

Hifomicetos acuáticos en el Río Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela)

Vincenzo Storaci Koschelov^{1*}, Rafael Fernández Da Silva¹ y Gunta Smits Briedis³

¹Unidad de Biotecnología Aplicada (UBA), Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (Facyt), Universidad de Carabobo (UC), Valencia, Venezuela.

²Laboratorio de Fitopatología, Instituto de Biología Experimental (IBE), Universidad Central de Venezuela.

Recibido: 16-04-2013 Aceptado: 16-03-2014

Resumen

Los hifomicetos acuáticos son una parte importante de las comunidades microbianas de agua dulce, y por ende son excelentes bioindicadores en la misma, ya que ellos juegan un rol vital en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos al realizar actividades cruciales en la cadena trófica, así como en el ciclado nutritivo. En Venezuela son pocos los registros de dichos microorganismos fúngicos, por lo que este trabajo señala un inventario de especies en el Río Cúpira, Estado Carabobo, Venezuela. Se tomaron muestras de espuma semanalmente a lo largo del río, durante un año, y se identificaron los hongos presentes. Fueron identificadas un total de 47 especies, de las cuales se registran cuatro nuevas especies para el Río Cúpira: *Condylospora spumigena*, *Speiropsis pedatospora*, *Trinacrium sp* y *Tripospermum porosporiferum*, siendo las dos últimas nuevas descripciones para el país. Este resultado es importante ya que incrementa el número de especies de hifomicetos acuáticos en Venezuela, reafirmando que dicho grupo de organismos es muy diverso. La presencia de estas especies fue ocasional durante el período en estudio. No se evidenció ni reducción ni aumento notable de la comunidad de hifomicetos acuáticos durante los períodos de bajas y altas precipitaciones (sequía-lluvia).

Palabras clave: bioindicadores, hongos ingoldianos, microorganismos fúngicos.

Aquatic hyphomycetes in the Cúpira River (The Cumaca, Carabobo State, Venezuela)

Abstract

Aquatic hyphomycetes are an important part of freshwater microbial communities and thus are excellent bioindicators in it, since they play a vital role in the functioning of aquatic ecosystems to perform crucial activities in the food chain and in the nutrient cycling. In Venezuela there are few records of such fungal microorganisms, so this work sign an inventory of species in Cúpira River, Carabobo State, Venezuela. Samples were taken weekly after foam along the river, for a year, and fungi were identified. Were identified a total of 47 species, including four species new to the Cúpira River log: *Condylospora spumigena*, *Speiropsis pedatospora*, *Trinacrium sp* and *Tripospermum porosporiferum*, with the last two new descriptions for the country. This

* Autor para la correspondencia: vastoraci@uc.edu.ve

result is important because it increases the number of species of aquatic hyphomycetes in Venezuela, reaffirming that this group of organisms is very diverse. The presence of these species was occasional during the study period. Reduction or no significant increase in the community of aquatic hyphomycetes during periods of low and high rainfall (drought-rain) was not found.

Keywords: bioindicators, Ingold fungi, fungal microorganisms.

Introducción

Los hifomicetos acuáticos son hongos imperfectos microscópicos y se les considera como degradadores activos de la materia orgánica particulada sumergida en los ríos (1, 2). Los conidióforos (estructuras reproductivas) desarrollados sobre la superficie foliar y los conidios liberados desde las hojas, son la característica diagnóstica que identifica la estructura comunitaria de estos hongos (3). Este grupo de hongos producen conidios exclusivamente en ambientes acuáticos o en agua intersticial entre partículas de tierra. La morfología de los conidios presenta una gran variedad de formas, siendo la mayoría tetra radiados, un pequeño grupo produce conidios sigmoides, fusiformes, enrollados y esféricos, mientras algunas especies los tienen de forma compacta (4). Se ha señalado que la morfología de los conidios, les confiere una mayor habilidad para permanecer suspendidos en el agua por períodos extensos de tiempo y así aumentar la probabilidad de colonizar a los sustratos orgánicos a los cuales están adheridos (5).

