



# Hifomicetos acuáticos asociados a hojarasca sumergida en el río Majagua, Chiriquí, Panamá

Aquatic Hyphomycetes associated with submerged litter in Majagua River, Chiriqui, Panama

Orlando Amilcar Cáceres<sup>1</sup>, Sumling Yorget Castillo<sup>1</sup>, Tina Antje Hofmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Micológicas (CIMI), <sup>2</sup>Herbario UCH, Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, O427 David, Chiriquí, República de Panamá

## RESUMEN

Los hifomicetos acuáticos son hongos que contribuyen a la descomposición del material vegetal sumergido y ayudan a mantener el balance energético de los cuerpos de agua. El objetivo de la presente investigación es de dar a conocer las especies de hifomicetos acuáticos de la hojarasca sumergida en el río Majagua, Los Algarrobos, Chiriquí, Panamá. Se identificaron morfológicamente los hifomicetos acuáticos de 21 muestras de tres secciones del río. Se encontraron 15 especies, de las cuales cinco se reportan por primera vez para Panamá: *Clavariopsis azlanii*, *Dactylella submersa*, *Flabellospora crassa*, *Margaritispora aquatica* y *Scorpiosporium* sp. Además se observaron 10 morfoespecies que no se lograron identificar.

**PALABRAS CLAVE:** Hifomicetos ingoldianos, conidios tetra radiados, material vegetal

## ABSTRACT

Aquatic hyphomycetes are fungi that contribute to the decomposition of submerged plant material and help to maintain the energetic balance of water bodies. The aim of the present contribution is to recognize the aquatic Hyphomycetes, which contribute to the decomposition of submerged leaves in the river Majagua, Los Algarrobos, Chiriqui, Panama. Based on morphological characteristics, aquatic hyphomycetes were identified in 21 samples of submerged leaves from three river sections. Fifteen species were found with five of them being reported for Panama for the first time: *Clavariopsis azlanii*, *Dactylella submersa*, *Flabellospora crassa*, *Margaritispora aquatica* and *Scorpiosporium* sp. Additionally 10 morphospecies were observed that could not be identified.

**KEYWORDS:** Ingoldian hyphomycetes, tetra radiate conidia, vegetative material

Los ríos son ecosistemas dinámicos que muestran relaciones complejas entre el flujo de la materia orgánica e inorgánica y la acción degradadora de bacterias, hongos e invertebrados acuáticos. En estos ecosistemas acuáticos habitan diferentes grupos de hongos hifomicetos, los cuales se han clasificado en hifomicetos terrestre-acuáticos, áero-acuáticos y los acuáticos o también llamados hifomicetos Ingoldianos (Goh, 1997; Gönczöl y Révay,

2003, 2004; Schoenlein-Crusius y Piccolo, 2003; Bärlocher *et al.*, 2010). Los hifomicetos acuáticos se encuentran sobre el material vegetal que se deposita en ríos, quebradas, lagos o estanques (Gönczöl y Révay, 2003; Fernández y Smits, 2009). También sus esporas se encuentran sobre sustratos inorgánicos en el lecho del río (Sabater *et al.*, 2009). Los hifomicetos acuáticos son formas asexuales de Ascomycota, Basidiomycota o Zygomycota (Goh y Hyde, 1996; Goh, 1997; Descals y Moralejo, 2001; Gareth Jones y Pang, 2012). Estos hongos colonizan el material vegetal desarrollando hifas que penetran el tejido y se reproducen por conidios. Tienen la capacidad de permanecer todo su ciclo de vida asexual bajo el agua, desde la producción de sus conidios, liberación y dispersión (Ingold, 1975; Schoen-

Recibido / Received: 13/07/2014

Aceptado / Accepted: 30/10/2015

Autor para correspondencia / Corresponding author:

**Orlando Amilcar Cáceres**  
**ocaceresmendez@gmail.com**

lein-Crusius y Piccolo, 2003; Gulis y Suberkropp, 2006). Las especies de este grupo desarrollan diferentes formas conidiales, pero la mayoría se caracteriza por conidios tetra radiados o sigmoides (Betancourt *et al.*, 1986; Sridhar y Kaveriappa, 1992; Schoenlein-Crusius y Piccolo, 2003; Gulis y Suberkropp, 2006; Dang *et al.*, 2007; Bärlocher, 2009). La forma conidial tetra radial posiblemente es una adaptación que permite la dispersión del conidio en el medio acuático y su fijación sobre el sustrato (Roldan *et al.*, 1987, 1988; Dang *et al.*, 2007; Luna-Fontalvo, 2009). Estos hongos se encuentran en su mayoría en corrientes de agua clara, limpia y con buena aireación, aunque algunos se han adaptado a aguas con ciertos niveles de contaminación (Schoenlein-Crusius y Piccolo, 2003; Luna-Fontalvo, 2009). Diversos estudios han demostrado la importancia de los hifomicetos acuáticos en la descomposición inicial de la hojarasca y otra materia orgánica presente en los cuerpos de agua. Su acción descomponedora sobre los tejidos de las hojas por la degradación de los polímeros de las células vegetales como celulosa, hemicelulosa y pectina facilita la palatabilidad de la hoja para otros organismos que se alimentan de ella (Betancourt *et al.*, 1986; Roldan *et al.*, 1987, 1988; Goh y Hyde, 1996; Smits *et al.*, 2007; Fernández y Smits, 2009; Luna-Fontalvo, 2009; Sabater *et al.*, 2009; Bärlocher *et al.*, 2010; Gareth Jones y Pang, 2012) y contribuyen en el balance energético de los cuerpos de agua (Suberkropp, 1997; Cressa y Smits, 2007; Fernández y Smits, 2013).

Los hifomicetos acuáticos han sido ampliamente estudiados en las zonas templadas, mientras que para América Latina son pocos los estudios realizados y en su mayoría se basan en muestras de Argentina, Brasil, Cuba, Dominicana, Ecuador, Jamaica, Puerto Rico y Venezuela (Santos-Flores y Betancourt-López, 1997; Schoenlein-Crusius y Piccolo, 2003; Fernández y Smits, 2013). En Panamá el conocimiento acerca de las especies de hifomicetos acuáticos es escaso, solo han sido documentadas por Santos-Flores y Betancourt-López (1997), que reportan 11 especies en muestras de espumas provenientes del río Majagua (David, Chiriquí) y Bärlocher *et al.* (2010), que reportaron 32 especies de 15 afluentes de la cuenca hidrográfica de la zona del Canal de Panamá. La presente tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la diversidad y morfología de los hongos acuáticos en la hojarasca inmersa en el río Majagua.

El estudio se realizó en el río Majagua, David, Chiriquí, Panamá. Se trabajó en tres puntos de colecta en la trayectoria del río: punto alto (08°31'48.7" N y 082°27'25.5" W a 205 m de altura), punto medio (08°29'03.6" N y 082°26'02.7" W a 86 m de altura) y el punto abajo (08°28'49.1" N y 082°25'16.6" W a 75.6 m de altura). El área presenta parches y remanentes de bosque de galería con especies arbóreas predominantes de Anacardiaceae, Annonaceae, Bignoniaceae y Fabaceae.

