

Hifomicetos acuáticos en “México, América Central y el Caribe” y su potencial aplicación como bioindicadores de calidad ambiental

Aquatic hyphomycetes in “Mexico, Central America and the Caribbean” and their bioindicators of environmental quality

Rafael Fernández Da Silva^a y Gunta Smits Briedis^b

RESUMEN

En los sistemas loticos prístinos se encuentran microorganismos fúngicos anamórficos, denominados tradicionalmente *hifomicetos acuáticos*, participantes activos en la degradación de material vegetal. Estos facilitan el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas dulceacuáticos y son potenciales bioindicadores de calidad ambiental, además de presentar una amplia gama de enzimas de relevancia biotecnológica. Las investigaciones de estos organismos son pocas en la región Neotropical. Tal es el caso de la subregión de América Latina, conformada por México, América Central y el Caribe, donde se registra un total de 236 especies, 109 Ingoldianas, 24 aero acuáticas y 103 transicionales, siendo Puerto Rico el país con el mayor número de reportes (135; 74,8% Ingoldianos), seguido de Cuba (73; 52% transicionales). El artículo elabora una revisión bibliográfica que identifica el escaso estudio de los hifomicetos como bioindicadores de calidad en la subregión y propone rutas posibles para impulsar nuevas investigaciones con este grupo fúngico, a fin de incrementar su registro en la zona tropical, que es la de mayor biodiversidad. Estos hallazgos son un aporte al futuro establecimiento de índices biológicos de calidad ambiental con estos hongos, para su uso ecológicamente sustentable.

PALABRAS CLAVE: Hongos Ingoldianos, Hongos aeroacuáticos, Hongos transicionales, indicadores de calidad de agua

ABSTRACT

Aquatic hyphomycetes are anamorphic fungal microorganisms occurring in pristine lotic water bodies, which participate in the degradation of plant material facilitating the cycling of nutrients in the freshwater ecosystems, also being ecologically important because they are potential bioindicators of environmental quality, together with having a wide range of enzymes of biotechnological relevance. Investigations of these organisms are scarce in the Neotropical region. Such is the case of the sub-region of Latin America including México, Central America and the Caribbean, where a total of 236 species have been registered, 109 Ingoldian, 24 aero aquatic and 103 transitional, with Puerto Rico as the country with the highest number of reports (135; 74,8% Ingoldians), followed by Cuba (73; 52% transitional), coupled with the poor study (only two studies) of these as quality indicators, where their bioindicator role is demonstrated. Therefore, this review seeks to be the basis for promoting new research with this fungal group, in order to increase its registration, validating that the tropical zone is the one with the greatest biodiversity, together with the future establishment of biological indices of environmental quality with these fungi, for ecologically sustainable use.

KEYWORDS: Ingold fungi, aero-aquatic fungi, transitional fungi, water quality indicators

a Universidad de Carabobo (U.C), Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACYT), Departamento de Biología, Centro de Biotecnología Aplicada (CBA), Valencia (Edo. Carabobo). E-mail: rfernandez2@uc.edu.ve ;

b Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología Experimental, Laboratorio de Fitopatología, Caracas. Venezuela. E-mail: gunta.smits@ciens.ucv.ve

Recepción: 30 de octubre de 2022. Aceptación: 01 de febrero de 2023.

Introducción

El investigador pionero en hifomicetos acuáticos fue Ingold (1942; 1943ab; 1944, 1975), quien, a partir de agua, restos vegetales en descomposición o espuma concentrada en las orillas de ríos y riachuelos de agua incólume, los identificaba por presentar esporas asexuales (conidios) de distintas formas, en su mayoría tetra-radiadas, seguido de un pequeño grupo de tipo esféricas, enrolladas, fusiformes y sigmoides. La importancia de estos hongos está relacionada con la actividad que estos desarrollan en el complejo ecosistema acuático, donde desempeñan un papel notable en el balance energético y de nutrientes, así como de bioindicadores de calidad ambiental del sistema, dado su enlace a buenas condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua. Por lo tanto, es transcendental seguir los trabajos de diversidad y de distribución geográfica de estos hongos acuáticos, así como de su potencial biotecnológico (Fernandez *et al.*, 2010), debido a la presencia de enzimas de importancia industrial (Fernandez y Smits, 2015).

Algunos investigadores han estudiado la biodiversidad de estos hongos en ecosistemas acuáticos (Ingold, 1979; Rajashekhar y Kaveriappa, 2003) y de la dinámica de la comunidad fúngica sobre hojas sumergidas en los sistemas lóticos (Bärlocher y Kendrick, 1974), considerándose activos agentes descomponedores de la materia particulada sumida (Arsuffl y Suberkropp 1984) en los cuerpos de agua lóticos (Bärlocher 1992a.b). Estos organismos fúngicos acuáticos ejercen un importante enlace trófico entre las hojas sumergidas y los macroinvertebrados del sistema lótico (Chamier y Dixon, 1982), al colonizar las hojas deciduas que llegan a los cursos de agua (Bärlocher, 2000). La característica clave que refiere la estructura comunitaria de estos organismos fungales, son los conidios liberados desde las hojas y los conidioforos diferenciados en la superficie foliar (Bärlocher, 2000).

Estos organismos fúngicos se distribuyen mundialmente, no obstante, se han identificado la mayoría de las especies en las regiones templadas y frías (Jabiol *et al.*, 2013), siendo pocos los trabajos en la franja geográfica Neotropical, zona de superior diversidad biológica (Bärlocher, 1992abc; Santos y Betancourt, 1997; Schoenlein-Crusius y Piccolo,

2003; Smits *et al.*, 2007). Esta revisión bibliográfica exhaustiva busca sistematizar la información referente al registro de los hongos acuáticos del subreino Dikarya, tradicionalmente conocidos como hifomicetos acuáticos, en función de: clasificación taxonómica de la especie, clasificación ecológica en tres grupos (Ingoldiano, aero-acuático y transicional), tipo de muestra de su captación, así como su vinculación con la condición del agua de sistemas lóticos o lénticos en México, América Central y el Caribe, a fin de referir las características y factores relevantes de estos, para incentivar el desarrollo de más trabajos al respecto, en esta región de la Tierra tan biodiversa. Esto en concordancia al planteamiento reciente de Seena *et al.* (2022), al referirse al futuro desarrollo de sistemas de evaluación de los ecosistemas acuáticos que emplean a los hifomicetos acuáticos.

La información documental sistematizada en este trabajo se obtuvo fundamentalmente a través de la búsqueda de artículos científicos de revistas indexadas, que registraran taxonómica y ecológicamente las especies de hifomicetos acuáticos halladas en sistemas lóticos y lénticos, en la subregión de México, América Central y el Caribe, sumado al tipo de muestra y los parámetros que los relacionaran con la calidad ambiental en dichos cuerpos de agua. Para ello, se empleó principalmente la base de datos Google Académico (<https://scholar.google.es>) durante dos años (2020-2022), utilizando las palabras: hifomicetos acuáticos (*aquatic hyphomycetes*), hongos acuáticos (*freshwater fungi*), hongo Ingoldiano (*Ingoldian Fungi*), calidad de agua (*water quality*) y los nombres de los países de la subregión de América Latina antes reseñada. La nomenclatura actualizada se validó a través de los bancos de datos, Index Fungorum (<http://indexfungorum.org>) y Mycobank (<http://mycobank.org>).

