
HIFOMICETOS ACUÁTICOS DE LA CABECERA DEL RÍO GUÁRICO, ESTADO CARABOBO, VENEZUELA

Rafael Fernández Da Silva y Gunta Smits Briedis

RESUMEN

Los hifomicetos acuáticos son un grupo de hongos imperfectos microscópicos que en el ecosistema acuático son responsables de degradar y modificar el material vegetal que cae al agua, facilitando así que el mismo sea utilizado por otros organismos presentes. Estos hongos son importantes desde el punto de vista ecológico y biotecnológico, dada la batería enzimática que poseen, por lo cual también son considerados indicadores de calidad de agua. En Venezuela son pocos los registros de dichos organismos, por lo que este trabajo señala

la un inventario de especies en la cabecera del Río Guárico, estado Carabobo, Venezuela. Se tomaron, en esterilidad, muestras semanales de espuma en los cauces del río, durante un año, y se identificaron los hongos presentes. Un total de 42 especies fueron identificadas, de las cuales son nuevos registros para el país: *Dedrospora erecta*, *D. juncicola*, *Speiropsis hyalospora*, *S. pedatospora*, *Tetraploa cf. aristata*, *Tripsopermun myrti*, *Triscelophorus magnificus* y *Triscelophorus ponapensis*.

Introducción

Los hifomicetos acuáticos son hongos imperfectos microscópicos considerados potenciales degradadores de la materia orgánica particulada sumergida en los ríos (Arsuffi y Suberkropp, 1984; Bärlocher, 1992a, b, c). El grupo reúne tanto a los hongos cuyo ciclo de vida es totalmente acuático, así como aquellos que en algún

momento se desarrollan en dicho ambiente (Descals y Moralejo, 2001). Dichos hongos colonizan las hojas decíduas que caen en las corrientes de agua, constituyendo un importante puente trófico entre las hojas sumergidas y los invertebrados del sistema lótico. Su estructura comunitaria está conformada por los conidióforos que se desarrollan sobre la superficie de los sustratos y sus conidios que

son eventualmente liberados (Chamier y Dixon, 1982; Bärlocher, 2000; Descals y Moralejo, 2001). En este sentido, y desde el punto de vista ecológico, pueden considerarse como bioindicadores de la calidad del agua, debido a que su presencia está asociada a buenas condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua según las normas ambientales vigentes, como es el caso de la ley para

el control de la calidad de los cuerpos de aguas en Venezuela (Ley, 2003). A su vez, al estar su capacidad degradativa relacionada con la batería enzimática que poseen, biotecnológicamente se ha caracterizado en algunas especies enzimas de alto valor biorremediativo e industrial (Fernández *et al.*, 2010).

Si bien los hifomicetos acuáticos son de distribución mun-

PALABRAS CLAVE / Espuma / Hifomicetos Acuáticos / Naciente del Río Guárico / Registro Mensual / Venezuela /

Recibido: 21/03/2011. Modificado: 18/10/2011. Aceptado: 20/10/2011.

Rafael Fernández Da Silva. Biólogo y Doctor en Ciencias Biológicas mención Botánica, Universidad Central de Venezuela (UCV), Venezuela. Profesor-In-

vestigador, Universidad de Carabobo (UC), Venezuela. Dirección: Laboratorio de Biotecnología Aplicada, Departamento de Biología, Facultad Experimental

de Ciencias y Tecnología (Facyt), UC, Valencia, Venezuela. e-mail: rfernandez2@uc.edu.ve
Gunta Smits Briedis. Bióloga, UCV, Venezuela. M.Sc. en Fito-

patología, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela. Docente-Investigadora, Instituto de Biología Experimental, UCV, Venezuela.

SUMMARY

Aquatic hyphomycetes are microscopic imperfect fungi and they are the principal decomposers of the submerged organic matter in rivers, making it easier for it to be used by other organisms. These fungi are important for the functioning of the environment and have biotechnological applications given their enzymatic makeup. They are considered as parameter indicators of water quality. In Venezuela, there are few records of these fungi; therefore monthly records were made of the spe-

cies present in the headwaters of the Guarico river, Carabobo state, Venezuela. Foam samples were taken weekly from the river channels, during one year, and fungi conidia were identified, most of them to the level of species. A total of 42 species were identified, the following being new records for the country: Dedrospora erecta, D. juncicola, Speiropsis hyalospora, S. pedatospora, Tetraploa cf. aristata, Triposperum myrti, Triscelophorus magnificus and Triscelophorus ponapensis.

