Aphyllophorales *sensu lato*, donde se ubican los Homobasidiomycetes clavarioides, donde además, los aspectos ecológicos involucrados en el conocimiento de su diversidad son escasamente abordados.

En este estudio se aborda la diversidad de Homobasidiomycetes clavarioides en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México, localizada en un área tropical protegida del territorio nacional y, dadas las condiciones de estos ecosistemas se pudieron además evaluar algunos de los factores ecológicos involucrados en el desarrollo de sus basidiomas. Las recolecciones se realizaron en forma intensiva durante las temporadas de lluvias entre 2005 y 2008, considerando las técnicas usuales en micología para este fin. El estudio de la estructura de la comunidad y los rasgos de los ambientes se abordaron por medio del análisis de los tipos de vegetación, sustratos y características de los hábitats donde se encontraron desarrollando los basidiomas, a partir de los cuales, se evaluó el esfuerzo de

colecta, la distribución de especies y se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, la equitatividad y preferencia de hábitat.

Se obtuvieron 97 diferentes especímenes a partir de los cuales se reconocieron 17 taxones correspondientes a ocho géneros de Homobasidiomycetes clavarioides. *Clavulina* sp. nov., *Pterula* sp. nov. y *Thelephora versatilis* son nuevas especies para la ciencia; mientras *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata* y *Pterula verticillata* son nuevos registros para México, y *Lentaria surculus* var. A y *Scytinopogon pallescens* para Jalisco. Las especies más frecuentes son *Thelephora versatilis*, *Scytinopogon pallescens* y *Pterula* sp. 2. El registro de los basidiomas clavarioides se dio con una precipitación acumulada mínima de 387 mm, presentando una mayor frecuencia en hábitats localizados en las laderas sur, con una inclinación de 20° a 30° y con un desarrollo más significativo de lo esperado en el bosque tropical subperennifolio. Asimismo, la mayoría de los taxones presentó basidiomas con un comportamiento poco gregario, cubriendo áreas de 0.008 a 193 m² en los bordes cercanos a la vegetación de las veredas, sobre sustratos con o sin una degradación evidente; sin embargo, estos aspectos pueden variar entre especies. Los datos de orientación, pendiente y tipo de vegetación indican que estos hongos requieren de una mayor cantidad de luz para la formación de basidiomas, pero en zonas con una alta humedad como es el bosque tropical subperennifolio.

Ramírez-López, I. 2011. Diversidad y aspectos ecológicos relevantes en torno a la distribución de Homobasidiomycetes clavarioides en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática). Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Abstract

Fungi are important organisms in maintaining the ecosystem function, and have been considered one of the most diverse groups of eukaryotes worldwide. However, its research has been focus mainly in temperate regions than in the tropics, where forests are more diverse and heterogeneous. A few studies are related to the knowledge of the diversity of macromycetes belonging to the order Aphyllophorales *sensu lato*, where are include the clavarioid Homobasidiomycetes, and the ecological aspects involved in the understanding of their diversity are rarely undertaken.

The objective of this study was to assess the clavarioid Homobasidiomycetes diversity of Chamela Biological Station, Jalisco, Mexico, and a tropical protected area. Some of the ecological factors involved in the development of the basidiomes were analyzed too. The collections were carried out during the rainy season for the period between 2005 and 2008, considering the usual mycological techniques. The study of the community structure and environments are addressed through vegetation types' analysis, litter and habitat characteristics where the basidiomes grown. The survey efforts, species distribution, diversity index, evenness, dominance and habitat preference were considered.

There were obtained 97 different specimens from 17 taxa, which eight genera corresponds of clavarioid Homobasidiomycetes. *Clavulina* sp. nov., *Pterula* sp. nov. and *Thelephora versatilis* are new species, while *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata*

and *Pterula verticillata* are new records for Mexico, and *Lentaria surculus* var. A and *Scytinopogon pallescens* for Jalisco state.

The most common species were *Thelephora versatilis*, *Pterula* sp. 2, and *Scytinopogon pallescens*. The clavarioid basidiomes were registered with a minimum cumulative rainfall of 387 mm, occurring with more abundance in habitats located on the southern slopes with an inclination of 20 to 30° and with most significant development than expected in the tropical subperennial forest. Moreover, most of the taxa had small basidiomes with a gregarious behavior, with a cover of 0.008 to 193 m² near edges of sidewalks, in soils with or without obvious degradation; however, these factors may change between species. Orientation data, slope and vegetation indicate that these fungi need require a greater amount of light for the basidiomes formation, but with high.

I. Introducción General

A pesar de las exorbitantes cifras de 1.0 a 2.7 millones de especies de hongos que han llegado a estimar algunos autores a nivel mundial y siendo considerados como uno de los grupos más diversos de eucariontes, la realidad es que ha habido poco avance en el estudio de su diversidad (Mueller y Schmit 2007, Schmit y Mueller 2007).

Este grupo de organismos es de suma importancia en el planeta, desempeñando procesos ecológicos para el mantenimiento de los ecosistemas al degradar sustratos complejos (hemicelulosa, celulosa, lignina y queratina) en otros más simples para que puedan ser aprovechados por ellos u otros seres vivos (Arnolds 1992, Dix y Webster 1995, Guzmán 1998*a*). Además, los hongos tienen la capacidad de formar asociaciones simbióticas con plantas, ayudándolas a crecer en ambientes con un difícil acceso a los nutrientes; asociados a cianobacterias y/o algas forman líquenes, que son indicadores ecológicos de cambios atmosféricos y de vegetación; como parásitos causan enfermedades en plantas, animales y humanos, produciendo grandes pérdidas económicas; en biotecnología tienen múltiples aplicaciones, como la capacidad de transferencia horizontal de genes desde el genoma del hongo al de otro organismo; y el hombre ha considerado de gran importancia algunas de las especies por su valor económico, alimenticio, medicinal, en prácticas ceremoniales, etc.

No solamente se consideran importantes por lo mencionado anteriormente, sino también en el campo de la evolución y sistemática donde el entendimiento de su genealogía ha permitido comprender procesos, como el hecho de que al ser formadores de suelo y

micorrizas, posiblemente ayudaron a las plantas vasculares a colonizar la tierra y a diversificarse sobre ella (Bruns *et al.* 1991, Guzmán 1998*b*, Kaul 2002).

Para estimar la cantidad de especies existentes de hongos en la Tierra, se han hecho extrapolaciones a partir de la diversidad más o menos bien conocida de otros seres vivos, áreas de vegetación o micoflora (Guzmán 1998*a, b*, Schmit y Mueller 2007) y para facilitar su estudio, se les ha dividido arbitrariamente en dos grupos: macromicetos y micromicetos. Los macromicetos son aquellos que presentan una estructura de reproducción sexual (esporoma) observable a simple vista, mientras los micromicetos son todos aquellos que no se distingue dicha estructura a simple vista, por lo que hay que hacer uso de alguna lente de aumento para su observación. De estos dos grupos, los mejor estudiados son los macromicetos por poseer dichas estructuras reproductivas macroscópicas y aunque esto los hace más accesibles, se conoce relativamente poco sobre ellos (Arnolds 1992, Mueller *et al.* 2007).

Aunque Hawksworth (2001) estimó la existencia de alrededor 1.5 millones de especies de hongos en el mundo, sólo se han descrito aproximadamente 79,000 especies (Schmit y Mueller 2007), de las cuales alrededor del 50% pertenecen a los ascomicetes, más del 30% a basidiomicetes, aproximadamente un 20% a deuteromicetes, más del 3% a ficomicetes y alrededor del 1% a mixomicetes (Hawksworth *et al.* 1995). Tomando como base estas estimaciones, Guzmán (1998*a*) hipotetizó que aproximadamente 200,000 de estas especies de hongos deben estar presentes en México, de las cuales sólo se conoce entre el 3.3 y 3.5%. Este porcentaje equivale a cerca de 7000 especies de hongos registrados para el país, de las cuales aproximadamente 2000 especies son micromicetos y 4500 macromicetos.

Las regiones mejor exploradas fungísticamente tanto a nivel mundial como en México son las que corresponden a zonas templadas, y aunque su conocimiento sigue siendo incompleto, no lo es tanto como lo que sucede en las zonas tropicales. A pesar de que se ha estimado que estas regiones contienen la mayor parte de la biodiversidad, han sido poco estudiadas debido sobre todo a que están localizadas en países en desarrollo con problemas socioeconómicos (Guzmán 1998*a, b*, Monclavo 1997, Mueller *et al.* 2007). En cuanto a los hongos, se ha considerado que la mayoría de las especies no descritas aún se encuentran en los bosques tropicales, los cuales poseen condiciones ambientales favorables para su desarrollo durante la mayor parte del año, una alta diversidad de plantas vasculares con las cuales establecer interacciones, y numerosos nichos y hábitats (Piepenbring 2006).

Estudios recientes sobre la diversidad de hongos (Mueller *et al.* 2007, Schmit y Mueller 2007) estiman que de las casi 79,000 especies descritas a nivel mundial, 56% pertenecen a micromicetos y 27% a macromicetos. De estos últimos, la mayor parte se ha registrado en las zonas templadas y muy pocos para las tropicales, donde se esperaría un número mayor por considerarse las áreas más diversas del planeta. Los macromicetos más conocidos de zonas tropicales son predominantemente pertenecientes al tradicional orden Agaricales de los cuales se conoce menos del 10% de lo que se ha estimado existe; otro grupo de hongos macroscópicos presentes en estas zonas y del cual se conoce alrededor del 16% a nivel mundial, es el orden Aphyllorphorales *sensu lato*, en el cual encontramos a los Homobasidiomycetes clavarioides con una menor frecuencia en los ecosistemas que los Agaricales.

En México, la vegetación tropical y subtropical cubre al menos un 30% del territorio, donde el conocimiento de la micobiota es escaso y se estima que más del 50% de las especies de macromicetos mexicanos se desarrolla en este tipo de ecosistemas (Guzmán

et al. 1997). La Estación de Biología de Chamela (EBCH) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, es una de las cuatro zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, que se caracteriza por tener una amplia área de vegetación de bosque tropical caducifolio, el cual es uno de los ecosistemas mejor representados a nivel mundial por su extensión, y en menor proporción está el bosque tropical subperennifolio, manglar, palmar y áreas de vegetación secundaria, entre otros (Bullock 1988, Martínez-Yrizar y Sarukhán 1993, Solís 1993, García-Oliva *et al.* 1995).

A la fecha, solo han sido publicados dos trabajos taxonómicos de macromicetos provenientes de ésta zona (Bautista-Hernández y Aguirre-Acosta 2004, Pulido-Pérez 2008), los cuales no incluyen hongos clavarioides. Es así como el presente proyecto da a conocer la diversidad de Homobasidiomycetes clavarioides en esta área protegida, lo cual además dadas las condiciones de estos ecosistemas, permitirá evaluar algunos de los principales factores ecológicos que propician dicha diversidad.

Considerando que el desarrollo y maduración de los esporomas de los macromicetos están influenciados por factores abióticos como la humedad e intensidad de luz, y que además pueden variar dependiendo de las condiciones del ecosistema, es de esperarse que dichos factores también sean relevantes en su crecimiento, los cuales adquieren niveles puntuales durante la temporada de lluvias.

Además, se da a conocer el listado de hongos clavarioides de la EBCH y las descripciones de cada una de las especies; se determina la estructura de la comunidad de hongos clavarioides en esta zona, así como las características de los hábitats preferidos en los cuales estos hongos producen esporomas; finalmente se hace una estimación de su diversidad con los patrones climáticos presentes en la Estación.

Literatura citada

- Arnolds, E. 1992. The analysis and classifications of fungal communities with special reference to macrofungi, p. 7-47. En W. Winterhoff (ed.). Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers Inc., Dordrecht, Holanda.
- Bautista-Hernández, S. y E. Aguirre-Acosta. 2004. Algunas especies de Lepiotáceos de la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Micología* 18: 39-45.
- Bruns, T.D., T.J. White y J.W. Taylor. 1991. Fungal molecular systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 525-564.
- Bullock, S. H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 5-17.
- Dix, N. y J. Webster. 1995. *Fungal Ecology*. Chapman & Hall, Londres, RU.
- García-Oliva, F., J.M. Maass y L. Galicia. 1995. Rainstorm analysis and rainfall erosivity of a Seasonal Tropical Region with a strong cyclonic influence on the Pacific Coast of Mexico. *Journal of Applied Meteorology* 34: 2491-2498.
- Guzmán, G., V.M. Bandala y L. Montoya. 1997. An overview on the Tropical Fungi from Mexico, p. 115-148. En K.K. Janardhanam, C. Rayerdran. K. Natarjan y D.L. Hawksworth (eds.). *Evaluation of fungal biological diversity in the tropics: systematics perspectives*. Science Publishers Inc., New Hampshire, EE. UU.
- Guzmán, G. 1998a. Análisis cualitativo y cuantitativo de la biodiversidad de los hongos en México, p. 111-151. En G. Haffter (ed.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica II. Vol. Especial, Acta Zoológica Mexicana*, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.

- Guzmán, G. 1998*b*. Inventoring the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- Hawksworth, D.L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105: 1422-1432.
- Hawksworth, D.L., P.M. Kirk, B.C. Sutton y D.N. Pegler. 1995. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi*. 8th ed. CAB International, Wallingford, RU.
- Kaul, T.N. 2002. *Biology and conservation of mushrooms*. Science Publishers Inc., New Hampshire, EE. UU.
- Martínez-Yrizar, A y J. Sarukhán. 1993. Cambios estacionales del mantillo en el suelo de un bosque tropical caducifolio y subcaducifolio en Chamela, Jalisco, México. *Acta Botanica Mexicana* 21:1-6.
- Monclavo, J.-M. 1997. Evaluation of Fungal Biological Diversity in the Tropics: Systematics perspectives, p 1-27. En K.K Janardhanam, C. Rayerdran. K. Natarjan y D.L. Hawksworth (eds.). *Evaluation of fungal biological diversity in the tropics: systematics perspectives*. Science Publishers Inc., New Hampshire, EE. UU.
- Mueller, G.M. y J.P. Schmit. 2007. Fungal biodiversity do we know? What can we predict? *Biodiversity and Conservation* 16: 1-5.
- Mueller, G.M., J.P. Schmit, P.R. Leacock, B. Buyck, J. Cifuentes, D.E. Desjardin, R.E. Halling, K. Hjortstam, T. Iturriaga, K.H. Larsson, D.J. Lodge, T.W. May, D. Minter, M. Rajchenberg, S.A. Redhead, L. Ryvarden, J.M. Trappe, R. Watling y Q. Wu. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation* 16: 37-48.
- Piepenbring, M. 2006. Inventoring the fungi of Panama. *Biodiversity and Conservation* 16: 73-84.

- Pulido-Pérez, S.I. 2008. Contribución al estudio de los macromicetes de la Estación de Biología Chamela, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Schmit, J.P. y G.M. Mueller. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity and Conservation* 16: 99-111.
- Solís, V.E. 1993. Características fisicoquímicas de un suelo en un ecosistema tropical estacional. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

II. Sitio de estudio

La Estación de Biología Chamela (EBCH) se localiza en la costa del estado de Jalisco (19°30' N y 105°03' O), en el municipio La Huerta sobre el km 59 de la carretera federal 200, Barra de Navidad-Puerto Vallarta (Fig. 1). Tiene una superficie de 3319 ha y un relieve de lomeríos bajos, con pendientes de 21° a 34° y altitudes que no sobrepasan los 580 m. No existen corrientes de agua permanente, pero las pequeñas cañadas que se encuentran dentro de la zona, confluyen en pequeños riachuelos hasta formar parte del Arroyo Chamela. Los suelos son entisoles jóvenes (o Feozem Hálpico) poco desarrollados, con poca materia orgánica en los lomeríos con un pH entre 6 y 7 (Bullock 1988, Martínez-Yrizar y Sarukhán 1993, Solís 1993, García-Oliva *et al.* 1995, 2002).

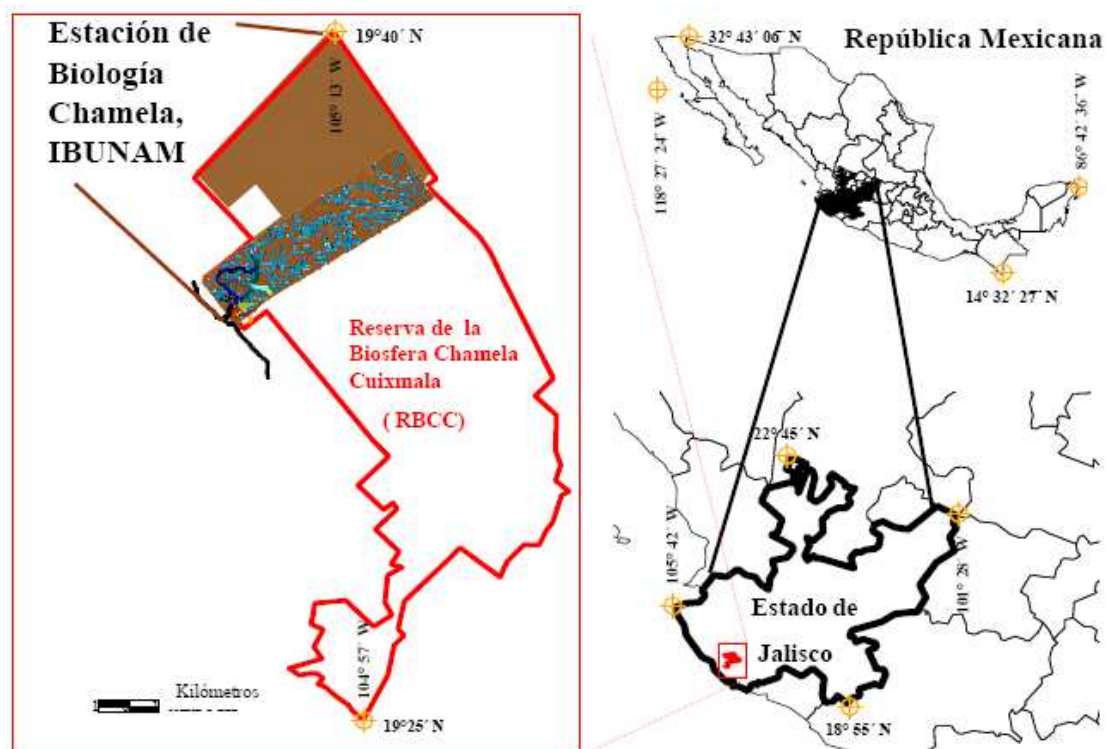


Figura 1. Ubicación de la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, del Instituto de Biología de la UNAM. Tomado de Domínguez Licona (2005).

Se ubica dentro de la unidad geológica Bloque Jalisco, situada en un área tectónicamente activa, en la unión de tres placas tectónicas: la unión de la Falla Transversa Rivera, el Dorsal Pacífico Oriental, y la Trinchera Mesoamericana; los sustratos son de basalto, reolita y conglomerados (Bullock 1988, Martínez Yrizar y Sarukhán 1993, García-Oliva *et al.* 1995).

El clima es cálido subhúmedo (Aw_{0i}), con una marcada estacionalidad. La mayor parte de la precipitación promedio anual (84%) se concentra entre julio y octubre, su alta variación se debe a la ocurrencia de tormentas de origen ciclónico que varían en duración e intensidad de un año a otro. La sequía se presenta de noviembre a junio, algunas veces interrumpida por lluvias ligeras o fuertes en diciembre o enero. La temperatura media anual es de 24.6° C (1978-2000), con una máxima promedio anual de 30.3° C y mínima de 19.5° C. La oscilación media mensual es de 4.3° C (entre el mes más caliente y el más frío), por lo que se considera isotermal. La humedad relativa de la atmósfera se mantiene superior al 65% durante todo el año, asociada principalmente a la influencia del mar, siendo las principales fuentes de humedad, la evaporación y transpiración locales, los alisios del verano y, sobretodo, los ciclones tropicales durante septiembre y octubre. El patrón de radiación solar es estacional, presentando sus valores más bajos en los meses de invierno debido al movimiento aparente del sol, valores bajos en los meses con mayor lluvia (agosto a octubre) debido a la nubosidad y valores más altos en los meses de primavera e inicio de verano (abril a julio) (Bullock 1988, Martínez-Yrizar y Sarukhán 1993, García-Oliva *et al.* 1995, 2002).

Las dos comunidades bióticas principales de la EBCH son el bosque tropical caducifolio (BTC) y el bosque tropical subperennifolio (BTSP), aunque también se registran comunidades acuáticas riparias, halófitas y costeras pero con una extensión más

limitada. El BTC, a nivel mundial, es uno de los ecosistemas mejor representados por su extensión, y alcanza una altura de alrededor de 10 m y la mayoría de las plantas se quedan sin hojas durante la sequía. Las especies de árboles más abundantes en este tipo de vegetación, pertenecen a los géneros *Lonchocarpus*, *Caesalpinia*, *Croton*, *Jatropha* y *Cordia*. Los arroyos que sostienen al BTSP, el cual presenta árboles de mayor talla y una composición distinta a la del BTC. Hasta el momento, se han registrado más de 1100 especies de plantas en la región (Bullock 1988, Lott y Atkinson 2002, <http://www.ibiologia.unam.mx/ebchamela/www/geningocha.html>).

Literatura citada

- Bullock, S. H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 5-17.
- Domínguez Licona, E. 2005. La Familia Rubiaceae Juss. en la Estación de Biología de Chamela (Jalisco), IBUNAM. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática). Instituto de Biología, UNAM, México.
- García-Oliva, F., Camou, A. y Maass, J. M. 2002. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano, p. 3-10. En F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM, México.
- García-Oliva, F., J.M. Maass y L. Galicia. 1995. Rainstorm analysis and rainfall erosivity of a Seasonal Tropical Region with a strong cyclonic influence on the Pacific Coast of Mexico. *Journal of Applied Meteorology* 34: 2491-2498.

Información general sobre la Estación de Biología de Chamela (sitio en Internet). Instituto de Biología, UNAM. Disponible en: <http://www.ibiologia.unam.mx/ebchamela/www/geningocha.html> (Consultada el 30 de julio de 2007).

Lott, E. J. y T.H. Atkinson. 2002. Biodiversidad y fitogeografía de Chamela-Cuixmala, Jalisco, p. 83-97. En F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM, México.

Martínez-Yrizar, A. y J. Sarukhán. 1993. Cambios estacionales del mantillo en el suelo de un bosque tropical caducifolio y subcaducifolio en Chamela, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana* 21:1-6.

Solís, V.E. 1993. Características fisicoquímicas de un suelo en un ecosistema tropical estacional. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

III. Diversidad de Homobasidiomycetes clavarioides de la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México.

Resumen

Se registran para la Estación de Biología de Chamela 17 especies pertenecientes a 8 géneros de Homobasidiomycetes clavarioides, de los cuales *Clavulina* sp. nov., *Pterula* sp. nov. y *Thelephora versatilis* son nuevas especies para la ciencia, mientras *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata* y *Pterula verticillata* son nuevos registros para México, y *Lentaria surculus* var. A y *Scytinopogon pallescens* para Jalisco. Además se presenta la descripción de cada uno de ellos y la discusión de algunos caracteres relevantes en torno a su diferenciación y reconocimiento.

Palabras clave: Homobasidiomycetes clavarioides, macromicetos tropicales, México.

Abstract

Eight genera and seventeen species of clavarioids Homobasidiomycetes were recorded at the Chamela Biological Station. *Clavulina* sp. nov., *Pterula* sp. nov. and *Thelephora versatilis* are new species, while *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata* and *Pterula verticillata* are reported for the first time for Mexico, and *Lentaria surculus* var. A and *Scytinopogon pallescens* are new records for Jalisco state. A description for each species was done and some relevant aspects on the differentiation and recognition for the species are discussed.

Key words: clavarioids Homobasidiomycetes, tropical macromycetes, Mexico.

Introducción

Tradicionalmente se reconocen como hongos clavarioides a los Homobasidiomycetes que forman esporomas macroscópicos simples (cilíndricos o clavados) a profusamente ramificados, con coloración variable y consistencia carnosa a correosa o cartilaginosa en diferentes gradaciones. Su hábitat puede ser terrícola, húmica y/o lignícola, desarrollándose en bosques templados, subtropicales y/o tropicales. Actualmente se reconocen poco más de 30 géneros y cerca de 800 especies, pero sólo algunos como *Deflexula*, *Pterula*, *Lachnocladium*, *Physalacria*, *Aphelaria*, *Scytinopogon*, *Dimorphocystis* y *Pterulicium* son predominantemente tropicales alcanzando incluso su máxima diversidad

específica en estas regiones y, en otros casos, únicamente algunos de sus taxones se desarrollan en estos climas (Corner 1970, Petersen 1988, Kirk *et al.* 2008).

Para México se han registrado alrededor de 20 especies, las cuales pertenecen a géneros como *Lachnocladium*, *Lentaria*, *Pterula*, *Ramaria*, *Macrotyphula*, *Scytinopogon* y *Thelephora*, y éstas se han encontrado creciendo principalmente en bosques tropicales de los estados del sureste del país (Pérez-Moreno y Villarreal 1989, Villarreal y Pérez-Moreno 1991, Guzmán *et al.* 1997, Guzmán 2003, Pérez Trejo 2005, García Sandoval *et al.* 2004, González Ávila 2006).

Este estudio es una contribución al conocimiento de los Homobasidiomycetes clavarioides que se desarrollan en el bosque tropical caducifolio (BTC) de la Estación de Biología de Chamela (EBCH), Jalisco, que es una de las áreas de BTC mejor representadas a nivel mundial por su extensión y en menor proporción el bosque tropical subperennifolio; además, constituye una de las cuatro zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Se localiza en la costa del Pacífico mexicano del estado de Jalisco (19°30' N y 105°03' O), en el municipio La Huerta sobre el km 59 de la carretera federal 200, Barra de Navidad-Puerto Vallarta. El clima es cálido subhúmedo (A_{w0i}), con una marcada estacionalidad. El relieve de la zona es de lomeríos bajos con pendientes de 21 a 34° y altitudes que no sobrepasan los 580 m; los suelos son entisoles jóvenes poco desarrollados, con un pH que oscila entre 6 y 7 (Bullock 1988, Martínez-Yrizar y Sarukhán 1993, Solís 1993, García-Oliva *et al.* 1995, 2002).

El conocimiento previo de la micobiota en la EBCH, corresponde a 10 taxones de hongos con láminas y cinco de la clase Gasteromycetes (Bautista-Hernández y Aguirre-Acosta 2004, Pulido-Pérez 2008). Este es el primer estudio de hongos clavarioides en esta

zona, donde además de las descripciones de los taxones estudiados, se discuten algunos caracteres relevantes en su taxonomía.

Método

Se obtuvieron 97 ejemplares durante el periodo de lluvias de 2005 a 2008 en la EBCH. La descripción de caracteres macroscópicos se realizó con el apoyo del manual de Delgado Fuentes *et al.* (2005) y el trabajo de Petersen (1988); los colores fueron descritos con base en la guía de Methuen (Kornerup y Wanscher 1978). El material será depositado en el Herbario FCME, con algunos duplicados en el Herbario MEXU.

Para la revisión microscópica se siguieron las técnicas propuestas por Largent *et al.* (1977) y Basso (2005); se realizaron cortes a mano con el apoyo del microscopio estereoscópico, los cuales se rehidrataron con KOH al 5-10%. Las estructuras demasiado hialinas se contrastaron con floxina, azul de algodón o rojo congo. Las preparaciones fueron observadas en el microscopio fotónico, para medir y observar estructuras como: basidios, esterigmas, basidiosporas, hifas y cistidios. Se realizaron al menos 15 mediciones para el caso de los basidios y 20 para esporas, hifas y cistidios.

En la determinación de los ejemplares se utilizaron claves y descripciones de autores como: Berthier (1985), Corner (1950, 1968, 1970), Exeter *et al.* (2006), García-Sandoval *et al.* (2004), González-Avila (2006), Marr y Stuntz (1973), Pérez-Trejo (2005), Petersen (1975, 1981, 1988), Ping y Zhu-Liang (2003) y Tanaka *et al.* (2004), entre otras.

Además, en las descripciones de cada una de las especies se tomaron en cuenta los estadísticos esporales: el cociente entre la longitud y el ancho de la spora (E), el promedio de esta relación (\bar{E}), el promedio de la longitud de las esporas (\bar{L}) y el promedio del ancho de las esporas (\bar{A}) (Petersen 2000, Pérez-Trejo 2005, González-Avila 2006).

Resultados

Fueron diferenciados 17 taxones que corresponden a ocho géneros diferentes (Tabla 1); no obstante, cinco de ellos no pudieron ser determinados a nivel específico por estar inmaduros.

Tabla 1. Morfoespecies de clavarioides presentes en la EBCH.

Taxones
<i>Clavulina</i> sp. nov.
<i>Clavulina</i> aff. <i>floridana</i> (Singer) Corner
<i>Deflexula</i> sp. 1
<i>Deflexula</i> sp. 2 (inmaduro)
<i>Lentaria surculus</i> variante A (Berk.) Corner
<i>Physalacria changensis</i> Rostrup
<i>Physalacria inflata</i> (Schwein.) Peck
<i>Pterula verticillata</i> Corner
<i>Pterula</i> sp. nov.
<i>Pterula</i> sp.1 (inmaduro)
<i>Pterula</i> sp.2 (inmaduro)
<i>Ramaria</i> aff. <i>articulotela</i> R.H. Petersen
<i>Ramaria</i> aff. <i>moelleriana</i> Marr & D.E. Stuntz
<i>Ramaria</i> aff. <i>rainierensis</i> (Bres. & Roum.) Corner
<i>Scytinopogon pallescens</i> (Bres.) Singer
<i>Scytinopogon</i> aff. <i>scaber</i> (Berk. & M.A. Curtis) D.A. Reid
<i>Scytinopogon</i> sp. (inmaduro)
<i>Thelephora versatilis</i> sp. nov. I. Ramírez-López y M. Villegas
<i>Thelephora</i> sp. (inmaduro)

Descripción de taxones

Clavulina sp. nov.

Lámina 1: Figs. e, f, g, h, i.

Basidiomas claviformes o raramente ramificados, de $84-107 \times 3-5$ mm. Himenio de color violeta oscuro (18F4), superficie lisa y ápice de color negro. Estípite cilíndrico, de $14-24 \times 3$ mm, de color amarillo claro (4A4) y superficie rivulosa. Consistencia carnosa-quebradiza. Olor inapreciable.