Los hifomicetos acuáticos habitan corrientes de aguas limpias, bien aireadas y con moderada turbulencia. Sin embargo, algunas se pueden desarrollar en cuerpos de agua, represas y lagos con diferentes niveles de contaminación. En dichos ecosistemas, los hifomicetos se encuentran asociados a la materia orgánica (hojas, ramas, y semillas). Adicionalmente, los conidios de estos hongos se pueden encontrar, atrapados en la espuma que flota sobre la superficie del agua o dispersos en la corriente (4).

Algunos hifomicetos acuáticos tienen distribución cosmopolita, mientras que otros muestran distribución latitudinal o altitudinal que son determinadas principalmente

por la temperatura y pH del agua (6, 7). En este sentido, estudios previos (8, 9) señalan que el número de especies y concentración de conidios de hifomicetos acuáticos varía longitudinalmente, al comparar localidades de muestreo de diferentes altitudes en una corriente. La tendencia general es que el número de especie incrementa con la altitud y esto parece estar afectado por la heterogeneidad espacial del medio ambiente lótico (8). Por otra parte, se ha registrado la presencia de alta diversidad de hifomicetos en reservas de agua de glaciares (10).

Los hongos son importantes en la descomposición del material orgánico y, por ende en el flujo de energía del sistema acuático desde niveles inferiores a los superiores. Debido a la poca información que se tiene de estos microorganismos en Venezuela, este trabajo señala un inventario de especies presentes en el Río Cúpira, Estado Carabobo, Venezuela, durante un período de doce meses.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Río Cúpira, específicamente en el sector localizado dentro de los linderos de la Hacienda "La Cumaca" en el Municipio San Diego (10°18'46" N y 67°55'60" O a 646 msnm) del Estado Carabobo y pertenece a la cuenca del Lago de Valencia. Este río presenta en sus riberas, una vegetación de tipo galería decidua (11). El sector del río estudiado es del tipo de tramos de secuencias escalonadas (*step-pool*), con cantos rodados, rocas de mediano tamaño, acompañado de arena y arcilla.

Las mediciones de temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto fueron realizadas *in situ* con una frecuencia semanal,

mediante dos dispositivos portátiles multifuncionales marca Oakton.

Los hifomicetos se obtuvieron de muestras de espuma recolectadas al azar y por triplicado en el agua del río, con una frecuencia semanal durante un año, entre marzo 2008 y febrero 2009. Se utilizó una espátula cónca esterilizada para recoger la espuma que luego fue colocada en envases de vidrio estériles. Se fijaron con una solución al 1% de Fucsina en Lactofenol y en el laboratorio fueron examinadas al microscopio de luz. Para la identificación de los conidios se usó un aumento de 400X, y se empleó principalmente la clave taxonómica para hifomicetos del Neotrópico de Santos-Flores y Betancourt-López (12).

La cuantificación de conidios se expresó en número de especies por mililitro de muestra, por medio de la cual se determinó la frecuencia de conidios por especie en relación al total de especies presentes por mes de muestreo, procedimiento realizado en todo el período de estudio.

Resultados y discusión

El Río Cúpira se caracteriza morfológicamente por tener un ancho promedio de 4,2 m, una velocidad de la corriente promedio de 6,4 cm/s, una profundidad promedio de 30,2 cm y una descarga promedio de 4,9 cm³/s. En cuanto a las características físico-químicas se tiene: temperatura promedio anual de 22°C, conductividad promedio de 56,25 μ S/cm, pH promedio de 6,93 (siendo cercano a la neutralidad) y bien oxigenada (oxígeno disuelto promedio de 7,63 mg/L).