Clasificación taxonómica y ecológica

El grupo de organismos biológicos eucarióticos más diversos en diferentes hábitats son los hongos. En el hábitat acuático se encuentran hongos en ambientes dulce acuícolas como ríos, riachuelos (sistemas lóticos), lagos, lagunas (sistemas lénticos), pozos y aguas termales, en ambientes marinos (océanos, mares) y estuarios (Sridhar, 2005; 2009). Según

Calabon *et al.* (2022) se identifican 3870 especies de hongos acuáticos en 13 Phylum: Ascomycota (2968), Chytridiomycota (333), Rozellomycota (221), Basidiomycota (218), Blastocladiomycota (47), Monoblepharomycota (29), Mucoromycota (19), Aphelidiomycota (15), Entomophthoromycota (6), Mortierellomycota (5), Olpidiomycota (4), Zoopagomycota (3) y Sanchytriomycota (2). Entre estas se encuentran especies simbioses de artrópodos acuáticos o parásitos de insectos (Sridhar, 2005), que cumplen total o parcialmente su ciclo de vida en el agua (Goh y Hyde, 1996). Así, aproximadamente, más de 3400 especies (Shearer *et al.*, 2007), representan del 63% al 100% de la biomasa de la comunidad microbiológica (Baldy *et al.*, 2002), que contribuye en la degradación de la materia orgánica en el cuerpo de agua (Gulis y Suberkropp, 2003). Los hifomicetos acuáticos conforman una agrupación filogenéticamente heterogénea y artificial, que es conocida principalmente como hongos anamórficos o imperfectos, ya que se desconoce su reproducción sexual. No obstante, se conoce la reproducción sexual de algunos de estos hongos, los cuales se clasifican principalmente como anamorfos de algunas especies telemórficas dentro del Phylum Ascomycota, y en un bajo porcentaje en el Phylum Basidiomycota (Shearer *et al.*, 2007).

Una diferencia que distingue a los hongos terrestres de los acuáticos es que el desarrollo de estos últimos depende fundamentalmente de la difusión del oxígeno en el cuerpo de agua o del generado por organismos fotosintéticos cercanos a ellos, por tanto, sus nichos pueden ser suelos, humus, hojarasca, litter (ramas, troncos, etc.) con cierta humedad en bosques, raíces de plantas acuáticas o ribereñas a cuerpos de agua, follaje de epífitas o troncos de árboles que acumulan agua de manera constante. Así, estos organismos fúngicos establecen distintas asociaciones (micorrizica-endofítica; micorrizica-saprofítica; endofítica-parasítica; endofítica-saprofítica y saprofítica-parasítica), presentando diferentes funciones ecológicas en correspondencia de los cambios ecológicos o climáticos, yendo del endofítico al saprofítico y de este al parasítico o viceversa, y desde el toxigénico al no toxigénico, las cuales varían en función de su capacidad adaptativa a corto o largo plazo, así como del mecanismo de transporte natural o por "vector"

(Sridhar, 2020). En este sentido, es complejo indicar la exclusividad o no de ciertas especies fúngicas en el cuerpo de agua, ya que pueden coexistir en este, de manera natural u azarosa, dependiendo del régimen de lluvias o sequía, tal como ocurre en los estuarios, donde se presenta un mosaico de hongos terrestres, dulceacuícolas y marinos, catalogándose unos como exclusivos del medio acuático y otros que no viven en el agua y vienen del medio terrestre de manera transicional, que son denominados "inmigrantes o transitorios" por Park (1972).

Los hifomicetos acuáticos son congregados ecológicamente en 3 o 5 grupos, según la óptica de distintos investigadores, en función de las características morfológicas, ciclo de vida y función ecológica en el cuerpo de agua, encontrándose términos tales como: acuáticos propiamente dicho, acuáticos facultativos, aero-acuáticos, anfibios, Ingoldianos, terrestres-acuáticos y terrestres-Ingoldianos (Sridhar, 2005). Así, Ingold (1942) los caracterizó y definió primero como hifomicetos acuáticos, catalogándose posteriormente por Nilsson (1964), como hongos tetra radiados y sigmoides de cuerpos de agua, validándose el término dado al tipo de espora que presenta (stauro: ramificada en forma de cruz) estos hongos y que permite anclarse fácilmente al sustrato (Price y Talbot, 1966), seguidamente Ingold (1979) los cataloga anfibios, por la incidencia de estos en el ambiente terrestre, para finalmente Shearer *et al.* (2007) definirlo como Ingoldianos, en honor al investigador que los describió por primera vez en cuerpos de agua lóticos. Sin embargo, esporas distintas a la de los hifomicetos Ingoldianos, se encuentran en el cuerpo de agua, aunado a que no se restringe su ciclo de vida totalmente a él, y típico en ambientes lénticos, conociéndose como hifomicetos anfibios (Michaelides y Kendrick, 1978), donde los hifomicetos aero-acuáticos, cuyas esporas helicoidales se desarrollan solo al contacto con el aire, en aguas poco turbulentas o estancadas, en pozos o diques, restringiendo su movilidad (solo flota) al no tener sistemas de anclaje, siendo los géneros más conocidos: *Helicoma*, *Helicomycetes*, *Helicoon*, *Helicosporium* (Sridhar, 2020). Por otra parte, los hifomicetos acuáticos-terrestres, se desarrollan en gotas de agua de lluvia en el follaje de epífitas o troncos de árboles (Ando y Kawamoto, 1989), siendo los géneros *Arborispora*, *Curuccispora*,

Microstella, *Orduis*, *Retiarus*, *Tricladiaella*, *Trifurcospora* y *Trisculsporium*, los más reportados, mientras que los hifomicetes terrestres, esporulan bajo tierra húmeda, son simbioses o endofíticos de raíces de plantas al borde de cuerpos lóticos, facilitando su dispersión por salpicadura de gotas, encontrándose principalmente los géneros *Alternaria*, *Arcemonium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Phiacephala* (Ando y Kawamoto, 1990). Asimismo, este último grupo, se concatena al acuático sumergido, cuyo heterogeneo ensamblaje se establece en el detrito vegetal sumergido, constituido por madera y/o hojas en descomposición.