Himenio anfígeno: basidios subclavados a cilíndricos, de $(39.2-)$ $42-47.6$ $(-64.4) \times$ $(5.6-)$ $6.3-9.1$ μm , hialinos, uni a multigutulados, formación de septos secundarios después de la descarga de las esporas, fibulados en la base y bispóricos; esterigmas curvados, de $4.2-5.6 \times 1.4-2.1$ μm , hialinos, contenido gleoplerótico, pared delgada. Basidiosporas ovaladas, de $7-9.1$ $(-9.8) \times$ $(5.6-)$ $6.3-7.7$ μm ($E=1.4-1.8$ μm , $\underline{E}=1.6$ μm , $\underline{L}=6.8$ μm , $\underline{A}=7.9$ μm), pared lisa y engrosada (0.7 μm), hialinas, unigutuladas y apéndice hilar pequeño. Entre los basidios se observaron escasos elementos estériles similares a cistidios de forma cilíndrica de $35-51.8$ $(-60.2) \times 4.2-7$ μm , pared ligeramente engrosada (0.7 μm), con septos y fíbulas simples y contenido ligeramente vacuolado.

Sistema hifal monomítico. Subhimenio: hifas generativas, de $2.8-7$ μm , hialinas, pared ligeramente engrosada (-0.7 μm), contenido homogéneo o escasamente vacuolado, septos con fíbulas, presencia de hifas con contenido refringente y conexiones en H escasas. Contexto: hifas generativas con disposición paralela, de $2.8-10.5$ μm , hialinas, contenido escasamente vacuolado, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), septos con fíbulas, ramificadas, ocasionalmente infladas y presencia de conexiones en H.

Estípote: hifas generativas con disposición paralela, de 2.8–8.4 μm , infladas, hialinas, contenido homogéneo o escasamente vacuolado, pared ligeramente engrosada ($-0.7 \mu\text{m}$), fíbulas simples frecuentes, conexiones en H y escasas ramificaciones. Presencia de cristales posiblemente de oxalato de calcio de diferente tamaño distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Hábitat y hábito: gregarios, terrícolas, desarrollándose en bosque tropical subperennifolio.

Material de estudio: JALISCO, Municipio, La Huerta, EBCH, vereda Eje Central, 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 214.

Discusión

El género *Clavulina* se encuentra ampliamente distribuido; se distingue del resto de los Homobasidiomycetes clavarioides por sus basidios subcilíndricos con dos esterigmas curvos y la formación de un septo secundario longitudinal en los basidios después de haber descargado las esporas (Corner 1950, Thacker y Henkel 2004, Kirk *et al.* 2008, Olariaga *et al.* 2009).

Aunque dentro del género se han descrito varias especies con basidiomas simples, la mayoría de ellas difiere en coloración y tamaño del basidioma, así como en el tamaño de las esporas con el ejemplar aquí descrito. Una de las especies más similares en características es *Clavulina samuelsii* (Petersen 1988, www.cbs.knaw.nl/databases); sin embargo, la coloración y longitud de los basidiomas son distintos, así como el tipo de vegetación en que se encuentran creciendo: *C. samuelsii* en bosques mixtos y este espécimen (Ramírez-López, I. 214) en bosque tropical subperennifolio.

La otra especie similar es *Clavulina griseopurpurascens*, sin embargo ésta presenta basidiomas más pequeños (–25 mm), esporas ligeramente más pequeñas en longitud (7.5–8.7 μm) y la presencia de cistidios en el himenio con un mayor tamaño (70–130 \times 6–8 μm) que los elementos estériles del himenio encontrados en este ejemplar. Además, éstos últimos tienen una presencia muy baja entre los basidios, por lo que hasta el momento no se puede asegurar que sean cistidios.

Con base en lo mencionado anteriormente, este espécimen ha sido determinado como una nueva especie de *Clavulina* para la ciencia, la cual se caracteriza por sus basidiomas simples desarrollándose en un bosque tropical subperennifolio de la zona del Pacífico.

Clavulina aff. floridana (Singer) Corner.

Lámina 1: Figs. a, b, c, d.

Basidiomas claviformes o raramente bifurcados, de 8–35 \times –1 mm, cuando jóvenes todo el esporoma es de color blanco amarillento (4A2) y en la madurez el estípite es de color blanco amarillento (4A2), himenio de color gris (5F1) y ápice negro. Superficie lisa, contexto de color blanco (4A1) y de consistencia carnosos-quebradiza. Olor inapreciable.

Himenio anfígeno: basidios subclavados, de 34.4–53.2 \times 4.9–8.4 μm , hialinos, uni a multigutulados, con formación de septos secundarios después de la descarga de esporas, sin fíbula en la base y bispóricos; esterigmas curvados, de 4.9 \times 2.1 μm , con contenido gleoplerótico, pared lisa y no engrosada. Basidiosporas ovaladas, de 7–8.4 \times 5.6–7 (–7.7) μm (\overline{E} =1.5–1.8 μm , \underline{E} =1.7 μm , \underline{L} =6.4 μm , \underline{A} =7.6 μm), pared lisa y engrosada (0.7 μm),

hialinas, unigutuladas, apéndice hilar pequeño. Entre los basidios se observaron escasos elementos estériles similares a cistidios de forma cilíndrica de $21-39.2 \times 3.5-6.3$ (-7) μm , hialinos, contenido homogéneo, septados y sin fíbulas.

Sistema hifal monomítico. Subhimenio: hifas generativas, de (2.8-) 4.9-11.2 μm de ancho, hialinas, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo o escasamente vacuolado, septos sin fíbulas, conexiones en H frecuentes, y algunas se encuentran infladas en sus partes medias. Contexto: hifas generativas, de (2.1-) 2.8-10.5 (-11.9) μm de ancho, hialinas, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), frecuentemente infladas, con contenido tenuemente vacuolado, presencia muy frecuente de conexiones en H y los septos no presentan fíbulas.

Estípites: hifas generativas con disposición paralela, de 2.1-15.4 μm de ancho, hialinas, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), a veces infladas, contenido raramente vacuolado, septos sin fíbulas que en algunas ocasiones llegan a ser constreñidos y presencia de conexiones en H.

Hábitat y hábito: gregarios, terrícolas, desarrollándose en bosque tropical caducifolio a una altitud de 67 m.

Material de estudio: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Tejón, 29 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 186; vereda Ardilla, 5 de septiembre de 2008, Aguirre, Díaz y Ramírez V-135.

Discusión

Al igual que *Clavulina* sp. nov., estos ejemplares presentan basidiomas simples y poco ramificados desarrollándose en suelo. La especie más similar en coloración y tamaño de los basidiomas, y tamaño de esporas es *Clavulina floridana* (Corner 1970), pero debido

a las discrepancias que existen entre la descripción de Singer (1945) y a la revisión del tipo que realizó Petersen (1988) en cuanto al tamaño de las esporas y la presencia o ausencia de fíbulas, los materiales no se pudieron determinar tan puntualmente.

Singer (1945) describe esporas de $7-8.5 \times 5.8-7.5 \mu\text{m}$ y ausencia de fíbulas, lo cual coincide con la descripción de Corner (1970) quien la transfirió a *Clavulina*. Sin embargo, Petersen (1988) describe esporas de mayor tamaño ($9-10.4 \times 7.6-9 \mu\text{m}$) y presencia de fíbulas. Si la descripción de Petersen está en lo correcto, estos especímenes corresponden a una nueva especie, lo cual hay que corroborar con el tipo.

Por lo anterior y a que existen otras diferencias con la descripción original de Singer (1945), donde se reporta que algunos basidiomas llegan a ramificarse de dos a seis veces y presentan crecimiento cespitoso, aspectos no observados en estos ejemplares, se les ha determinado como *Clavulina* aff. *floridana*.

En comparación a *Clavulina* sp. nov., *C.* aff. *floridana* se diferencia por sus basidiomas de menor tamaño, muy raramente ramificados y en la coloración, microscópicamente las esporas y elementos estériles del himenio son más pequeños, y la ausencia de fíbulas en las hifas que si están presentes en *C.* sp. nov. Además, *C.* aff. *floridana* se encontró desarrollándose en el bosque tropical caducifolio, mientras *C.* sp. nov. en el subperennifolio.

Otro hecho interesante, es que ambos taxones descritos en este trabajo son los primeros registros tropicales de *Clavulina* para el país, ya que sólo se han registrado seis especies con basidiomas ramificados en zonas templadas (Hidalgo Medina 2010)

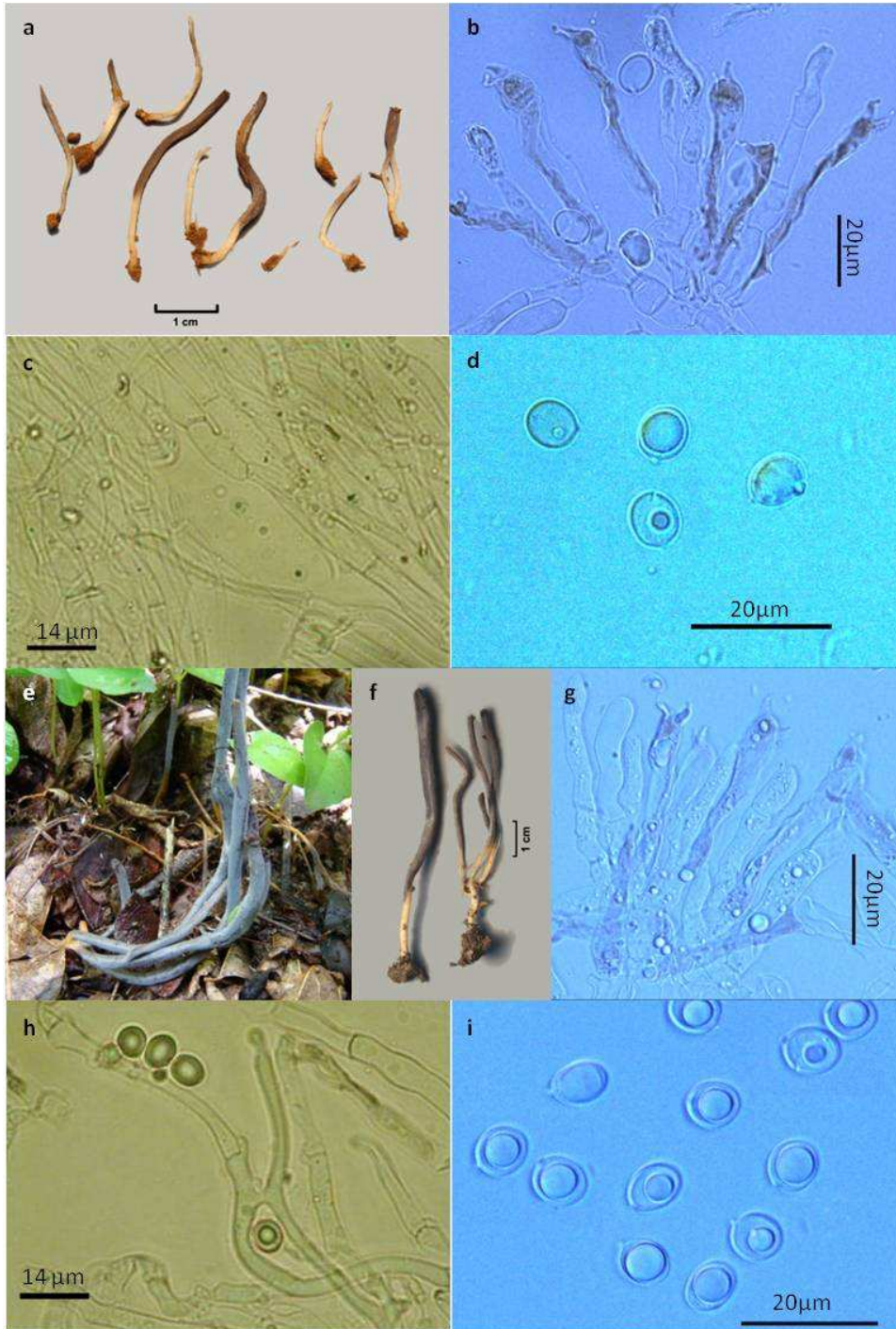


Lámina 1. *Clavulina* aff. *floridana*: a) basidiomas simples o raramente bifurcados, b) basidios bispóricos con contenido gleoplérico, c) hifas generativas con septos pero sin fíbulas, d) esporas ovaladas unigutuladas. *Clavulina* sp. nov.: e-f) basidiomas simples o escasamente ramificados, g) basidios bispóricos con contenido, h) hifas generativas con septos y fíbulas, i) esporas ovaladas unigutuladas.

***Deflexula* sp. 1**

Lámina 2: Figs. a, b, c.

Basidiomas en forma de fascículos de dientes agudos con un pseudoestípite muy pequeño, con geotropismo positivo, de $1-2 \times 1-3$ mm y dientes escasamente ramificados. En la base de color amarillo claro (4A4), en la parte media de color blanco-amarillento (3A2) y ápices blancos. Consistencia cartilaginosa y frágil.

Himenio anfígeno. Basidios subclavados a clavados, hialinos, pared delgada y lisa, contenido vacuolado, bispóricos o tetraspóricos; esterigmas rectos o ligeramente curvados, pared delgada y contenido vacuolado. Basidiosporas de $(8.4-9.8-10.5 \times 6.3-7 (-8.4) \mu\text{m}$ ($\underline{E}=1.7-2.2 \mu\text{m}$, $\underline{E}=2 \mu\text{m}$, $\underline{L}=10 \mu\text{m}$, $\underline{A}=6.9 \mu\text{m}$), subglobosas, hialinas, pared ligeramente engrosada, uni o multigutuladas, apéndice hilar no muy prominente.

Sistema hifal dimítico. Hifas generativas de $2.8-3.5 (-4.2) \mu\text{m}$, hialinas, pared ligeramente engrosada, contenido vacuolado, septadas, escasas fíbulas simples y conexiones en H. Hifas esqueléticas de $(2.1-3.5-4.2 (-5.6) \mu\text{m}$, grosor de la pared de $0.7-1.4 \mu\text{m}$, lisas y contenido homogéneo. Cristales irregulares de diferentes tamaños distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Hábitat y hábito: gregarios, lignícolas, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio.

Material de estudio: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Eje Central, 10 de octubre de 2005, Villegas Ríos M. 2650.

Discusión

El ejemplar Villegas Ríos M 2650 es muy similar a *Deflexula subsimplex*, la cual ha sido descrita de diferentes países como Brasil, Bolivia, Argentina, India, Borneo y las Islas Salomon (Corner 1952, 1970); sin embargo, esta especie presenta esporas de mayor tamaño ($10.5\text{--}14 \times 6\text{--}8.5 \mu\text{m}$) con apéndice hilar prominente y en cuya superficie se aprecian de 4 a 6 bordes longitudinales, aspectos que no coinciden con este material donde las esporas son de menor tamaño ($9.8\text{--}10.5 \times 6.3\text{--}7 \mu\text{m}$) y no se observa ningún borde longitudinal.

Por lo mencionado anteriormente, este espécimen queda determinado hasta el momento como *Deflexula* sp. 1 y, la revisión de futuras colectas y análisis de ADN permitirán corroborar nuestras observaciones.

***Deflexula* sp. 2**

Lámina 2: Figs. d, e, f.

Basidiomas en forma de fascículo de dientes agudos con geotropismo positivo y de 1–11 mm de longitud total; dientes ocasionalmente ramificados, de -1 mm de ancho, de color naranja claro a grisáceo (5-6A2, 6B3-4) en la base y parte media, y ápices agudos de color blanco o blanco anaranjado (5-6A1-2); superficie finamente fibrilosa. Consistencia cartilaginosa y frágil. Olor inapreciable.

Himenio. No se observaron basidios. Hay una muy baja presencia de basidiosporas de $9.8\text{--}12.6 \times 7.7\text{--}8.4 \mu\text{m}$ ($E=1.2\text{--}1.6 \mu\text{m}$, $\underline{E}=1.5 \mu\text{m}$, $\underline{L}=11.7 \mu\text{m}$, $\underline{A}=7.9 \mu\text{m}$), subglobosas, hialinas, pared ligeramente engrosada, uni o multigutuladas, apéndice hilar no muy prominente.

Sistema hifal dimítico: Hifas generativas de 2.1–3.5 (–4.2) μm , pared ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo o raramente vacuolado, con septos y fíbulas simples o escasamente ampuliformes a intervalos muy espaciados, y algunas se encuentran infladas en sus partes medias. Hifas esqueléticas de 2.1–4.2 (–6.3) μm , hialinas, pared lisa y engrosada (0.7–1.4 μm), contenido homogéneo, sin septos ni fíbulas, ocasionalmente infladas y escasamente ramificadas. Presencia de cristales irregulares de diferentes tamaños distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Hábitat y hábito: gregario, lignícola, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio a una altitud de 56 m.s.n.m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, intersección entre las veredas Tejón y Camino Antiguo Norte, 28 de agosto de 2007, Ramírez-López, I. 106; 1 de septiembre de 2007, Ramírez-López, I. 143; 31 de julio de 2008, Ramírez-López, I. 176; 1 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 176-II; 29 de agosto de 2008, Montiel-Morales y Ramírez-López, I. 189.

Discusión

Aunque fueron observados diferentes ejemplares del mismo sitio, la macromorfología de estos cinco ejemplares es similar a *Deflexula subsimplex* (Corner 1952). Sin embargo la ausencia de basidios y basidiosporas impidió tener una determinación más puntual. Los únicos materiales que presentaron una y dos esporas fueron Ramírez-López, I. 143 en 2007, y Montiel-Morales y Ramírez-López, I. 189 en 2008, respectivamente; éstos se obtuvieron una semana y un mes después de haber recolectado los otros tres individuos, en el mismo sitio. Esto indica que la maduración del

himenio conlleva un mayor tiempo que otros taxones como *Ramaria*, *Scytinopogon*, *Thelephora*, entre otros.

Si bien, estos materiales también son semejantes a *Deflexula subsimplex*, difieren en tamaño y coloración del basidioma, y tamaño de las basidiosporas con respecto a *Deflexula* sp. 1; es por esto que se han determinado hasta el momento como *Deflexula* sp. 2 y es necesario la recolección de más especímenes pero con un himenio maduro para su determinación a nivel de especie.

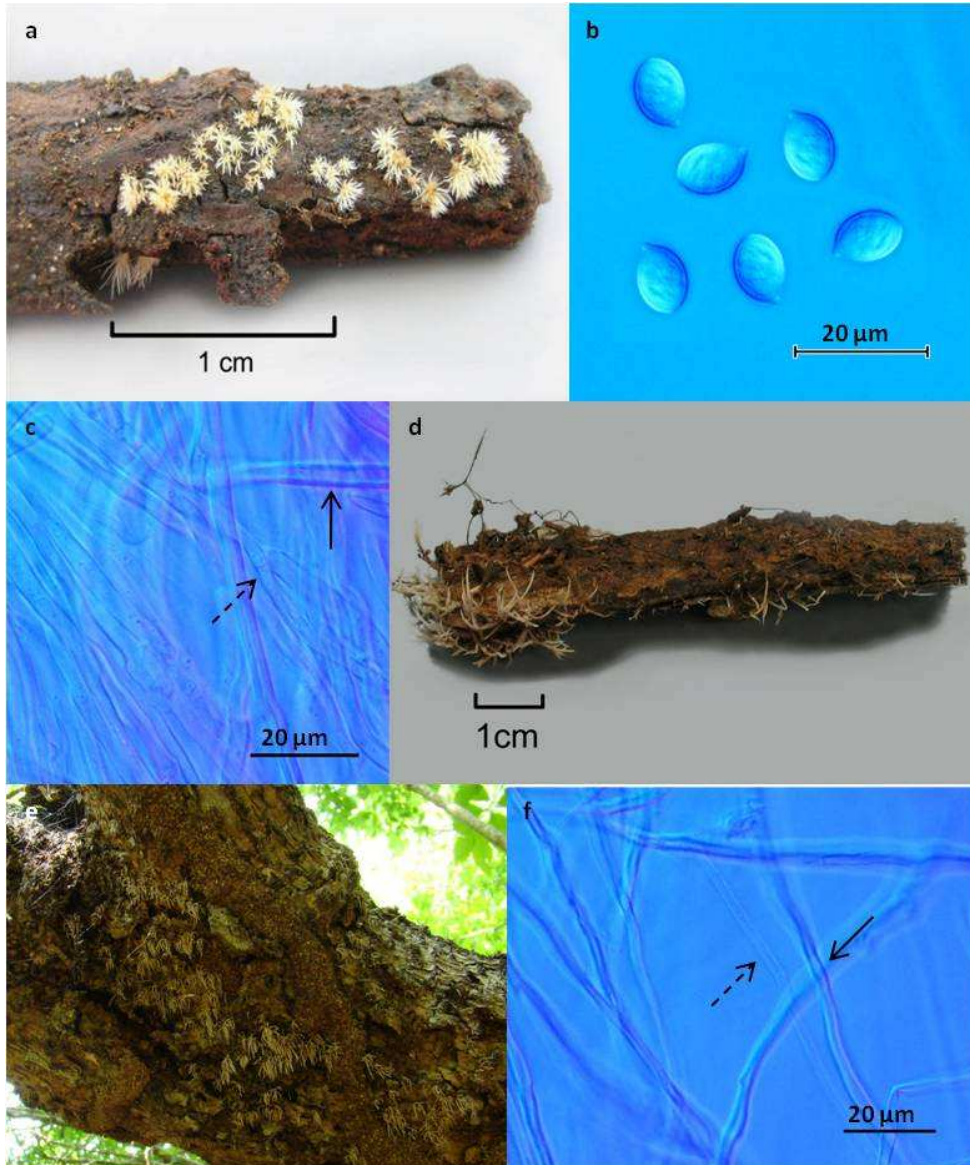


Lámina 2. *Deflexula* sp. 1: a) basidiomas en fascículo, b) basidiosporas subglobosas, c) hifas generativa (---) y esquelética (—). *Deflexula* sp. 2: d-e) basidiomas en fascículo, f) hifas generativa (---) y esquelética (—).

Lentaria surculus variante A Petersen 2000 Rev. Biol. Trop. 48: 563.

Lámina 3: Figs. a, b, c, d, e.

Basidioma creciendo a partir de un subículo superficial al sustrato, de color blanco, con numerosos cordones miceliares gruesos. Basidiomas de 35–90 mm de longitud, ramificaciones ascendentes de 5 a 7 niveles, dicotómicas con los nodos disminuyendo abruptamente, ramas más o menos paralelas entre sí, aplanadas, con coloración de las ramificaciones medias de naranja grisáceo a rojizo (6B-C4) y ápices agudos, blanquecinos con tonos rojizos (11A2); axilas subredondeadas a más o menos angulares. Estípite de 7–25 × 3–10 mm, de color blanquecino o blanco naranja a rosa pálido (5A2-5B4). Contexto correoso-carnoso, de color blanco. Sabor poco astringente y olor ligeramente dulce.

Reacción al FeSO₄ positiva en el himenio, de gris verdoso oscuro, en el ejemplar deshidratado.

Basidios de (40.6–) 42–47 (–54.6) × 6.3–7.7 (–8.4) μm, clavados, contenido homogéneo o escasamente vacuolado, tetraspóricos, de 7–7.7 × 1.4 μm. Basidiosporas de 12.6–14 × 2.8–4.2 μm (E=1.5 μm, \underline{E} =3.8 μm, \underline{L} =13.1 μm; \underline{A} = 3.4), presentan forma subsigmoidal a forma de coma, apéndice hilar ligeramente curvado, lisas, hialinas, con contenido escasamente multigutulado. Las esporas forman agrupamientos de hasta 4 esporas una vez desprendidas del basidio.

Sistema hifal monomítico: hifas del subhimenio generativas, de (2.8–) 3.5–4.9 (–5.6) μm de ancho, hialinas, pared ligeramente engrosada, contenido homogéneo, fíbulas simples y ampuliformes; hifas del contexto generativas, de 3.5–7(–7.7) μm de ancho, pared

ligeramente engrosada, contenido homogéneo y algunas se encuentran infladas en sus partes medias.

Hifas del estípote generativas, de 2.1–5.6 μm de ancho, pared ligeramente engrosada (0.7–1.4 μm), hialinas, contenido homogéneo, fíbulas simples y ampuliformes, y septadas.

Hifas del subículo generativas de 2.1–3.5 μm de ancho, hialinas, de pared ligeramente engrosada y frecuentemente espiculadas, fíbulas simples y ampuliformes, conexiones en H y cristales pequeños e irregulares distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Hábito y hábitat: gregario, húmico, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Eje Central, 10 de octubre de 2005, Villegas Ríos, M. 2646.

Discusión

Al género *Lentaria* se le ha encontrado creciendo tanto en zonas templadas como en tropicales, sobre hojarasca o madera en descomposición; de las 19 especies descritas hasta el momento (Pérez-Trejo 2005), nueve son predominantemente tropicales, entre ellas *Lentaria surculus*, especie a la que corresponde el material determinado.

Petersen (2000) y Pérez-Trejo (2005) reconocen que dentro de este taxón existe la forma típica y de dos a cinco variantes de ésta, debido a que el rango de las esporas reportado por ellos mismos y Corner (1950, 1970) es muy amplio. Los dos primeros autores hacen esta distinción basándose en la coloración de los basidiomas, la posición del subículo y tamaño de las esporas. Además, Petersen (2000) hace una prueba de compatibilidad entre las variantes A y B, encontrando que son incompatibles, por lo que

probablemente sean especies diferentes. Sin embargo, ninguno se atreve a asignarles un epíteto, ya que los datos en fresco de la mayoría de los materiales son insuficientes.

Este ejemplar determinado como *Lentaria surculus* corresponde a la variante A, al presentar tonos de color naranja, rosado o blanco en el basidioma y por desarrollarse sobre madera descompuesta. Microscópicamente, el tamaño de sus esporas es de $12.6\text{--}14 \times 2.8\text{--}4.2 \mu\text{m}$, concordando con la descripción de Petersen (2000) y Pérez-Trejo (2005). No obstante, su subículo es superficial al sustrato y no inmerso como en la variante, y los cordones miceliares son gruesos.

En México, el complejo *Lentaria surculus* ha sido registrado en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tamaulipas y Veracruz, mientras *L. surculus* var. A sólo se ha observado en Campeche y Veracruz (Pérez-Trejo 2005), por lo que es importante resaltar que este ejemplar de la variante A corresponde al primer registro de la zona del Pacífico, en el estado de Jalisco.

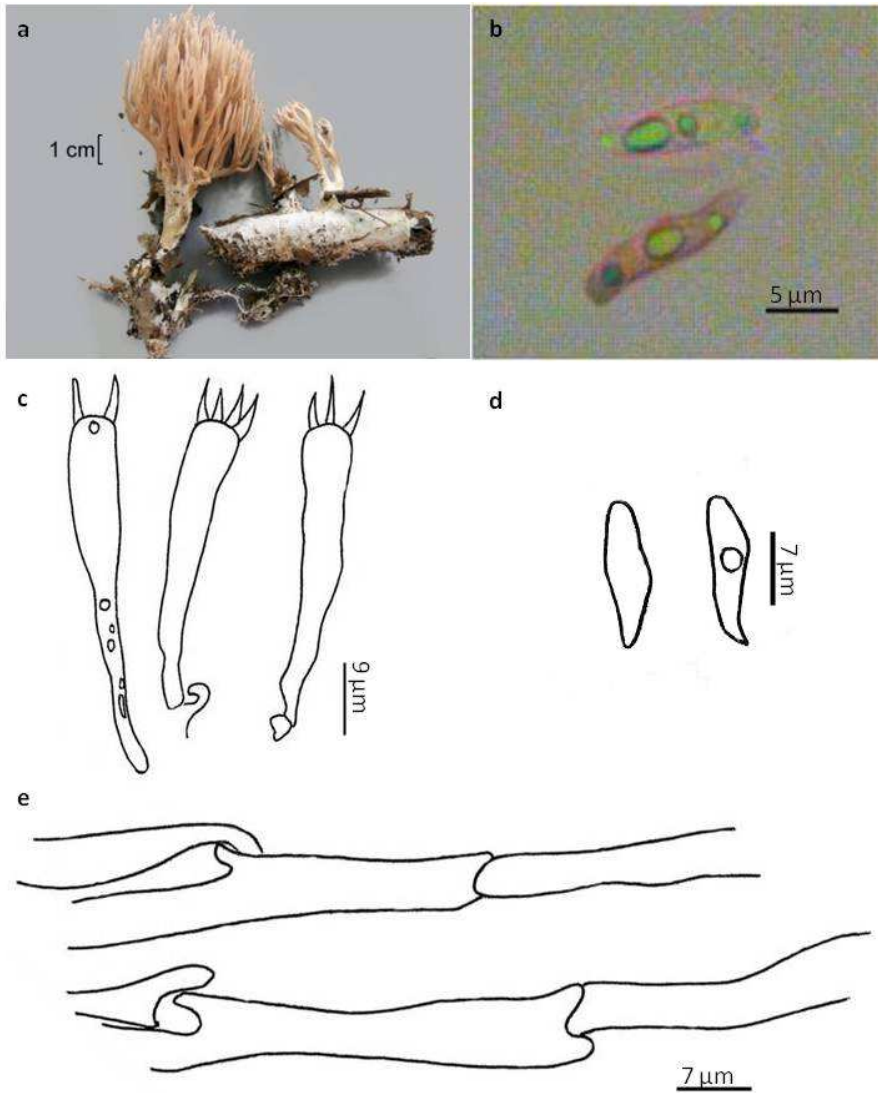


Lámina 3. *Lentaria surculus* var. A: a) basidiomas ramificados, b y d) basidiosporas subsigmoideas y gutuladas, c) basidios tetraspóricos, e) hifas generativas del contexto.

Physalacria changensis Rostr., Bot. Tidsskr. 24: 206 (1902)
≡ *Physalacria tropica* Corner, Ann. Bot. Mem. 1: 697 (1950)

Lámina 4: Figs. f, g, h, i.

Basidiomas pileado-estipitados, de 1–12 mm de longitud total, de color blanco a blanco amarillo (2A1-2) y en algunos casos se llegan a manchar de color café amarillo. Parte apical de 1–9 × 1–5 mm, himenio cubriendo la superficie externa con apariencia pruinosa, hueca en su interior, en los más jóvenes es globosa y sin los orificios en la base, y en los maduros es globoso-lobulada y ocasionalmente llegan a presentar los orificios en la base del píleo. Estípite cilíndrico, de 1–8 × 1 mm, superficie en la parte apical y media fibrilosa haciéndose más evidente hacia la base. Consistencia membranosa hacia la parte apical y cartilaginosa-subcorrea en el estípite. Olor ligeramente dulce.