La riqueza total de hifomicetos acuáticos encontrada en el Río Cúpira fue de 47 especies (tabla 1). La especie de mayor abundancia y frecuencia fue *Flabellospora crassa*, seguida de las siguientes especies: *Flabellospora curvula*, *Clavatospora tentacula*, *Campylospora* sp., *Helicomycetes torquatus*, *Alatospora acuminata*, *Anguillospora crassa*, *Brachiosphaera tropicalis*, *Campospo-*

rium pellucidum, *Phalangispora constricta*, *Phalangispora nawawii*, *Flabellospora verticillata* y *Campylospora chaetocladia*. No obstante, se encontraron especies cuya aparición fue ocasional entre los meses durante el estudio, tales como: *Anguillospora filiforme*, *Camposporium antennatum*, *Clavariopsis aquatica*, *Condylospora spumigena*, *Dactylella submersa*, *Diplocadiella longibrachiata*, *Flabellocladia tetracladia*, *Lunulospora cymbiformis*, *Scorpiosporium angulatum*, *Scorpiosporium* sp., *Scutisporus brunneus*, *Speiropsis pedatospora*, *Tetrachaetum elegans*, *Tetracladium marchalianum*, *Tripospermum porosporiferum*, *Trinacrium* sp., y *Triscelophorus magnificus*. Adicionalmente, es importante resaltar el hallazgo de cuatro especies no reportadas para el Río Cúpira en un estudio previo (13): *Condylospora spumigena*, *Speiropsis pedatospora*, *Trinacrium* sp., y *Tripospermum porosporiferum*, siendo las dos últimas nuevas descripciones para el país. Este resultado es importante ya que incrementa el número de especies de hifomicetos acuáticos en Venezuela, reafirmando que dicho grupo de organismos es muy diverso.

Los resultados evidencian que la flora de hifomicetos acuáticos en nuestro país es rica y muy variada. En este sentido, para el Río Cúpira, un estudio realizado en el año 2007 (14) reporta 31 especies, mientras que en dos trabajos publicados en el año 2009 (13, 15) señalan 42 y 41 especies respectivamente. Con la realización de este trabajo se incrementa el número de especies reportadas para este río ya que el muestreo fue realizado con mayor intensidad por un período de doce meses a lo largo del río. Los hifomicetos acuáticos son considerados bioindicadores de pureza en el ecosistema lótico (16), de tal manera que el elevado número de especies de estos hongos en el Río Cúpira parece indicar que el río no está contaminado.

Diversos estudios han relacionado a la tendencia de variación estacional de las especies de hifomicetos acuáticos con pequeñas alteraciones en cuanto a cambios biológicos,

Tabla 1. Presencia mensual de especies de hifomicetos acuáticos en el Río Cúpira
(La Cumaca, Estado Carabobo)

Especies de hifomicetos acuáticos	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Alatospora acuminata</i> Ingold	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Anguillospora crassa</i> Ingold	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Anguillospora filiformis</i> Greath	x				x							
<i>Anguillospora gigantea</i> Ranzoni			x	x								
<i>Anguillospora longissima</i> (Sacc.& Sydow) Ingold			x	x	x							
<i>Brachiosphaera tropicalis</i> Nawawi	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Camposporium antennatum</i> Harkn		x										
<i>Camposporium pellucidum</i> (Grove) S. Hughes	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x
<i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni		x	x	x	x	x	x		x			
<i>Campylospora filicladia</i> Nawawi			x	x	x	x						
<i>Campylospora</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Clavariopsis aquatica</i> De Wild				x								
<i>Clavatospora tentacula</i> (Umphlett) Nilsson	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Condylospora spumigena</i> Nawawi										x		
<i>Dactylella submersa</i> (Ingold) Sv. Nilsson		x										
<i>Diplocladiella longibrachiata</i> Nawawi & Kuthu	x											
<i>Diplocladiella scalaroides</i> Arnaud ex. M.B.Ellis						x	x					
<i>Diplocladiella</i> sp.		x							x	x		
<i>Flabellocladia tetracladia</i> Nawawi			x							x		
<i>Flabellospora acuminata</i> Descals & Webster	x	x	x			x			x	x		
<i>Flabellospora crassa</i> Alasoadura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Flabellospora verticillata</i> Alas.	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Flagellospora curvula</i> Ingold	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Flagellospora penicillioides</i> Ingold					x							
<i>Helicoma</i> sp			x		x							
<i>Helicomycetes colligatus</i> Moore					x			x				
<i>Helicomycetes</i> spp.					x							
<i>Helicomycetes torquatus</i> Lane & Shearer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Heliscus submersus</i> Hudson	x	x	x	x						x	x	