Los primeros estudios de taxonomía de hifomicetos acuáticos contabilizan alrededor de 60 géneros y cerca de 120 especies, mayoritariamente ascomycetos y muy pocos basidiomicetos. Dada a la ocurrencia de nuevos reportes de hifomicetos acuáticos en distintos ambientes, como en sectores de caños secos y además a la progresiva prueba en cuanto a la diferencia de la vinculación con el agua que ostentan estos organismos fúngicos, el vocablo de hifomicetos acuáticos debe ser utilizado teniendo en cuenta que: a) la totalidad no siempre son acuáticos, b) parte del ciclo vital puede ser afuera del agua, c) algunas especies probablemente completen su ciclo fuera del agua y d) la esporulación de organismos fungales distintos a los hifomicetos acuáticos, podrían requerir contacto con el agua (Descal y Moralejo, 2001).

En este sentido, Goh y Hyde (1996) plantearon una clasificación de acuerdo con la forma de la espóra asexual (conidio) y el ciclo de vida, contemplando cuatro grupos: 1. Hifomicetos Ingoldianos: hongos que diferencian conidios hialinos de pared celular delgada, con formas mayoritariamente hidrodinámicas, ya que permanecen suspendidos en el agua por periodos largos de tiempo, incrementando así la posibilidad de los propágulos a permanecer pegados a sustratos orgánicos, prestos para colonizar; mayoritariamente son esporas tetra radiadas (tres dimensiones con 3 o 4 brazos que proyectan en posición divergente a un punto común), y en menor grado sigmoides u otras formas, siendo únicamente subordinado del ambiente acuático para su reproducción, así tenemos a los géneros:

a) Tetraradiados; *Alatospora*, *Actinospora*, *Articulospora*, *Campylospora*, *Clavatospora*, *Clavariopsis*, *Jaculispora*, *Lemonniera*, *Tetrachaetum*, *Tetracladium*, *Tricladium* y *Triscelophorus*, que presentan 4 brazos, y *Dendrospora*, *Polycladium* y *Varicosporium*, que tienen menos brazos, b) Sigmoideos; *Anguillospora*, *Frageillospora*, *Lunulospora*, *Mycoentrospora* y c) forma de volante, esféricas u ovoides; *Dactyllela*, *Dimorphospora*, *Gyoerffyyella* y *Margaritispora*. 2. Hifomicetos aero-acuáticos: aquellos hongos que pueden soportar de manera vegetativa (solo micelio) condiciones sumidas en agua, pero se propagan externamente del ambiente acuático (contacto con el aire; condición semi acuática), desarrollando esporas pigmentadas de forma helicoidal, con un sistema de flotación hifal complicado, mencionando adicionalmente a los géneros: *Aegerita*, *Beverwykella*, *Cancellidium*, *Candelabrum*, *Clathrosphaeria*, *Clathrosporium*, *Cristulariella*, *Diplocladiaella*, *Fusticeps*, *Helicodendrum*, *Mycoenterolobium*, *Nidulispora* y *Spirosphaera*. 3. Hifomicetos acuático-terrestres, que están asociados a partes vegetales intactas (superficie foliar y troncos de árboles) llenos de agua de lluvia, cuyas esporas son morfológicamente similares a las del grupo Ingoldiano, pero sin conidióforo conspicuo (*Alatosesilispora*, *Arborispora*, *Curicispora*, *Microstella*, *Orduis*, *Tricladiaella* y *Trifurcospora*), además de algunos dematiáceos como *Ceratosporium*, *Cornutus*, *Tetraploa* y *Tripospermum*. 4. Hifomicetos acuático-sumergidos, considerado como un ensamblaje heterogeneo que crece en material sumergido (madera o hojarasca) en su mayoría lignícolas y pocos folicolas, que son facultativos ya que son observados tanto en el medio ambiente acuáticos como terrestre, de esporas pigmentadas de pared celular gruesa (dematiáceos) de formas variadas (ovoides, cilíndricas, piriformes, etc.) en conidióforos conspicuos, constituyéndose en el grupo con el mayor número de géneros: *Bactrodesmium*, *Brachydesmiella*, *Brachysporiella*, *Camposporidium*, *Canalisporium*, *Cryptophiale*, *Cryptophialoidea*, *Dactylaria*, *Dendryphiosphaera*, *Dictyochoeta*, *Exserticlavata*, *Kinochaeta*, *Monotosporella*, *Nawawia*, *Phaeoisaria*, *Spadicoides*, *Sporidesmiella*, *Sporidesmium*, *Sporoschisma*, *Sporoschismopsis*, *Trichocladium* y *Xylomyces*.

Figura 1. Tipo de hifomicetos acuáticos: Ingoldiano (a-c), aero acuático (d-f) y transicional (g-i). a. *Anguillospora longissima*. b. *Campylospora filicladia*. c. *Flabellospora verticillata*. d. *Helicomyces colligatus*. e. *Helicomyces torquatus*. f. *Helicomyces* sp. g. *Beltrania rhombica*. h. *Sporidesmium tropicale*. i. *Tetraploa* cf. *aristata*



Nota. Fuente: Autores

Descals y Moralejo (2001) plantean un sistema similar de cinco grupos: a) Ingoldianos; b) Facultativos, que engloban los stauromorfos dematiáceos, como *Diplocladiella* y *Tetraploa*; c) terrestres-acuáticos o Ingoldianos terrestres, que solo se encuentran en sustratos sumergidos o húmedos, tales como el género *Dinacrium*, *Dwayaangam*, *Trinacrium*, *Trifurcospora*, *Tripospermum*; d) geohongo o terrestre-aéreo, que incluyen a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Trichoderma* y e) aero-acuático, sin variar su definición a la de otros investigadores.

Share *et al.* (2007) identifican cerca de 300 especies de hifomicetos Ingoldianos, de esporas ramificadas (stauro en cuerpo lóxico; escole en cuerpo léxico), que facilitan la colonización de los sustratos, así como su movimiento (agua-sustrato) gracias al contacto en 3 puntos de los extremos de sus brazos. Estos hongos se acumulan generalmente en la espuma formada, registrándose 165 especies de hifomicetos aero-acuáticos y 295 especies de hifomicetos terrestres (con apéndice solo en el 1%) del tipo dematiáceo (espora de color marrón o pardo), reseñándose adicionalmente a los géneros *Aegerita*, *Beverwijkella*, *Candellidium*, *Clathrosphaeria*, *Fusticeps*, *Helicoon*, *Helicodendron* y *Spirosphaera* para el grupo de los helicoidales, mientras que en algunos de los terrestres se menciona como inmigrantes, ya que pueden estar tanto en el ambiente acuático como terrestre (*Dictyosporium*, *Ellisemia*, *Sporidesmiella*).

En este orden de ideas, al variar los criterios de los investigadores en agrupar ciertas especies de hifomicetos acuáticos, en particular en el ámbito terrestre, se encuentran especies en uno u otro grupo. En este artículo se decidió establecer un sistema conformado por tres grupos, donde se mantiene invariable el Ingoldiano (I) y el aéreo-acuático (A), y se sintetizaron los restantes en el transicional (T), debido a que estos hifomicetos no son exclusivos del ambiente acuático, y se desarrollan tanto en este como en el terrestre. En la Figura 1 se observan las fotografías de algunas especies representativas de los tres grupos de hifomicetos acuáticos antes descritos.