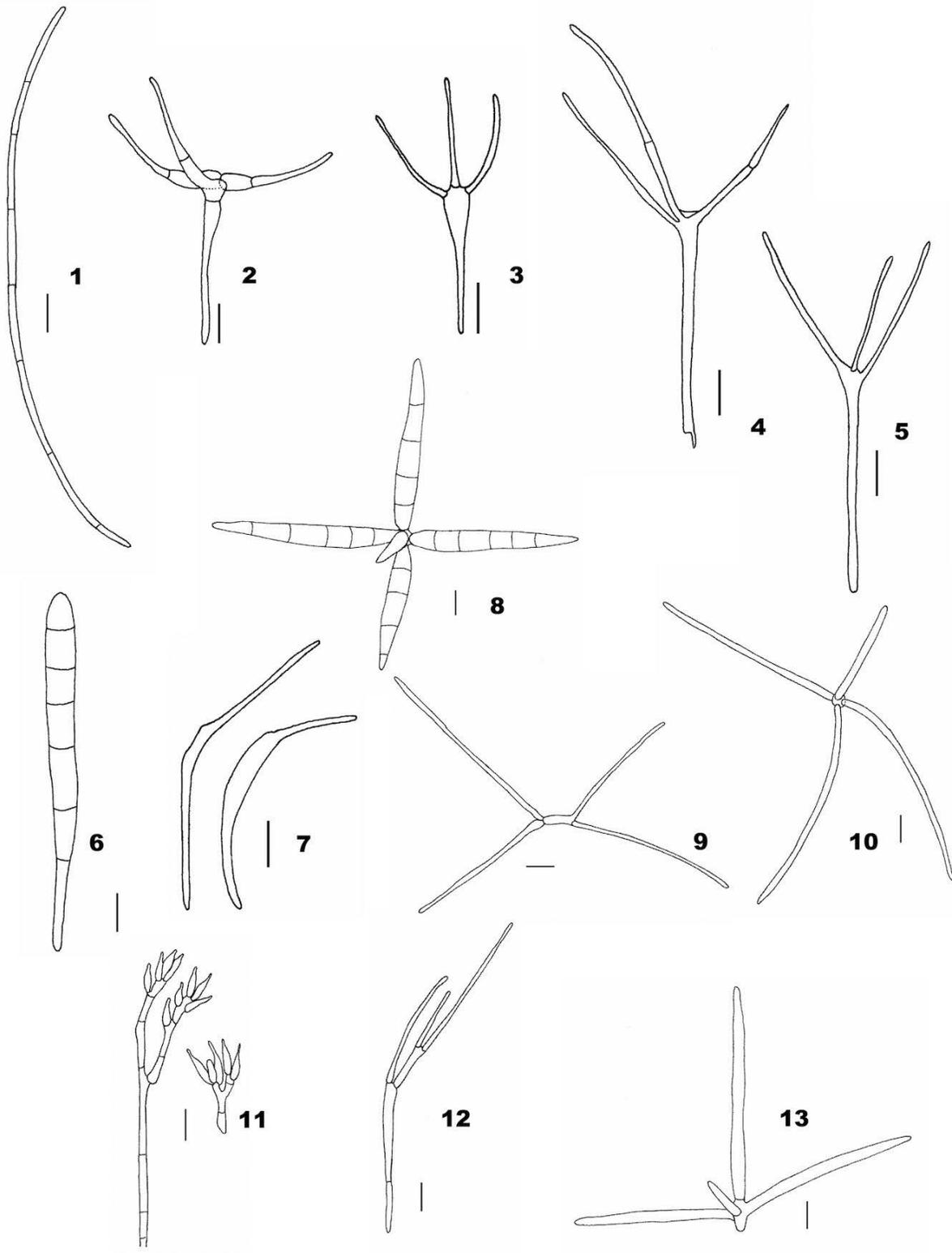
Se realizaron siete muestreos a razón de una muestra por punto en tres puntos, dando en totalidad 21 muestras, durante los meses de febrero a abril del 2010. Se recolectaron al azar hojas sumergidas con evidencia de descomposición, en áreas con moderada corriente y se colocaron en bolsas plásticas con cierre hermético.

En el laboratorio se lavaron con agua destilada, y se realizaron placas en fresco para la observación directa con microscopía de luz. La identificación de los hifomicetos acuáticos se basó en la morfología de sus conidios y las claves taxonómicas de Ingold (1975), Descals *et al.* (1977); Roldán *et al.* (1987, 1988); Santos-Flores y Betancourt-López (1997) y Gulis *et al.* (2005). Se realizaron dibujos a escala y fotografías de los hongos observados.