Tabla 1 (Continuación)

Especies de hifomicetos acuáticos	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Istbmotricladia gombakiensis</i> Nawawi					x			x				
<i>Jaculispora submersa</i> Hudson & Ingold		x		x		x			x			
<i>Lunulospora cymbiformis</i> K. Miura				x						x		
<i>Phalangispora constricta</i> Nawawi & Webster	x	x		x		x		x	x	x	x	x
<i>Phalangispora nawawi</i> Kuthub		x	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Scorpiosporium angulatum</i> (Ingold) S.H.Iqbal				x					x	x	x	
<i>Scorpiosporium</i> sp.	x	x	x	x								
<i>Scutisporus brunneus</i> Ando & Tubaki			x									
<i>Speiropsis pedatospora</i> Tubaki					x		x					
<i>Subulispora procurvata</i> Tubaki				x								
<i>Tetrachaetum elegans</i> Ingold	x							x	x		x	x
<i>Tetracladium setigerum</i> (Grove) Ingold		x		x								x
<i>Tetracladium marchalianum</i> De Wildeman	x											
<i>Trinacrium</i> sp.												x
<i>Tripospermum porosporiferum</i> Matsushima												x
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi				x	x	x	x			x		
<i>Triscelophorus monosporus</i> Ingold		x	x						x			
<i>Triscelophorus magnificus</i> Peterson		x										
Número de especies por mes	18	23	18	25	21	18	13	15	19	19	13	15

químicos y físicos en las corrientes, concatenado a las interacciones con factores climáticos (7, 17, 18). Durante el período estudiado los meses correspondientes a sequía fueron: enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, noviembre y diciembre. El número de especies correspondientes para estos meses de estudio fue 18, 23, 18, 25, 21, 18, 13 y 15 respectivamente (tabla 1). Con respecto al número de especies por mes en períodos de sequía, éste fluctuó durante los meses de estudio, evidenciándose picos máximos en abril, con 25 especies, y en febrero y mayo con 23 y 21 especies respectivamente. Esto puede ser consecuencia que al presentarse la

sequía la espuma en el río se concentra y el número de esporas por mililitro de conidios es un poco mayor.

A diferencia de los meses de sequía se observó que en los meses de lluvia el caudal del río aumentó, fundamentalmente las fuertes lluvias correspondieron a julio, agosto, septiembre y octubre. El número de especies correspondientes para estos meses de estudio fueron 13, 15, 19 y 19 respectivamente (tabla 1).

Si bien en los resultados se observa variaciones mensuales del número de especies de hongos acuáticos en el Río Cúpira, duran-

te casi todo el año se detectó la presencia de la flora de hifomicetos acuáticos y no es posible inferir un patrón estacional demarcado estrictamente a los períodos de bajas y altas precipitaciones (sequía-lluvia), debido a que no se evidenció ni reducción ni aumento notable de la comunidad de hifomicetos acuáticos ya que en las zonas tropicales las variaciones de la especies son pequeñas, tal como lo refieren diferentes investigadores (19, 20).