Registro de hifomicetos acuáticos en México y América Central y el Caribe

A pesar de los pocos trabajos publicados en este tipo de organismos fúngicos en esta subregión del continente americano, se reportan hasta la fecha 236 especies en 103 géneros, 234 del Phylum Ascomycota y 2 (familias Classiculaceae y Niaceae) del Phylum Basidiomycota, reafirmando que la mayoría (99,2%) de este tipo de organismos fúngicos en sistemas lóxicos son del grupo de los ascomicetes, encontrándose agrupados en 44 familias: Acrodictyaceae (2), Agaricaceae (1), Aliquandostipitaceae (2), Amniculicolaceae (6), Amphisphaeriaceae (4), Arthrobotryaceae (1), Beltraniaceae (9), Chaetosphaeriaceae (12), Chaetomiaceae (1), Capnodiaceae (5), Calloriaceae (10), Didymellaceae (1), Dermateaceae (2), Dothidotthiaceae (2), Dictyosporiaceae (1), Discinellaceae (1), Distoseptisporaceae (1), Gelatinodiscaceae (1), Helotiaceae (11), Halosphaeriaceae (5), Helminthosphaeriaceae (3), Herpotrichiellaceae (2), Hyaloscyphaceae (3), Hypophomycetaceae (4), Leotiaceae (4), Lunulosporaceae (2), Melanommataceae (8), Microthyriaceae (11), Mycosphaerellaceae (1), Nectriaceae (1), Orbiliaceae (10), Pyronemataceae (1), Pleomassariaceae (2), Pyriculariaceae (1), Reticulascaceae (1), Sporidesmiaceae (14), Tubeufiaceae (10), Tetraplospiraeriaceae (2), Tricladiaceae (14), Venturiaceae (2), Wiesneriomycetaceae (7), así como aquellos Incertae sedis por definírseles una categoría taxonómica dentro del Phylum (38), en la subclase Hypocreomycetidae (6) o en los ordenes Hypocreales (2) y Sordariales (1). Asimismo, de acuerdo a la clasificación ecológica antes descrita, las especies halladas se agruparon en: 109 Ingoldianas, 24 aero acuáticas y 103 transicionales (Tabla 1).

Tabla 1. Hifomicetos acuáticos en México y países de América Central y el Caribe.

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Acrodictys deightonii</i> M.B. Ellis	A	Ac	T							•						M8
<i>Acrodictys bambusicola</i> M.B. Ellis	A	Ac	T					•								C14
<i>Actinospora megalospora</i> Ingold	A	P	I						•			•	•	•		J1, P5, PR2, PR4, PR5, R2
<i>Acumispora biseptata</i> Matsush.	A	De	T							•						M9
<i>Acumispora phragmospora</i> Matsush.	A	De	T							•						M9
<i>Alatospora acuminata</i> Ingold	A	L	I						•			•	••	•		J1, P3, PR6-PR8, PR10, PR14, PR18, R2
<i>Alatospora constricta</i> Dyko	A	L	I										•			PR18
<i>Anguillospora crassa</i> Ingold	A	Am	I									•	•	•		P3, PR4-PR7, PR9-PR13, R2
<i>Anguillospora filiformis</i> Greath.	A	Am	I					•	•			•	•			C13, J1, PR2, P3
<i>Anguillospora gigantea</i> Ranzoni	A	Am	I					•								C2
<i>Anguillospora longissima</i> (Sacc. & P. Syd.) Ingold	A	Am	I						•			••	•••			J1, PR2-PR3, PR5-PR7, PR10-PR12, PR14, PR20, P2-P4
<i>Anguillospora pseudolongissima</i> Ranzoni	A	Am	I						•				•			J1, PR13
<i>Anguillospora aquatica</i> Nilsson	A	Am	I									•	•			P3, PR2
<i>Ardhachandra cristaspora</i> (Matsush) Subram. & Sudha.	A	Hr	T				•									CR3
<i>Ardhachandra selenoides</i> (de Hoog) Subram. & Sudha.	A	Hr	T					•		•						C13-C14, M8
<i>Articulospora tetracladia</i> Ingold	A	H	I						•			•	••			J1, P3, PR6, PR20
<i>Bactrodesmium palmicola</i> Mercado, Heredia & Mena	A	Do	T							•						M12
<i>Bactrodesmium sp</i> Cooke	A	Do	T							•						C14, M10
<i>Beltrania querna</i> Harkn.	A	B	T				•									CR4
<i>Beltrania maxima</i> Rambelli	A	B	T				•									CR4

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	A	B	T		•		•	•		•	•	•	•			BE, C7, C13-C14, CR3, P5, PR2, M1, M2, N
<i>Beltraniella clara</i> Onofri	A	Ap	T					•								C14
<i>Beltraniella havanensis</i> (Hol.-Jech) Matsush.	A	Ap	T					•								C13-C14
<i>Beltraniella portoricensis</i> (F. Stevens) Piroz. & S.D. Patil	A	Ap	T					•		•			•			C13-C14, PR18, M1, M12
<i>Beltraniopsis asperisetifer</i> Matsush.	A	B	T				•									CR4
<i>Beltraniopsis esenbeckiae</i> Bat. & J. L. Bezerra	A	B	T					•								C14
<i>Beltraniopsis ramosa</i> R. F. Castañeda	A	B	T					•								C13
<i>Beverwykella cerebriiformis</i> Nawawi & Kuthub.	A	PI	A					•								C12
<i>Beverwykella clathrata</i> Voglmayr	A	PI	A					•								C12
<i>Brachiosphaera jamaicensis</i> (J. L. Crane & Dumont) Descals	A	Al	I						•				••			J3, PR13, PR19
<i>Brachiosphaera tropicalis</i> Nawawi	A	Al	I					•					••	•		C13, P2, PR2, PR6, PR10, PR12, PR14, PR20, R2
<i>Brachydesmiella biseptata</i> G. Arnaud ex S. Hughes	A	IN	T				•									CR1
<i>Brachysporiella gayana</i> Bat.	A	Ap	T					•		•						C14, M9
<i>Brachysporiella setosa</i> (Berk & M.A. Curtis) M. B. Ellis	A	So	T				•									CR1
<i>Camposporium antennatum</i> Harkn.	A	Me	T										•	••		P5, PR18
<i>Camposporium pellucidum</i> (Grove) S. Hughes	A	Me	T										•	•		P5, PR6
<i>Camposporidium marylandicum</i> Shearer	A	Me	T													PR18
<i>Camposporidium</i> sp. Nawawi & Kuthub	A	Me	T										•	•		P5, PR18, PR20