En total se observaron 25 morfoespecies de hifomicetos acuáticos en las distintas muestras de hojarasca. De éstas, 13 se identificaron hasta el nivel de especie y dos hasta nivel de género (Tabla 1). Las especies que se encontraron con mayor frecuencia ( $n > 7$ ) durante la observación del material en fresco fueron *Campylospora chaetoclada*, *Clavatospora tentacula* y *Triscladophorus monosporus* (Tabla 1). Las especies menos frecuentes ( $n < 4$ ) fueron *Culicidospora grandidieri*, *Flabellospora crassa*, *Heliscus submersus* y *Margaritispora aquatica* (Tabla 1).

La mayoría de las especies observadas se caracterizan por conidios tetra radiados como *C. chaetoclada*, *Clavariopsis aquatica*, *C. azlanii*, *C. tentacula*, *F. crassa*, *Lemonniera aquatica*, *Tricladium* sp. y *T. monosporus* (Figuras 1-13). Otras como *Anguillospora longissima*, *C. grandidieri* y *Dactylella submersa* presentan conidios filiformes alargados. Además se encontraron diez morfoespecies que no se lograron identificar con la literatura consultada.

De acuerdo a Dang *et al.* (2007) la forma tetra radial de los conidios es el tipo de ramificación dominante en hifomicetos



Figuras 1-13. Conidios de hifomicetos acuáticos del río Majagua, Panamá. 1. *Anguillospora longissima*. 2. *Campylospora chaetocladia*. 3. *Clavariopsis aquatica*. 4. *Clavariopsis azlanii*. 5. *Clavatospora tentacula*. 6. *Dactylella submersa*. 7. *Lunulospora curvula*. 8. *Flabellospora crassa*. 9. *Tricladium* sp. 10. *Lemonniera aquatica*. 11. *Margaritispora aquatica*. 12. *Scorpiosporium* sp. 13. *Triscelophorus monosporus*. Escalas = 5 µm.

acuáticos ya que estos conidios pueden adherirse más fácilmente al substrato, mientras que las conidios filiformes lo hacen con menor frecuencia. Este hecho sugiere que la forma tetradial de conidios es efecto de una evolución convergente debido a la selección natural a fin de optimizar la unión al sustrato o el anclaje en ambientes acuáticos con turbulencia (Gulis y Suberkropp, 2006; Dang *et al.*, 2007; Bärlocher, 2009).

En este estudio se encontró mayor cantidad de conidios de *C. chaetocladia*, *C. tentacula* y *T. monosporus*, mientras que Schoenlein-Crusius y Piccolo (2003) indican que especies como *A. longissima*, *C. aquatica*, *Lunulospora curvula* y *T. monosporus* son las especies más comunes reportadas en países de Suramérica.

En la Tabla 2, se hace una comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto a las especies de hifomicetos acuáticos reportadas para el río Majagua en mues-

tras de espuma por Santos-Flores y Betancourt-López (1997) y para 15 afluentes cercanas al Canal, en la ciudad de Panamá por Bärlocher *et al.* (2010). En el presente estudio se encontraron cuatro de las once especies descritas por Santos-Flores y Betancourt-López (1997) y siete de las 32 reportadas por Bärlocher *et al.* (2010) para Panamá. De las 15 especies de hifomicetos acuáticos asociados a la hojarasca sumergida en el río Majagua encontradas en este estudio, cinco son nuevos reportes para Panamá. El estudio contribuye al conocimiento de este grupo taxonómico de hongos acuáticos en el país, aumentando el número de especies conocidas de 35 a 40 (comp. Piepenbring, 2006). Estos resultados y la comparación con los estudios previos, nos indican que aún hace falta realizar investigación básica de hifomicetos acuáticos en ríos del país y otros nichos ecológicos (Piepenbring, 2007).