El mayor número de especies identificadas en este estudio fueron aquellas cuyos conidios presentan formas tetra radiadas, seguido por un reducido número de especies cuyas formas de conidios son sigmoides y

sólo dos especies cuyos conidios presentan forma compacta (figura 1). A diferencia de los hongos terrestres, los hifomicetos acuáticos presentan una gran variedad de formas de conidios (ramificados, filiformes y compactos), de las cuales depende el éxito de anclaje a los sustratos, flotabilidad o dispersión de las mismas, así como también la eficacia en su atrapado en la espuma natural en ambientes acuáticos turbulentos (21). Por ello, la forma del conidio de una determinada especie influirá en la ventaja competitiva de la misma en la comunidad de hifomicetos. Así, se destacan tanto las formas ramificadas (particularmente las tri o tetra radiadas, con

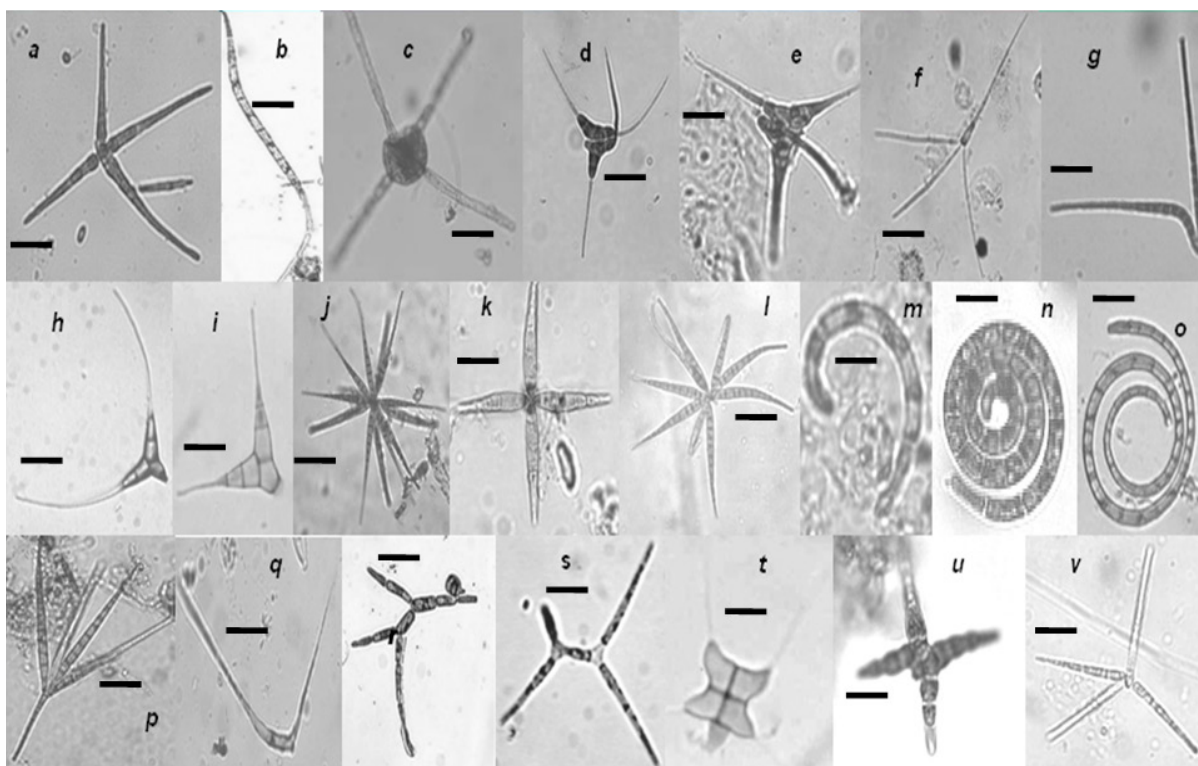


Figura 1. Conidios de hifomicetos acuáticos del Río Cúpira, sector Hacienda La Cumaca. *Alatospora acuminata* (a), *Anguillospora gigantea* (b), *Brachiosphaera tropicales* (c), *Campylospora filicladia* (d), *Campylospora* sp (e), *Clavatospora tentacula* (f), *Condylospora spumigena* (g), *Diplocadiella longibrachiata* (h), *Diplocadiella scalaroides* (i), *Flabellospora acuminata* (j), *Flabellospora crassa* (k), *Flabellospora verticalatta* (l), *Helicoma* sp (m), *Helicomyces colligatus* (n), *Helicomyces torquatus* (o), *Istbmotricladia gombakiensis* (p), *Lunulospora cymbiformis* (q), *Phalangispora nawawii* (r), *Scorpiosporium angulatum* (s), *Scutisporus brunneus* (t), *Tripospermum porosporiferum* (u), *Triscelophorus acuminatus* (v). Escala: 10 μ m.

tres o cuatro puntos de contacto) que son las que más dominan ya que quedan atrapadas en la espuma, los conidios filiformes (particularmente del tipo sigmoide, muy comunes y con dos puntos de contacto), y por último los compactos (poco comunes y con un solo punto de contacto). Aparte de la forma del conidio, juegan un papel importante su tamaño y la longitud del tubo germinal (22).