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni	A	Hy	I					•	•	†		••	••	•		C2, J1, P2-P4, PR2-PR3, PR5-PR6, PR10-PR13, PR14, M12, R2
<i>Campylospora filicladia</i> Nawawi	A	Hy	I					•				•	••			C13, P3, PR14, PR18
<i>Campylospora parvula</i> Kuzuha	A	Hy	I									••	†	†		P2-P3, PR6-R7, PR10, PR14, PR18, R2
<i>Campylospora sp</i> Ranzoni	A	Hy	I									•	••			P5, PR2, PR18, PR20
<i>Candelabrum brocchiatum</i> Tubaki	A	Hs	A					•								C13
<i>Candelabrum microsporum</i> R. F. Castañeda & W. B. Kendr.	A	Hs	A					•		•						C9, C14, M9
<i>Candelabrum spinulosum</i> Beverw.	A	Hs	A							•						M8
<i>Chaetomium sp</i> Kunze	A	Ch	T									•				P5, PR16, PR18
<i>Chaetendophragma triangularis</i> Matsush.	A	IN	T										••			PR16
<i>Chaetosphaeria lignomollis</i> F. A. Fernandez & Huhn-Clorf.	A	Ca	A				•									CR5
<i>Clathrosporium intricatum</i> Nawawi & Kuthub.	A	G	T										••			PR18
<i>Clavariana aquatica</i> Nawawi	A	IN	I						•			†	†			J1, P2, PR10, PR13-PR14, PR18
<i>Clavariopsis aquatica</i> (De Wild.) Ingold	A	IN	I									•	••			P4, PR2, PR4-PR7, PR11-PR13, PR10, PR18
<i>Clavariopsis azlanii</i> Nawawi	A	IN	I					•	•			•	••			J1, P4, PR14, PR18-PR19
<i>Clavatospora sp</i> Nilsson	A	Ha	I										•	•		C2, PR18, R2
<i>Clavatospora bulbosa</i> (Anastasiou) Nakagiri & Tubaki	A	Ha	I										†			PR20
<i>Clavatospora longibrachiata</i> (Ingold) Sv. Nilsson ex Marvanová & Sv. Nilsson	A	Ha	I										†			PR10, PR18

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Clavatospora tentacula</i> Sv. Nilsson	A	Ha	I					•	•			•	••			C2, J1, P3-P4, PR7, PR14
<i>Condylospora flexuosa</i> Nawawi & Kuthub.	A	Hp	I										••			PR14, PR17, PR18
<i>Condylospora gigantea</i> Nawawi & Kuthub.	A	Hp	I										•			PR17
<i>Condylospora spumigena</i> Nawawi	A	Hp	I										••			PR2, PR6, PR10, PR14, PR17-PR18
<i>Condylospora sp.</i> Nawawi	A	Hp	I										•••			PR17-PR18
<i>Cordana musae</i> (Zimm) Höhn	A	Py	Γ				•									CR3
<i>Curucispora ponapensis</i> Matsush.	A	Ar	I										•			PR17-PR18
<i>Crucispora sp</i> Horak	A	Ag	I										••			PR16
<i>Culicidospora gravaida</i> R. H. Petersen	A	H	I										•	•	•	P3-P4, PR10, PR12, PR18, R2
<i>Dactylaria acerosa</i> Matsush.	A	H	Γ				•									CR3
<i>Dactylaria arecae</i> (Matsush.) R. F. Castañeda & W. B. Kendr.	A	H	Γ					•								C9
<i>Dactylaria chrysoesperma</i> (Sacc.) G. C. Bhatt. & W. B. Kendr.	A	H	Γ				•			•						CR4, M9
<i>Dactylaria fusiformis</i> Shearer & J. L. Crane	A	H	Γ					•								C13
<i>Dactylaria sp</i> Sacc.	A	H	Γ				•									CR4
<i>Dactylaria sparsa</i> R. F. Castañeda & W. B. Kendr.	A	H	Γ					•								C13
<i>Dactylaria zapatensis</i> R. F. Castañeda	A	H	Γ					•								C14
<i>Dactylella aquatica</i> (Ingold) Ranzoni	A	O	I					•								C2, C10
<i>Dactylella submersa</i> (Ingold) Sv. Nilsson	A	O	I					•				•	••			C2, P4, PR14, PR17-PR18
<i>Dendroclathra caeruleofusca</i> Voglmayr & G. Delgado	A	Hy	A					•								C11
<i>Dendrospora erecta</i> Ingold	A	H	I										••			PR6, PR10, PR18
<i>Dendrospora juncicola</i> S. H. Iqbal	A	H	I										•			PR18

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Dendrosporium candelabroide</i> R. F. Castañeda	A	Hi	I					•					†			C5, PR18
<i>Dendrosporium lobatum</i> Plakidas & Edgerton, J. L. Crane	A	Hi	I				•	•					••			C13, CR3, PR16, PR18-PR19
<i>Dicranidion fissile</i> K. Ando & Tubaki	A	O	I										••			PR16, PR18
<i>Dicranidion gracile</i> Matsush.	A	O	I										†			PR18
<i>Dictyochaeta gamundiae</i> Aram. & Cabello	A	Ca	T				•									CR3
<i>Dictyochaeta simplex</i> (S. Hughes & W. B. Kendr) Hol.-Jech.	A	Ca	T					•		•						C13-C14, M4
<i>Dictyochaeta sp</i> Speg.	A	Ca	T				•									CR3
<i>Dictyosporium sp</i> Corda	A	Di	T							•						C14, M10
<i>Diplocladiella appendiculata</i> Nawawi	A	IN	T										••			PR16, PR18
<i>Diplocladiella longibrachiata</i> Nawawi & Kuthub.	A	IN	T										••			PR18
<i>Diplocladiella scalaroides</i> G. Arnaud & M. B. Ellis	A	IN	T					•		•			••			C6, C13, PR2, PR12, PR20, M1, M2
<i>Diplocladiella tricladioides</i> Nawawi	A	IN	T										••			PR18
<i>Diplocladiella sp.</i> G. Arnaud ex Matsuh.	A	IN	T										†			PR18
<i>Diplocladiella taurina</i> Cazau, Aram & Cabello	A	IN	T													M12
<i>Dwayaangam cornuta</i> Descals	A	O	T										••	•		PR6, PR14, R2
<i>Dwayaangam sp</i> Subram.	A	O	T										•	†		P3, PR18
<i>Ellisembia adscendens</i> (Berk) Subram.	A	Ds	T					•		•						C13, M6
<i>Ellisembia antillana</i> (R. F. Castañeda & G. B. Kendr) McKenzie	A	Ca	T							•						M9
<i>Ellisembia bambusicola</i> (M. B. Ellis) J. Mena & G. Delgado	A	Ca	T							•						M8