Himenio: basidios cilíndricos a subclavados, de 16.8–29.4 × 4.2–4.9 μm, hialinos, pared delgada y lisa, contenido ligeramente vacuolado, fibulados en la base y tetraspóricos; esterigmas rectos con ápices agudos, de 2.8–4.2 (–4.9) × 1.4 μm, hialinos, pared lisa y delgada, y contenido homogéneo. Basidiosporas de 3.5–6.3 × 2.1–2.8 μm (E=1.8–3.2 μm, \underline{E} =2.4 μm, \underline{L} =4.4 μm, \underline{A} =2.8 μm), ovaladas, hialinas, pared lisa y muy ligeramente engrosada, uni o multigutuladas, apéndice hilar apical y pequeño. Olecistidios cilíndricos a clavados y algunos con la parte apical prominentemente globosa, de (35–) 37.8–56.4 (–63) × (7–) 8.4–25.2 (–27.3) μm, hialinos, contenido homogéneo, pared lisa y ligeramente engrosada (≤ 0.7 μm) hacia la parte apical, fibulados en la base, y se encuentran presentes en la base de la cabeza.

Sistema hifal monomítico: hifas generativas, de 1.4–6.3 μm de ancho, pared ligeramente engrosada ($\leq 0.7 \mu\text{m}$), contenido homogéneo, septos y fíbulas simples a intervalos muy espaciados, conexiones en H y ocasionalmente infladas.

Estípite: hifas generativas paralelas, de (2.1–) 2.8–17.5 μm , hialinas, pared engrosada ligeramente (0.7–1.4 μm), contenido homogéneo, septos y fíbulas simples, conexiones en H, ocasionalmente infladas y constreñidas en los septos, escasos septos ampuliformes. Oleocistidios cilíndricos a clavados con la parte apical prominentemente globosa, de 30.8–58.8 \times 6.3–14 (–21) μm , pared lisa y ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo y fibulados en la base.

Hábito y hábitat: cespitoso, lignícola, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio y bosque tropical subperennifolio a una altitud de 104 m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Búho, 9 de octubre de 2005, Villegas Ríos 2621; 1 de septiembre de 2008, Ramírez-López, I. 229; vereda Calandria, 1 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 177; 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 209 y 210; 18 de octubre de 2009, Ramírez-López, I. 266.

Discusión

Physalacria, al contrario del resto de los ejemplares recolectados, no presenta la típica forma clavarioide, sino un cuerpo fructífero formado por una cabeza globosa y un estípite cilíndrico bien diferenciado, y autores como Corner (1950), Berthier y Rogerson (1981) y Berthier (1985) también reconocen como caracteres importantes la presencia de oleocistidios en el basidioma, esporas lisas e inamiloides y un himenio anfígeno que puede o no estar ausente en la base de la cabeza. Al género se le ha considerado tradicionalmente dentro de los hongos clavarioides por la distribución casi uniforme del himenio sobre la

superficie externa del basidioma, como sucede en el resto de los taxones de este grupo; sin embargo, la parte fértil queda restringida al área de la cabeza o píleo (Dentinger y McLaughlin 2006). Además, Corner (1970) e Inderbitzin y Desjardin (1999) han considerado que este género es una forma reducida de los ancestros clavarioides de la alianza *Marasmius*, por la presencia de oleocistidios en el esporoma.

Todos los ejemplares de *Physalacria* recolectados en la EBCH, se encontraron desarrollándose sobre la corteza o madera poco degradada de troncos o ramas caídos, con hábito cespitoso o gregario, creciendo tanto en bosque tropical caducifolio como subperennifolio. Además de distinguirse por su macromorfología, se encuentran entre los materiales con basidiomas más pequeños con una longitud de 1–12 mm.

Los materiales determinados como *Physalacria changensis*, tienen basidiomas de color blanco y en algunos casos se llegan a manchar de color amarillo café; el himenio constituido por basidios con cuatro esterigmas y esporas de $3.5\text{--}4.9 \times 2.1\text{--}2.8 \mu\text{m}$, características que concuerdan con las de *Physalacria changensis* (Corner 1950, Berthier 1985).

Sin embargo, existe una diferencia muy evidente entre los ejemplares, la forma y tamaño de los cistidios; mientras los materiales que corresponden a Villegas Ríos 2621, Ramírez-López, I. 209 y Ramírez-López, I. 229 tienen cistidios subcilíndricos a clavados con la parte apical no diferenciada ($(35\text{--}) 37.8\text{--}51.8 (-63) \times (7\text{--}) 8.4\text{--}12.6 \mu\text{m}$), el material Ramírez-López 177 los presenta clavados y con la parte apical prominentemente globosa ($(36.6\text{--}) 42\text{--}50.4 (-70) \times (11.2\text{--}) 13.3\text{--}25.2 (-29.4) \mu\text{m}$). Autores como Berthier (1985) y Corner (1950) describieron los cistidios como los presentan los primeros ejemplares, en tanto que Tanaka *et al.* (2004) los han reportado con una mayor amplitud como se

observaron en el segundo material. Los ejemplares Ramírez-López, I. 210 y Ramírez-López, I. 266 muestran esta variación que pueden llegar a tener los cistidios.

Aunque la micromorfología y parte de la macromorfología de los ejemplares concuerdan con las descripciones de Corner (1950), Berthier (1985) y Tanaka *et al.* (2004), las aberturas en la base de la cabeza presentes en *Physalacria changensis* son la única diferencia que existe con los especímenes recolectados en 2005 y 2008. No obstante, el material Ramírez-López, I. 266 del 2009 si los presenta, por lo que probablemente cuando se recolectaron los otros cinco ejemplares, sus basidiomas no estaban completamente desarrollados.

- Physalacria inflata*** (Schwein.) Peck, Bull. Torrey bot. Club 9: 2 (1882).
= *Leotia inflata* Schwein., Syn. Fung. Carol. Sup.: no. 1120 (1822).
= *Mitruia inflata* (Schwein.) Fr., Elench. fung. (Greifswald) 1: 234 (1828).
= *Physalacria inflata* var. *inflata* (Schwein.) Peck, Bull. Torrey bot. Club 9: 2 (1882).
= *Spathularia inflata* (Schwein.) Cooke, Mycogr. t.344 (1879).
= *Eoagaricus inflatus* (Schwein.) L. Krieg., Bull. Maryland Acad. Sci. 3: 7 (1923).

Lámina 4: Figs. a, b, c, d, e.

Basidiomas pileado-estipitados, de 1–11 mm de longitud total. Parte apical globoso-lobulada, de 1–6 mm de diámetro, de color blanco a crema (2A1, 4A1-3), himenio cubriendo la superficie externa la cual presenta una apariencia pruinoso por la presencia de esporas. Estípites cilíndricos, de 1–7 × 1 mm, de color blanco a café rosado pálido (2A1,

4A1-2, 5B4) y superficie fibrilosa haciéndose más evidente hacia la base. Consistencia membranosa hacia la parte apical y cartilaginosa-subcorreosa en el estípite.

Himenio: basidios subcilíndricos a clavados, de (17.5–) 18.2–23.8 (–24.5) × 4.2–4.9 μm, hialinos, pared delgada y lisa, contenido homogéneo o ligeramente vacuolado, fibulados en la base y tetraspóricos; esterigmas rectos con ápices agudos, de 2.8–4.2 × –1.4 μm, hialinos, pared lisa y delgada. Basidiosporas de (2.8–) 3.5–4.2 (–4.9) × 2.1–2.8 μm (E=1.8–2.8 μm, E=2.1 μm, L=4 μm, A=2.6 μm), ovaladas, hialinas, pared lisa y no engrosada, uni o multigutuladas, apéndice hilar apical y pequeño. Cistidios mucronados, de 43.4–84 × (9.1–) 9.8–21 μm, hialinos, contenido homogéneo, pared ligeramente engrosada de ≤ 0.7 μm y lisa.

Sistema hifal monomítico: hifas generativas, de 1.4–4.9 (–7.7) μm de ancho, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo, septos y fíbulas simples a intervalos muy espaciados, conexiones en H; escasos cristales pequeños e irregulares distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Estípite: hifas generativas de (1.4–) 2.1–18.2 (–20.3) μm, hialinas, pared engrosada ligeramente (<0.7 μm), contenido homogéneo, septos y fíbulas a intervalos frecuentes, conexiones en H, y ocasionalmente infladas. Cistidios mucronados, de (23.1–) 26.6–56 (–70) × (7–) 8.4–14.7 (–16.8) μm, pared lisa y ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo.

Hábito y hábitat: cespitoso, lignícola, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio y bosque tropical subperennifolio a una altitud entre 50 y 64 m.s.n.m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Camino Antiguo Norte, 9 de octubre de 2005, Villegas Ríos, M. 2634; vereda Tejón, 29 de agosto de 2008,

Ramírez-López, I. 185; vereda Eje Central, 1 de septiembre de 2008, Ramírez-López, I. 230.

Discusión

Estos tres especímenes han sido determinados como *Physalacria inflata* al presentar basidiomas de 1–11 mm de longitud, la cabeza de color blanco o crema y el estípite de color café rosado pálido a blanco; la porción fértil de la cabeza no se extiende hasta la base de esta, y el himenio está compuesto por basidios con 4 esterigmas y cistidios mucronados de (28–) 43.4–84 × (9.1–) 9.8–21 μm; características que concuerdan con las descripciones de Corner (1950) y Berthier (1985).

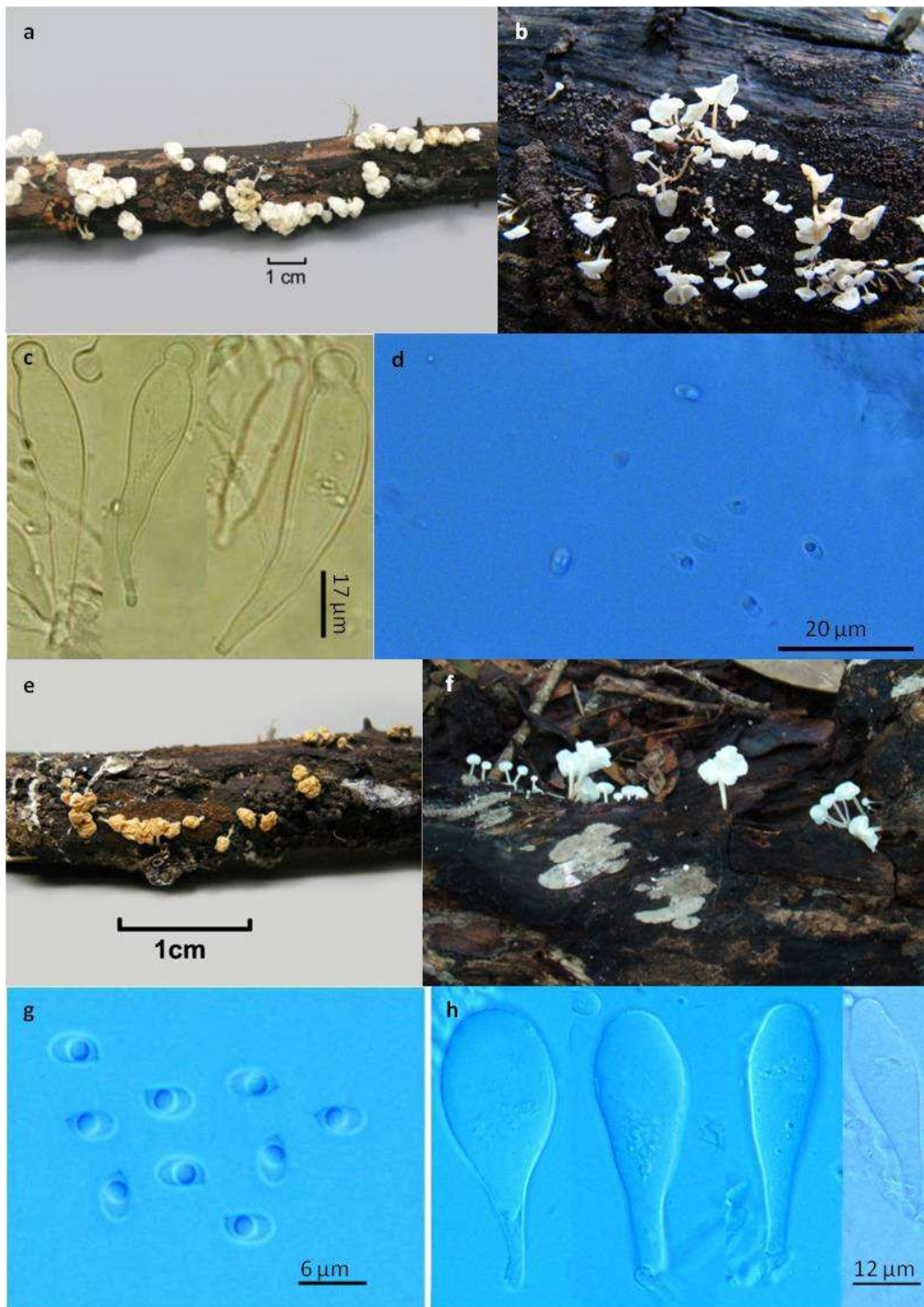


Lámina 4. *Physalacria inflata*: a-b) basidiosmas pileado-estipitados, c) oleocistidios mucronados, d) basidiosporas ovaladas y unigutuladas. *Physalacria changensis*: e-f) basidiomas pileado-estipitados, g) basidiosporas ovaladas y unigutuladas, h) oleocistidios.

Pterula verticillata Corner, *Ann. Bot. Mem.* 1: 699 (1950).

Lámina 5: Figs. a, b, c.

Basidiomas de 18–33 mm de longitud, muy ramificados. Ramificaciones cilíndricas a ligeramente aplanadas, de color rojo pálido (6C3), axilas en forma V; ápices agudos, mayoritariamente policotómicos y de color blanco amarillento (4A2). Estípites bien diferenciados, de 5–12 × 1–2 mm, cilíndricos, superficie finamente fibrilosa, de color rojo pálido a café claro (7C3-6D4) y micelio de color blanco en la base. Consistencia cartilaginosa-correosa, contexto de color concoloro a la superficie. Olor ligero y no característico.

Himenio anfígeno: basidios de 23.8–25.2 × 6.3–7.0 μm, clavados a subclavados, pared delgada y lisa, generalmente con contenido homogéneo o escasamente vacuolado, fibulados en la base y tetráspóricos; esterigmas rectos, de pared delgada, hialinos y contenido homogéneo. Basidiosporas de 5.6–7 × 2.8–4.2 μm (E=2.1–3.5 μm, \bar{E} =2.6 μm, \underline{L} =6.3 μm, \underline{A} =3.5 μm), elipsoides a dacrioides, hialinas, pared ligeramente engrosada y lisa, contenido escasamente vacuolado y apéndice hilar lateral.

Sistema hifal dimítico. Hifas esqueléticas, de 2.1–5.6 (–8.4) μm, hialinas, grosor de la pared de 0.7–1.4 μm, lisas, hialinas, contenido homogéneo o escasamente vacuolado. Hifas generativas, de 2.1–4.9 μm, hialinas, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo o escasamente vacuolado, fíbulas simples y septos escasos, escasas ramificaciones y conexiones en H. Cristales de forma y tamaño irregular, y distribuidos irregularmente en la superficie de las hifas.

Estípite: hifas esqueléticas, de 2.1–3.5 (–4.2) μm , hialinas, pared lisa y engrosada. Hifas generativas, de 2.1–4.9 μm , hialinas, pared engrosada, contenido homogéneo, septos y fíbulas simples, y escasamente ramificados.

Hábitat y hábito: cespitoso, terrícola, desarrollándose en un bosque tropical subperennifolio.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Eje Central, 9 de octubre de 2005, Villegas Ríos, M. 2633; vereda Eje Central, 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 215.

Discusión

Pterula es otro de los géneros con especies predominantemente tropicales y subtropicales (Pérez-Moreno y Villarreal 1989, Kirk *et al.* 2008), creciendo sobre humus u otros restos de plantas, madera en descomposición o tierra. Se distinguen por desarrollar basidiomas simples y filiformes hasta profusamente ramificados con un estípite bien diferenciado, presentan una construcción hifal dimítica, y esporas lisas y hialinas (Corner 1950, Petersen 1988). Corner (1950) y McLaughlin y McLaughlin (1980) consideran que es un taxón con un gran número de especies y difícil de trabajar, ya que tiene representantes de las dos formas de crecimiento más comunes que llegan a presentar los clavarioides (filiformes y ramificadas), donde las especies con basidiomas filiformes suelen ser muy parecidas entre sí, lo que representa un problema para llegar a determinarlas. Otro de los problemas que encontraron McLaughlin y McLaughlin (1980) fue que los esporomas simples y filiformes posteriormente llegan a ramificarse, dependiendo del tipo de sustrato en que se encuentren desarrollándose.

De los 29 materiales pertenecientes a este género, dos de ellos fueron determinados como *Pterula verticillata* por caracteres como la disposición de las ramas en el basidioma en forma verticilada, la coloración rojo pálido o café claro decolorándose hasta blanco en las puntas, y sus esporas elipsoides de 5.6-7 x 2.8-4.2 μm que concuerdan con las descripciones de Corner (1950 y 1970) y Petersen (1988); sin embargo, las únicas diferencias son que la superficie del estípite no es estrigosa, las articulaciones de las ramas no se encuentran engrosadas y no estaban desarrollándose sobre humus, sino sobre suelo.

Por otro lado, el primer registro del género para el país es *Pterula flumensis* en un bosque mesófilo de montaña de Veracruz sobre restos de tallos muertos (Pérez-Moreno y Villarreal 1989); los ejemplares de *Pterula verticillata* de este trabajo representan los primeros registros de esta especie para el país y estado de Jalisco en un bosque tropical subperennifolio, desarrollando sus basidiomas sobre suelo.

***Pterula* sp. nov.**

Lámina 5: Figs. d, e, f, g.

Basidiomas filiformes o raramente ramificados hasta con dos niveles, de 6–95 \times –1 mm, de color café claro a café oscuro o rojizo en la base y parte media (6F5, 7E4, 7F4, 7F6, 8E5, 8F5, 8F6, 8F7, 8F8) y de la parte media hacia la punta de color blanco amarillento o anaranjado a blanco o café grisáceo o rosa vináceo (3A2, 4A2, 6A2, 7A1, 7D1-2, 8D5). Ápices agudos. Consistencia cartilaginosa-correosa a flexible. Olor y sabor inapreciable.

Himenio anfígeno: basidios subcilíndricos a clavados, de 29.4–42 \times 6.3–7 μm , con pared lisa y delgada, hialinos, con contenido vacuolado, base fibulada y tetraspóricos.

Esterigmas rectos a ligeramente curvados, de $7 \times 1.4 \mu\text{m}$, pared lisa y delgada, hialinos, con contenido homogéneo y ápices agudos. Basidiolos subcilíndricos, pared lisa y delgada, hialinos, contenido vacuolado. Basidiosporas elípticas, de (7-) $7.7\text{--}9.8 \times 3.5\text{--}4.9 \mu\text{m}$ ($\underline{E}=2.2\text{--}4.2 \mu\text{m}$, $\underline{E}=3.1 \mu\text{m}$, $\underline{L}=8.6 \mu\text{m}$, $\underline{A}=3.9 \mu\text{m}$), pared lisa y delgada, hialinas, contenido vacuolado, apéndice hilar pequeño y amiloides. No hay presencia de cistidios.

Sistema hifal dimítico. Parte media hacia el ápice: hifas generativas esqueletizadas de (1.4-) $2.1\text{--}9.1$ (-11.2) μm de ancho, pared engrosada (0.7-1.4 μm), hialinas, contenido homogéneo a ligeramente vacuolado, septos y fíbulas simples a intervalos muy espaciados, raramente ramificadas, algunas con contenido refringente y escasas conexiones en H.

Parte inferior del basidioma: hifas esqueléticas, de (1.4-) $2.1\text{--}7 \mu\text{m}$ de ancho, pared lisa y engrosada (0.7-1.4 μm), hialinas, contenido homogéneo a ligeramente vacuolado, raramente ramificadas, escasamente infladas, algunas con contenido refringente y conexiones en H. Presencia escasa de hifas de color café rojizo que se ramifican y miden de $4.2\text{--}6.3$ (-7) μm , septadas frecuentemente, pared lisa y engrosada (0.7-1.4 μm), y contenido homogéneo. Esta parte se encuentra cubierta por una capa esclerotizada con textura epidermoidea, de color café rojizo.

Hábitat y hábito: gregario a poco gregario, húmico, desarrollándose en bosque tropical caducifolio y subperennifolio a una altitud de 56 m.s.n.m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Calandria, 01 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 179; 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 226; Chachalaca, 30 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 198; Eje Central, 9 de octubre de 2005, Villegas Ríos M. 2640 y 2642; 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 219, 227 y 228; Tejón, 01 de septiembre de 2007, Ramírez-López, I. 144; 08 de septiembre de 2007,

Ramírez-López, I. 150; 31 de julio de 2008, Pérez-Trejo 2008-02; 01 de agosto de 2008, Pérez-Trejo 2008-02II.

Discusión

Estos 12 especímenes se caracterizan por la forma simple de sus basidiomas (cilíndricos y filiformes) que se desarrollan sobre hojas muertas de dicotiledóneas sin una degradación evidente. La ausencia de cistidios tanto en el himenio como estípite y la presencia de una capa esclerotizada con textura epidermoidea en este último, son aspectos que concuerdan con la descripción de *Pterula tenuissima* (Corner 1950, Petersen 1988), especie que ha sido reportada en América. Sin embargo, los materiales difieren de ésta al presentar esporas de una longitud menor ((7–) 7.7–9.8µm), esporomas de hasta 95 µm de largo, la coloración del estípite llega a ser mucho más intensa (color café oscuro o rosa vináceo) y en la base de éste no se forma un parche denso de micelio, como lo reportó Petersen (1988) para *P. tenuissima*, por lo que se determinaron como *Pterula* sp. nov.

Otro aspecto interesante fue que siete de las 12 recolectas de este taxón se encontraron inmaduras, pero con base en la baja presencia de esporas de los otros cinco materiales (Villegas Ríos M. 2640 y 2642, y Ramírez-López, I. 226, 227 y 228) se pudo realizar la determinación. Así como en el caso de *Deflexula* sp. 2, el proceso de maduración del himenio también conlleva más tiempo. Esto se pudo observar al revisar los ejemplares Ramírez-López, I. 179 y 192 que fueron recolectados en el mismo sitio el 1 y 31 de agosto de 2008, respectivamente, siendo en el último donde se detectaron esporas. Por otro lado, los materiales Villegas Ríos M. 2640 y 2642 que también presentaron basidiosporas, se recolectaron a principios de octubre de 2005, mes en el que generalmente la precipitación es escasa o nula, lo cual marca el final de la época de lluvias en la EBCH.

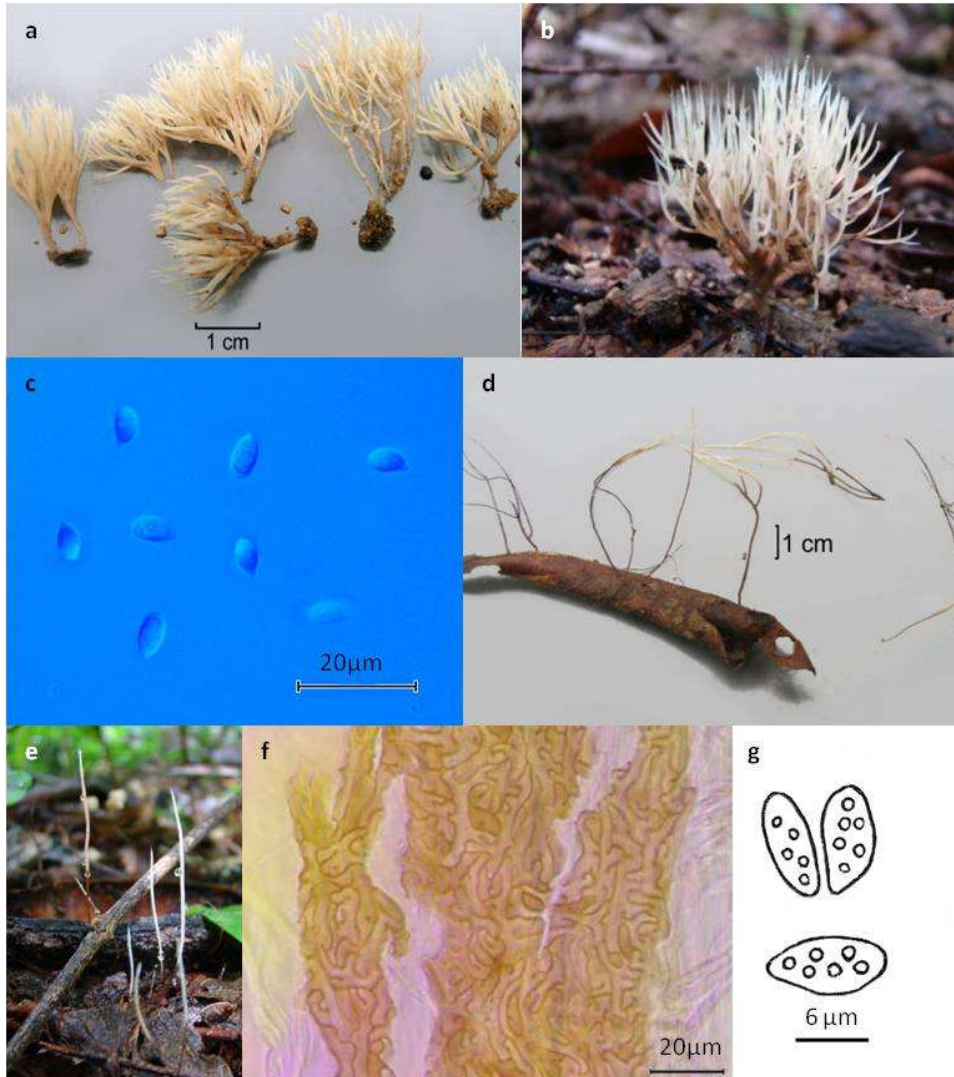


Lámina 5. *Pterula verticillata*: a-b) basidiomas profusamente ramificados y c) basidiosporas elipsoides. *Pterula* sp. nov.: d-e) basidiomas filiformes o escasamente ramificados, f) capa esclerotizada con textura epidermoidea en el estípite, g) basidiosporas elipsoides multigutuladas.

***Pterula* sp. 1**

Lámina 6: Figs. a, b.

Basidiomas de 20–30 mm de longitud total; ramificaciones pinnadas, axilas en forma de V, cilíndricas, de color crema (3A3 y 4A3) con superficie pruinosa; ápices muy agudos y de color crema (3A3). Estípite de 5–16 x –1 mm, cilíndrico, de color café oscuro (7F8), superficie brillante y la base presenta un evidente parche de micelio.

Himenio inmaduro: no hay presencia de basidios, basidiosporas y cistidios. Basidiolos de subcilíndricos a cilíndricos, hialinos y de contenido vacuolado.

Sistema hifal dimítico: escasas hifas generativas de 2.1–3.5 (–4.2) μm de ancho, pared engrosada (0.7–1.4 μm), hialinas, contenido ligeramente vacuolado, septos y fíbulas simples a intervalos espaciados. Hifas esqueléticas de 2.1–3.5 (–4.2) μm de ancho, pared lisa y engrosada (0.7–1.4 μm), hialinas, y contenido homogéneo. No hay presencia de cistidios.

Estípite: se encuentra cubierto por una capa esclerotizada de textura epidermoidea de color café amarillento. En el interior las hifas esqueléticas presentan disposición paralela, de 2–2.5 (–4.2) μm de ancho, pared lisa y engrosada (0.7–1.4 μm), hialinas, contenido homogéneo y ramificadas. Presencia escasa de hifas generativas, de 2.1–2.8 μm de ancho, de pared ligeramente engrosada (≤ 0.7 μm), hialinas, contenido ligeramente vacuolado, y presencia de septos y fíbulas simples a intervalos espaciados.

Hábitat y hábito: gregario a poco gregario, húmico, desarrollándose en bosque tropical caducifolio.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Tejón, 4 de septiembre de 2008, Aguirre-Acosta, Díaz-Moreno y Ramírez-García III-51.

Discusión

Pterula sp. 1 no pudo ser identificada a nivel de especie al encontrarse el himenio inmaduro y ser la única recolecta que se obtuvo. No obstante, es similar con *Pterula* sp. nov en coloración del basidioma en seco, por la presencia de una capa esclerotizada con textura epidermoidea en el estípite y la ausencia de cistidios y caulocistidios, pero se diferencia de ésta en la forma de los esporomas al ser profusamente ramificados y porque el parche de micelio en la base del estípite es mucho más evidente.

***Pterula* sp. 2**

Lámina 6: Figs. c, d, e.

Basidiomas de 18–52 mm de longitud total; ramificaciones pinnadas o subverticilada, axilas en forma de V o en 90°, cilíndricas, de color amarillo claro, naranja grisáceo o café claro a oscuro (4A2, 4A-B3, 5B3, 5D3, 6A2, 6D5, 7D3, 7E8, 7F6, 7F8); ápices muy agudos, de color blanco, blanco amarillento, naranja pálido o grisáceo, o carne a rojo pálido (4A2, 5A3, 5B2-3, 6A2-3, 7A1-3). Estípite de 3–19 × –1–1 mm, cilíndrico, de color café claro a oscuro (7D4, 7F6-8, 8F4, 8F8), superficie finamente fibrilosa y en la base un parche pequeño y circular de micelio. Consistencia correosa-cartilaginosa. Olor inapreciable.

Himenio anfígeno. No hay presencia de basidios y basidiosporas. Basidolos clavados a subclavados, de 16.8–28 × 5.6–7 µm, pared lisa y delgada, contenido ligeramente vacuolado. Oleocistidios subventricosos que sobresalen del himenio, de

32.2–81.2 × 7– 14.7 (–16.8) μm, pared lisa y no engrosada, contenido densamente vacuolado, ápices subagudos y muy frágiles.

Sistema hifal dimítico. Hifas generativas, de 2.1–4.9 (–6.3) μm, de pared ligeramente engrosada ($\leq 0.7\mu\text{m}$), hialinas, contenido homogéneo a escasamente vacuolado, septadas y escasas fíbulas simples, conexiones en H, y presencia de hifas refringentes. Hifas esqueléticas, de 2.1–4.9 (–5.6) μm de ancho, pared lisa y engrosada (0.7–2.8 μm), hialinas, contenido homogéneo, escasos septos, ramificaciones escasas y raramente infladas. Cristales irregulares de diferentes tamaños distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Estípite cubierto por una capa amorfa, dura y de color café amarillo o rojizo: hifas esqueléticas con disposición paralela, de 2.1–4.9 (–5.6) μm, hialinas, pared lisa y engrosada (0.7–2.1 μm), contenido homogéneo y ramificadas. Hifas generativas, de 2.1–4.9 μm, hialinas, pared ligeramente engrosada ($\leq 0.7\mu\text{m}$), contenido homogéneo o ligeramente vacuolado, conexiones en H y escasos septos. Presencia de cistidios, pero con una menor abundancia que en la parte superior del cuerpo fructífero.