Referencias bibliográficas

1. BÄRLOCHER F. The ecology of aquatic Hyphomycetes. Springer Verlag, Berlin, Germany. 225 pp. 1992a.
2. BÄRLOCHER F. Research on aquatic Hyphomycetes: historical background and overview. In: The ecology of aquatic Hyphomycetes. Springer Verlag, Berlin, Germany. pp.1-15. 1992b.
3. BÄRLOCHER F. *Can J Bot* 78:157-167. 2000.
4. INGOLD C.T. Freshwater Biological Association, Ambleside, 96p. 1975.
5. GOH T-K., HYDE K.D. *J Ind Microbiol* 17:328-345. 1996.
6. KOSKE R., DUNCAN I. *Can J Bot* 52:1387-1391. 1974.
7. SUBERKROPP K. *Trans Brit Mycol Soc* 82:53-62. 1984.
8. GÖNCZÖL J., RÉVAY A., CSONTOS P. *Arch Hydrobiol* 144(4): 473-493. 1999.
9. SHEARER C.A., WEBSTER J. *Trans Brit Mycol Soc* 84:489-501. 1985.
10. ORLOWSKA C. *Rockz Akad Med Bialymst* 44: 64-75. 1999.
11. HUBER O., ALARCÓN C. Mapa de vegetación de Venezuela. 1:2.000.000. MARNR, The Nature Conservancy, Caracas, Venezuela. 1988.
12. SANTOS C., BETANCOURT C. Aquatic and Water-borne Hyphomycetes (Deuteromycotina) In Streams of Puerto Rico (Including records from other Neotropical locations). pp 83-116. 1997.
13. FERNÁNDEZ R., SMITS G. *Interciencia* 34(8):589-592. 2009.
14. SMITS G., FERNÁNDEZ R., CRESSA C., *Acta Bot Venez* 30(2): 345-355. 2007.
15. PINTO M., FERNÁNDEZ R., SMITS G. *Interciencia* 34(7):497-501. 2009.
16. PASCOAL C., PINHO M., CÁSSIO F., GOMES P. *Freshwater Biology* 48(11):2033-2044. 2003.
17. BETANCOURT C., CRUZ J., GARCÍA J. *Carib J Sci* 23: 278-284. 1987.
18. CHAMIER A.C., DIXON P.A., ARCHER S.A. *Oecologia* 64: 92-103. 1984.
19. FERNÁNDEZ R., SMITS G. *Interciencia* 36(11): 831-834. 2011.
20. TSUI CKM, HYDE KD, HODGKISS IJ. *A van Leeuwenhoek*. 79: 33-38. 2001.
21. COLE G. *Microbiol Rev* 50: 95-132. 1986.
22. DANG CK, GESSNER MO, CHAUVET E. *Mycolologia* 99: 24-32. 2007.