Tabla 1. Especies de hifomicetos acuáticos observadas en diferentes muestras de hojarasca sumergida del río Majagua, Chiriquí, Panamá

Especies	n
<i>Anguillospora longissima</i> (Sacc. & P. Syd.) Ingold	4
<i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni	9
<i>Clavariopsis aquatica</i> De Wild	4
<i>Clavariopsis azlanii</i> Nawawi	4
<i>Clavatospora tentacula</i> Sv. Nilsson	9
<i>Culicidospora grávida</i> R. H. Petersen	1
<i>Dactylella submersa</i> (Ingold) Sv. Nilsson	5
<i>Flabellospora crassa</i> Alas	3
<i>Heliscus submersus</i> H. J. Hudson	3
<i>Lemonniera aquatica</i> De Wild	5
<i>Lunulospora curvula</i> Ingold	5
<i>Margaritispora aquatica</i> Ingold	3
<i>Scorpiosporium</i> sp.	6
<i>Tricladium</i> sp.	4
<i>Triscelophorus monosporus</i> Ingold	10

n = número de veces que se encontró la misma especie.

Tabla 2. Especies de hifomicetos acuáticos identificadas en hojarasca sumergida del río Majagua en el presente estudio y su comparación con especies citadas en la literatura

Especies	En este estudio	1	2
<i>Anguillospora longissima</i>	x		x
<i>Campylospora chaetocladia</i>	x	x	x
<i>Clavariopsis aquatica</i>	x	x	
<b><i>Clavariopsis azlanii</i></b>	x		
<i>Clavatospora tentacula</i>	x		x
<i>Culicidospora grávida</i>	x		x
<i>Dactylella submersa</i>	x		
<b><i>Flabellospora crassa</i></b>	x		
<i>Heliscus submersus</i>	x	x	
<i>Lemonniera aquatica</i>	x		x
<i>Lunulospora curvula</i>	x		x
<b><i>Margaritispora aquatica</i></b>	x		
<b><i>Scorpiosporium</i> sp.</b>	x		
<i>Tricladium</i> sp.	x	x	
<i>Triscelophorus monosporus</i>	x		x

Reportes nuevos están marcados en negrita.

1. Santos-Flores y Betancourt-López (1997).

2. Bärlocher *et al.* (2010).



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACH), la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) y a la Goethe Universität, Frankfurt am Main en Alemania por el apoyo institucional, a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), a través del Sistema Nacional de Investigación (SNI) y el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por proveer parte de los fondos económicos para la realización de este proyecto y a M. Piepenbring por su ayuda incondicional.