Hábitat y hábito: solitario, no gregario o gregario, húmico o lignícola, desarrollándose en bosque tropical caducifolio y subperennifolio a una altitud de 28 a 104 m.s.n.m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Camino Antiguo Norte, 9 de octubre de 2005, Villegas Ríos, M. 2635; Villegas Ríos, M. 2639; 10 de agosto de 2006, Villegas Ríos, M. 2672; 29 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 193; vereda Chachalacas, 30 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 195 y 196; vereda Búho, 8 de septiembre de 2007, Ramírez-López, I. 148; 1 de septiembre de 2008, Ramírez-López, I.

236, 237, 238, 239, 240 y 241; vereda Eje Central, 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 216.

Discusión

Los ejemplares de *Pterula* sp. 2 no pudieron ser determinados a nivel de especie al no encontrarse maduro el himenio de los basidiomas. Sin embargo, este taxón macroscópicamente se asemeja a *Pterula debilis* por desarrollar esporomas con un eje principal, el cual se ramifica sin tener un orden, por presentar el estípite cubierto con una capa esclerotizada de color café que no llega a ser epidermoidea y por la presencia de cistidios subventricosos. Difiere en la coloración del basidioma, donde *P.* sp. 2 presenta un café más oscuro en el estípite y que va cambiando a un amarillo claro, naranja grisáceo o café claro en la parte media hasta llegar a un blanco en las puntas, y en el himenio los cistidios son abundantes, contrario a lo reportado por Corner (1950) para *P. debilis*.

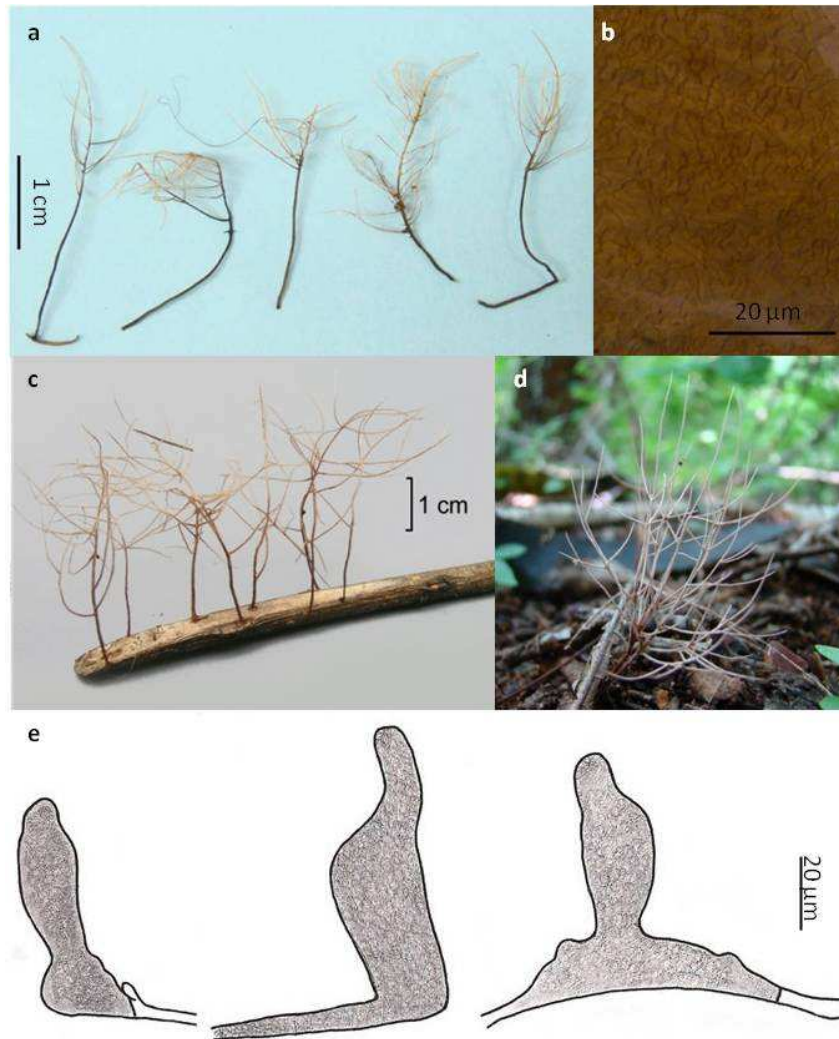


Lámina 6. *Pterula* sp. 1: a) basidiomas ramificados y b) capa esclerotizada con textura epidermoidea en el estípite. *Pterula* sp. 2: c-d) basidiomas ramificados, e) oleocistidios subventricosos.

Ramaria* subgénero *Echinoramaria
***Ramaria* aff. *articulotela* R.H. Petersen.**

Lámina7: Figs. a, b.

Basidiomas de 25–43 mm de longitud; hasta con cuatro niveles de ramificaciones en un patrón de disminución gradual, dicotómicas, con disposición paralela. Ramas cilíndricas, de color amarillo grisáceo o café claro (4B4 o 6D6); axilas en forma de “u”; ápices agudos a subredondeados de color amarillo claro (4A2-4A4). Estípites bien diferenciados de 15-22 x 19 mm, cilíndricos a subclavados, superficie ligeramente rugulosa, de color amarillo grisáceo o café claro (4B3-6D6) y micelio felposo en la base de color blanco (6A1). Contexto carnoso-cartilaginoso, de color naranja claro (6A2). Olor inapreciable y sabor dulce.

Reacciones macroquímicas: con FeSO_4 , el himenio y contexto cambian de inmediato a un color verde oscuro.

Himenio anfígeno: Basidios de $(39.2-)$ 42–58.8 $(-63) \times (5.6-)$ 6.3–8.4 $(-9.1) \mu\text{m}$, clavados, hialinos, multigutulados, tetraspóricos, con esterigmas delgados y rectos, de 4.2–8.4 μm de longitud y 1.4 μm de ancho en la base. Basidiosporas de 8.4–9.8 $(-10.5) \times 3.5-4.2$ $(-4.9) \mu\text{m}$ ($E=2.8-3.9 \mu\text{m}$, $\underline{E}=3.1 \mu\text{m}$, $\underline{L}=9.4 \mu\text{m}$, $\underline{A}=4.2 \mu\text{m}$), de color café-amarillento en KOH, elípticas a dacrioides, pared delgada, unigutuladas al madurar, ornamentación en forma de pequeñas quínulas de 0.7 μm y distribuidas homogéneamente en la superficie, cianófilas y apéndice hilar lateral.

Subhimenio conformado por un sistema hifal monomítico, con hifas generativas, de $(2.1-)$ 2.8–4.2 $(-5.6) \mu\text{m}$ de ancho, hialinas, pared delgada, fíbulas simples y escasas fíbulas ampuliformes, y conexiones en H. Contexto conformado por hifas generativas,

hialinas, en disposición paralela, fíbulas simples, con conexiones en H, de (2.8–) 4.2–5.6 μm . Micelio conformado por hifas generativas, hialinas, pared delgada, fíbulas simples y ampuliformes, conexiones en H y cristales en forma irregular de diferentes tamaños.

Hábito y hábitat: solitario o gregario, húmico o lignícola, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio.

Material revisado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Camino Antiguo Norte, 9 de octubre de 2005, Villegas Ríos M. 2632; vereda Búho, 8 de agosto de 2007, Ramírez-López I. 147.

Discusión

El género *Ramaria* se encuentra distribuido ampliamente tanto en zonas templadas como tropicales; se le ha distinguido tradicionalmente por su hábito ramificado, esporas de color café en diferentes tonalidades, himenio con reacción positiva a las sales de fierro y la ornamentación de las esporas con reacción cianófila (Marr y Stuntz 1973, González-Avila 2006, 2010). Además, para la determinación de los cuatro materiales que corresponden a este género, se consideró la propuesta tradicional de Marr y Stuntz (1973) donde el género *Ramaria* es subdividido en cuatro subgéneros por el tipo de sistema hifal y la ornamentación de las esporas: *Ramaria*, *Echinoramaria*, *Lentoramaria* y *Laeticolora*.

Dos de las recolectas pertenecen al subgénero *Echinoramaria* por presentar esporas con quínulas y un sistema hifal monomítico. Estos ejemplares hasta el momento permanecen como *Ramaria* aff. *articulotela* por tener basidiomas más robustos y los cuales se llegan a mancharse algunas veces de color vináceo, el himenio es unilateral y no anfígeno como lo presenta *R. articulotela* (Petersen 1981) y las esporas son ligeramente más pequeñas (8.4–9.8 (–10.5) \times 3.5–4.2 (–4.9) μm).

En México, *Ramaria articulotela* se ha registrado para los estados de Campeche, Quintana Roo y Veracruz, en selva mediana con hábitat lignícola (González-Avila 2006, 2010), mientras que estos materiales de Jalisco se reportan para un bosque tropical caducifolio sobre hojarasca y madera muy descompuesta.

Ramaria* subgénero *Lentoramaria
***Ramaria* aff. *moelleriana* (Bres. & Roum.) Corner**

Lámina 7: Figs. c, d.

Basidioma de 47 mm de longitud total; de color carne (6B3); ramificándose desde la base hasta cuatro o cinco niveles en un patrón de disminución abrupta, ramificaciones dicotómicas, subcilíndricas y con disposición paralela; puntas agudas y de color blanco amarillento (3A2, 4A2); superficie velutinosa, consistencia carnosa y contexto concoloro a las puntas. Olor ligeramente dulce.

Reacciones macroquímicas: con FeSO_4 , el himenio y contexto cambian de inmediato a un color verde oscuro.

Himenio anfígeno: basidios clavados, hialinos, con contenido ligeramente granuloso, pared lisa y ligeramente engrosada ($-0.7 \mu\text{m}$) y tretraspóricos. Esterigmas de $4.2-5.6 \times \leq 1.4 \mu\text{m}$, rectos a ligeramente curvos, ápices agudos, hialinos, pared lisa y delgada, y contenido ligeramente multigutulado. Basidiosporas de forma inequilateral-ovalada, de $6.3-8.4 \times (3.5-) 4.2-4.9 \mu\text{m}$ ($E= 1.5-2 \mu\text{m}$; $\underline{E}= 1.73 \mu\text{m}$; $\underline{L}= 5.23 \mu\text{m}$; $\underline{A}= 3.03 \mu\text{m}$), de color café ocre claro, pared ornamentada y ligeramente engrosada ($0.7 \mu\text{m}$), unigutuladas, apéndice hilar pequeño y cianófilas.

Sistema hifal dimítico. Subhimenio: hifas generativas, de (2.1–) 2.8–9.1 (–12.6) μm , pared ligeramente engrosada (0.7–1.4 μm), hialinas, contenido homogéneo, septos y fíbulas simples, conexiones en H y ocasionalmente infladas. Contexto: hifas generativas esqueletizadas, de (2.1–) 2.8–8.4 (–18.4) μm , hialinas, contenido ligeramente vacuolado, pared engrosada (<0.7–2.1 μm), septos y fíbulas simples, conexiones en H, ocasionalmente infladas y escasas fíbulas ampuliformes.

Estípote: hifas generativas esqueletizadas, de (2.8–) 3.2–14 μm , hialinas, contenido homogéneo, pared engrosada (<0.7–2.1 μm), septos y fíbulas simples y ocasionalmente infladas.

Micelio basal de color hialino en KOH al 10%. Hifas esqueléticas, de (0.7–) 1.4 (–3.2) μm , hialinas, contenido homogéneo, de pared lisa y engrosada (0.7–1.4 μm), cristales de oxalacetato de forma y tamaño irregular, distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas pero abundantes. Escasas hifas generativas, de (1.4–) 2.1–4.2 (–5.6) μm , con contenido heterogéneo, fíbulas simples, septos difíciles de observar porque las hifas son muy delgadas, pared delgada y ramificadas raramente.

Hábitat y hábito: solitario, lignícola, desarrollándose en bosque tropical caducifolio a una altitud de 74 m.s.n.m.

Material de estudio: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Búho, 01 de septiembre de 2008, Ramírez-López, I. 231.

Discusión

Este material corresponde al subgénero *Lentoramaria* por presentar esporas verrugosas y un sistema hifal dimítico. Macroscópicamente se distingue por su basidioma poco ramificado y manchándose de brunescente en áreas irregulares de este, con

ramificaciones laxas, ápices subredondeados o ligeramente agudos, himenio unilateral en la base y anfígeno en las ramificaciones, y desarrollándose en zonas tropicales. Sin embargo, quedó como afín a *R. moelleriana* (Corner 1970, Petersen 1975) por no presentar un cuerpo fructífero tan ramificado y la coloración difiriendo de la especie, las esporas son ligeramente más angostas ($6.3-8.4 \times (3.5-) 4.2-4.9 \mu\text{m}$), y las hifas tanto del estípite como de las ramas son más anchas y de pared más engrosada.

***Ramaria* aff. *rainierensis* Marr & D. E. Stuntz.**

Lámina 7: Figs. e, f.

Basidiomas de 10–13 mm de longitud; de 3–4 cuatro niveles de ramificaciones en un patrón de disminución abrupta, dicotómicas, con disposición paralela y superficie pruinosa. Ramas subcilíndricas, de color amarillo grisáceo o café claro (4B4 o 6D6); axilas en forma de “u”; ápices subredondeados, de color amarillo claro (4A2-4A4). Estípites bien diferenciados de 1–3 x 1–2 mm, cilíndricos a subclavados, de color amarillo grisáceo o café claro (4B3-6D6), superficie de la base es tomentosa y micelio en la base de color blanco (6A1). Contexto carnos-fibroso, de color blanquecino. Olor inapreciable y sabor dulce.

Reacciones macroquímicas: con FeSO_4 , el himenio, contexto y el estípite cambian de inmediato a un color verde oscuro, con el material deshidratado.

Himenio anfígeno. Basidios de $37.1-49 \mu\text{m}$, clavados, hialinos, pared delgada, contenido homogéneo y tetraspóricos; esterigmas rectos, pared delgada, hialinos y ápices agudos. Basidiosporas de $7-8.4 \times (3.5-) 4.2 (-4.9) \mu\text{m}$ ($E=1.7-2.2 \mu\text{m}$, $\underline{E}=1.9 \mu\text{m}$, $\underline{L}=8.1$

μm , $\underline{A}=4.2 \mu\text{m}$), hialinas en KOH, elípticas a ligeramente dacrioides, pared ligeramente engrosada ($0.7 \mu\text{m}$) y lisa, generalmente unigutuladas al madurar, ornamentación en forma de verrugas, ligeramente cianófilas; apéndice hilar lateral y pequeño.

Subhimenio conformado por un sistema hifal monomítico, con hifas generativas y hialinas, con pared ligeramente engrosada, de $2.1\text{--}4.2 \mu\text{m}$ de ancho y presencia de fíbulas simples y conexiones en H. Contexto conformado por hifas generativas, de $2.1\text{--}5.6$ ($\text{--}9.1$) μm , hialinas, pared ligeramente engrosada ($0.7\text{--}1.4 \mu\text{m}$), en disposición paralela, fíbulas simples y en menor proporción fíbulas ampuliformes, conexiones en H y ocasionalmente infladas.

Estípite: sistema hifal monomítico: hifas generativas de (2.1--) $3.5\text{--}7$ ($\text{--}14$) μm de ancho, hialinas, pared ligeramente engrosada ($\leq 0.7 \mu\text{m}$) y lisa, contenido homogéneo, fíbulas simples, septadas, ocasionalmente infladas, cristales de oxalacetato irregulares y pequeños, distribuidos irregularmente sobre la superficie; hifas inamiloides y no cianófilas.

Micelio de la base conformado por hifas esqueléticas, de $1.4\text{--}2.1 \mu\text{m}$, hialinas, pared ligeramente engrosada, no hay presencia de fíbulas y septos, cristales de oxalacetato irregulares y pequeños distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Hábito y hábitat: gregario, terrícola, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio.

Material revisado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Eje Central, 10 de octubre de 2005, Villegas Ríos M. 2656.

Discusión

Este ejemplar que también pertenece al subgénero *Lentoramaria* por sus esporas verrugosas y sistema hifal dimitico; quedó como *R. aff. rainierensis*, ya que concuerda con

la forma y color del basidoma, por desarrollarse en el suelo, el tipo de hifas y la presencia de cristales y fíbulas ampuliformes de *R. rainierensis* (Marr y Stuntz 1973, Petersen 1975, Exeter *et al.* 2006), pero difiere por tener cuerpos fructíferos (10–13 mm) y esporas (7–8.4 × (3.5–) 4.2 (–4.9) μm) más pequeños, y encontrarse creciendo en un bosque tropical.

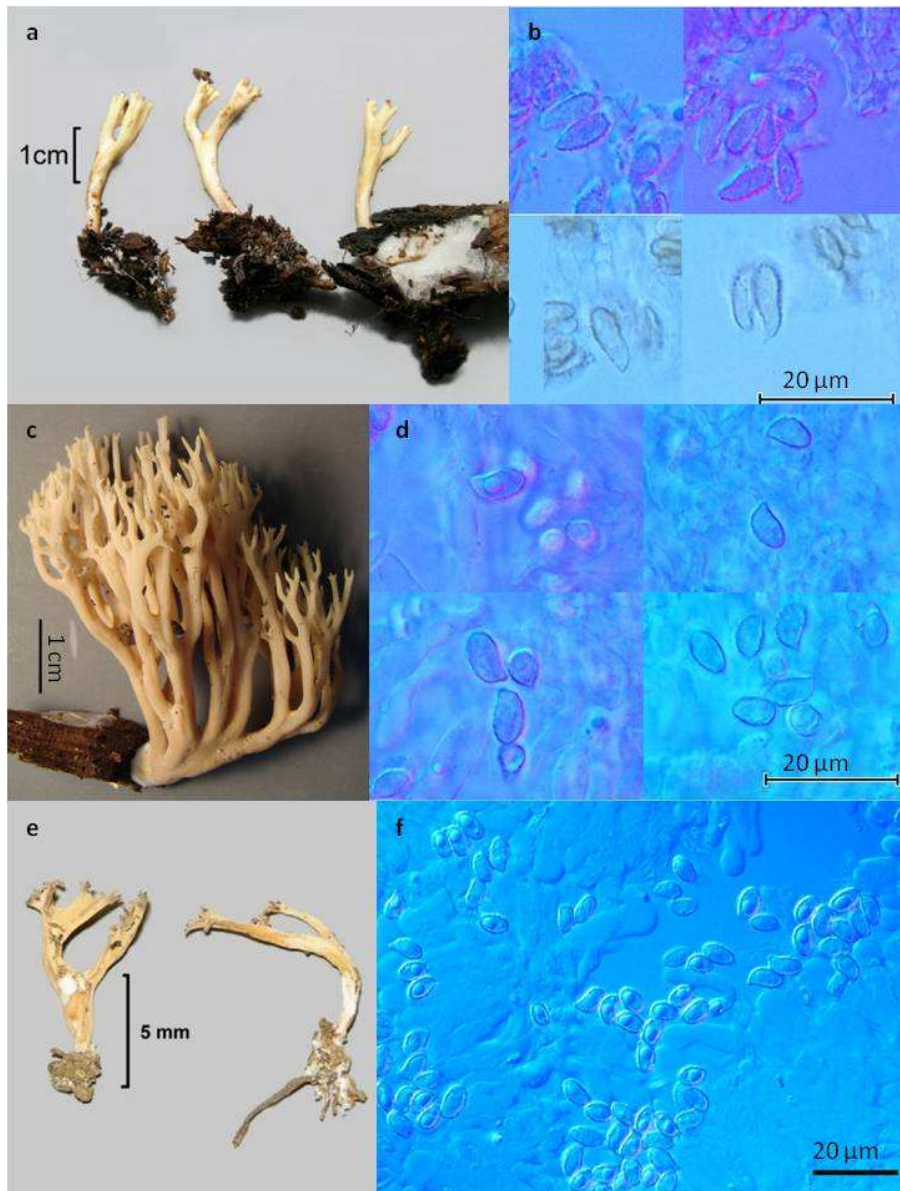


Lámina 7. *Ramaria* aff. *articulotela*: a) basidiomas escasamente ramificados, b) basidiosporas equinuladas. *Ramaria* aff. *moelleriana*: c) basidioma ramificado, d) basidiosporas verrugosas. *Ramaria* aff. *rainierensis*: e) basidiomas poco ramificados, f) basidiosporas verrugosas.

Scytinopogon pallescens (Bres.) Singer, Lloydia 8: 139 (1945).
≡ *Pterula pallescens* Bres., Bull. Soc. R. Bot. Belg. 38: 157 (1899).
≡ *Lachnocladium pallescens* (Bres.) Bres., Hedwigia 56(4,5): 304 (1915).
= *Thelephora dewevrei* Bres., Bull. Soc. R. Bot. Belg. 38: 156 (1899).
= *Thelephora serrei* Pat. & Har., Bull. Soc. mycol. Fr. 22: 116 (1906).
= *Thelephora lactea* Pat., Bull. Soc. mycol. Fr. 39: 47 (1923).
= *Clavaria durbana* Van der Byl, S. Afr. J. Sci. 29: 322 (1932).

Lámina 8. Figs. a, b, c, d.

Basidiomas de 8–38 mm de longitud; 3–4 niveles de ramificaciones en un patrón de disminución gradual y dicotómicas. Ramas aplanadas, de color blanco o amarillo claro a café claro (2A1, 4A1, 4B4 o 6D6); axilas en forma de “u”; ápices agudos a cuadrados de color blanco amarillento a amarillo claro (2A1, 4A1-4A4). Estípites bien diferenciados de 3–23 × 1–10 mm, cilíndricos a aplanados, superficie rugulosa, de color blanco o amarillo claro a café claro (2A1, 4B3-6D6) y micelio felposo en la base de color blanco (6A1). Consistencia carnosu-cartilaginosa y contexto de color naranja claro (6A2). Olor ligeramente dulce y sabor inapreciable.

Himenio anfígeno. Basidios de 26.6–35 × 6.3–7 µm, cilíndricos a subcilíndricos, hialinos, pared delgada y lisa, base fibulada, contenido homogéneo o escasamente multigutulado, generalmente tetraspóricos; esterigmas de 4.9–7 × 2.1–2.8 µm, hialinos, rectos a ligeramente curvos, pared delgada y ápices agudos. Basidiosporas de 4.9–7 × 2.1–2.8 (–3.5) µm (\overline{E} =2–4.2 µm, \underline{E} =2.1 µm, \underline{L} =2 µm, \underline{A} =4.1 µm), elípticas, hialinas, generalmente unigutuladas al madurar, pared ornamentada con quínulas de 0.7 a 1.4 µm de longitud y tenuemente cianófilas.

Subhimenio conformado por un sistema hifal monomítico, hifas generativas de (1.4–) 2.1–3.5 µm, pared ligeramente engrosada (0.7 µm), septos y fíbulas simples, contenido homogéneo, y poco frecuentes las conexiones en H. Contexto conformado por

hifas generativas, en disposición paralela, de 2.1–4.9 μm , contenido homogéneo, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), septos y fíbulas simples, fíbulas ampuliformes con menor frecuencia, poco frecuentes las conexiones en H, algunas presentan ramificaciones y Melzer negativo; y una baja presencia de cristales de forma irregular y de diferentes tamaños distribuidos irregularmente.

Hifas del estípite: generativas, de (1.4–) 2.1–4.9 μm , hialinas, pared ligeramente engrosada, septadas con fíbulas simples, hifas ampuliformes con menor frecuencia y, contenido homogéneo y una alta presencia de cristales de oxalacetato con forma irregular y de diferentes tamaños, dispuestos irregularmente sobre la superficie y base del estípite.

Hábito y hábitat: solitario, gregario a poco gregario, húmico o terrícola, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio a una altitud de 69 a 94 m.s.n.m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, cruce del Camino Antiguo Norte y el camino principal, 31 de agosto de 2007, Ramírez-López, I. 140; vereda Chachalaca, 31 de agosto de 2007, Ramírez-López, I. 141; Camino principal, 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 234; vereda Eje Central, 9 de septiembre de 2007, Ramírez-López, I. 157; 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 217; vereda Parque de la Enseñanza, 29 de agosto de 2007, Ramírez-López, I. 115; vereda Tejón, 31 de agosto de 2007, Ramírez-López, I. 129, 131 y 132; 1 de septiembre de 2007, Aguirre y Bautista IV-38; Aguirre y Bautista IV-39; 29 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 185(2) y 190; 4 de septiembre de 2008, Aguirre-Acosta, Díaz-Moreno y Ramírez-García III-66.

Discusión

El género *Scytinopogon* que tiene una distribución predominantemente tropical, se distingue por sus basidiomas de colores claros o blancos, de consistencia correosa, con

ramificaciones aplanadas y esporas equinuladas o subangulares (Corner 1950, 1970, García-Sandoval *et al.* 2004). Hasta el momento se han descrito siete especies (www.cbs.knaw.nl/databases, <http://www.indexfungorum.org>), de las cuales *Scytinopogon pallescens* y *Scytinopogon robustus* han sido registradas en los estados de Oaxaca e Hidalgo, respectivamente.

Las características macro y micromorfológicas de los 14 materiales determinados como *Scytinopogon pallescens* coinciden con las descripciones de Corner (1970), Petersen (1988), Ping y Zhu-Liang (2003), García-Sandoval *et al.* (2004) y la base de datos CBS (www.cbs.knaw.nl/databases) por el tamaño de las esporas elipsoides ($4.9\text{--}6.3 \times 2.1\text{--}2.8$ μm), el estípite del basidioma que puede ser o no diferenciado y las ramificaciones que son mucho más aplanadas que en *Scytinopogon scaber*; se diferencia con el material registrado para Oaxaca que estaba creciendo sobre suelo de manera gregaria y dentro de la vegetación secundaria (en acahual), ya que los ejemplares de la EBCH se observaron desarrollando sus basidiomas sobre restos vegetales degradados o suelo, de forma solitaria, gregaria o poco gregaria dentro del bosque tropical caducifolio que es un área con un alto grado de conservación. Este representa el primer registro de la especie para el estado de Jalisco.

Scytinopogon aff. scaber (Berk. & M.A. Curtis) D.A. Reid.

Lámina 8: Figs. e, f, g.

Basidiomas de 15–40 mm de longitud, de color blanco. Estípite de $5\text{--}15 \times 1\text{--}3$ mm cilíndrico a algo aplanado, de color naranja muy claro (5A2), la base cubierta de micelio blanco. Ramificaciones aplanadas y politómicas, de color naranja muy claro a naranja grisáceo (5A2-5B3) hacia la base y naranja muy claro (5A2) hacia el ápice; axilas redondeadas a subredondeadas; y ápices agudos a subredondeados y blanquecinos. Consistencia cartilaginosa-subcorrea y contexto concoloro a la superficie. Olor inapreciable y sabor ligeramente astringente.

Himenio anfígeno. Basidios de $20.3\text{--}28 \times 4.9\text{--}5.6$ μm , cilíndricos a subcilíndricos, hialinos, pared delgada y lisa, base fibulada, contenido homogéneo o escasamente gutulado, generalmente tetraspóricos; esterigmas de $2.8\text{--}4.2 \times 1.4$ μm , hialinos, rectos, pared delgada y ápices agudos. Basidiosporas de $4.2\text{--}4.9$ ($\text{--}5.6$) $\times 2.1\text{--}2.8$ μm ($E=2.1\text{--}3.2$ μm , $\underline{E}=2.4$ μm , $\underline{L}=4.4$ μm , $\underline{A}=2.6$ μm), dacrioides, hialinas, generalmente unigutuladas al madurar, pared delgada y con quínulas menores a 0.7 μm , apéndice hilar lateral y tenuemente cianófilas.

Subhimenio conformado por un sistema hifal monomítico, hifas generativas de $1.4\text{--}3.5$ μm , pared ligeramente engrosada, septos y fíbulas simples, y conexiones en H. Contexto conformado por hifas generativas, en disposición paralela, de $(2.1\text{--}) 2.8\text{--}3.5$ μm , pared ligeramente engrosada, contenido homogéneo, septos y fíbulas simples, conexiones en H, Melzer negativo, y baja presencia de cristales de oxalacetato con forma irregular y de diferentes tamaños distribuidos irregularmente.

Hifas del estípite: generativas, de $1.4\text{--}2.1$ μm , hialinas, pared ligeramente engrosada, septos y fíbulas simples, contenido homogéneo y una alta presencia de cristales

de oxalacetato con forma irregular y de diferentes tamaños, distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Hábito y hábitat: gregario a poco gregario, terrícola, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Camino Antiguo, 9 de octubre de 2005; Villegas Ríos, M. 2630; vereda Chachalaca, 11 de agosto de 2006, Villegas Ríos, M. 2672; vereda Camino Antiguo Sur, 11 de agosto de 2006, Aguirre, Bautista y Pulido II-40; 1 de octubre de 1977, A. Pérez J. y A. Solís M. (MEXU 11923).

Discusión

Los otros cuatro materiales determinados como *Scytinopogon* aff. *scaber* se diferencian de *Scytinopogon pallescens* por tener esporas más pequeñas ($4.2-4.9 (-5.6) \times 2.1-2.8 \mu\text{m}$) y lacrimiformes. No obstante, la única diferencia que existe entre estos ejemplares y la descripción de *S. scaber* de Corner (1970) y la base de datos CBS (www.cbs.knaw.nl/databases), es que esta especie se caracteriza por tener un himenio papiloso, carácter que no se observó en los ejemplares de la EBCH, por lo que es necesario revisar el tipo para corroborar esta característica del himenio.

***Scytinopogon* sp.**

Lámina 8: Fig. h.

Las características macroscópicas de este ejemplar concuerdan con la descripción de Corner (1950); sin embargo, el himenio se encuentra inmaduro por lo que no pudo ser determinado.

Basidiomas de 15–30 mm de longitud y de color blanco (3A1). Estípite de 3–20 × 2–5 mm y forma cilíndrica a algo aplanada. Ramificaciones aplanadas y politómicas; axilas en forma de “u”; ápices agudos a subredondeados y blanquecinos. Superficie canescente, consistencia carnosocartilaginosa y contexto de color blanco (3B1). Olor dulce.

Himenio inmaduro: basidiolos cilíndricos a subcilíndricos, hialinos, pared lisa y no engrosada, contenido homogéneo. No hay presencia de esporas.

Sistema hifal monomítico: hifas generativas, de 2.8–3.5 μm, hialinas, pared ligeramente engrosada, y septos y fíbulas simples.

Hábito y hábitat: poco gregario, terrícola, desarrollándose en bosque tropical caducifolio.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Tejón, 31 de agosto de 2007, Ramírez-López, I. 133.