HIFOMICETOS AQUÁTICOS NA NASCENTE DO RIO GUÁRICO, ESTADO CARABOBO, VENEZUELA

RESUMO

Os hyphomycetes aquáticos são fungos imperfeitos microscópicos e os descomponedores principais da matéria orgânica submersa nos rios, tornando mais fácil para que ele seja usado por outros organismos. Estes fungos são muito importantes do ponto de vista ambiental e de biotecnologia, uma vez que possui a bateria de enzimas, que são também considerados como indicadores de qualidade da água. Na Venezuela, há poucos registros de estes fungos, razão pela qual este trabalho apon-

ta o inventário das espécies presentes nas cabeceiras do Rio Guárico, estado Carabobo, Venezuela. As amostras da espuma foram colhidas semanal (por um ano) nos canais do rio e os fungos foram identificados. Foram identificados um total de 42 espécies, das quais são novos registros para o país: Dedrospora erecta, D. juncicola, Speiropsis hyalospora, S. pedatospora, Tetraploa cf. aristata, Triposperum myrti, Triscelophorus magnificus e Triscelophorus ponapensis.

dial, la mayoría de las especies identificadas como tales han sido descritas de las regiones frías y/o templadas (Ingold, 1975). En los trópicos son pocos los trabajos realizados, a pesar de ser la franja geográfica donde se localiza la mayor diversidad de especies vegetales y animales que contribuyen al enriquecimiento de la flora y fauna acuáticas de aguas corrientes (Bärlocher, 1992a, b, c; Santos-Flores y Betancourt-López, 1997; Schönlein-Crusius y Grandi, 2003; Smits *et al.*, 2007). En las regiones templadas hay una estacionalidad y las concentraciones máximas de conidios frecuentemente se encuentran en el otoño e inicios del invierno, lo que se debe a que en estas zonas, las corrientes de agua reciben gran suministro de restos de árboles y materia orgánica durante el otoño, aumentando la cantidad total de esporulación de los hifomicetos acuáticos (Thomas *et al.*, 1996; Gönczöl y Révay, 1999). De igual manera se ha señalado que en el proceso de colonización de hojas, el número

de especies fúngicas es significativamente más abundante durante la primavera, verano y otoño que durante el invierno (Iqbal, 1997). Por su parte, Tsui *et al.* (2001) señalan que la variación de la diversidad de especies fúngicas entre sequía e invierno es debida a que el incremento de la descarga de agua probablemente lava los sustratos colonizados por los hongos. En verano, se encuentran comúnmente y de manera dominante especies también presentes en zonas tropicales (Suberkropp, 1984; Chauvet, 1991).

En el trópico, Betancourt *et al.* (1987) indican que esta variación se debe a pequeñas alteraciones en factores tales como el tipo de sustrato, cambios químicos y físicos en las corrientes, concatenado a las interacciones con factores climáticos. De esta manera, la tendencia general dentro de una comunidad de hifomicetos acuáticos es que en el invierno prevalecen las especies típicas de zonas frías y templadas, las cuales durante el verano son reemplazadas por especies más

típicas de zonas más cálidas (Justiniano y Betancourt, 1989). Sin embargo, de acuerdo a Suberkropp (1984) y Chauvet (1991) existe la posibilidad de que interacciones interespecíficas y otros factores estén involucrados en la estacionalidad de este grupo de hongos.

Debido a la gran importancia que tienen los hifomicetos acuáticos en el balance energético en los sistemas lóticos de bajo orden y a la poca información concerniente a estos microorganismos en Venezuela, se consideró realizar el registro mensual de las especies de hifomicetos presentes en la cabecera del Río Guárico en el estado Carabobo, río que pertenece a la vertiente atlántica de la cuenca del Río Orinoco y es un tributario importante de los embalses de agua 'Camatagua' y 'Guárico', los cuales suministran agua a poblaciones de la región central y llanera del país, respectivamente.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo se realizó en el tramo de la cabece-