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Ellisembia brachypus</i> (Ellis & Evert) Subram.	A	Ca	T					•								C14
<i>Ellisembia crassispota</i> (M. B. Ellis) Subram.	A	Ca	T					•								C14
<i>Ellisembia vaga</i> (Nees. T. Nees) Subram.	A	Ca	T					•								C13-C14
<i>Flabellocladia tetracladia</i> (Nawawi) Nawawi	A	IN	I										•			PR6, PR14-PR15
<i>Flabellospora acuminata</i> Descals & Webster	A	IN	I										•	•		P3, P5, PR15
<i>Flabellospora crassa</i> Alas.	A	IN	I										•	•	•	P4, PR2, PR10, PR14-PR15, PR18, R2
<i>Flabellospora multiradiata</i> Nawawi	A	IN	I										•			PR13, PR15
<i>Flabellospora verticillata</i> Alas.	A	IN	I						•				•	•		J1, PR2-PR3, PR6-PR7, PR14-PR15, PR18, R2
<i>Flagellospora curvula</i> Ingold	A	L	I										•	•		P3, P5, PR2-PR3, PR7, PR14
<i>Flagellospora penicillioides</i> Ingold	A	L	I					•	•				•			C2, J1, PR4, PR6-PR7, PR11, PR14
<i>Fusicladium heveae</i> K. Schube & U. Braun	A	V	T										•			N
<i>Fusicladium sp</i> Bonorden	A	V	T										•			N
<i>Helicoma intermedium</i> (Penz. & Sacc.) Linder	A	T	A		•											BE
<i>Helicoma muelleri</i> Corda	A	T	A							•						M7
<i>Helicoma sp.</i> Corda	A	T	A												•	T1
<i>Helicomina triseptata</i> (Hol.-Jech) R. F. Castañeda, Guarro & Saikawa	A	My	A					•								C13
<i>Helicomycetes colligatus</i> R. T. Moore	A	T	A										•			PR18
<i>Helicomycetes roseus</i> Link	A	T	A			•		•							•	C4, C14, BER1, T1
<i>Helicomycetes torquatus</i> L. C. Lane & Shearer	A	T	A					•					•	•		C3, P1, PR18
<i>Helicoon pervamazonense</i> Matsush.	A	O	A							•						M9

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Helicosporium aureum</i> (Corda) Linder	A	T	A		•											BE
<i>Helicosporium griseum</i> (Bonorden) Sacc.	A	T	A					•								C14
<i>Helicosporium sp</i> Nees	A	T	A			•				•						CR4, M10
<i>Heliscus submersus</i> H. J. Huds.	A	N	I						•	•			••	••		J2, P2-P4, P5, PR7, PR10, PR13-PR14, PR18, M12
<i>Hemibeltrania ovalispora</i> Rambelli & Ciccarone	A	B	T			•										CR4
<i>Hydrometrospora asymmetrica</i> Gönczöl & Révay	A	IN	I									•	••			P3, PR12, PR18
<i>Isthmologispora intermedia</i> Matsush.	A	Mi	I										•			PR18
<i>Isthmologispora quadricellularia</i> Matsush.	A	Mi	I										••			PR18-PR19
<i>Isthmotricladia gombakiensis</i> Nawawi	A	IN	I					•		•			•	•		C8, PR2, PR6-PR7, PR10, PR14-PR15, M4, R2
<i>Isthmotricladia laeensis</i> Matsush.	A	IN	I										•			PR13, PR15, PR18
<i>Jaculispora submersa</i> H. J. Huds. & Ingold	B	Cs	I						•	•			•	•		J2, PR10, M12, R2
<i>Laridospora appendiculata</i> (Anastasiou) Nawawi	A	O	I										•	•		PR2, PR6, PR10, PR12, PR14, R2
<i>Lateriramulosa uniinflata</i> Matsush.	A	IN	I										•			PR14
<i>Lemonnieria aquatica</i> De Wild	A	Dc	I									•	•			P3-P4, PR2, PR6-PR7, PR10, PR12
<i>Lemonnieria centrosphaera</i> Marvanová	A	Dc	I										••			PR18
<i>Lemonnieria cornuta</i> Ranzoni	A	Dc	I									•	•			P3, PR7, PR10
<i>Lemonnieria filiformis</i> R. H. Petersen ex Dyko	A	Dc	I										••			PR2, PR18
<i>Lemonnieria pseudofloscula</i> Dyko	A	Dc	I										••			PR10, PR18, PR20

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Lemonniera terrestris</i> Tubaki	A	Dc	I					•				•	•	•		C2, P3, PR2, PR6-PR7, PR10, PR12, PR14, PR18, R2
<i>Lunulospora curvula</i> Ingold	A	Lu	I					•	•	•		•	•	•		C2, J2, P3-P4, PR2-PR6, PR10-PR14, M12, R2
<i>Lunulospora cymbiformis</i> K. Miura	A	Lu	I									•				P3
<i>Magdalaenaea</i> <i>monogramma</i> G. Arnaud	A	IN	I									•	•			P3, PR18
<i>Margaritisporea aquatica</i> Ingold	A	Dc	I									•				P4
<i>Miladina lecithina</i> (Cooke) Svrček	A	P	T							•						M12
<i>Monotosporella</i> <i>microaquatica</i> (Tubaki) Sv. Nilsson	A	O	I					•								C2
<i>Mycocentrospora acerina</i> (R. Hartig) Deighton	A	Do	I									•	•			P3, PR6, PR13, PR18
<i>Mycocentrospora angulata</i> (R. H. Petersen) S. H. Iqbal	A	Do	I										•			PR18
<i>Nawawia filiformis</i> (Nawawi) Marvanová	A	Ha	T										•			PR2, PR14
<i>Nawawia nitida</i> Kuth, G. M. Liew & Nawawi	A	Ha	T										•			PR16, PR18
<i>Obeliospora</i> <i>triappendiculata</i> Kuth & Nawawi	A	IN	I										•			PR18
<i>Parabeltrania persianii</i> A. Rambelli	A	B	T				•									CR4
<i>Parabeltrania sp</i> A. Rambelli	A	B	T				•									CR4
<i>Peyronelina glomerulata</i> P. J. Fisher, J. Webster & D. F. Kane	B	Ni	A										•			PR2, PR18
<i>Pleuropodium tricladioides</i> Marvanová, S.H. Iqbal	A	IN	I										•			PR18
<i>Pleurophragmium simplex</i> (Berk & Broome) S. Hughes	A	Cl	T		•											BE
<i>Phalangisporea constricta</i> Nawawi & J. Webster	A	W	I									•	•			P3, P5, PR14