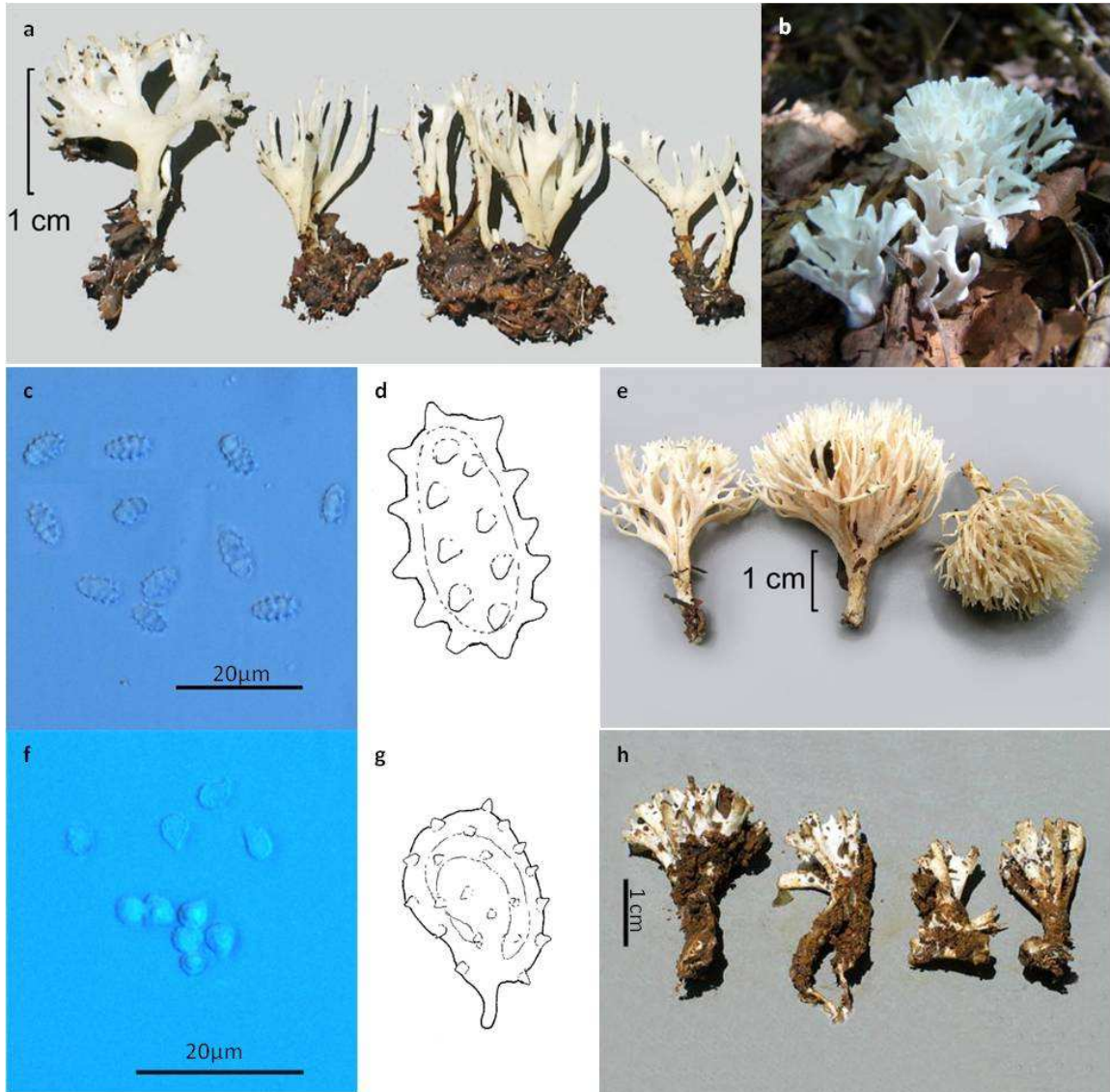


Lámina 8 *Scytinopogon pallescens*: a-b) basidiomas ramificados, c) basidiosporas, d) detalle de la ornamentación de esporas. *Scytinopogon* aff. *scaber*: e) basidiomas profusamente ramificados, f-g) basidiosporas lacrimiformes y con quínulas. *Scytinopogon* sp.: h) basidiomas inmaduros.

***Thelephora versatilis* sp. nov. I. Ramírez-López y M. Villegas**

Lámina 9. Figs. a, b, c, d, e, f.

Basidioma clavarioide mesopodal o incrustado con procesos clavarioides en plantas herbáceas, hojarasca o fragmentos de rocas, de 8–145 mm de longitud total, superficie finamente fibrilosa. Ramificaciones subcilíndricas a aplanadas, de color café claro, café rojizo, café grisáceo oscuro, marrón o café violeta a negro (6F5, 6D2-3, 6E3, 7E5, 7F5, 8F3-8F4, 9F4, 9F8, 10D2, 10E6, 10F6, 11F8, 16F7-8); ápices agudos, aplanados, cristados, de color blanco, amarillo pálido o gris claro (2A2, 3B3, 6A1, 7C1-2, 8A1, 9A1, 10A1, 11A1, 11F1, 16A1). Estípite bien diferenciado o sub-estípitado, de 4–55 × 2–5 mm de longitud, de color café rojizo, café grisáceo oscuro, marrón o café violeta a negro (5D2, 6B2, 6C2-3, 6D2-3, 6E3, 7F5, 8F3, 9F4, 9F8, 10D2, 10F6, 11F8, 16F7-8). Consistencia carnosa-cartilaginosa, cartilaginosa-subcorreosa o correosa; contexto de color crema, naranja grisáceo, café claro o café rojizo (4A3, 4B2, 5B3, 6D3, 7E5). Olor ligeramente dulce y sabor inapreciable.

Himenio generalmente anfígeno. Basidios de 36.4–65.8 × (7–) 7.7–12.6 µm, cilíndricos a subcilíndricos, hialinos, pared lisa y ligeramente engrosada (<0.7 µm), contenido multigutulado que en algunos llega a ser muy denso y de una tonalidad amarillenta, base fibulada y tetraspóricos generalmente; esterigmas de 5.6–8.4 × 2.1–2.8 µm, rectos a ligeramente curvos, pared lisa y delgada, hialinos, contenido homogéneo y ápices agudos. Basidiosporas de (4.9–) 5.6–8.4 (–9.1) × 4.2–7 µm (E=1.7–1.8 µm, \underline{E} =1.8 µm, \underline{L} =6.7, \underline{A} =5.3 µm), globosas a subglobosas, de color café oscuro, pared ligeramente engrosada (0.7 µm), generalmente unigutuladas al madurar y ornamentadas; quínulas de 0.8–1.8 × 0.4–0.9 µm, ápices redondeados o subredondeados y ocasionalmente bifurcados

en la parte apical o subapical, y la maduración de la ornamentación es más o menos sincrónica; apéndice hilar lateral de 0.9–1.6 μm y por la parte ventral de éste no hay formación de ornamentaciones.

Sistema hifal monomítico. Subhimenio: hifas generativas de (2.1–) 3.5–7.7 μm , hialinas, pared lisa y ligeramente engrosada ($\leq 0.7 \mu\text{m}$), contenido homogéneo, septos y fíbulas simples, escasas conexiones en H, y hifas con un contenido muy denso de color café amarillento. Contexto: hifas generativas paralelas, de 2.8–7.7 μm , hialinas, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo, y septos y fíbulas simples.

Estípite: Hifas generativas, de (2.1–) 2.8–4.2 (–4.9) μm , hialinas, de pared ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo, septos y fíbulas simples. Cristales de oxalacetato de calcio irregulares distribuidos irregularmente sobre la superficie de las hifas.

Hábito y hábitat: solitario, gregario o no gregario, terrícolas, desarrollándose en un bosque tropical caducifolio y subperennifolia a una altitud de entre 35 y 91 m.s.n.m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio de La Huerta, EBCH; vereda Ardilla, 5 de septiembre de 2008, Aguirre, Díaz y Ramírez V-138; vereda Búho, 1 de septiembre de 2008, Ramírez-López, I. 235; vereda Calandria, 1 de agosto de 2008, Pérez-Trejo 2008-04 y 06; Ramírez-López, I. 178; vereda Camino Antiguo Norte, 29 de agosto de 2008, Montiel-Morales y Ramírez-López 192; 8 de septiembre de 2007, Ramírez-López, I. 155; 3 de septiembre de 2008, Aguirre, Díaz y Ramírez II-34; vereda Camino Antiguo Sur, 9 de agosto de 2006, Villegas Ríos, M. 2669; vereda Chachalacas, 30 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 206, 207 y 208; vereda Eje Central, 10 de octubre de 2005, Villegas Ríos, M. 2660; 11 de agosto de 2006, Aguirre, Bautista y Pulido; 31 de agosto de 2007,

Ramírez-López, I. 139; 8 de septiembre de 2007, Ramírez-López, I. 154; 9 de septiembre de 2007, Ramírez-López, I. 165, 1 de agosto de 2008, Pérez-Trejo 2008-08; Ramírez-López, I. 180; 31 de agosto de 2008, Ramírez-López, I. 220, 221, 222, 223 224 y 225; vereda Tejón, 1 de septiembre de 2007, Aguirre y Bautista IV-45.

Discusión

Los basidiomas de los ejemplares del género *Thelephora* recolectados en la EBCH presentan principalmente una forma ramificada, es por ello que se les ha considerado dentro de este trabajo; ya que tradicionalmente todos aquellos taxones con forma clavada o coraloide fueron incluidos dentro del grupo-forma hongos clavarioides por Corner (1950) y Donk (1964). Macro y micromorfológicamente, los 26 ejemplares de este género se caracterizan por sus esporomas clavarioides que en algunos casos llegan a ser resupinados, la coloración de éstos va de café grisáceo a café violeta casi negro con las puntas blancas y sus esporas son globosas a subglobosas con quínulas ocasionalmente bifurcadas. La especie más similar a este taxón fue *Thelephora dentosa*, sin embargo las esporas de esta especie son mucho más grandes ($7-9 \times 6.5-8 \mu\text{m}$) que las de los ejemplares de la EBCH, el himenio es profundamente cianescente con KOH (Corner 1968), reacción que no fue observada en estos especímenes, y su distribución corresponde a la zona del Caribe, por lo que los materiales se determinaron como una nueva especie: *Thelephora versatilis*.

Otro aspecto interesante de *Thelephora versatilis*, es que se observa cierta variación macroscópica entre los ejemplares, por lo que se pensaría que son distintas especies. Pero al revisar caracteres microscópicos como las esporas al microscopio electrónico de barrido y que el himenio no se pone cianescente con KOH, se corroboró que todos los ejemplares corresponden a la misma especie.

A diferencia de los demás taxones, los basidiomas de *Thelephora* no únicamente se encontraron desarrollándose sobre suelo, sino que llegaron a incrustarse sobre herbáceas vivas (Convolvulaceae, Sapindaceae, Comelinaceae, Acanthaceae, Compositeae, Sterculiaceae, Rhamnaceae, Poaceae y Fabaceae), fragmentos de roca, hojarasca y pequeñas ramas con un diámetro menor a cinco centímetros; este fenómeno no ha sido ampliamente estudiado y sólo lo han reportado Cunningham (1957), Corner (1968) y Watling (1996). Además, Cunningham (1957) es el único en aclarar que los basidiomas incrustados en las plantas vivas no están actuando como parásitos, pero que sí llegan a impedir que éstas lleven a cabo la fotosíntesis, a lo que Corner (1968) nombró como un parasitismo débil.

***Thelephora* sp.**

Lámina 9. Fig. g.

Las características macroscópicas (forma) de este ejemplar concuerdan con la descripción del género de Corner (1968), sin embargo el himenio no se encuentra diferenciado por lo que pudo ser determinado.

Basidiomas de 11–25 mm de longitud total. Estípites cilíndricos, de 4–12 × 3–5 mm y de color café anaranjado (5B2-6B2); ramificaciones cilíndricas, policotómicas y ascendentes hasta 4 niveles, de color gris anaranjado (6B1); ápices multífidos y agudos, de color blanco. Consistencia carnosafibrosa. Olor ligeramente dulce y sabor inapreciable.

Himenio: No hay presencia de basidios y basidiosporas.

Sistema hifal monomítico: hifas generativas, de (2.8–) 3.5–4.9 (–5.6) μm , hialinas, pared ligeramente engrosada (0.7 μm), contenido homogéneo, septos y fíbulas, conexiones en H, y algunas presentan contenido refringente.

Hábito y hábitat: no gregario, terrícola, desarrollándose en bosque tropical subperennifolio a una altitud de 50 m.s.n.m.

Material estudiado: JALISCO, Municipio La Huerta, EBCH, vereda Calandria, 1 de agosto de 2008, Pérez-Trejo 2008-05.

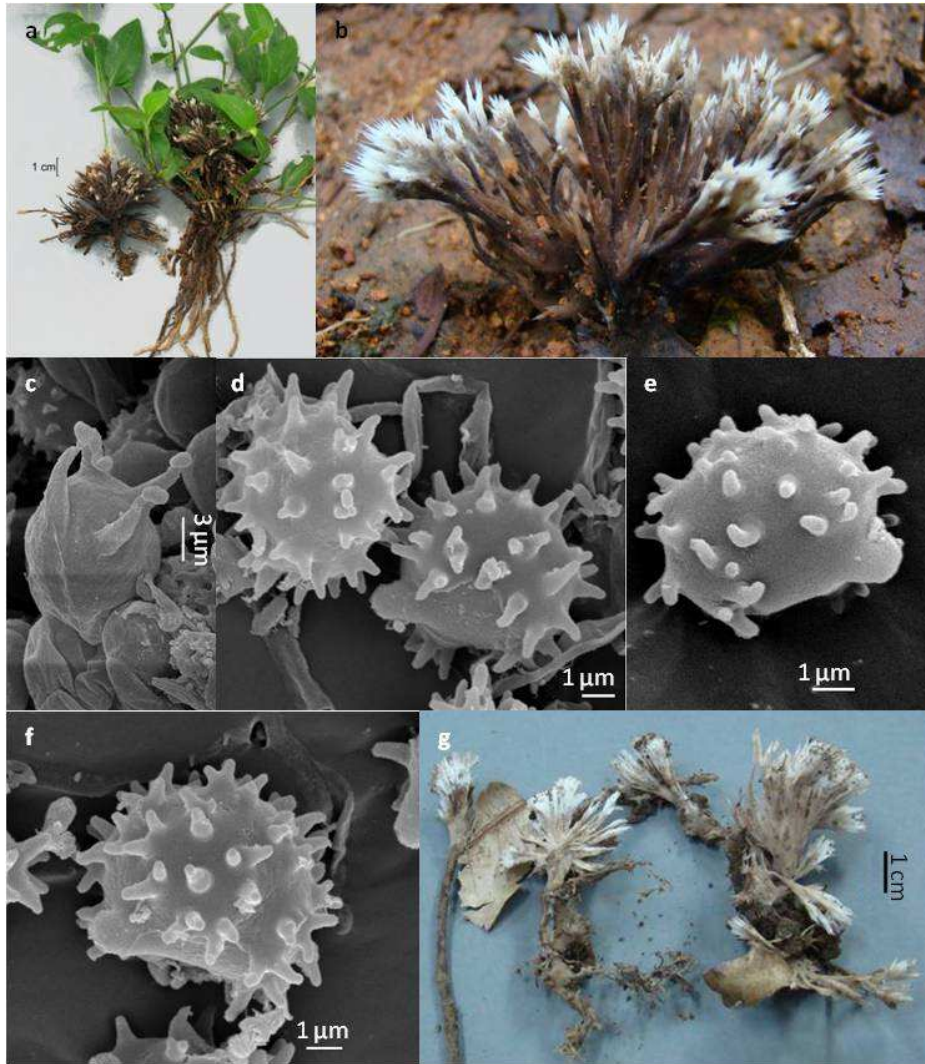


Lámina 9. *Thelephora versatilis*: a) basidioma incrustado, b) basidioma con forma clavarioide bien definida, c) basidio tetraspórico, d-f) basidiosporas equinuladas. *Thelephora* sp.: g) basidiomas con forma clavarioide.

Literatura citada

- Basso, M.T. 2005. Manuale di microscopia dei Funghi. Libería Mykoflora, Alassio, Italia.
- Bautista-Hernández, S. y E. Aguirre-Acosta. 2004. Algunas especies de Lepiotáceos de la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Micología* 18: 39-45.
- Berthier, J. 1985. Physalacriaceae du Globe (Hyménomycétales clavarioides). *Bibliotheca Mycologica* 98: 1-128.
- Berthier, J. y C. T. Rogerson. 1981. A new North American species: *Physalacria cryptomeriae*. *Mycologia* 73: 643-648.
- Bullock, S. H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 5-17.
- Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS; sitio en Internet). www.cbs.knaw.nl/databases (Consultada del 20 de octubre de 2008 al 5 de diciembre 2010).
- Corner, E.J.H. 1950. A monograph of *Clavaria* and allied genera. Dawsons of Pall Mall, Londres, RU.
- Corner, E.J.H. 1952. Addenda Clavariaceae I. Two new Pteruloid genera and *Deflexula*. *Annals of Botany* 16: 269-291.
- Corner, E.J.H. 1968. A Monograph of *Thelephora* (Basidiomycetes). *Nova Hedwigia Beihefte* 27: 1-110.
- Corner, E.J.H. 1970. Supplement to A monograph of *Clavaria* and allied genera. *Nova Hedwigia Beihefte* 33: 1-299.

- Cunningham, G.H. 1957. Thelephoraceae of New Zealand (parts XII and XIII). Part XII: The genera *Thelephora* and *Tomentella*. Transactions of the Royal Society of New Zealand 84: 479-496.
- Delgado-Fuentes, A., M. Villegas-Ríos y J. Cifuentes-Blanco. 2005. Glosario ilustrado de los caracteres macroscópicos en Basidiomycetes con himenio laminar. Las prensas de Ciencias, México.
- Dentinger, B.T.M. y D.J. McLaughlin. 2006. Reconstructing the Clavariaceae using nuclear large subunit rDNA sequences and new genus segregated from *Clavaria*. Mycologia 98: 746-762.
- Donk, M. A., 1964. A conspectus of the families of Aphyllophorales. Persoonia 3: 199-324.
- Exeter, R.L., L. Norvelly y E. Cázares. 2006. *Ramaria* of the Pacific Northwestern United States. Salem District, EE. UU.
- García-Oliva, F., A. Camou y J.M. Maass. 2002. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano, p. 3-10. En F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM, México.
- García-Oliva, F., J.M. Maass y L. Galicia. 1995. Rainstorm analysis and rainfall erosivity of a Seasonal Tropical Region with a strong cyclonic influence on the Pacific Coast of Mexico. Journal of Applied Meteorology 34: 2491-2498.
- García-Sandoval, J. Cifuentes y M. Villegas. 2004. First record of *Scytinopogon* from Mexico, with notes on its systematics. Mycotaxon 89: 185-192.
- González-Avila, P.A. 2006. Contribución al conocimiento del género *Ramaria* subgénero *Echinoramaria* y *Ramaria* en México. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

- González-Avila, P.A. 2010. Estudio taxonómico del género *Ramaria* subgénero *Echinoramaria* (Fungi: Basidiomycetes) en México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática). Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Guzmán, G. 2003. Los hongos del Edén Quintana Roo, introducción a la micobiota tropical de México. CONABIO e Instituto de Ecología, Xalapa, México.
- Guzmán, G., V.M. Bandala y L. Montoya. 1997. An overview on the Tropical Fungi from Mexico, p. 115-148. En K.K. Janardhanam, C. Rayerdran, K. Natarjan y D.L. Hawksworth (eds.). Evaluation of fungal biological diversity in the tropics: systematics perspectives. Science Publishers Inc., New Hampshire, EE. UU.
- Hidalgo Medina, V. 2010. Contribución al estudio taxonómico de clavarioides comestibles en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Inderbitzin, P. y D.E. Desjardin. 1999. A new halotolerant species of *Physalacria* from Hong Kong. *Mycologia* 91: 666-668.
- Index Fungorum (sitio en internet). Disponible en: <http://www.indexfungorum.org> (Consultada el 20 octubre de 2008).
- Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter y J.A. Stalpers (eds.). 2008. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. CABI Europe-RU, Cromwell Press, Trowbridge, RU.
- Kornerup, A. y J. H. Wanscher. 1978. Methuen handbook of colour. Methuen, Londres, RU.
- Largent, D., D. Johnson y R. Watling. 1977. How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features. Mad River Press Inc. Eureka, EE. UU.
- Marr, C.D. y D.E. Stuntz. 1973. *Ramaria* in western Washington. *Bibliotheca Mycologica* 38: 1-231.

- Martínez-Yrizar, A. y J. Sarukhán. 1993. Cambios estacionales del mantillo en el suelo de un bosque tropical caducifolio y subcaducifolio en Chamela, Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana* 21:1-6.
- McLaughlin, D.J. y E.G. McLaughlin. 1980. A new species of *Pterula* (Aphyllophorales) with corticioid characteristics. *Canadian Journal of Botany* 58: 1327-1333.
- Moore-Landecker, E. 1996. *Fundamentals of the Fungi*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, EE. UU.
- Olariaga, I., B.M. Jugo, K. García-Etxebarria e I. Salcedo. 2009. Species delimitation in the European species of *Clavulina* (Cantharellales, Basidiomycota) inferred from phylogenetic analyses of ITS region and morphological data. *Mycological Research* 113: 1261-1270.
- Pérez-Moreno, J. y L. Villarreal. 1989. First report of the clavarioid genera *Lachnocladium* and *Pterula* (Holobasidiomycetes) from the mexican tropic. *Micologia Neotropical Aplicada* 2: 123-130.
- Pérez-Trejo, J.A. 2005. Revisión taxonómica de algunas especies del género *Lentaria* Corner, en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Petersen, R. H. 2000. New Species of *Lentaria* (Fungi: Aphyllophorales): redescription and mating system of *L. surculus* and *L. byssiseda*. *Revista de Biología Tropical* 48: 555-567.
- Petersen, R.H. 1975. *Ramaria* subgenus *Lentoramaria* with Emphasis on North American Taxa. *Bibliotheca mycologica* 43: 1-159.
- Petersen, R.H. 1981. *Ramaria* subgenus *Echinoramaria*. *Bibliotheca mycologica* 79: 1-216.

- Petersen, R.H. 1988. The clavarioid fungi of New Zealand. DSIR Science Information Publishing Centre, Wellington, Nueva Zelanda.
- Ping, Z. y Y. Zhu-Liang. 2003. *Scytinopogon*, a genus of clavarioid Basidiomycetes new to China. *Mycosystema* 22: 663-665.
- Pulido-Pérez, S.I. 2008. Contribución al estudio de los macromicetes de la Estación de Biología Chamela, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM, México.
- Singer, R. 1945. New and interesting species of Basidiomycetes. *Mycologia* 37: 425-439.
- Solís, V.E. 1993. Características fisicoquímicas de un suelo en un ecosistema tropical estacional. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Tanaka, I., Y. Doi y T. Hongo. 2004. Two unusual species of *Physalacria* (Basidiomycetes, Agaricales) collected in New Zealand and Papua New Guinea during mycological expeditions by the National Science Museum, Tokyo. *Mycoscience* 45:143-146.
- Thacker, J.R. y T.W. Henkel. 2004. New species of *Clavulina* from Guyana. *Mycologia* 96: 650-657.
- Villarreal, L. y J. Pérez-Moreno. 1991. The clavarioid fungi from Mexico, I. Addition of the genera *Macrotyphula* and *Typhula*. *Micologia Neotropical Aplicada* 4: 119-126.
- Watling, R. 1996. Patterns in fungal development-fruiting patterns in nature, p. 182-222. En S.W. Chiu y D. Moore (eds.). *Patterns in fungal development*. Cambridge University Press, Cambridge, RU.

IV. Estructura de la comunidad de Homobasidiomycetes clavarioides en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, México: distribución y rasgos de los hábitats en los que producen basidiomas

Resumen

Poco se sabe de la diversidad y ecología de macromicetos en zonas tropicales, por lo que este estudio se realizó en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco, área tropical de México con un alto grado de conservación, se analiza la estructura de la comunidad de los Homobasidiomycetes clavarioides en esta zona, así como su distribución espacial y los rasgos de los hábitats donde producen sus basidiomas. Para ello se hizo una recolección intensiva de esporomas en la temporada de lluvias de 2005 a 2008, cubriendo un total de 261 horas colector, durante la cual también se registró el grado de agregación de estos, así como de algunos rasgos del hábitat y del sustrato en que se encontraban. Se registraron 86 ejemplares, los cuales pertenecen a ocho géneros y 17 especies, siendo las más frecuentes *Thelephora versatilis*, *Scytinopogon pallescens* y *Pterula* sp. 2. El registro de los basidiomas se dio con una precipitación acumulada mínima de 387 mm, presentándose con una mayor abundancia en hábitats localizados en las laderas sur, con una inclinación de 20 a 30° y con un desarrollo más significativo de lo esperado en el bosque tropical subperennifolio. Asimismo, se encontraron con mayor frecuencia teniendo un comportamiento poco gregario, cubriendo áreas de 0.008 a 193 m² en los bordes cercanos a la vegetación de las veredas, sobre sustratos con o sin una degradación evidente; sin embargo, estos aspectos pueden variar entre especies. Los datos de orientación, pendiente y tipo de vegetación indican que estos hongos necesitan de una mayor cantidad de luminosidad para la formación de basidiomas, pero en zonas con una alta humedad como es el bosque tropical suprerennifolio.

Palabras clave: Homobasidiomycetes clavarioides, selección de hábitat, hongos tropicales.

Abstract

There are a few studies that include ecological aspects of the macromycetes distribution in the tropics. This study was carried out at the Chamela Biological Station, Jalisco, Mexico, a tropical area with a high conservation, and the community structure of Homobasidiomycetes clavarioides was analyzed, considering habitats and the basidiomes produced. After an intensive sporome collection in the rainy season of 2005 to 2008 period, (a total of 261 hours), the degree of sporome aggregation was obtained, as well as some characteristics of the habitat and substrate. There were 86 specimens, belonging to eight genera and 17 species; the most frequent were *Thelephora versatilis*, *Scytinopogon pallescens* and *Pterula* sp. 2. The sporomes were registered in a minimum of cumulative rainfall of 387 mm, occurring more frequently in habitats located on the southern slopes, with slope of 20 to 30° and with most significant development than expected in the tropical subperennial forest. Most of the sporomes had a gregarious behavior, with a cover of 0.008 to 193 m² in the edge of the roads, substrates with or without obvious degradation. However, these aspects can change between species. The orientation data, slope and

vegetation type indicate that these fungi require a greater amount of radiation for the basidiomes formation, but in areas with high humidity.

Key words: clavarioids Homobasidiomycetes, habitat selection, tropical fungi.

Introducción

Los hongos son esencialmente organismos que se caracterizan por su estructura vegetativa representada por un conjunto de hifas, conocido como micelio, el cual no puede verse a simple vista, y para poder llegar a determinarlos a nivel de especie se necesitan de los esporomas, los cuales son muy variables en tamaño, apariencia y periodicidad. Para facilitar su estudio, se les ha dividido en dos grupos artificiales: los macromicetos que se caracterizan por la formación de esporomas observables a simple vista (> 1 mm) y los micromicetos, cuyos esporomas miden menos de 1 mm (Arnolds 1992a).

Los trabajos ecológicos referentes a macromicetos están basados en métodos botánicos debido a que no existe una metodología propia para este tipo de organismos y su estudio se restringe principalmente a la aparición del basidioma en campo (Arnolds 1992a, Winterhoff 1992, Dix y Webster 1995). El desarrollo de dicha estructura está sujeto a diversos factores ambientales, entre los que se hallan: las interacciones bióticas, la intensidad de luz, la disponibilidad de agua, la aeración del sustrato, la temperatura del aire y del sustrato, la calidad y disponibilidad de un sustrato, la distribución de los nutrientes, el tipo y estado de la vegetación y la edad sucesional (Arnolds 1992b, Bujakiewicz 1992, Kost 1992, Lisiewska 1992, Lodge *et al.* 1995, Singh *et al.* 2004, Linder *et al.* 2006, Pilz *et al.* 2007, Moore *et al.* 2008). Este tipo de estudios tienen varias dificultades inherentes a la biología de los hongos, entre los que se encuentran: (1) la duración de los esporomas, la cual puede ir de unas horas hasta años, dependiendo de la especie; (2) la variación en la periodicidad de la formación de estructuras reproductoras y la cantidad que de ellas se

producen; (3) la diversidad de las funciones ecológicas de los hongos, las cuales pueden ser saprobias, parásitas o mutualistas, incluso con variación dentro de una misma especie dependiendo de las condiciones del sustrato; (4) los problemas taxonómicos en la identificación; y (5) la dificultad que se tiene para definir a un individuo como la unidad de estudio (Arnolds 1992a, Kaul 2002).

La mayor parte de los estudios ecológicos abordan el tema de la diversidad de hongos con base en la distribución y abundancia de los esporomas, correlacionando los factores ambientales mencionados anteriormente, así como los disturbios y la estacionalidad (Lodge y Cantrell 1995, Carranza 1996, Ho *et al.* 2002, McMullan-Fisher *et al.* 2002, Zhou y Hyde 2002, Miyamoto e Igarashi 2004, Suárez-Duque 2004, Gibertoni *et al.* 2007, Salerni *et al.* 2002). Al respecto se ha establecido que el factor ambiental más importante en el desarrollo de los esporomas es la precipitación (Moore-Landecker 1996, Zhou y Hyde 2002, Salerni *et al.* 2002), a pesar de que Suárez-Duque (2004) no encontró una correlación significativa entre estos.

Otros estudios han abordado en análisis el papel que tienen los hongos saprobios como degradadores de la materia orgánica en los ecosistemas (Osono *et al.* 2003, Osono 2007, Lodge *et al.* 2008). Además, desde el punto de vista ecofisiológico se ha estudiado el papel de la estructura y tipo de suelo, la temperatura, la humedad, la conductividad, la cantidad de nutrimentos y las interacciones mutualistas sobre el desarrollo del esporoma de los macromicetos (Singh *et al.* 2004, Ritz y Young 2004, Pilz *et al.* 2007). Sin embargo, la gran mayoría de estos trabajos (84.2%, $n = 32$) han sido realizados en zonas templadas. Entre los pocos estudios en zonas tropicales se encuentran los de Lodge y Cantrell (1995), Carranza (1996), Lodge (1997), Suárez-Duque (2004), Gibertoni *et al.* (2007) y Lodge *et al.* (2008).