ra del Río Guárico, ubicado cerca del pueblo de Belén, en el Municipio Carlos Arvelo (9°57'46,8"N 67°35'46,7"O) del estado Carabobo, a 644msnm. La vegetación de la zona es de tipo galería decidua (Huber y Alarcón, 1988). El sector del río estudiado es del tipo tramo canal *step-pool*, con rocas de mediano tamaño, acompañado de arena y arcilla, caracterizándose morfológicamente, por tener un ancho de 3,8m, una velocidad de la corriente de 6,4cm·s⁻¹, una profundidad de 10,2cm (siendo esta zona del río superficial) y un promedio de descarga de 4,9cm³·s⁻¹. En cuanto a las características fisicoquímicas de esta parte del río, la temperatura promedio anual es de 25,4°C, la conductividad de 2,60mS, pH de 8,5 (levemente básico), y el agua es incolora (materia orgánica en suspensión de 1,4g·l⁻¹ y turbidez de 0,2) y bien oxigenada (O₂ disuelto de 8,7mg·l⁻¹).

La colección de muestras de espuma en el curso de agua se llevó a cabo semanalmente, durante un año (enero-diciembre 2009). Las muestras fueron colectadas por triplicado en los

remansos del río, utilizando una espátula cóncava estéril y colocando la espuma en envases de vidrio estériles. Luego fueron fijadas con una solución de Fucsina 1% en Lactofenol, y en el laboratorio fueron examinadas al microscopio de luz (Leika DM 1000 con cámara digital), para la identificación de conidios a 400×, empleando principalmente la clave taxonómica para el neotrópico de Santos-Flores y Betancourt-López (1997).

Resultados y Discusión

La riqueza de hifomicetos acuáticos registrada fue de 42 especies (Tabla I). Las especies más comunes durante prácticamente todos los meses de estudio fueron: *Brachiosphaera tropicalis*, *Campylospora filicladia*, *Clavatospora tentacula*, *Phalangiopsis constricta*, *Tetracladium marchalianum* y *Triscelophorus monosporus*, especies siempre presentes en cuerpos de agua de Venezuela ya estudiados (Fernández y Smits, 2005; Cressa y Smits, 2007; Smits *et al.*, 2007; Fernández y Smits, 2009; Pinto *et al.*, 2009), mientras que especies como *Alatospora acuminata*, *Anguillospora crassa*, *Camposporidium sp.*, *Camposporium antenatum*, *C. pellucidum*, *Flabellospora crassa*, *F. verticillata*, *Flabellocladia tetracladia*, *Flagellospora curvula*, *Helicomyces torquatus*, *Isthmotricladia gombakiensis*, *Scorpiosporium chaetocladium* y *Triscelophorus curviramifer* aparecieron esporádicamente de una a cuatro veces durante el muestreo, lo cual coincide con lo reportado por Betancourt y Caballero (1983) y Betancourt *et al.* (1987) en ríos de Puerto Rico. Cabe resaltar que todas las especies arriba citadas ya han sido registradas en otros cuerpos de agua del país (Fernández y Smits, 2005; Cressa y Smits, 2007; Smits *et al.*, 2007; Fernández y Smits, 2009; Pinto *et al.*, 2009); no obstante, se reportan ocho nuevos registros de especies de hifomicetos acuáticos para Venezuela: *Dedrospora erecta*, *Dedrospora juncicola*, *Speiropsis hyalospora*,