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Phalangispora nawawi</i> Kuthub.	A	W	I					•					••	•		C2, PR18, R2
<i>Pyramidospora casuarinae</i> Sv. Nilsson	A	IN	T					•					•			C2, PR2, PR4-PR6, PR10-PR11
<i>Pyramidospora constricta</i> N. Singh	A	IN	T										•			PR2, PR6-PR7, PR10-PR14
<i>Pyramidospora fluminea</i> Miura & K. I. Kudo	A	IN	T									•	•			P3, PR18
<i>Pyramidospora ramificada</i> Miura	A	IN	T										•			PR18
<i>Ramicephala sphaerospora</i> Voglmayr & G. Delgado	A	IN	A					•								C12
<i>Scorpiosporium angulatum</i> (Ingold) S. H. Iqbal	A	Tr	I										•			PR2, PR4-PR5, PR7, PR14
<i>Scorpiosporium chaetocladium</i> (Ingold) Dyko	A	Tr	I										•			PR18
<i>Scorpiosporium gracile</i> (Ingold) S. H. Iqbal	A	Tr	I										•	•		PR2-PR3, PR7, PR18, R2
<i>Scorpiosporium</i> sp. Iqbal	A	Tr	I						•			•	•			J2, P4, PR18
<i>Scutisporus brunneus</i> K. Ando & Tubaki	A	IN	T									•	••			P5, PR16
<i>Spadicoides cubensis</i> Hol.-Jech.	A	He	T					•								C14
<i>Spadicoides grovei</i> M. B. Ellis	A	He	T		•											BE
<i>Spadicoides</i> sp Hughes & M. B. Ellis	A	He	T								•					N
<i>Speiropsis hyalospora</i> Subram. & Lodha	A	W	I				•						•			CR3, PR2-PR3, PR10, PR16
<i>Speiropsis irregularis</i> R. H. Petersen	A	W	I										••			PR2-PR3, PR10, PR18
<i>Speiropsis pedatospora</i> Tubaki	A	W	I					•					•			C13, PR2, PR3, PR10, PR14
<i>Speiropsis simplex</i> Matsush.	A	W	T					•								C14
<i>Spirosphaera floriformis</i> Beverw.	A	Tr	A										•			PR18
<i>Sporidesmiella garciniae</i> Matsush.	A	Me	A					•								C14

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Sporidesmiella pachyanthicola</i> W. B. Kendr. & R. F. Castañeda	A	Me	A							•						M9
<i>Sporidesmiella parva</i> (M. B. Ellis) Kirk	A	Me	A					•								C14
<i>Sporidesmium occidentale</i> R. F. Castañeda	A	S	T					•								C9
<i>Sporidesmium adscendens</i> Berk	A	S	T		•											BE
<i>Sporidesmium cambrense</i> M. B. Ellis	A	S	T				•									CR1
<i>Sporidesmium camposporioides</i> R. F. Castañeda & W. B. Kendr.	A	S	T					•								C9
<i>Sporidesmium deightonii</i> M. B. Ellis	A	S	T				•									CR1
<i>Sporidesmium filirostratum</i> Cabello, Cazau & Aram.	A	S	T							•						M9
<i>Sporidesmium longisporum</i> Cabello, Cazau & Aram.	A	S	T					•								C9
<i>Sporidesmium macrurum</i> (Sacc.) M. B. Ellis	A	S	T					•								C14
<i>Sporidesmium parvum</i> (S. Hughes) M. B. Ellis	A	S	T		•											BE
<i>Sporidesmium proliferatum</i> R. F. Castañeda & W. B. Kendr.	A	S	T					•								C9
<i>Sporidesmium rubi</i> M. B. Ellis	A	S	T					•								C14
<i>Sporidesmium tropicale</i> M. B. Ellis	A	S	T					•								C13-C14
<i>Sporidesmium uvariicola</i> M. B. Ellis	A	S	T				•									CR1
<i>Sporidesmium venustum</i> R. F. Castañeda & W. B. Kendr.	A	S	T					•								C9
<i>Sporoschismopsis caribensis</i> Hol.-Jech.	A	R	T					•								C14
<i>Sporoschisma hemipsilum</i> (Berk & Broome) Zelski, A. N. Mill & Shearer	A	Ca	T					•								C14
<i>Sporoschisma mirabile</i> Berk & Broome	A	Ca	T		•											BE

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDADY TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Sporoschisma nigroseptatum</i> D. Rao & P. Rag. Rao	A	Ca	Γ				•	•								C14, CR1
<i>Stemphyliomma terricola</i> Manohar & Rama Rao	A	Dd	Γ					•								C13
<i>Subulispora procurvata</i> Tubaki & Yokohama	A	IN	Γ							•			••			M1, M2, PR16
<i>Subulispora spinosa</i> Rambelli & C. Cicca.	A	IN	Γ				•									CR4
<i>Tetrachaetum elegans</i> Ingold	A	Dc										•	†			P3, PR2-PR5, PR7
<i>Tetracladium apiense</i> Sinclair & R. C. Eicker	A	Cl											†			PR6
<i>Tetracladium breve</i> Roldán	A	Cl					•									CR3
<i>Tetracladium furcatum</i> Descals & Webster	A	Cl											†			PR18
<i>Tetracladium marchalianum</i> De Wild.	A	Cl						•	•			••	•••	•		C2, J2, P2-P3, P5, PR3-PR, PR7, PR12, PR14, R2
<i>Tetracladium maxiliforme</i> (Rostr.) Ingold	A	Cl											†			PR14
<i>Tetracladium setigerum</i> (Grove) Ingold	A	Cl					•		•			†	†	•		CR3, J2, P2, PR2, PR4-PR6, PR12, PR14, R2
<i>Tetraploa cf. aristata</i> Berk. & Broome	A	Te	Γ	•			•	•		•	•		••	•		CR1, CR4, C1, C3, C14, B, PR1, M2, M3, M4, N, R1
<i>Tetraploa ellisii</i> Cooke	A	Te	Γ					•								C14
<i>Tricellula aurantiaca</i> (Haskins) Arx	A	Cl											†			PR10, PR14
<i>Tricellula inaequalis</i> Beverw.	A	Cl											••			PR16
<i>Trichocladium sp</i> Harz	A	Ha	Γ							•						M10
<i>Tricladiospora brunnea</i> (Nawawi) Nawawi & Kuthub.	A	Tr											•••			PR18-PR19
<i>Tricladiomyces malaysianum</i> (Nawawi) Nawawi	A	Tr											†			PR14
<i>Tricladium angulatum</i> Ingold	A	Tr											†			PR14