Los trabajos de Lodge y Cantrell (1995) y Lodge (1997), muestran que en el caso de zonas tropicales, el grado de descomposición de la hojarasca influye en la estructura de la comunidad de hongos saprobios presentes en ella. Aunado a esto, Lodge *et al.* (2008) monitorearon el desarrollo micelial de algunos agaricoides degradadores de hojarasca, demostrando que su presencia está relacionada con altas tasas de descomposición dada la alta capacidad del micelio para colonizar sustratos, degradar compuestos lignocelulósicos y translocar nutrientes. No obstante, a partir de datos estadísticos mostraron que la biomasa de estos hongos disminuye al aumentar la altitud y contrariamente, se incrementa con la pendiente. Observaron además que un incremento en la concentración de nitrógeno del sustrato inhibe el crecimiento del micelio. Fue relevante también en este trabajo encontrar que especies como *Micromphale brevipes* crecen mejor donde las condiciones de humedad son bajas, mientras que *Collybia johnstaniai* necesita de hábitats con doseles cerrados, de modo que la radiación solar no llegue directo al suelo y eleve la temperatura de éste.

Los estudios de Carranza (1996) y Suárez-Duque (2004) investigan la diversidad de un determinado grupo de hongos. Por un lado, Carranza (1996) hace un análisis de la riqueza de hongos poliporoides de Costa Rica en cinco unidades bióticas donde registra un total de 231 especies en 72 géneros, de las cuales la mayoría está presente en la Unidad Tropical-Tropical (51 géneros, 100 especies), siguiéndole la Tropical-Templada (46 géneros, 85 especies), Tropical-Subtropical (40 géneros, 83 especies) y Fría-Templada (15 géneros, 19 especies), y para la Unidad Tropical-Boreal reconoce a tres géneros sin hacer diferenciación de especies. De los 72 géneros, el 45.8% son cosmopolitas, el 33.4% tropicales y el 20.8% boreales. En tanto que Suárez-Duque (2004) evalúa la diversidad y estructura de la comunidad de Aphyllorphorales, encontrando que la familia Polyporaceae es

la más abundante, y la distribución y abundancia de los hongos es afectada por la cobertura del dosel y el tipo de sustrato.

Por otro lado, Gibertoni *et al.* (2007) hacen una descripción de los hábitats donde se desarrollan los Aphylophorales considerando variables como período de colecta, hábito de crecimiento, características de la intensidad de luz, estado de descomposición de los sustratos y la interacción entre éstas, mostrando que el óptimo desarrollo de las especies se da en respuesta a rasgos particulares de los hábitats: algunas lo logran con condiciones de luz intermedia y sustratos con un grado intermedio o avanzado de descomposición, otras en cambio crecen mejor en lugares donde la intensidad de luz es baja y sobre sustratos muy degradados.

En México se han desarrollado pocos estudios de carácter ecológico de macromicetos. Los trabajos de Munguía *et al.* (2003, 2006) y Gómez Hernández (2009) son ejemplo de ello, y aunque existen algunos más, solo en los estudios desarrollados por Montoya *et al.* (2005), Vázquez Mendoza (2008) y Garibay-Orijel *et al.* (2009) consideran algunos taxones de hongos clavarioides entre otros Homobasidiomycetes.

Considerando lo anterior, este estudio tiene como objetivos conocer la estructura de la comunidad de los Homobasidiomycetes clavarioides en la Estación de Biología Chamela (EBCH), Jalisco, México, así como su distribución espacial y los rasgos del hábitat donde se desarrollan sus basidiomas, tomando en consideración el papel que juegan las variables como la orientación e inclinación de la ladera, el tipo de vegetación y sustrato, el patrón y área de crecimiento, y la abundancia y ubicación de los esporomas.

Método

Diversidad. Se recorrieron las veredas y su vecindad del 8 al 10 de octubre en 2005, del 9 al 11 de agosto en 2006 y entre el 2 de agosto y 9 de septiembre de 2007. Los muestreos fueron realizados por el método de vagabundeo debido a que los basidiomas de estos hongos tienen una baja frecuencia en la EBCH, con los objetivos de conocer su diversidad, parte de su fenología dentro de un ecosistema tropical e identificar los hábitats en que se desarrollan. Una vez que se localizaba un basidioma o un parche cubierto por éstos, se registraba la siguiente información: (1) tipo de vegetación (bosque tropical caducifolio o bosque tropical subperennifolio); (2) tipo de sustrato, siguiendo una clasificación modificada de Suárez-Duque (2004) y Lodge (1997); (3) tipo de crecimiento (solitario, poco gregario, gregario y cespitoso, tal como ha sido clasificado por Gibertoni *et al.* 2007; Fig. 1); y (4) la ubicación de los basidiomas con respecto a la vereda (centro, borde o vecindad).

En la ubicación de los hábitats respecto a las veredas, el borde denota aquella parte del camino que presenta vegetación herbácea debido a la baja intensidad de pisoteo; en cambio el centro señala la parte del sendero desprovista de vegetación que tiene alta intensidad de pisoteo; y la vecindad indica el área posterior al borde donde está presente la vegetación arborea y donde la intensidad del pisoteo es casi nula.

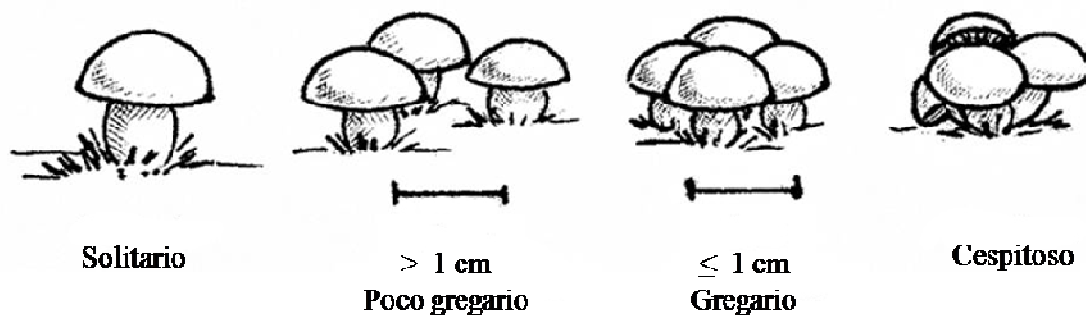


Figura 1. Tipo de crecimiento que pueden llegar a presentar los basidiomas (basado en Gibertoni *et al.* 2007). Se considera gregario el tipo de crecimiento de los basidiomas cuando éstos se encuentran a $\leq 1 \text{ cm}$ de distancia entre sí; poco gregario cuando éstos están a $> 1 \text{ cm}$ de distancia; y cespitoso cuando éstos surgen de un mismo punto.

Preferencia de hábitats adecuados para producir basidiomas. Dado que en visitas previas realizadas entre 2005 y 2007 sobre toda el área de la EBCH mostraron que el 80.6% de los basidiomas clavarioides se concentraban en las proximidades de los senderos de la estación (M. Villegas e I. Ramírez-López, obs. perss.; $n=36$), se hicieron dos recorridos únicamente sobre los senderos y su vecindad hasta 20 m dentro de la vegetación, entre el 29 de julio y el 5 de octubre de 2008. Los senderos tienen una anchura de 1.2 a 7 m. Además de las cuatro variables anteriormente referidas, en 2008 también se registraron otros atributos como: (1) número de basidiomas en el parche; (2) inclinación de la ladera; (3) orientación de la ladera; y (4) diámetro mayor (d_1) y diámetro perpendicular a éste (d_2) del área cubierta por los basidiomas.

La inclinación y orientación de las laderas se midieron con un clisímetro compacto (Suunto) y una brújula lensática/cartográfica (Suunto), respectivamente.

Para obtener el área del parche (A) que se encontraba cubierta por basidiomas, se calculó a partir de la fórmula:

$$A = \pi \frac{(d_1 + d_2)^2}{4}$$

Como no existe una definición consensuada de individuo para el caso de los macromicetos, este trabajo toma como referencia la ofrecida por Munguia *et al.* (2003, 2006), quienes lo definen como uno o más esporomas de la misma especie, recolectados en un área determinada (como un tronco, una rama o una extensión pequeña de suelo) y en un mismo momento del día. Además, para considerar que dos o más basidiomas pertenecían a un mismo individuo, la distancia máxima entre cada basidioma no podía exceder los 60 cm. El término parche es utilizado en este trabajo como sinónimo de individuo. Por tanto, los datos serán referidos en términos de abundancia, aunque no estemos seguros que basidiomas de la misma especie distribuidos en un mismo parche, sean del mismo individuo.

Análisis de datos. Con los datos agrupados de 2005 a 2008 se obtuvo la riqueza específica y abundancia de hongos clavarioides para la EBCH y se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), así como el valor de equitatividad de Pielou (J') con las siguientes fórmulas:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

donde p_i es la proporción de individuos encontrados en la i -ésima especie, H'_{\max} es $\log S$ y S es la riqueza específica (Magurran 1991, Zhou y Hyde 2002, Yanna *et al.* 2002).

Se construyó una curva de acumulación de especies para la zona, tomando como unidad de esfuerzo de muestreo una hora de colecta.

Se hicieron pruebas de χ^2 para determinar si los basidiomas se distribuían al azar respecto a las variables: tipo de vegetación, inclinación de la ladera y orientación de la

ladera. Para ello se calculó la fracción de hábitats disponibles de cada tipo haciendo un muestreo sistemático de 335 puntos separados 10 m a lo largo de los caminos utilizados para detectar los basidiomas de los hongos clavarioides. Estas mismas pruebas se realizaron a nivel de especie para *Thelephora versatilis*, por ser la dominante. Además, se aplicó la prueba de residuos (d_{ij}) para la inclinación y orientación de la ladera a nivel de hongos clavarioides, con la finalidad de determinar cuáles de las orientaciones y pendientes presentan frecuencias significativamente mayores o menores a las esperadas, utilizando la siguiente fórmula:

$$d_{ij} = \frac{n_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}} \sqrt{\frac{N - C_j}{N - R_i}}$$

donde n_{ij} es el valor observado, E_{ij} es el esperado y N es el tamaño de muestra (Siegel y Castellan 1995).

Resultados

Estructura de la comunidad. La riqueza específica de los Homobasidiomycetes clavarioides en la EBCH de 2005 a 2008 fue de 17 especies, con una abundancia de 86 individuos. El valor de H' y de J' fue de 0.976 y 0.793, respectivamente.

Durante el período de estudio, los taxones con mayor la mayor abundancia relativa fueron *Thelephora versatilis* (27.9%), *Scytinopogon pallescens* (16.3%), *Pterula* sp. 2 (16.3%) y *Pterula* sp. nov. (10.5%). Del resto de las especies sólo se registraron entre uno y cinco ejemplares: *Clavulina* sp. nov. (1.2%), *Clavulina* aff. *floridana* (2.3%), *Deflexula* sp. 1 (1.2%), *Deflexula* sp. 2 (2.3%), *Lentaria surculus* var. A (1.2%), *Physalacria changensis* (5.8%), *Physalacria inflata* (3.5%), *Pterula verticillata* (2.3%), *Pterula* sp. 1 (1.2%), *Ramaria* aff. *articulotela* (2.3%), *Ramaria* aff. *moelleriana* (1.2%), *Ramaria* aff. *rainierensis* (1.2%) y *Scytinopogon* aff. *scaber* (3.5%) (ver Fig. 2).

En la figura 3 se puede observar que la estructura de la comunidad de hongos clavarioides de la EBCH cambia año con año. En 2008 se registra el mayor número de especies (12), siguiéndole 2005 con 11 y 2007 con seis, mientras que en 2006 sólo se llegaron a registrar tres especies (*Thelephora versatilis*, *Scytinopogon* aff. *scaber* y *Pterula* sp. 2) y cinco individuos. Aunque 2005 y 2008 presentan casi el mismo número de especies, en 2005 se recolectaron solo 13 individuos en comparación con los 50 del 2008. En 2007 *Scytinopogon pallescens* fue la especie dominante con nueve ejemplares registrados (50%), mientras que en 2008 lo fueron *T. versatilis* con 16 (32%) y *P. sp. 2.* con 10 (20%).

Aunque la temporada de lluvias en la EBCH no está claramente definida, ya que puede iniciar entre mayo y junio y terminar entre septiembre y octubre, se pudo observar que con un período muy corto que rebasa los 387 mm, los basidiomas de los clavarioides se

comenzaron a registrar. Agosto fue el mes con el mayor porcentaje de observaciones (55.9%), siguiéndole septiembre con el 27.4%, y octubre y julio tuvieron el más bajo registro de clavarioides (14.3% y 2.4%, respectivamente). A nivel de especie, la periodicidad de cada una de ellas con relación a la época de lluvias es muy variable, ya que hay taxones presentes durante tres o cuatro meses y otros que sólo fueron observados una sola vez. En la tabla 1 se puede observar que *Pterula* sp. nov. fue el único taxón presente durante cuatro meses, mientras *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata*, *Pterula* sp. 2 y *Thelephora versatilis* fueron observadas de agosto a octubre. Otras especies como *Clavulina* aff. *floridana*, *Deflexula* sp. 2 y *Scytinopogon pallescens* se registraron durante dos meses continuos; y *Pterula verticillata*, *Ramaria* aff. *articulotela* y *Scytinopogon* aff. *scaber* se encontraron en agosto y octubre. En cambio, los individuos de *Clavulina* sp. nov., *Deflexula* sp. 1, *Lentaria surculus* var. A, *Pterula* sp. 1, *Ramaria* aff. *moelleriana* y *Ramaria* aff. *rainierensis*, sólo se recolectaron en alguno de estos meses: agosto, septiembre u octubre (ver Tabla 1).

Tabla 1. Meses de colecta y número de individuos de las especies de clavarioides en la EBCH. Datos agrupados de 2005 a 2008.

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	N
<i>Clavulina</i> sp. nov.		X			1
<i>Clavulina</i> aff. <i>floridana</i>		X	X		2
<i>Deflexula</i> sp. 1				X	1
<i>Deflexula</i> sp. 2	X	X			2
<i>Lentaria surculus</i> var. A				X	1
<i>Physalacria changensis</i>		X	X	X	5
<i>Physalacria inflata</i>		X	X	X	3
<i>Pterula verticillata</i>		X		X	2
<i>Pterula</i> sp. nov.	X	X	X	X	9
<i>Pterula</i> sp. 1			X		1
<i>Pterula</i> sp. 2		X	X	X	14
<i>Ramaria</i> aff. <i>articulotela</i>		X		X	2
<i>Ramaria</i> aff. <i>moelleriana</i>			X		1
<i>Ramaria</i> aff. <i>rainierensis</i>				X	1
<i>Scytinopogon pallescens</i>		X	X		14
<i>Scytinopogon</i> aff. <i>scaber</i>		X		X	3
<i>Thelephora versatilis</i>		X	X	X	24

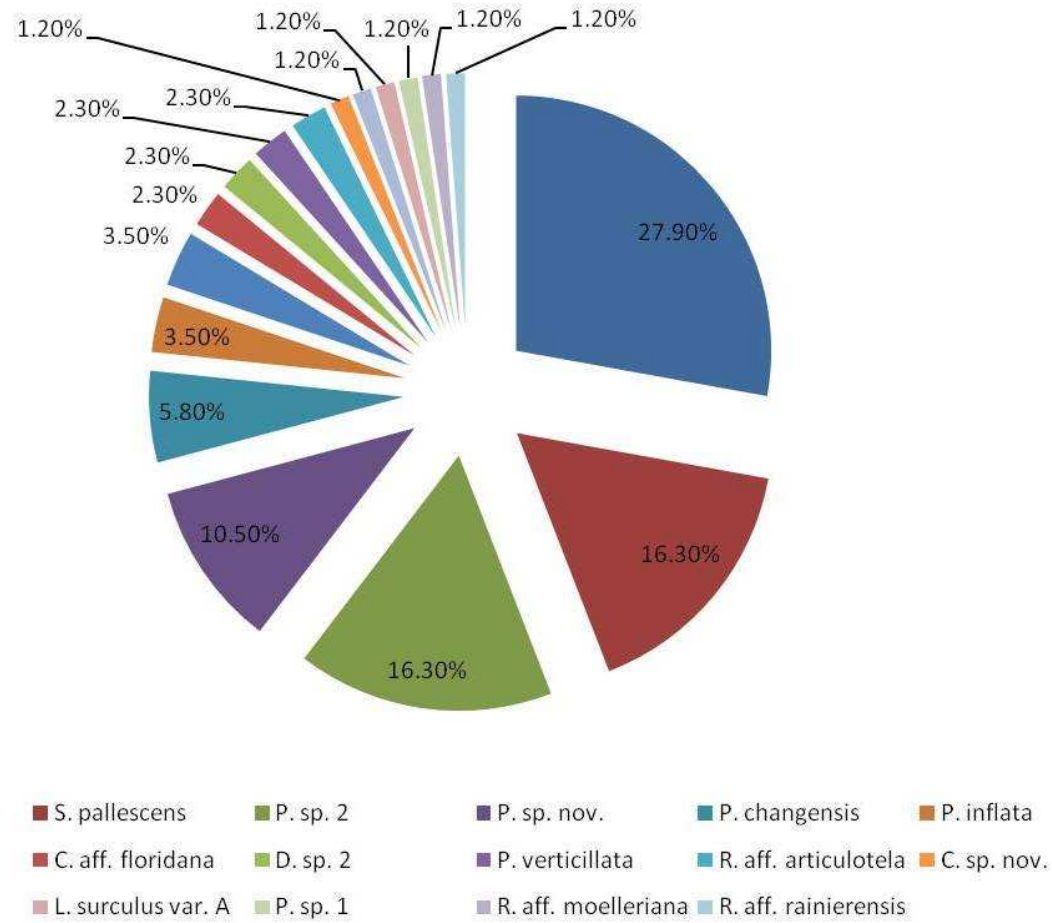


Figura 2. Abundancia relativa (%) de hongos clavarioides durante el período de estudio (2005 a 2008).

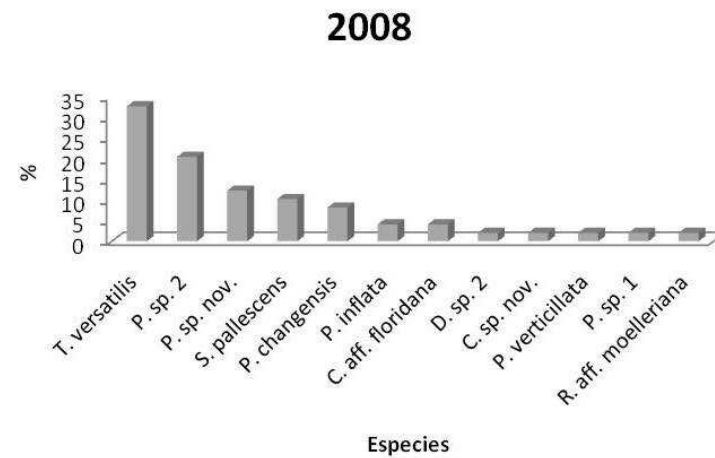
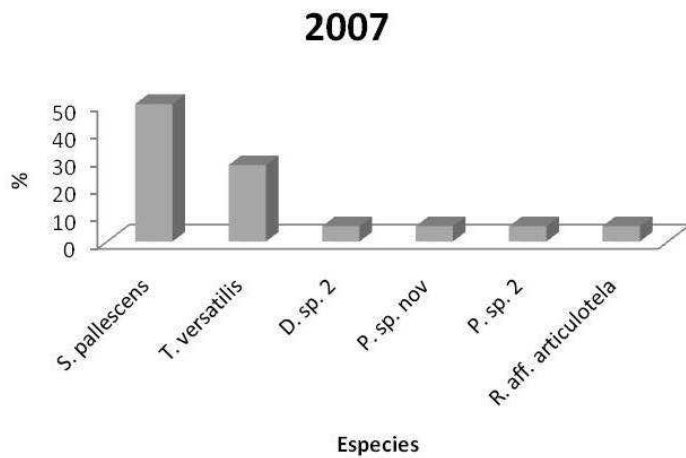
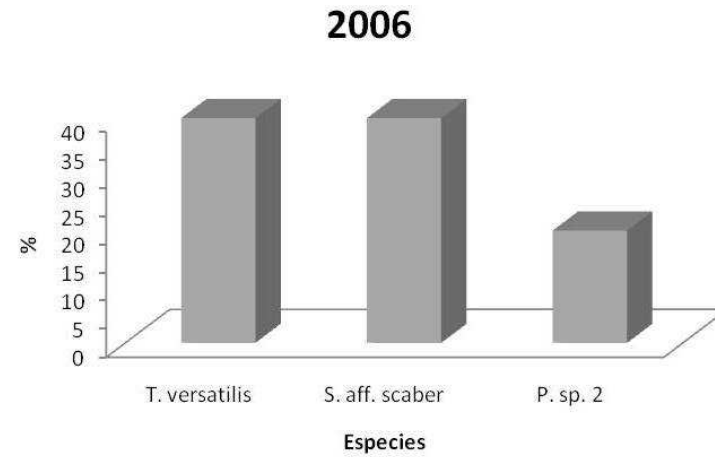
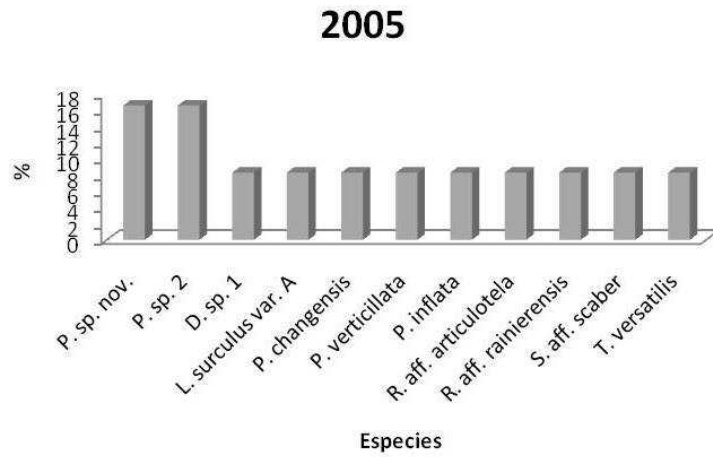


Figura 3. Abundancia relativa (%) de hongos clavarioides por año. Datos de 2005 a 2008.

Bondad del muestreo. El esfuerzo de muestreo realizado durante el periodo de lluvias de 2005-2008 fue de un total de 261 horas/colector, donde se recolectaron 86 ejemplares pertenecientes a ocho géneros y 17 especies (Tabla 1).

La curva de acumulación de especies muestra un incremento acelerado de especies en las primeras 24 horas, disminuyendo gradualmente después de ésta y comenzándose a estabilizarse en la 104. Sin embargo, entre la 172 y 182 todavía se muestra un incremento pero posteriormente se vuelve a estabilizar (Fig. 4), lo cual sugiere que el número de especies registrado de hongos clavarioides está muy cercano al que alberga la zona muestreada en la EBCH.

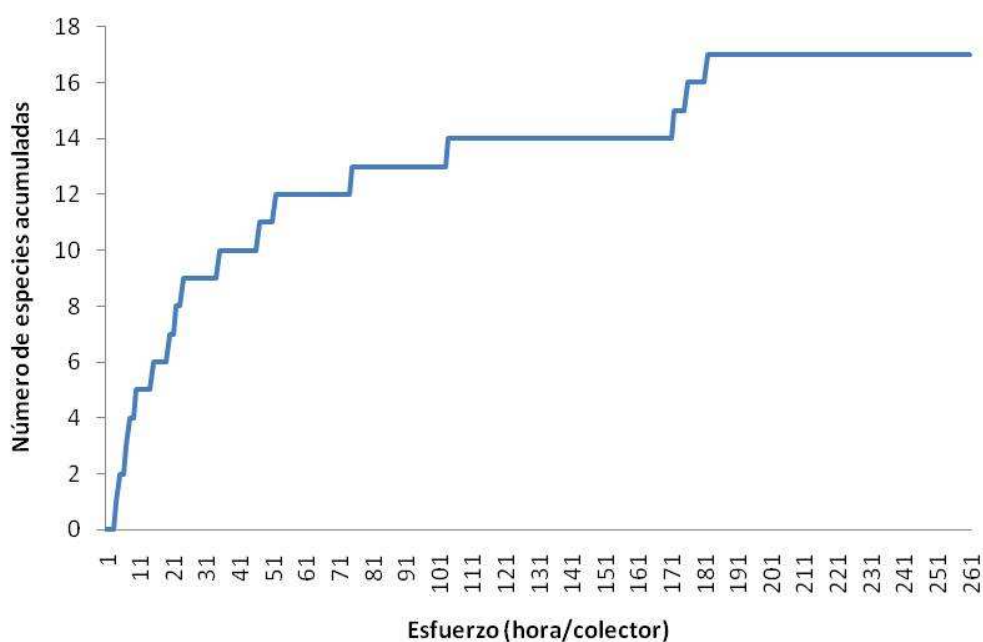


Figura 4. Curva de acumulación de especies de hongos clavarioides obtenida de 2005 a 2008.

Forma de crecimiento y área. El área que llegaron a cubrir cada uno de los individuos varió entre y dentro de las especies, ya que dependió del número, tamaño y distribución de sus basidiomas en el sustrato (Tabla 2). El material perteneciente a *Pterula* sp. 2 (Ramírez-

López, I. 241), con un único esporoma, abarcó un área de 0.008 m² considerada como la más pequeña, mientras que un ejemplar de *Pterula* sp. nov. (Ramírez-López, I. 226) con 85 basidiomas, cubrió el área más extensa de 193 m². Otras especies como *Clavulina* sp. nov., *Clavulina* aff. *floridana*, *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata*, *Ramaria* aff. *moelleriana* y *Scytinopogon pallescens*, el área de distribución de sus basidiomas no rebasó los 2 m², mientras *Pterula* sp. 2 abarcó un área de 0.008 a 10.2 m², *P.* sp. nov. de 0.95 a 193 m² y *Thelephora versatilis* de 0.07 a 32.2 m² (Tabla 2).

La mayoría de las especies clavarioides obtenidas hasta el momento desarrollan basidiomas pequeños (< 50 mm de longitud) de las cuales *Deflexula* sp. 2 y las dos especies de *Physalacria* tienen los basidiomas más pequeños (datos de longitud: 2 y 12 mm, respectivamente). En cambio, *Clavulina* sp. nov., *Pterula* sp. nov. y *Thelephora versatilis* desarrollaron basidiomas con longitudes mayores a 90 mm (Tabla 2).

Los taxones con mayor producción de basidiomas fueron *Deflexula* sp. 2 (100), *Physalacria inflata* (19-180), *Physalacria changensis* (30-54), *P.* sp. nov. (59-85) y *Thelephora versatilis* (1-139), pero cada uno de los individuos de *Clavulina* sp. nov., *C.* aff. *floridana*, *Pterula verticillata*, *P.* sp. 2, *Ramaria* aff. *moelleriana* y *Scytinopogon pallescens* desarrollaron entre uno y 45 basidiomas (Tabla 2). *R.* aff. *moelleriana* fue la única especie registrada con un sólo esporoma.

Tabla 2. Abundancia, altura total del basidioma y área de crecimiento de los basidiomas de las especies recolectadas de hongos clavarioides en la EBCH durante la temporada de lluvias de 2008.

Especie	Número de basidiomas por parche	Longitud total de los basidiomas (mm)	Área de los parches (m ²)	<i>n</i>
<i>C. sp. nov.</i>	12	8-107	1.3	1
<i>C. aff. floridana</i>	40	8-35	2	1
<i>D. sp. 2</i>	100	1-2	9.6	1
<i>P. changensis</i>	30-54	1-12	0.05 – 0.2	4
<i>P. inflata</i>	19-180	1-11	0.04 – 0.17	2
<i>P. verticillata</i>	25	18-33	4.5	1
<i>P. sp. nov.</i>	59-85	6-95	1 – 193	6
<i>P. sp. 2</i>	1-45	10-30	0.008 – 10.2	10
<i>R. aff. moelleriana</i>	1	47	0.02	1
<i>S. pallescens</i>	2-10	8-38	0.02 – 0.2	4
<i>T. sp. nov.</i>	1-139	8-145	0.07 – 32.2	14

El 44.2% de los ejemplares crecieron en forma poco gregaria, el 37.2% como gregarios, el 9.3% formaron un solo basidioma y el 9.3% creció de manera cespitosa. *Pterula* sp. 2, *Thelephora versatilis* y *Scytinopogon pallescens* llegan a comportarse con un crecimiento que va de solitario a poco gregario; *Pterula* sp. nov., *Scytinopogon* aff. *scaber* y *Clavulina* aff. *floridana* lo tienen de gregario a poco gregario, y *Ramaria* aff. *articulotela* de solitario o poco gregario. Las especies que sólo se observaron con un tipo de crecimiento fueron *Clavulina* sp. nov., *Deflexula* sp. 1, *Deflexula* sp. 2, *Lentaria surculus* var. A, *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata*, *Pterula verticillata*, *Pterula* sp. 1 y *Ramaria* aff. *rainierensis* (Tabla 3). *Ramaria* aff. *moelleriana*, por su parte, presentó crecimiento solitario, aunque en las otras colectas del género se encontraron ejemplares que desarrollaron de uno a tres esporomas (*R.* aff. *articulotela* y *R.* aff. *rainierensis*).

Tabla 3. Abundancia del tipo de crecimiento que presentan las especies de clavarioides. Datos agrupados de 2005 a 2008.

	solitario	gregario	poco gregario	Cespitoso	n
<i>T. versatilis</i>	1	7	16		24
<i>P.</i> sp. 2	4	5	5		14
<i>S. pallescens</i>	1	8	5		14
<i>P.</i> sp. nov.		3	6		9
<i>P. changensis</i>				5	5
<i>P. inflata</i>				3	3
<i>S.</i> aff. <i>saber</i>		2	1		3
<i>C.</i> aff. <i>floridana</i>		1	1		2
<i>D.</i> sp. 2		2			2
<i>P. verticillata</i>			2		2
<i>R.</i> aff. <i>articulotela</i>	1		1		2
<i>C.</i> sp. nov.			1		1
<i>D.</i> sp. 1		1			1
<i>L. surculus</i> var. A		1			1
<i>P.</i> sp 1		1			1
<i>R.</i> aff. <i>moelleriana</i>	1				1
<i>R.</i> aff. <i>rainierensis</i>		1			1

Uso de hábitat. Los datos indican que la frecuencia en la que se hallan los basidiomas de los hongos clavarioides en distintos hábitats no es aleatoria, sino que los afecta la orientación ($\chi^2 = 20.011$, g.l.= 3, $P < 0.001$), la pendiente ($\chi^2 = 85.255$, g.l.= 2, $P < 0.001$) y el tipo de vegetación ($\chi^2 = 18.842$, g.l.= 1, $P < 0.001$).