TABLA I
PRESENCIA MENSUAL DE ESPECIES DE HIFOMICETOS ACUÁTICOS
EN LA CABECERA DEL RÍO GUÁRICO

Especies	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Alatospora acuminata</i> Ingold												×
<i>Anguillospora crassa</i> Ingold	×							×		×		
<i>Anguillospora filiformis</i> Greath.		×								×		
<i>Brachiosphaera tropicalis</i> Nawawi				×		×	×	×	×	×	×	×
<i>Camposporidium sp.</i>									×	×		
<i>Camposporium antenatum</i> Harkn.				×				×		×		×
<i>Camposporium pellucidum</i> (Grove) S. Hughes									×		×	×
<i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni										×		
<i>Campylospora filicladia</i> Nawawi	×	×	×	×	×	×			×	×		×
<i>Campylospora parvula</i> Kuzuha	×			×				×	×	×	×	
<i>Clavatospora tentacula</i> Sv. Nilsson	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Culicidospira gravaida</i> R. H. Petersen		×	×						×	×		×
<i>Dedrospora erecta</i> Ingold				×								
<i>Dedrospora juncicola</i> Iqbal				×		×			×			
<i>Diplocladiella longibrachiata</i> Nawawi & Kuthub.				×				×		×		
<i>Flabellospora acuminata</i> Descals & Webster				×				×	×	×	×	×
<i>Flabellospora crassa</i> Alasoadura		×		×								×
<i>Flabellospora verticillata</i> Alasoadura												
<i>Flabellocladia tetracladia</i> Alasoadura				×								×
<i>Flagellospora curvula</i> Ingold				×								
<i>Helicomyces colligatus</i> Moore				×						×	×	
<i>Helicomyces sp.</i>						×	×	×	×		×	×
<i>Helicomyces torquatus</i> Lane & Shearer									×	×		
<i>Isthmotricladia gombakiensis</i> Nawawi								×	×		×	
<i>Isthmotricladia laenensis</i> Matsushima											×	
<i>Lunulospora curvula</i> Ingold	×		×	×		×			×	×		
<i>Magdalaena monograma</i> G. Arnaud								×				
<i>Phalangiopsis constricta</i> Nawawi & Webster	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×
<i>Scorpiosporium angulatum</i> (Ingold) Iqbal		×		×					×	×	×	×
<i>Scorpiosporium chaetocladium</i> (Ingold) Iqbal								×				
<i>Speiropsis hyalospora</i> Subramanian & Lodha				×				×				
<i>Speiropsis pedatospora</i> Tubaki									×			
<i>Tetrachaetum elegans</i> Ingold				×								×
<i>Tetracladium marchalianum</i> De Wildeman	×	×		×		×	×	×	×	×		×
<i>Tetracladium setigerum</i> (Grove) Ingold				×								
<i>Tetraploa cf. aristata</i> Berkely & Broome								×			×	
<i>Tripopermium myrti</i> (Lind) Hughes				×								
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi				×	×			×			×	×
<i>Triscelophorus curviramifer</i> Matsushima				×								
<i>Triscelophorus gombakiensis</i>										×		
<i>Triscelophorus magnificus</i> Petersen										×		
<i>Triscelophorus monosporus</i> Ingold	×	×	×	×		×	×		×	×	×	×
<i>Triscelophorus ponapensis</i> Matsushima				×						×		
Número de especies por mes	8	9	8	24	3	9	5	16	18	21	15	16

ra, *Speiropsis pedatospora*, *Tetraploa cf. aristata*, *Tripopermium myrti*, *Triscelophorus magnificus* y *Triscelophorus ponapensis* (Figura 1). Con respecto al número de especies por mes, éste fluctuó durante los meses de estudio, evidenciándose picos máximos pronunciados en abril, con 26 especies, y entre agosto y diciembre con 15-21 especies.

Desde el punto de vista ecológico, muchas especies de hifomicetos acuáticos presentan una distribución cosmopo-

lita, con variaciones altitudinales y latitudinales (Koske y Duncan, 1974). Su hábitat consiste principalmente en sistemas lóticos (ríos o quebradas), de agua clara, limpia, bien aireada y con moderada turbulencia, así como en sistemas lénticos (Ingold, 1975). Su distribución depende de condiciones fisicoquímicas tales como temperatura, pH, nutrientes, concentración de O₂ disuelto y/o aireación, así como el efecto significativo del tipo de vegetación ribereña y las interac-

ciones intraespecíficas e interespecíficas de los organismos que participan en el proceso de descomposición del material vegetal (Fernández *et al.*, 2010).

Como se señaló previamente, la distribución de estos hongos puede estar influenciado por la estacionalidad. Sin embargo, en zonas tropicales, las variaciones de las especies son pequeñas, siendo concatenadas a cambios biológicos, químicos y físicos en las corrientes, además de las interacciones con factores cli-