## LITERATURA CITADA

- Bärlocher, F., 2009. Reproduction and dispersal in aquatic hyphomycetes. *Mycoscience* 50: 3-8.
- Bärlocher, F., J.E. Helson, D.W. Dudley, 2010. Aquatic hyphomycete communities across a land-use gradient of Panamanian streams. *Fundamental and Applied Limnology* 117: 209-221.
- Betancourt, C., J. Cruz, J. García, L. Galarza, 1986. Estudio preliminar de los hifomicetos acuáticos (Deuteromycotina) de la República Dominicana. *Caribbean Journal of Science* 22: 49-51.
- Cressa, C., G. Smits, 2007. Aquatic hyphomycetes in two blackwater streams of Venezuela. *Ecotropics* 20: 82-85.
- Dang, Ch.K., M.O. Gessner, E. Chauvet, 2007. Influence of conidial traits and leaf structure on attachment success of aquatic hyphomycetes on leaf litter. *Mycologia* 99: 24-32.
- Descals, E., E. Moralejo, 2001. Water and asexual reproduction in the ingoldian fungi. *Botanica Complutensis* 25: 13-71.
- Descals, E., P.F. Sanders, U. Ugalde, 1977. Hifomicetos ingoldianos del país vasco. *Sociedad de Ciencias Aranzadi* 3: 237-260.
- Fernández, R.D.S., G.B. Smits, 2009. Registro de la presencia de hifomicetos acuáticos en ríos de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Interciencia* 34: 589-592.
- Fernández, R.D.S., G.B. Smits, 2013. Diversidad de hifomicetos acuáticos en la quebrada La Estación de la Hacienda Ecológica La Guáquira, Yaracuy, Venezuela. *Interciencia* 38: 496-501.
- Gareth Jones E.B., K.L. Pang, 2012. Tropical aquatic fungi. *Biodiversity and Conservation* 21: 2403-2423.
- Goh, T.K., 1997. Tropical freshwater hyphomycetes. In: Hyde, K.D. (ed.), *Biodiversity of Tropical Microfungi*. Hong Kong University Press. pp. 189-227.
- Goh T.K., K.D. Hyde, 1996. Biodiversity of freshwater fungi. *Journal of Industrial Microbiology* 17: 328-345.
- Gönczöl, J., A. Révay, 2003. Treehole fungal communities; aquatic, aero-aquatic and dematiaceous hyphomycetes. *Fungal Diversity* 12: 19-34.
- Gönczöl, J., A. Révay, 2004. Fungal spores in rainwater: stemflow, throughfall and gutter conidial assemblages. *Fungal Diversity* 16: 67-86.
- Gulis, V., K.F. Suberkropp, 2006. Fungi: biomass, production and sporulation of aquatic hyphomycetes. In: Hauer F.R., G.A. Lamberti (eds.), *Methods in stream ecology*. Section C. Stream biota. Elsevier, China. pp. 311-325.
- Gulis, V., L. Marvanová, E. Descals, 2005. An illustrated key to the common temperate species of aquatic hyphomycetes. In: Graça, M.A.S., F. Bärlocher, M.O. Gessner (eds.), *Methods to study litter decomposition: A practical guide*. Springer, The Netherlands. pp. 153-167.
- Ingold, C.T., 1975. An illustrated guide to aquatic and water-borne hyphomycetes (fungi imperfecti) with notes on their biology. *Freshwater Biological Association* 30: 1-95.
- Luna-Fontalvo, J., 2009. Hongos anamórficos acuáticos asociados a la hojarasca en el río Gaira de la costa del Caribe Colombiano. *Intropica* 4: 41-46.
- Piepenbring, M., 2006. Checklist of fungi in Panama. *Puente Biológico (Revista Científica de la Universidad Autónoma de Chiriquí)* 1:1-195.
- Piepenbring, M., 2007. Inventoring the fungi of Panama. *Biodiversity and Conservation* 16:73-84.
- Roldán, A., E. Descals, M. Honrubia, 1987. Hifomicetos acuáticos en las cuencas altas de los ríos Segura y Guadalquivir. *Anales de Biología* 13: 3-13.
- Roldán, A., E. Descals, M. Honrubia, 1988. Hifomicetos acuáticos de Sierra Nevada y Sierra de los Filabres. *Acta Botanica Malacitana* 13: 77-90.
- Sabater, S., J.C. Donato, A. Giorgi, A. Elosegí, 2009. El río como ecosistema. In: Elosegí, A., S. Sabater (eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA, Bilbao. pp. 28-31.
- Santos-Flores, C.J., C. Betancourt-López, 1997. Aquatic and water-borne hyphomycetes (Deuteromycotina) in streams of Puerto Rico (including records from other Neotropical locations). *Caribbean Journal of Science* 2: 1-116.
- Schoenlein-Crusius, I.H., R.A. Piccolo, 2003. The diversity of aquatic hyphomycetes in South America. *Brazilian Journal of Microbiology* 34: 183-193.
- Smits, G., R. Fernández, C. Cressa, 2007. Preliminary study of aquatic hyphomycetes from Venezuelan streams. *Acta Botanica de Venezuela* 30 : 345-355.
- Sridhar, K.R., K.M. Kaveriappa, 1992. Aquatic hyphomycetes of Western Ghat streams, India. *Sydowia* 44: 66-77.
- Suberkropp, K., 1997. Annual production of leaf-decaying fungi in a woodland stream. *Freshwater Biology* 38:169-178.