Aunque los hongos clavarioides se registraron en ambos tipos de vegetación: 59 ejemplares localizados en el bosque tropical caducifolio y 27 en el bosque tropical subperennifolio, hay una abundancia significativamente más alta de la que se espera según la tabla de contingencia en este último ($\chi^2 = 18.842$, g.l.= 1, $P < 0.001$; Fig. 5), dada la extensión relativa de cada tipo de vegetación. No obstante, ocho especies se registraron sólo en el BTC (*Clavulina* aff. *floridana*, *Deflexula* sp. 2, *Pterula* sp. 1, *Ramaria* aff. *articulotela*, *Ramaria* aff. *moelleriana*, *Ramaria* aff. *rainierensis*, *Scytinopogon pallescens* y *Scytinopogon* aff. *scaber*), por cuatro que se encontraron únicamente en el BTSP (*Clavulina* sp. nov., *Deflexula* sp. 1, *Lentaria surculus* var. A y *Pterula verticillata*).

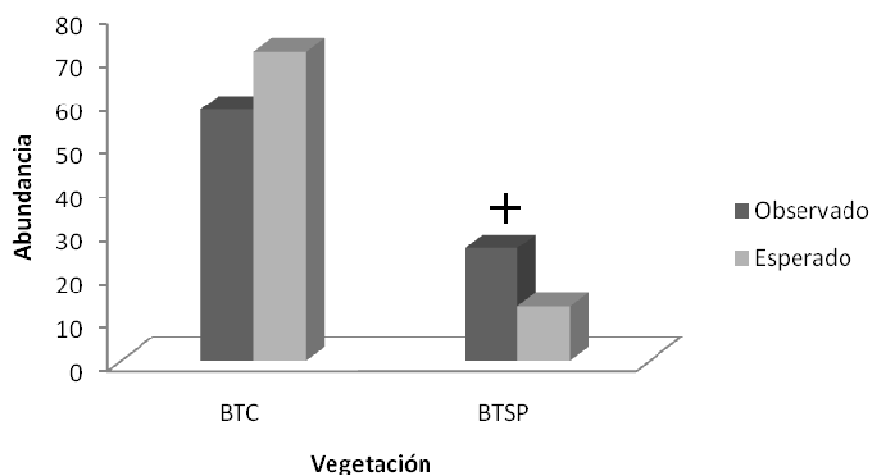


Figura 5. Abundancia de los individuos de clavarioides observados y esperados en los dos tipos de vegetación registrados en las veredas; con el signo + se denota la casilla en la que la abundancia observada es significativamente mayor a la abundancia esperada. Bosque tropical caducifolio (BTC) y Bosque tropical subperennifolio (BTSP).

Sólo cinco de las 17 especies se encontraron en ambos tipos de bosque (Tabla 4). El 58.3% de los 24 ejemplares de *Thelephora versatilis* se registraron en BTC, así como el 85.7% de los de *Pterula* sp. 2 y el 67% de los de *Physalacria inflata*; en tanto que en el BTSP, se colectaron el 55.6% de los materiales de *Pterula* sp. nov. y el 80% de los de *Physalacria changensis*.

Tabla 4. Abundancia de las especies en los BTC y BTSP.
Datos agrupados de 2005 a 2008.

	BTC	BTSP	N
<i>T. versatilis</i>	14	10	24
<i>P. sp. 2</i>	12	2	14
<i>S. pallescens</i>	14		14
<i>P. sp. nov.</i>	4	5	9
<i>P. changensis</i>	1	4	5
<i>P. inflata</i>	2	1	3
<i>S. aff. scaber</i>	3		3
<i>C. aff. floridana</i>	2		2
<i>D. sp. 2</i>	2		2
<i>P. verticillata</i>		2	2
<i>R. aff. articulotela</i>	2		2
<i>C. sp. nov.</i>		1	1
<i>D. sp. 1</i>		1	1
<i>L. surculus</i> var. A		1	1
<i>R. aff. moelleriana</i>	1		1
<i>R. aff. rainierensis</i>	1		1
<i>P. sp. 1</i>	1		1

Si bien los hongos clavarioides se localizaron sobre las cuatro orientaciones de las laderas en la EBCH, registrando el 17.8% de los ejemplares sobre las norte, el 17.8% en las oeste, el 15.6% en las este y el 48.8% en las laderas sur, se hace evidente que este grupo de hongos tiene una abundancia significativamente mayor por desarrollar sus basidiomas en esta última orientación ($\chi^2 = 20.011$, g.l. = 3, $P < 0.001$, residuo estandarizado $[d] = 3.396$, $P < 0.001$; Fig. 6). *Thelephora versatilis* fue la única especie que se registró en las cuatro

laderas, donde el 42.8% de sus ejemplares se registraron en el sur. *Pterula* sp. nov. y *Pterula* sp. 2 se observaron en tres de las laderas y también con la mayoría de sus individuos creciendo en el sur (66.7% y 60.0%, respectivamente). Por su parte a *Scytinopogon pallescens*, *Physalacria changensis* y *Physalacria inflata* sólo se les encontró en dos de las cuatro laderas. El resto de las especies con un sólo registro en 2008 se situaban en el sur, excepto *Clavulina* aff. *floridana* que fue encontrada en una ladera norte (Tabla 5).

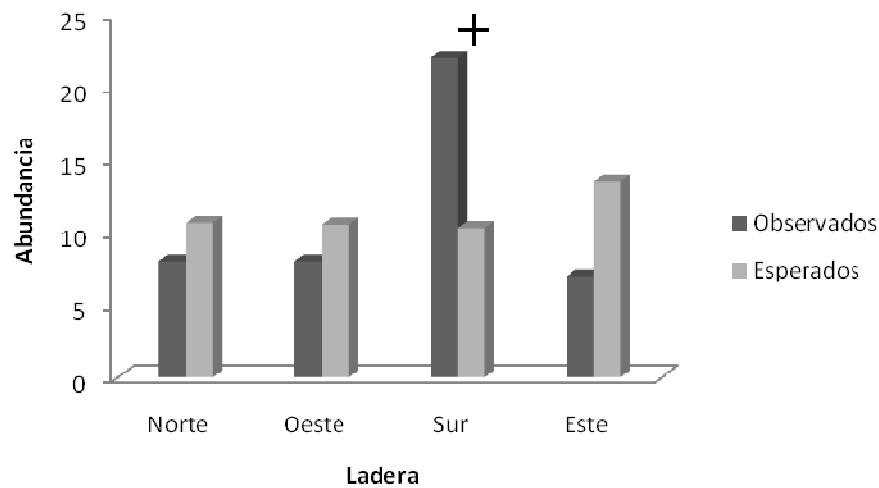


Figura 6. Abundancia de individuos clavarioides observados y esperados en cada una de las laderas, con el signo + se denota la casilla en la que la abundancia de observados es significativamente mayor a la abundancia de esperados ($d_{\text{sur}}=3.396$; $P<0.001$).

Tabla 5. Abundancia de especies que registraron basidiomas en laderas con distinta orientación en la EBCH, Jal. Datos de 2008.

Especie	Norte	Oeste	Sur	Este	n
<i>T. versatilis</i>	2	4	6	2	14
<i>P. sp. 2</i>	2		6	2	10
<i>P. sp. nov.</i>		1	4	1	6
<i>S. pallescens</i>	3		1		4
<i>P. changensis</i>		3		1	4
<i>P. inflata</i>			1	1	2
<i>C. sp. nov.</i>			1		1
<i>C. aff. floridana</i>	1				1
<i>D. sp. 2</i>			1		1
<i>P. verticillata</i>			1		1
<i>R. aff. moelleriana</i>			1		1

Por otro lado, el 60% de los ejemplares clavarioides tuvo una abundancia significativamente mayor al ubicarse a más de 20° de pendiente ($d= 21.527$, $P<0.001$; Fig. 7), mientras un 20% entre los 11 y 20° ($d_{0^{\circ}-10^{\circ}} = -1.822$, $P<0.10$), y el otro 20% por debajo de los 10° ($d_{11^{\circ}-20^{\circ}} = -5.320$, $P<0.001$).

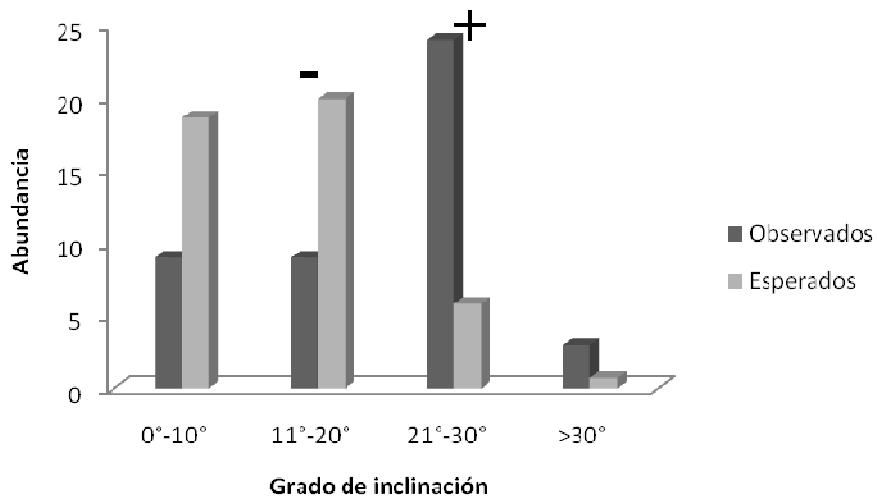


Figura 7. Abundancia de los individuos clavarioides observados y esperados con respecto al grado de inclinación de las laderas, con el signo + se denotadas casillas en la que la frecuencia observada es significativamente mayor a la frecuencia esperada ($d_{>20^\circ} = 21.527$, $P < 0.001$) y con el signo- se denotan aquellas casillas en la que la frecuencia esperadas es significativamente mayor de la frecuencia observada ($d_{11^\circ-20^\circ} = -5.320$, $P < 0.001$).

Thelephora versatilis se registró desde los 0° hasta más de 20°, donde el 71.4% de sus ejemplares se encontraron creciendo a más de 20° de inclinación, el 14.3% entre 11° y 20°, y el otro 14.3% entre 0 y 10°. *Pterula* sp. nov. y *Pterula* sp. 2 se observaron entre los 0° y más de 20°, donde el 50% y 60%, de sus ejemplares respectivamente, se desarrollaban a más de 20°. En el caso de *Scytinopogon pallescens*, el 75% de los individuos se observaron a más de 20°, y para *Physalacria changensis* el 75% entre los 0 y 10°, en tanto que *Physalacria inflata*, el 50% de sus ejemplares entre los 11 y 20° y el otro 50% a más de 20% (Tabla 6).

Tabla 6. Abundancia de basidiomas de Homobasidiomycetes clavarioides en hábitats con distinta inclinación de la ladera en la EBCH, Jal. Datos de 2008.

Especie	0°-10°	11°-20°	>20°	n
<i>T. versatilis</i>	2	2	10	14
<i>P. sp. 2</i>	1	3	6	10
<i>P. sp. nov.</i>	1	2	3	6
<i>S. pallescens</i>	1		3	4
<i>P. changensis</i>	3		1	4
<i>P. inflata</i>		1	1	2
<i>C. sp. nov.</i>			1	1
<i>C. aff. floridana</i>		1		1
<i>D. sp. 2</i>	1			1
<i>P. verticillata</i>			1	1
<i>R. aff. moelleriana</i>			1	1

Al combinar los datos de orientación e inclinación se encuentra que 16 de los 45 clavarioides recolectados se desarrollan mayormente en las laderas sur con inclinaciones mayores a 20°, en tanto que en el resto de las posiciones, el número de individuos encontrados es menor o igual a cinco (Fig. 8), esto a pesar de que el 1.2% de los hábitats en la zona muestreada están orientados al sur y tienen pendientes mayores a 20° (Tabla 7). Este último muestreo también mostró que un alto número de sitios se orientan con mayor frecuencia hacia el este (31.9%), y en zonas con pendientes de entre 11 y 20° (47.2%) (Tabla 7). Por el contrario, el número de sitios hacia el sur o con pendientes mayores a 20° son poco frecuentes por las veredas de la EBCH (19.4% y 8.6%, respectivamente; Tabla 7). Los hábitats con laderas este con pendientes de 0 a 10° representan un 17.6% del total de los 335 puntos medidos, mientras las laderas este con una inclinación mayor a 20° sólo constituyen el 0.6%, y las sur y oeste con la misma pendiente tienen un 1.2% y 2.7%, respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Frecuencia absoluta y relativa (%) de hábitats con distinta orientación e inclinación en las veredas muestreadas. Estos datos representan la oferta de hábitats en el área de muestreo de la EBCH..

	0°-10°	11°-20°	>20°	N
Norte	27 (8.0%)	41 (12.2%)	14 (4.2%)	82 (24.5%)
Oeste	34 (10.1%)	38 (11.3%)	9 (2.7%)	81 (24.2%)
Sur	28 (8.3%)	33 (9.8%)	4 (1.2%)	65 (19.4%)
Este	59 (17.6%)	46 (13.7%)	2 (0.6%)	107 (31.9%)
N	148 (44.2%)	158 (47.2%)	29 (8.6%)	335 (100%)

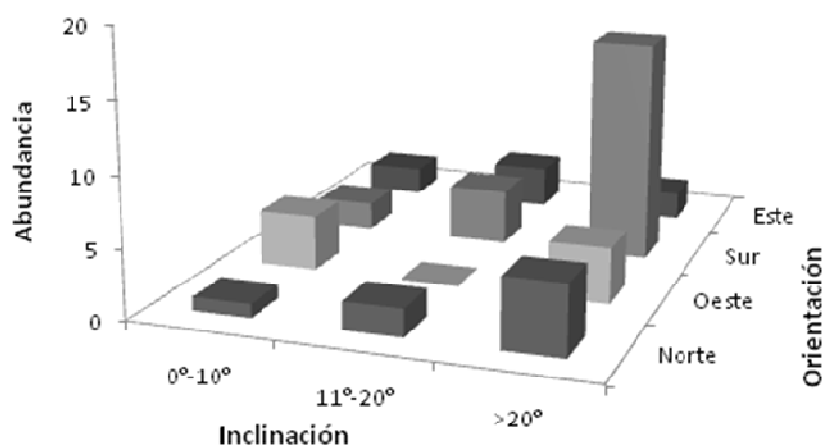


Fig. 8. Abundancia de hongos clavarioides en función de la orientación e inclinación de la ladera en la EBCH.

El 90.9% de los ejemplares colectados se encontraron en zonas con un dosel cerrado, y sólo las dos especies de *Clavulina* y uno de los ejemplares de *Physalacria changensis* y *Thelephora versatilis* se encontraron creciendo bajo un dosel abierto.

Los basidiomas se encontraron creciendo sobre los siguientes sustratos: (1) restos vegetales degradados (31.4%), (2) hojas no degradadas (10.5%), (3) suelo (40.7%), (4) corteza (6.9%), (5) madera no degradada (9.3%), y (6) madera degradada (1.2%) (Tabla 8). Si bien, la gran mayoría de las especies desarrollaron basidiomas sobre un solo tipo de sustrato, *Physalacria changensis*, *Ramaria* aff. *molleriana* y *Scytinopogon pallescens* se

registraron sobre dos tipos de sustratos diferentes: *P. changensis* sobre corteza (40%) y madera no degradada (60%), *R. aff. articulotela* en restos vegetales (50%) y madera no degradada (50%), mientras *S. pallescens* en restos vegetales (85.7%) y suelo (14.3%). Más de 10 ejemplares de *Thelephora versatilis* y *Pterula* sp. 2 se desarrollaron en suelo y plantas con una degradación evidente, respectivamente (Tabla 8). En cambio, *Pterula* sp. nov. y *Ramaria aff. moelleriana* fueron los únicos que se registraron sobre hojas no degradadas y madera degradada, respectivamente.

Tabla 8. Abundancia de cada especie de hongo clavarioide presente en la EBCH, en diferentes tipos de sustrato. Datos agrupados de 2005 a 2008.

	Restos vegetales degradados	Hojas no degradadas	Suelo	Corteza	Madera no degradada	Madera degradada	<i>n</i>
<i>T. versatilis</i>			24				24
<i>P. sp. 2</i>	14						14
<i>S. pallescens</i>	12		2				14
<i>P. sp. nov.</i>		9					9
<i>P. changensis</i>				2	3		5
<i>P. inflata</i>					3		3
<i>S. aff. scaber</i>			3				3
<i>C. aff. floridana</i>			2				2
<i>D. sp. 2</i>				2			2
<i>P. verticilata</i>			2				2
<i>R. aff. articulotela</i>	1				1		2
<i>C. sp. nov.</i>			1				1
<i>D. sp. 1</i>				1			1
<i>L. surculus</i> var. A					1		1
<i>P. sp. 1</i>				1			1
<i>R. aff. moelleriana</i>						1	1
<i>R. aff. rainierensis</i>			1				1

Por otro lado, el 73% de los ejemplares se encontraron desarrollándose en el borde, el 15.7% en la vecindad y el restante 11.3% en el centro del camino. No obstante, algunos ejemplares de *Thelephora versatilis* se localizaron desde el centro del camino hasta el borde, creciendo sin importar la presencia o no de un disturbio (Tabla 9). *Deflexula* sp. 1, *Lentaria surculus* var. A, *Physalacria inflata*, *Ramaria* aff. *rainierensis* únicamente se registraron en la vecindad de las veredas, mientras que *Physalacria changensis*, *Pterula verticillata* y *Scytinopogon pallescens* se observaron del centro al borde o del borde a la vecindad. El resto de los taxones sólo se encontraron en el borde (Tabla 9). Además, la distancia del borde hacia la vecindad o al centro del camino, fue muy variable entre y dentro de las especies con un rango que va de los 0 a los 500 cm, con una media de $133 \pm$ d.e. 140 cm.

Tabla 9. Abundancia de basidiomas de hongos clavarioides en la EBCH, Jal. encontrados en hábitats ubicados en distintas zonas de las veredas. Ver definiciones en Métodos. Datos agrupados de 2005 a 2008.

	Centro	Borde	Vecindad
<i>C. sp. nov.</i>		1	
<i>C. aff. floridana</i>		2	
<i>D. sp. 1</i>			1
<i>D. sp. 2</i>		2	
<i>L. surculus</i> variante A			1
<i>P. changensis</i>		2	3
<i>P. inflata</i>			3
<i>P. verticillata</i>	1	1	
<i>P. sp. nov.</i>		9	
<i>P. sp.1</i>		1	
<i>P. sp.2</i>		14	
<i>R. aff. articulotela</i>		1	1
<i>R. aff. moelleriana</i>		1	
<i>R. aff. rainierensis</i>			1
<i>S. pallescens</i>		13	1
<i>S. aff. scaber</i>	3		
<i>T. versatilis</i>	6	18	3

Discusión

La diversidad de hongos clavarioides en la EBCH muestra una clara variación tanto en su composición de especies como en su abundancia, entre año y año. De los cuatro períodos de lluvia que se contemplaron en este estudio, 2008 fue el más diverso y abundante con 12 especies y 50 individuos, y 2006 el más homogéneo, con tres taxones y cinco ejemplares. Las especies encontradas con mayor frecuencia durante el período de estudio (2005-2008) fueron *Scytinopogon pallescens*, *Pterula* sp. 2 y *Thelephora versatilis*, siendo *S. pallescens* la más abundante en 2007 y las otras dos en 2008. Sin embargo, para la mayoría de los taxones (76.5%) sólo se obtuvieron entre uno y cinco individuos. Esto mismo se ha observado en otros trabajos de macromicetos (Senn-Irlet y Bieri 1999, Suárez- Duque 2004, Küffer y Senn-Irlet 2005), donde la comunidad está representada por pocas especies comunes que producen una gran cantidad de basidiomas, y muchas raras que desarrollan un bajo número de éstos.

Los basidiomas de los clavarioides se registraron desde finales de julio hasta principios de octubre, siendo agosto donde se registra el mayor número de individuos (55.9%) y julio con el menor (2.4%). El lapso de observación de los basidiomas se situó a la mitad de la temporada de lluvias, dicho tiempo fue menor a tres meses lo que resulta un periodo relativamente pequeño. A nivel de especie, la estacionalidad de los esporomas difiere entre los taxones, ya que están los que se encontraron de julio a octubre como son *Pterula* sp. nov., *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata*, *Pterula* sp. 2 y *Thelephora versatilis*; y otras como *Clavulina* sp. nov., *Deflexula* sp. 1, *Lentaria surculus* var. A, *Pterula* sp. 1, *Ramaria* aff. *moelleriana* y *Ramaria* aff. *rainierensis* que sólo se recolectaron durante uno de los cuatro meses. Asimismo, están las que se obtuvieron en

meses alternados (agosto y octubre) como *Pterula verticillata*, *Ramaria* aff. *articulotela* y *Scytinopogon* aff. *scaber*.

La fluctuación de la producción de basidiomas suele ser muy variable entre las especies, ya que están desde las que desarrollan basidiomas anualmente como *Pterula* sp. 2 y *Thelephora versatilis*, hasta las que únicamente se les ha observado en una ocasión, por lo que su presencia dentro de la comunidad es rara (*Clavulina* sp. nov., *C.* aff. *floridana*, *Deflexula* sp. 1, *Lentaria surculus* var. A, *Pterula* sp. 1, *Ramaria* aff. *moelleriana* y *Ramaria* aff. *rainierensis*). En cambio, otras como *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata*, *Pterula verticillata* y *Ramaria* aff. *articulotela* que se han registrado en dos de cuatro años, se encuentran alternando la formación de basidiomas entre año y año o este proceso toma más tiempo.

Esta gran fluctuación en la producción de esporomas entre las especies y los años también ha sido observada por autores como Kaul (2002), Straatsma *et al.* (2001) y Gange *et al.* (2007), lo cual puede deberse tanto a las condiciones climáticas del sitio como a factores genéticos y a la disponibilidad de recursos (Kaul 2002, Munguia *et al.* 2006, Gange *et al.* 2007). Con respecto a los factores climáticos, los que más frecuentemente han sido considerados en este tipo de estudios son la precipitación y la temperatura, obteniendo así una correlación altamente significativa entre la formación de basidiomas y la cantidad de agua. Sin embargo, el papel de la temperatura aún no es claro en el desarrollo de los esporomas (Straatsma *et al.* 2001, Salerni *et al.* 2002, Miyamoto e Igarashi 2004, Munguia *et al.* 2006, Gómez Hernández 2009).

Por otro lado, la curva de acumulación de especies empieza a mostrar una disminución de la pendiente, lo que podría estar indicando que la comunidad de clavarioides representada en este trabajo esta bien muestreada. No obstante, trabajos como

los de Tofts y Orton (1998) y Straatsma *et al.* (2001) que han realizado los monitoreos de macromicetos más extensos en zonas con climas templados de Europa por 21 años, o el de Gómez Hernández (2009) con una menor cantidad de años, muestran lo contrario donde la curva no alcanza la asíntota y por ende el esfuerzo de muestreo debe ser mayor para representar este tipo de comunidades. Esto probablemente se deba a la misma naturaleza de los hongos y a las interacciones bióticas y abióticas de las cuales depende el desarrollo de los esporomas, ya que para este tipo de estudios es imprescindible contar con los basidiomas. Sin embargo, el hecho de que no haya formación de estas estructuras, no significa que el hongo no esté presente en el ecosistema (Miyamoto e Igarashi 2004, Munguía *et al.* 2006).

El patrón de crecimiento que mostraron los clavarioides más frecuentemente fue el poco gregario, aunque taxones como *Physalacria* sólo crecen de manera cespitosa, *Ramaria* sólo desarrolla uno o tres basidiomas, es decir que generalmente presenta crecimiento solitario, o *Deflexula* sp. 1 y *Deflexula* sp. 2 desarrollan esporomas en fascículos los cuales están distribuidos de manera gregaria. Pero otras especies como *Thelephora versatilis*, *Pterula* sp. nov., *Pterula* sp. 2 y *Scytinopogon pallescens* muestran más de un tipo de crecimiento, esto probablemente se deba tanto a la distribución como a la cantidad y calidad de los recursos para la formación de los esporomas.

Estudios como el de Gibertoni *et al.* (2007), es de los pocos que reportan el patrón de crecimiento de los esporomas y encontraron que algunos miembros del tradicional orden de los Aphyllophorales tienden a desarrollar basidiomas agregados (cuando los basidiomas se encuentran a menos de un centímetro entre ellos). Esto lo atribuyeron a la longitud del micelio que tenía dentro del sustrato, a la disponibilidad de recursos y la etapa de descomposición que presenta este mismo. Sin embargo, no todos los taxones reportados en

el estudio de Gibertoni *et al.* (2007) exhibían este patrón de crecimiento, ya que algunos integrantes de la familia Polyporaceae desarrollaban esporomas agregados en sustratos sin una descomposición evidente y, en otros casos, los esporomas tenían un desarrollo mucho más agregado en el suelo, donde la restricción espacial era mucho menor que en troncos o ramas que son unidades discretas con un tamaño determinado. Esto más bien lo atribuyeron a que el tipo de crecimiento puede ser una característica de las especies y no depender de las interacciones bióticas y abióticas en algunas ocasiones (Miyamoto e Igarashi 2004, Gibertoni *et al.* 2007).

Además, el área de crecimiento fue muy variable entre las especies y dentro de éstas, ya que dependía del tamaño y número de basidiomas desarrollados, y tipo de crecimiento que presentaban. Si bien la mayoría de las especies presenta áreas menores a 1 m², algunos individuos de *Clavulina* sp. nov., *Clavulina* aff. *floridana*, *Deflexula* sp. 2, *Pterula verticillata*, *Pterula* sp. nov., *Pterula* sp. 2 y *Thelephora versatilis* sobrepasaron esta medida. Dos casos muy particulares fueron los de *Pterula* sp. 2 (Ramírez-López, I. 241) y *Pterula* sp. nov. (Ramírez-López, I. 226), ya que el primer material sólo desarrolló un esporoma (crecimiento solitario) que cubría un área de 0.008 m², en tanto que el segundo, con 85 esporomas, crecía de manera poco gregaria ocupando una superficie de 193 m², mostrando que cada especie tiene una forma muy particular de producir sus basidiomas.

Los datos de vegetación y de orientación e inclinación de la ladera muestran que la mayoría de estos hongos prefieren desarrollarse en el bosque tropical subperennifolio sobre las laderas sur con pendientes de 20° a 30°. Además de crecer frecuentemente sobre el borde y vecindad de la vereda. Sin embargo, estos aspectos son contrarios para especies como *Scytinopogon pallescens* en cuanto a orientación y vegetación donde se desarrolla.

Kost (1992), Senn-Irlet y Bieri (1999), Straatsma *et al.* (2001), Salerni *et al.* (2002) y Küffer y Sen-Irlet (2005) han observado que algunas especies de macromicetos pueden estar asociadas a un tipo de vegetación. En este caso, especies como *Clavulina* aff. *floridana*, *Deflexula* sp. 2, *Scytinopogon pallescens* y *Ramaria* aff. *moelleriana* sólo se han encontrado en el bosque tropical caducifolio (BTC), mientras *Clavulina* sp. nov., *Physalacria changensis* y *Pterula verticillata* lo hicieron sólo en BTSP. En aquellas especies que registraron un solo ejemplar (como *C.* sp. nov., *C.* aff. *floridana*, *D.* sp. 2, *Pterula verticillata* y *R.* aff. *moelleriana*), todavía no se puede asegurar que sean exclusivos de un tipo de vegetación, por lo que es necesario un mayor número de ejemplares para poder sustentar si existe alguna asociación por crecer en un determinado tipo de bosque.

Se ha sugerido que la composición de especies de hongos en un determinado ecosistema depende del tipo de bosque, y la edad y manejo de éste, pues estos rasgos afectan la disponibilidad de los recursos para el crecimiento tanto del micelio como para la formación y multiplicación de los esporomas (Munguia *et al.* 2006). Además, Küffer y Senn-Irlet (2005) encontraron que entre más diverso sea el bosque en especies de árboles, la diversidad de hongos también se verá incrementada. Sin embargo, éstos no son los únicos factores que se encuentran influyendo sobre la micobiota, sino también la posición geográfica, el tipo de suelo, humus y pH, ya que alguno de ellos puede estar inhibiendo o estimulando el desarrollo del hongo (Bujakiewicz 1992, Kost 1992, Straatsma *et al.* 2001). No solamente la interacción de los factores abióticos afecta la diversidad de la micobiota dentro de un bosque, sino que la estructura de las comunidades también van a depender de las interacciones bióticas y la capacidad de dispersión de cada especie (Munguia *et al.* 2006).

Otro hecho interesante con respecto a la vegetación, fue que los basidiomas se formaban en áreas donde el desarrollo de un estrato herbáceo es bajo o casi nulo. Gómez Hernández (2009) en su estudio de diversidad de macromicetos con respecto a las plantas leñosas de un bosque mesófilo de montaña en Veracruz, encontró que con el incremento de éstas en el sotobosque, el número de especies de hongos y la abundancia de cada una de ellas se veía afectado negativamente, hecho también registrado por Hueck (1953) y Kost (1992). Esto ha sido atribuido a que el estrato herbáceo o arbustivo cambia las condiciones microclimáticas del suelo, ya que impide que la luz llegue hasta éste y no hay un aumento de temperatura en él (Gómez Hernández 2009).

Por otro lado, la mayoría de los ejemplares se encontraron creciendo en lugares donde el grado de disturbio era moderado (borde); y que *Thelephora versatilis*, en particular, se caracterizó por tolerar un amplio rango de niveles de compactación del suelo.

La apertura del dosel, de la cual va a depender la cantidad de luz que llegue hasta el suelo, afecta el desarrollo de los basidiomas. Si bien, casi todas las especies se encontraron desarrollándose bajo doseles cerrados, existen taxones, como *Clavulina*, que estaban creciendo bajo doseles abiertos y que fueron la excepción, por lo que probablemente las especies de este género estén adaptadas a condiciones más extremas. Lodge y Cantrell (1995), Suárez-Duque (2004), Gibertoni *et al.* (2007) y Lodge *et al.* (2008) han concluido que en los sitios de dosel abierto la incidencia de la radiación solar provoca cambios drásticos en la humedad y temperatura tanto a nivel del sotobosque como del suelo. Asimismo, encontraron que hay especies asociadas a áreas abiertas dentro los bosques y las cuales tienen mejor desempeño en ambientes con mayor cantidad de luz, menor humedad y altas temperaturas.