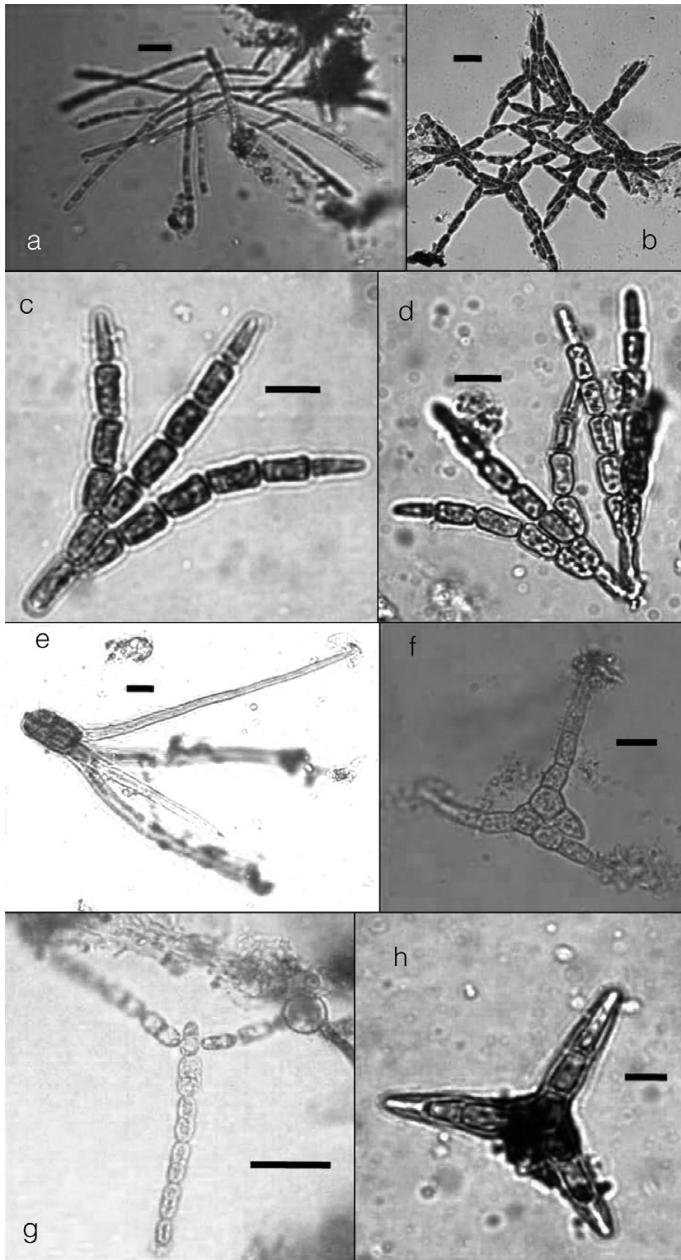


Figura 1. Nuevos reportes de especies de hifomicetos acuáticos en Venezuela. a: *Dedrospora erecta*, b: *Dedrospora juncicola*, c: *Speiropsis hyalospora*, d: *Speiropsis pedatospora*, e: *Tetraploa cf. aristata*, f: *Tripospermum myrti*, g: *Triscelophorus magnificus*, h: *Triscelophorus ponapensis*. Escala: 10µm.

máticos (Chamier *et al.*, 1984; Suberkropp, 1984; Betancourt *et al.*, 1987). Particularmente, es mayor la diversidad de especies en periodos lluviosos (Karamchand y Sridhar, 2008; Paliwal y Sati, 2009).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Héctor Silva y Antonio Pérez por su valiosa colaboración en el traslado por la intrincada zona de estudio.

REFERENCIAS

Arsuffi T, Suberkropp K (1984) Leaf processing capabilities of aquatic hyphomycetes: interspecific differences and influence on shredder feeding preference. *Oikos* 42: 144-154.

Bärlocher F (1992a) *The Ecology of Aquatic Hyphomycetes*. Springer. Berlín, Alemania. 225 pp.

Bärlocher F (1992b) Research on aquatic Hyphomycetes: historical background and overview. En *The Ecology of Aquatic*

Hyphomycetes. Springer. Berlín, Alemania. pp. 1-15.

Bärlocher F (1992c) Community organization. En *The Ecology of Aquatic Hyphomycetes*. Springer. Berlín, Alemania. pp. 38-76.

Bärlocher F (2000) Water-borne conidia of aquatic hyphomycetes: seasonal and yearly patterns in Catamaran Brook, New Brunswick, Canada. *Can. J. Bot.* 78: 157-167.

Betancourt C, Caballero M (1983) Aquatic hyphomycetes (Deuteromycotina) from Los Chorros, Utuado, Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 19: 41-42.

Betancourt C, Cruz J, García J (1987) Los hifomicetos acuáticos de la Quebrada Doña Juana en el Bosque Estatal de Toro Negro, Villalba, Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 23: 278-284.

Chamier AC, Dixon PA (1982) Pectinases in leaf degradation by aquatic hyphomycetes in: The field study of the colonization-pattern of aquatic hyphomycetes on leaf packs in a surrey stream. *Oecologia* 52: 109-115.