A pesar de que los Homobasidiomycetes clavarioides se encontraron con mayor frecuencia en áreas con doseles cerrados, la mayoría de ellos se localizaron desarrollándose sobre las laderas sur, que por la posición geográfica de México son las que reciben mayor radiación solar y por ende guardan una menor cantidad de humedad. Esto podría estar indicando que requieren de un determinado rango y tiempo de exposición a la luz para el desarrollo de sus esporomas, pero sin que esta incida de manera directa, ya que se encuentran creciendo bajo doseles cerrados. Algo similar encontraron Suárez-Duque (2004) y Gibertoni *et al.* (2007) con respecto a la intensidad de luz dentro del tradicional orden de los Aphyllophorales al que pertenecen los clavarioides, ya que algunos hongos poliporoides y corticioides de desarrollan optimamente en ambientes con una intensidad intermedia de luz, es decir que ni en sombra ni en áreas totalmente abiertas. Además, trabajos como los de Morimoto y Oda (1973), Boulianne *et al.* (2000), Kawakami *et al.* (2004), Pérez Aguilar (2007) Moore *et al.* (2008) y Uresti Rivera (2008) han demostrado que la cantidad y calidad de luz puede inducir o reprimir el proceso de desarrollo de los esporomas, incluso a nivel de cariogamia y meiosis. Por lo que sería deseable hacer mediciones cuantitativas de los niveles de radiación solar que incide en los hábitats donde se desarrollan los basidiomas, para cuantificar de manera más adecuada el papel de esta variable.

Aunado a la orientación de la ladera, la pendiente es otro factor considerado para analizar la ecología de los macromicetos (Suárez-Duque 2004, Lodge *et al.* 2008). Suárez-Duque (2004) encontró que la topografía del área afecta la distribución del material orgánico, el cual puede ser arrastrado hacia sitios más planos por acción de la lluvia o viento y donde la agregación de los hongos va a ser mayor por la cantidad de recursos. En cambio, Lodge *et al.* (2008) estudiando las redes miceliarias en las Montañas de Luquillo en Puerto Rico, encontraron que éstas se desarrollan principalmente en sitios con grandes

pendientes al sufrir menos daños por agentes erosivos; asimismo actúan como redes que detienen la caída de la hojarasca cuesta abajo, acumulándola en su lado superior por lo que el crecimiento se da en esta dirección. Al contrario, en sitios con pendientes casi nulas, la materia orgánica tiende a distribuirse en las zonas más bajas y por ende el desarrollo del micelio se da en estas áreas. Además, observaron que las redes miceliales generalmente decrecen con el incremento de la altitud y disminución de la pendiente, ya que a estas altitudes se ve reducida la cantidad de hojarasca y vegetación. Tanto Suárez-Duque (2004) como Lodge *et al.* (2008) concuerdan que la distribución del material orgánico afecta la del micelio de los hongos. Sin embargo, la mayoría de estos estudios son en zonas con una topografía heterogénea, por lo que hacen falta trabajos en zonas tropicales con una menor variación topográfica para entender el comportamiento de los hongos en estos ecosistemas (Lodge *et al.* 2008). No obstante, los datos obtenidos en este estudio concuerdan con los de estos autores, en el sentido de que la mayoría de los basidiomas se encontraron desarrollándose en zonas con cierto grado de inclinación, lo cual puede interpretarse como una estrategia de estos organismos para evitar que el micelio sea dañado al exponerse a altas concentraciones de agua, como las que se presentan en las zonas planas donde la saturación del suelo generalmente alcanza su máximo nivel.

Los Homobasidiomycetes con basidiomas clavarioides presentes en la EBCH, de manera conjunta, no se localizaron solo sobre algún sustrato en particular; no obstante, a nivel de especies se observó que hay una evidente tendencia por producir con mayor frecuencia basidiomas en un determinado sustrato (ver Tabla 8). Por ejemplo, *Pterula* sp. nov. se encontró desarrollando sus basidiomas sobre las venaciones de hojas sin una aparente degradación, mientras *Pterula* sp. 2 y *Scytinopogon pallescens* estaban creciendo sobre restos vegetales con un avanzado estado de descomposición. Las especies de los

géneros de *Thelephora* y *Clavulina*, y la especie *Pterula verticillata* se encontraron exclusivamente sobre suelo, mientras *Deflexula* sp. 2 sobre la corteza de una rama con diámetro mayor a cinco centímetros y *Ramaria* aff. *moelleriana* sobre madera degradada; o por el contrario, *Physalacria changensis* que se encontró creciendo tanto en la corteza como en madera, donde al parecer el proceso de degradación no ha iniciado. Estos aspectos también fueron observados por Lodge y Cantrell (1995), Lodge (1997), Senn-Irlet y Bieri (1999), Lodge (2001), Nordén y Paltto (2001), Yanna *et al.* (2002), Zhou y Hyde (2002), Heilmann-Clausen y Christensen (2004), Miyamoto e Igarashi (2004), Küffer y Senn-Irlet (2005), Duong *et al.* (2008), Küffer *et al.* (2008) y Shirouzu *et al.* (2009) en estudios referentes a la secuencia ocupacional del micelio o de basidiomas en un determinado sustrato. Un ejemplo de esto son los estudios de Lodge (1997, 2001), donde encuentra que hay ciertas especies de basidiomicetos degradadores que se desarrollan en hojas con un avanzado grado de descomposición, mientras algunos agaricoides prefieren hojas recién caídas. Para el caso de bosques tropicales, encontró que hay ciertas especies de *Xylaria* que crecen asociadas a frutos u hojas de ciertas familias o géneros de plantas hospederas.

Aunque no existe una clasificación formal de los diferentes sustratos que pueden estar utilizando los hongos, sí existe una gran cantidad de literatura referente a este tema, sólo que la mayoría se enfocan a hongos degradadores de madera muerta (Senn-Irlet y Bieri 1999, Nordén y Paltto 2001, Heilmann-Clausen y Christensen 2004, Küffer y Senn-Irlet 2005, Küffer *et al.* 2008) donde se ha tratado de establecer una clasificación de la madera con base en el estado de degradación, volumen, área y diámetro que presenta la unidad. Lo interesante de estos estudios es que han encontrado que el tamaño de la unidad de madera sí importa, ya que son los fragmentos más pequeños los que sostienen una mayor cantidad de especies de hongos al tener una mayor distribución dentro del suelo del bosque que

unidades con un volumen mayor como los troncos enteros de árboles caídos (Heilmann-Clausen y Christensen 2004, Küffer *et al.* 2008). Sería deseable establecer una clasificación de los diferentes tipos de hábitats para los macromicetos y con base en eso elaborar una metodología más adecuada para los muestreos con este tipo de organismos.

Literatura citada

- Arnolds, E. 1992a. The analysis and classifications of fungal communities with special reference to macrofungi, p. 7-47. En W. Winterhoff (ed.). Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Arnolds, E. 1992b. Macrofungal communities outside forests, p. 113-149. En W. Winterhoff (ed.). Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Boulianne, R.P., Y. Liu, M. Aebi, B.C. Lu y U. Kües. 2000. Fruiting body development in *Coprinus cinereus*: regulated expression of two galectins secreted by a non-classical pathway. Microbiology 146: 1841-1853.
- Bujakiewicz, A. 1992. Macrofungi on soil in deciduous forest, p. 49-78. En W. Winterhoff (ed.). Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Carranza, J. 1996. Distribution of pore fungi (Aphylophorales: Basidiomycotina) on the biotic units of Costa Rica. Revista de Biología Tropical 44:103-109.
- Dix, N. y J. Webster. 1995. Fungal Ecology. Chapman & Hall, Londres, RU.

- Duong, L.M., E.H.C. McKenzie, S. Lumyong y K.D. Hyde. 2008. Fungal succession on senescent leaves of *Castanopsis diversifolia* in Doi Suthep-Pui National Park, Thailand. *Fungal Diversity* 30: 23-36.
- Gange, A.C., E.G. Gange, T. H. Sparks y L. Boddy. 2007. Rapid and recent changes on fungal fruiting patterns. *Science* 316: 71.
- Garibay-Orijel, R., M. Martínez-Ramos y J. Cifuentes. 2009. Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 521-534.
- Gibertoni, T.B., P.J.P. Santos y M.A.Q. Cavalcanti. 2007. Ecological aspects of Aphyllophorales in the Atlantic Rain Forest in Northeast Brazil. *Fungal Diversity* 25: 49-67.
- Gómez Hernández, M.A. 2009. Diversidad de macromicetes en relación a estructura, especies arbóreas y microclima del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría (Maestría en Ciencias), Instituto de Ecología. Xalapa, México.
- Heilmann-Clausen, J. y M. Christensen. 2004. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *Forest Ecology and Management* 201: 105-117.
- Ho, W.H., Yanna, K. D. Hyde e I. J. Hodgkiss. 2002. Seasonality and sequential occurrence of fungi on wood submerged in Tai Po Kau Forest Stream, Hong Kong. En K.D. Hyde y E.B.G. Jones (eds.). *Fungal Succession*. *Fungal Diversity* 10: 21-43.
- Hueck, H.J. 1953. Myco-sociological methods of investigation. *The Netherlands Mycological Society* 30: 84-101.

- Kaul, T. N. 2002. Biology and conservation of mushrooms. Science Publishers Enfield, New Hampshire, EE. UU.
- Kawakami, A., N. Matsumoto y S. Naito. 2004. Environmental factors influencing sporocarp formation in *Typhula ishikariensis*. Journal of General Plant Pathology 70: 1-6.
- Kost, G. 1992. Macrofungi on soil coniferous forest, p. 79-111. En W. Winterhoff (ed.). Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Küffer, N. y B. Senn-Irlet. 2005. Diversity and ecology of wood-inhabiting aphylophoroid basidiomycetes on fallen woody debris in various forest types in Switzerland. Mycological Progress 4: 77-86.
- Küffer, N., F. Gillet, B. Senn-Irlet, M. Arango y D. Job. 2008. Ecological determinants of fungal diversity on dead wood in European forests. Fungal Diversity 30: 83-95.
- Linder, D.L., H.H. Burdsall Jr. y G.S. Stanosz. 2006. Species diversity of polyporoid and corticioid fungi in northern hardwood forests with differing management histories. Mycologia 98: 195-217.
- Lisiewska, M. 1992. Macrofungi on special substrates, p. 151-182. En W. Winterhoff (ed.). Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Lodge, D.J. 1997. Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forests. Biodiversity and Conservation 6: 681-688.
- Lodge, D.J. 2001. Diversidad mundial y regional de hongos, p. 291-304. En H.M. Hernández, A.N. García Aldrete, F. Álvarez y M. Ulloa (eds.). Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM, México.

- Lodge, D.J. y S. Cantrell. 1995. Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. *Canadian Journal of Botany* 73: S1391-S1398.
- Lodge, D.J., I. Chapela, G. Samuels, F.A. Uecker, D. Desjardin, E. Horak, O.K. Miller, Jr., G.L. Hennebert, C.A. Decock, J. Ammirati, H.H. Burdsall, Jr., P.M. Kirk, D.W. Minter, R. Halling, T. LaessØe, G. Mueller, S. Huhndorf, F. Oberwinkler, D.N. Pegler, B. Spooner, R.H. Petersen, J.D. Rogers, L. Ryvarde, R. Watling, E. Turnbull y A.J.S. Whalley. 1995. A survey of patterns of diversity in non-lichenized fungi. *Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch.* 70: 157-173.
- Lodge, D.J., W.H. McDowell, J. Macy, S.K. Ward, R. Leisso, K. Claudio-Campos y K. Kühnert. 2008. Distribution and role of mat-forming saprobic Basidiomycetes in a Tropical Forest, p. 197-209. *En* L. Boddy, J.C. Frankland, and P.V. West (eds.). *Ecology of Saprotrophic Basidiomycetes*. Academic Press, Londres, RU.
- Magurran, A. 1991. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman & Hall, New York, EE. UU.
- McMullan-Fisher, S.J.M., T.W. May y P.J. Keane. 2002. The macrofungal community and fire in a Mountain Ash forest in southern Australia. *Fungal Diversity* 10: 57-76.
- Miyamoto, T. y T. Igarashi. 2004. Spatial distribution of *Collybia pinastris* sporophoros in a *Picea abies* forest floor over a 5-year period. *Mycoscience* 45: 24-29.
- Montoya, A., A. Kong y A. Estrada-Torres. 2005. Estudio ecológico de los hongos silvestres comestibles en el Parque Nacional La Malinche, México, p. 66-95 (Trabajo en preparación). *En* A. Montoya Esquivel. *Aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en el volcán La Malinche, Tlaxcala*. Tesis Doctoral (Doctorado en Ciencias (Biología)). Facultad de Ciencias, UNAM, México.

- Moore, D., A.C. Gange, E.G. Gange y L. Boddy. 2008. Fruit bodies: their production and development in relation to environment, p. 79-103. En L. Boddy, J.C. Frankland y P.V. West (eds.). *Ecology of Saprotrophic Basidiomycetes*. Academic Press, Londres, RU.
- Morimoto, N. y Y. Oda. 1973. Effects of light on fruit-body formation in a basidiomycete, *Coprinus macrorhizus*. *Plant and Cell Physiology* 14: 217-225.
- Munguia, P., G. Guzmán y F. Ramírez-Guillén. 2006. Seasonal community structure of macromycetes in Veracruz, Mexico. *Ecography* 29: 57-65.
- Munguia, P., L. Guzmán-Dávalos y O. Rodríguez. 2003. Macromycete phenological approximations in western mexican forests. *Southwestern Naturalist* 48: 661-728.
- Nordén, B. y H. Paltto. 2001. Wood-decay fungi in hazel wood: species richness correlated to stand age and dead wood features. *Biological conservation* 101: 1-8.
- Osono, T. 2007. Ecology of ligninolytic associated with leaf litter decomposition. *Ecological Research* 22: 955-974.
- Osono, T., Y. Fuskasawa y H. Takeda. 2003. Roles of diverse fungi in larch needle-litter decomposition. *Mycologia* 95: 820-826.
- Pérez Aguilar, S. 2007. Determinación de la función del Dominio LOV de la proteína BLR-1 de *Trichoderma atroviride*. Tesis de Maestría (Maestría en Ciencias en Biología Molecular). Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., México.
- Pilz, D., R. Mclain, S. Alexander, L. Villarreal-Ruiz, S. Berch, T.L. Wurtz, C.G. Parks, E. McFarlane, R. Molina y J.E. Smith. 2007. Ecology and management of morels harvested from the Forests of Western North America. Portland, EE. UU.

- Ritz, K. e I.M. Young. 2004. Interactions between soil structure and fungi. *Mycologist* 18: 52:59.
- Salerni, E., A. Laganá, C. Perini, S. Loppi y V. De Dominicis. 2002. Effects of temperature and rainfall on fruiting of macrofungi in oak forests of the Mediterranean area. *Israel Journal of Plant Sciences* 50: 189-198.
- Senn-Irlet, B. y G. Bieri. 1999. Sporocarp succession of soil-inhabiting macrofungi in an autochthonous subalpine Norway spruce forest of Switzerland. *Forest Ecology and Management* 124: 169-175.
- Shirouzu, T., D. Hirose, Y. Fukasawa y S. Tokumasu. 2009. Fungal succession associated with the decay of leaves of an evergreen oak, *Quercus myrsinaefolia*. *Fungal diversity* 34: 87-109.
- Siegel, S. y N. J. Castellan. 1995. Estadística no paramétrica. Trillas, México.
- Singh, S.K., S. Kamal, M. Tiwari, R.D. Rai y R.C. Upadhyay. 2004. Myco-ecological studies of natural morel bearing sites in Svalik Hills of Himachal Pradesh, India. *Micología Aplicada Internacional* 16: 1-6.
- Straatsma, G., F. Ayer y S. Egli. 2001. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research* 105: 515-523.
- Suárez-Duque, D. 2004. Diversidad y análisis estructural de los Aphylophorales del Bosque Protector "Mindo Lindi", Prov. de Pichincha, Ecuador. *Lyona* 7:83-89.
- Tofts, R.J. y P.D. Orton. 1998. The species accumulation curve for agarics and boleti from a Caledonian Pinewood. *Mycologist* 12: 98-102.
- Uresti Rivera, E.E. 2008. Epigenética del sistema visual y del fenómeno de micoparasitismo en *Trichoderma atroviride*: Un análisis del gen ortólogo a GCN5.

Tesis de Maestría (Maestría en Ciencias en Biología Molecular). Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., México.

Vázquez Mendoza, S. 2008. Ecología de comunidades de macromicetos a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji. Oaxaca. Tesis de Maestría (Maestría en Ciencias en Conservación y aprovechamiento de Recursos Naturales: Biodiversidad del Neotrópico). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN, México.

Winterhoff, W. 1992. Introduction, p. 1-5. En W. Winterhoff (ed.). Fungi in vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.

Yanna, W.H. Ho, y K.D. Hyde. 2002. Fungal sucesion on fronds of *Phoenix hanceana* in Hong Kong. En K.D. Hyde y E.B.G. Jones (eds.). Fungal Succession. Fungal Diversity 10: 185-211.

Zhou, D.Q. y K.D. Hyde 2002. Fungal sucesion on bamboo in Hong Kong. En K.D. Hyde y E.B.G. Jones (eds.). Fungal Succession. Fungal Diversity 10: 213-227.

V. Discusión general

A pesar de la gran relevancia que tienen los hongos dentro de los ecosistemas y para el hombre, sólo se han descrito aproximadamente 79,000 especies (Schmit y Mueller 2007) de las 1.5 millones que se estiman que existen a nivel mundial (Hawksworth 2001), siendo las zonas templadas las más exploradas mientras que en las tropicales, donde se ha hipotetizado un mayor número de especies, se tiene un escaso conocimiento de su micobiota y México no es la excepción.

El conocimiento de la diversidad Homobasidiomycetes clavarioides en particular, es escaso en México, si lo comparamos por ejemplo, con el tradicional orden Agaricales, que ha recibido mayor atención debido por una parte a la gran representatividad que tienen en los ecosistemas y por otra al atractivo de sus colores, formas y tamaños (Guzmán 1998). No obstante, la mayor parte de estos estudios han sido realizados en zonas templadas. Parte de la relevancia de este trabajo es su contribución al incremento del conocimiento de la diversidad de la micobiota mexicana en zonas tropicales y específicamente al de los Homobasidiomycetes clavarioides al describir 17 taxones, de los cuales tres son nuevos registros para el país y tres son probables nuevas especies para la ciencia; es importante además constatar que a diferencia de las zonas templadas, la variabilidad genérica es mayor en comparación a la específica. Sin embargo, no todos los taxones pudieron ser determinados a nivel especie ya que aunque desarrollaron basidiomas claramente diferenciados, el himenio no llegó a madurar antes de que iniciara el proceso de desintegración, aspecto observado en colectas realizadas en diferentes fechas de la misma época de lluvias o en diferentes años; los caracteres micromorfológicos del himenio tienen un papel importante en la taxonomía de estos hongos.

Contrario a lo que generalmente se observa en estudios de diversidad de macromicetos en zonas templadas (Tofts y Orton 1998, Straatsman *et al.* 2001, Gómez Hernández 2009), el muestreo de hongos clavarioides realizado en este trabajo, nos indica que hay una buena representación de la diversidad presente en la EBCH, ya que la curva de acumulación de especies muestra una notable disminución en la pendiente (ver Figura 4).

Es evidente que el término clavarioide es únicamente descriptivo, haciendo alusión a todos aquellos Homobasidiomycetes que desarrollan basidiomas con formas simples (cilíndricas o clavadas) hasta profusamente ramificadas, donde los estudios filogenéticos han mostrado que este modo de crecimiento en los hongos ha evolucionado varias veces de manera independiente (Hibbett y Binder 2002, Dentinger y McLaughlin 2006). No obstante, una de las preguntas relevantes al respecto, es ¿por qué hongos con diferente historia filogenética adquirieron esta forma? Dentinger y McLaughlin (2006) consideran que la forma clavarioide del basidioma es una convergencia adaptativa al ambiente y proponen varias hipótesis al respecto: el tiempo de desarrollo del esporoma es menor en comparación a los Agaricales que desarrollan estructuras reproductoras con una clara diferenciación en píleo, himenio y estípite, para lo cual se requiere de mayor tiempo y recursos energéticos; otra alternativa, es que los Homobasidiomycetes clavarioides tienen una mayor resistencia a la hiperhidratación y descomposición prematura sobre todo en zonas tropicales, al usar una limitada cantidad de tejido en la construcción del esporoma o porque los recursos son limitados en ambientes altamente competitivos. Al respecto, con las observaciones realizadas en este trabajo solo podemos comentar que la mayoría de los clavarioides de la EBCH, fueron localizados en el borde de las veredas donde la vegetación arbórea y herbácea es menos densa (ver Tabla 9), por otra parte, la consistencia que presentan los basidiomas de estos hongos es correosa, subcartilaginosa o fibrosa-carnosa y

algunos como *Thelephora versatilis*, *Deflexula* sp. 2 y *Pterula* sp. nov., pueden llegar a perdurar por varias semanas. Además, algunos de ellos como *Clavulina* aff. *floridana*, *Deflexula* sp. 2, *Physalacria changensis*, *P. inflata*, *Pterula* sp. nov., *P.* sp. 2 y *Thelephora versatilis* desarrollaron un gran número de basidiomas (ver Tabla 2).

La mayoría de los trabajos ecológicos con macromicetos han sido realizados en zonas templadas de EE. UU. y Europa, y pocos en las áreas tropicales (Lodge y Cantrell 1995, Carranza 1996, Lodge 1997, Suárez-Duque 2004, Gibertoni *et al.* 2007, Lodge *et al.* 2008). En México este tipo de estudios son escasos y generalmente sólo analizan patrones de diversidad y productividad. El trabajo de Gómez Hernández (2009) es de los pocos que incorporan datos microclimáticos como humedad y temperatura ambiental, humedad del suelo, y otros datos con respecto al tipo de vegetación que aportan más información sobre la biología de estos organismos en un determinado ecosistema.

A diferencia de los trabajos de Munguia *et al.* (2003, 2006), Montoya *et al.* (2005), Vázquez Mendoza (2008), Garibay-Orijel *et al.* (2009) y Gómez Hernández (2009) que no centran su investigación en un determinado grupo de macromicetos, el trabajo aquí realizado nos aproxima a conocer de manera más puntual la estructura de la comunidad de Homobasidiomycetes clavarioides. Si bien los datos ecológicos obtenidos en este trabajo fueron someros, fue evidente que factores como la humedad y luz que están relacionados con la orientación e inclinación de la ladera y tipo de vegetación, son necesarios en el desarrollo de los basidiomas de estos hongos (ver Figuras 5-7). No obstante, esta primera aproximación aún no nos permite una diferenciación puntual sobre que factores están siendo relevantes en aspectos como el desarrollo de un himenio maduro en diferentes taxones o preferencia por un tipo de vegetación entre otros aspectos, por lo que es necesario en lo futuro realizar estudios más puntuales. Autores como Moore-Landecker (1996) y

Carlile *et al.* (2001) señalan que ciertas cantidades de humedad, temperatura, luz y nutrimentos actúan como estímulos para la formación de las esporas y esporomas, pero si alguno o varios de ellos no se encuentran dentro de los rangos requeridos para cada etapa del desarrollo, éste puede ser interrumpido.

Al ser éste uno de los primeros trabajos que aborda aspectos ecológicos sobre Homobasidiomycetes clavarioides en particular, los valores obtenidos para el índice de diversidad de Shannon-Wiener y de equitatividad de Pielou quedan sólo como referencia para futuras investigaciones con este tipo de hongos, ya que por el momento no pueden compararse con otros trabajos similares.

Hasta ahora, este trabajo representa uno de los más completos en torno a la diversidad de Homobasidiomycetes clavarioides de zonas tropicales, donde los avances obtenidos muestran aspectos no sólo de la taxonomía de estos hongos sino que permitieron introducirnos aunque de manera general al estudio de la comunidad y biología de estos organismos, haciendo evidente que es necesario incrementar el número de variables de tipo cuantitativo para tener información más completa y así su interpretación sea más precisa, y también seguir optimizando el método de muestreo en campo.

Literatura citada

Carlile, M.J., S.C. Watkinson y G.W. Gooday. 2001. *The Fungi*. Academic Press, Londres, RU.

Carranza, J. 1996. Distribution of pore fungi (Aphyllorphales: Basidiomycotina) on the biotic units of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44:103-109.

- Dentinger, B.T.M. y D.L. McLaughlin. 2006. Reconstructing the Clavariaceae using nuclear large subunit rDNA sequences and new genus segregated from *Clavaria*. *Mycologia* 98: 746-762.
- Garibay-Orijel, R., M. Martínez-Ramos y J. Cifuentes. 2009. Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 521-534.
- Gibertoni, T.B., P.J.P. Santos y M.A.Q. Cavalcanti. 2007. Ecological aspects of Aphyllophorales in the Atlantic Rain Forest in Northeast Brazil. *Fungal Diversity* 25: 49-67.
- Gómez Hernández, M.A. 2009. Diversidad de macromicetes en relación a estructura, especies arbóreas y microclima del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría (Maestría en Ciencias), Instituto de Ecología. Xalapa, México.
- Guzmán, G. 1998. Análisis cualitativo y cuantitativo de la biodiversidad de los hongos en México, p. 111-151. En Haffter, G. (ed.) *La Diversidad Biológica de Iberoamérica II. Vol. Especial, Acta Zoológica Mexicana*, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.
- Hawksworth, D.L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105: 1422-1432.
- Hibbett, D.S. y M. Binder. 2002. Evolution of complex fruiting-body morphologies in Homobasidiomycetes. *Proceedings of The Royal Society Biological Sciences* 269: 1963-1969.
- Lodge, D.J. 1997. Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 6: 681-688.

- Lodge, D.J. y S. Cantrell. 1995. Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. *Canadian Journal of Botany* 73: S1391-S1398.
- Lodge, D.J., W.H. McDowell, J. Macy, S.K. Ward, R. Leisso, K. Claudio-Campos y K. Kühnert. 2008. Distribution and role of mat-forming saprobic Basidiomycetes in a Tropical Forest, p. 197-209. En L. Boddy, J.C. Frankland, and P.V. West (eds.). *Ecology of Saprotrrophic Basidiomycetes*. Academic Press, Londres, RU.
- Montoya, A., A. Kong y A. Estrada-Torres. 2005. Estudio ecológico de los hongos silvestres comestibles en el Parque Nacional La Malinche, México, p. 66-95 (Trabajo en preparación). En A. Montoya Esquivel. *Aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en el volcán La Malinche, Tlaxcala*. Tesis Doctoral (Doctorado en Ciencias (Biología)). Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Moore-Landecker, E. 1996. *Fundamentals of the Fungi*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, EE. UU.
- Munguía, P., G. Guzmán y F. Ramírez-Guillén. 2006. Seasonal community structure of macromycetes in Veracruz, Mexico. *Ecography* 29: 57-65.
- Munguía, P., L. Guzmán-Dávalos y O. Rodríguez. 2003. Macromycete phenological approximations in western mexican forests. *Southwestern Naturalist* 48: 661-728.
- Schmit, J.P. y G.M. Mueller. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity and Conservation* 16: 99-111.
- Straatsma, G., F. Ayer y S. Egli. 2001. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research* 105: 515-523.
- Suárez-Duque, D. 2004. Diversidad y análisis estructural de los Aphylophorales del Bosque Protector "Mindo Lindi", Prov. de Pichincha, Ecuador. *Lyona* 7:83-89.

Tofts, R.J. y P.D. Orton. 1998. The species accumulation curve for agarics and boleti from a Caledonian Pinewood. *Mycologist* 12: 98-102.

Vázquez Mendoza, S. 2008. Ecología de comunidades de macromicetos a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji. Oaxaca. Tesis de Maestría (Maestría en Ciencias en Conservación y aprovechamiento de Recursos Naturales: Biodiversidad del Neotrópico). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN, México.

VI. Conclusiones

El presente estudio contribuye a incrementar el conocimiento de los Homobasidiomycetes clavarioides en las zonas tropicales de México, principalmente en los bosques tropicales caducifolio y subperennifolio.

De los 97 especímenes colectados durante la temporada de lluvias del 2005 al 2008 en la EBCH, se lograron diferenciar 17 especies que pertenecen a ocho géneros de hongos clavarioides.

Cada uno de los taxones determinados se describieron macro y microscópicamente haciendo un análisis puntual de sus caracteres.

Clavulina sp. nov., *Pterula* sp. nov. y *Thelephora versatilis* se proponen como nuevas especies para la ciencia, mientras *Physalacria changensis*, *Physalacria inflata* y *Pterula verticillata* son nuevos registros para México y el estado de Jalisco, y *Lentaria surculus* variante A y *Scytinopogon pallescens* para Jalisco.

La estructura de la comunidad de hongos clavarioides se encuentra en constante cambio, ya que ésta varía dependiendo de las condiciones lumínicas y de los tipos de sustrato disponibles. Las especies más comunes durante el período de estudio en la EBCH fueron *Pterula* sp. 2, *Scytinopogon pallescens* y *Thelephora versatilis*, y entre las raras estuvieron *Lentaria surculus* var. A, *Ramaria* aff. *articulotela*, *Ramaria* aff. *moelleriana* y *Ramaria* aff. *rainierensis* por haber formado pocos individuos y basidiomas.

Aunque la curva de acumulación de especies muestra una tendencia hacia la asíntota, debe de seguirse muestreando para aquellos taxones donde sólo se tiene un individuo y poder corroborar si su desarrollo está relacionado de forma particular hacia un

tipo de sustrato, vegetación, crecimiento, orientación y pendiente de la ladera, entre otras variables ambientales.

Con una precipitación acumulada de 387 mm, se observaron basidiomas de hongos clavarioides durante el período de estudio (2005 a 2008) en la EBCH, prefiriendo desarrollarse sobre las laderas sur con una inclinación de 20 a 30° en el bosque tropical subperennifolio, mostrando una alta frecuencia por formar basidiomas en el borde y vecindad de las laderas, bajo doseles cerrados y con un crecimiento poco gregario que llega a cubrir áreas desde 0.008 hasta 193 m², sobre sustratos con o sin una degradación evidente.

Aunque la superficie que cubre el bosque tropical caducifolio en la EBCH, es mayor respecto al bosque tropical subperennifolio, los datos estadísticos mostraron que su desarrollo en este último es más significativo de lo esperado. Esta diferencia probablemente esté relacionada con la concentración de humedad que existe entre ambos tipos de vegetación, lo cual es un factor relevante para el desarrollo de basidiomas. Futuros estudios permitirán establecer en forma puntual el nivel de saturación que requieren los sustratos para que el proceso de formación de basidiomas se lleve a cabo.

Es evidente que la incidencia solar tiene un papel relevante en la formación y/o desarrollo de estos organismos lo cual se manifiesta al haber una mayor preferencia por desarrollarse en las laderas sur donde la luminosidad es mayor a pesar de que existe una menor concentración de humedad en comparación con las posiciones norte.