Chamier AC, Dixon PA, Archer SA (1984) The spatial distribution of fungi on decomposing alder leaves in a freshwater stream. *Oecologia* 64: 92-103.

Chauvet E (1991) Aquatic hyphomycete distribution in South-Western France. *J. Biogeogr.* 18: 699-706.

Cressa C, Smits G (2007) Aquatic hyphomycetes in two blackwater streams of Venezuela. *Ecotropicos* 20: 82-85.

Descals E, Moralejo E (2001) El agua y la reproducción asexual en los hongos Ingoldianos. *Bot. Comp.* 25: 13-71

Fernández R, Smits G (2005) Estudio preliminar de los hongos acuáticos en el Río Cabriales. (Parque San Esteban, Edo. Carabobo). *Saber* 17: 147-149.

Fernández R, Smits B (2009) Registro de la presencia de hifomicetos en ríos de la cordillera de la costa, Venezuela. *Interciencia* 34: 589-592.

Fernández R, Smits B, Pinto M (2010) Características e importancia de los hifomicetos acuáticos y registro de especies en Venezuela. *Rev. Faraute Cienc. Tecnol.* 5: 1-15.

Gönczöl J, Révay A (1999) Studies on the aquatic hyphomycetes of the Morgó stream, Hungary. II. Seasonal periodicity of conidial populations. *Arch. Hydrobiol.* 144: 495-508.

Huber O, Alarcón C (1988) *Mapa de Vegetación de Venezuela*. 1:2.000.000. MARNR - The Nature Conservancy. Caracas, Venezuela.

Ingold CT (1975) *An Illustrated Guide to Aquatic and Water-borne Hyphomycetes (Fungi Imperfecti) with Notes on their Biology*. Scientific Publication N° 30. Freshwater Biological Association. Ambleside, RU. 96 pp.

Iqbal SH (1997) Species diversity of freshwater hyphomycetes in some streams of Pakistan. II. Seasonal differences of fungal communities on leaves. *Ann. Bot. Fennici* 34: 165-178.

Justiniano J, Betancourt C (1989) Hongos ingoldianos presentes en el Río Maricao, Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 25: 111-114.

Karamchand K, Sridhar K (2008) Water-borne conidial fungi inhabiting tree holes of the west coast and western Ghats of India. *Czech Mycol.* 60: 63-74.

Koske R, Duncan I (1974) Temperature effects on growth, sporulation and germination of some aquatic hyphomycetes. *Can. J. Bot.* 52: 1387-1391.

Ley (2003) *Ley para el Control de la Calidad de los Cuerpos de Aguas*. Decreto 883, 1-32. Caracas, Venezuela.

Paliwal P, Sati S (2009) Distribution of aquatic fungi in relation to physicochemical factors of the Kosi river in Kumaun Himalaya. *Nat. Sci.* 7: 70-74.

Pinto M, Fernández R, Smits G (2009) Comparación de métodos en la caracterización de la biodiversidad de hifomicetos acuáticos en el río Cúpira, Estado Carabobo, Venezuela. *Interciencia* 34: 497-501.

Santos-Flores C, Betancourt-López C (1997) *Aquatic and Water-borne Hyphomycetes (Deuteromycotina) in Streams of Puerto Rico (Including Records from other Neotropical Locations)*. Caribbean Journal of Science Special Publication N° 2. 116 pp.

Schönlein-Crusius I, Grandi R (2003) The diversity of aquatic hyphomycetes in South America. *Braz. J. Microbiol.* 34: 1-13.

Smits G, Fernández R, Cressa C (2007) Preliminary study of aquatic hyphomycetes from Venezuelan streams. *Acta Bot. Venez.* 30: 345-355.

Suberkropp K (1984) Effect of temperature on seasonal occurrence of aquatic hyphomycetes. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 82: 53-62.

Thomas K, Chilvers GA, Norris RH (1996) Seasonal occurrence of conidia of aquatic Hyphomycetes (Fungi) in Lees Creek, Australian Capital Territory. *Austr. J. Mar. Freshw. Res.* 40: 11-23.

Tsui CKM, Hyde KD, Hodgkiss IJ (2001) Colonization patterns of wood-inhabiting fungi on baits in Hong Kong rivers, with reference to the effects of organic pollution. *A. van Leeuwenhoek* 79: 33-38.