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Tricladium attenuatum</i> S. H. Iqbal	A	Tr											••			PR11-PR12
<i>Tricladium eccentricum</i> R. H. Petersen	A	Tr					•									C2
<i>Tricladium splendens</i> Ingold	A	Tr											••			PR2, PR6, PR14
<i>Tricladium patulum</i> Marvanová & Marvan	A	Tr											•			PR18
<i>Tricladium</i> sp. Ingold	A	Tr				•					•					CR2, P4
<i>Trinacrium incurvum</i> Matsush.	A	O											•			PR18
<i>Trinacrium subtile</i> Ries	A	O											••			PR16
<i>Trinacrium</i> sp. Ries	A	O				•							••			CR3, PR16
<i>Tripaspermum camelopardus</i> Ingold, Dann & P. J. McDougall	A	Cp	Γ										•			PR6, PR10
<i>Tripaspermum myrti</i> (Lind) S. Hughes	A	Cp	Γ						•		•		••			P3, PR6, PR10, M1
<i>Tripaspermum porosporiferum</i> Matsush.	A	Cp	Γ								•		•			P3, PR18
<i>Tripaspermum</i> sp Speg.	A	Cp	Γ										•••			PR2, PR3, PR18-PR19
<i>Tripaspermum variabile</i> Matsush.	A	Cp	Γ										•			PR18
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi	A	IN					•		•		•		•		•	C2, P3, PR2, PR6, PR14, PR18, PR20, M12, R2
<i>Triscelophorus curviramifer</i> Matsush.	A	IN					•						•			C13, PR18
<i>Triscelophorus magnificus</i> R. H. Petersen	A	IN									•		•			P3, PR2
<i>Triscelophorus monosporus</i> Ingold	A	IN					•	•	•		•		•		•	C2, J2, P4-P5, PR2-PR7, PR10-PR12, PR14, PR18, M12, R2
<i>Triscelophorus ponapensis</i> Matsush.	A	IN											••			PR13, PR16
<i>Triscelophorus</i> sp. Ingold	A	IN											•			PR20
<i>Trisulcosporium acerinum</i> H. J. Huds & B. Sutton	A	IN							•				••			M12, PR14, PR18

Continúa

ESPECIE	PHYLUM	FAMILIA	TIPO DE HONGO	BARBADOS	BELIZE	BERMUDAS	COSTA RICA	CUBA	JAMAICA	MEXICO	NICARAGUA	PANAMA	PUERTO RICO	REP. DOMINICANA	TRINIDAD Y TOBAGO	REFERENCIAS
<i>Tumularia aquatica</i> (Ingold) Descals & Marvanová	A	Me	T										•			PR10
<i>Varicosporium delicatum</i> S. H. Iqbal	A	Dc	I										••			PR18
<i>Varicosporium elodeae</i> Kegel	A	Dc	I										••			PR2, PR6, PR14
<i>Varicosporium giganteum</i> J. L. Crane	A	Dc	I										••			PR2, PR18-PR19
<i>Volucrispora aurantiaca</i> Haskins	A	Cl	I										•			PR14
<i>Wiesneriomyces laurinus</i> (Tassi) P. M. Kirk	A	W	T					•		•						C14, M5
<i>Xenosporium berkeleyi</i> (M. A. Curtis) Piroz.	A	T	T		•	•	•	•					••		•	C3, C14, CR2, BE, BER2, PR18-PR19, T2
% especies Ingoldianas				-	-	-	20	32	100	21	-	78	75	91	-	
% especies Aero-acuáticas				-	22	50	6	16	-	16	-	2	3	-	67	
% especies Transitorias				100	78	50	74	52	-	63	100	20	22	9	33	
% en RESTOS VEGETALES				100	100	100	100	100	100	76	100	86	28	87	100	
% en ESPUMA				-	-	-	-	-	-	24	-	14	57	9	-	
% en AGUA				-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	4	-	
Número de especies y porcentaje (%) de tipo de hongo en la región				I: 109 (46) A: 24 (10) T:103 (44)												

Nota. Fuente: Autores

PHYLUM: A) Ascomycota; B) Basidiomycota. FAMILIA: Ac) Acrodityaceae; Ag) Agaricaceae; Al) Aliquandostipitaceae; Am) Amniculicolaceae; Ap) Amphispheariaceae; Ar) Arthrobotryaceae; B) Beltraniaceae; Ca) Chaetosphaeriaceae; Ch) Chaetomiaceae; Cl) Calloriaceae; Cp) Capnodiaceae; Cs) Classiculaceae; Dc) Discinellaceae; Dd) Didymellaceae; De) Dermateaceae; Di) Dictyosporiaceae; Do) Dothidotthiaceae; Ds) Distoseptisporaceae; G) Gelatinodiscaceae; H) Helotiaceae; Ha) Halosphaeriaceae; He) Helminthosphaeriaceae; Hi) Hypocreales familia incertae sedis; Hr) Herpotrichiellaceae; Hs) Hyaloscyphaceae; Hp) Hyphomycetaceae; Hy) Hypocreomycetidae incertae sedis; IN) Incertae sedis; L) Leotiaceae; Lu) Lunulosporaceae; Me) Melanommataceae; Mi) Microthyriaceae; My) Mycosphaerellaceae; N) Nectriaceae; Ni) Niaceae; O) Orbiliaceae; P) Pyronemataceae; Pl) Pleomassariaceae; Py) Pyriculariaceae; R) Reticulascaceae; S) Sporidesmiaceae; So) Sordariales familia incertae sedis; T) Tubeufiaceae; Te) Tetraplospheariaceae; Tr): Tricliadiaceae; V) Venturiaceae; W) Wiesneriomycetaceae. TIPO DE HONGO: I) Ingoldiano; A) Aero-acuático; T) Transicional. Muestra: •) Restos vegetales sumergidos o húmedas; ♦) Espuma; ■) Agua. Referencias: BARBADOS. B) Stevenson y Rands, 1921; BELIZE. BE) Morris, 1978. BERMUDAS. BER1) Goos, 1985; BER2) Goos, 1990. COSTA RICA. CR1) Morris, 1972; CR2) Goos, 1990; CR3) Bills y Polishook, 1994; CR4) Rambelli y Ciccarone, 2008; CR5) Barbosa et al., 2013. CUBA. C1) Stevenson y Rands, 1921; C2) Marvanová y Marvan, 1969; C3) Mercado, 1984; C4) Goos, 1985; C5) Castañeda, 1986a; C6) Castañeda, 1986b; C7) Holubová y Mercado, 1986; C8) Matsushima, 1987; C9) Castañeda y Kendrick, 1991; C10) Santos-Flores y Betancourt, 1997; C11) Voglmayr y Delgado, 2001; C12) Voglmayr y Delgado, 2003; C13) Delgado y Mena, 2004; C14) Mena et al., 2018. JAMAICA. J1) Hudson y Ingold, 1960; J2) Hudson, 1961; J3) Crane y Dumont, 1975. MEXICO. M1) Heredia, 1993; M2) Heredia, 1994; M3) Mercado y Heredia, 1994; M4) Heredia et al., 1995; M5) Heredia et al., 2000; M6) Heredia et al., 2004; M7) Heredia et al., 2005; M8) Delgado et al., 2006; M9) Becerra et al., 2007; M10) Chavarria et al., 2010; M11) Becerra et al., 2011; M12) Rosique et al., 2018. NICARAGUA. N1) Delgado, 2011. PANAMA. P1) Lane y Shearer, 1984; P2) Betancourt, 1988; P3) Bärlocher et al., 2010; P4) Cáceres et al., 2015; P5) Urriola et al., 2016. PUERTO RICO. PR1) Stevenson y Rands, 1921; PR2) Hamilton, 1973; PR3) Padgett, 1976; PR4) Betancourt y Caballero, 1982; PR5) Betancourt y Caballero, 1983; PR6) Betancourt y et al., 1983; PR7) Betancourt et al., 1986a; PR8) Betancourt et al., 1986b; PR9) Betancourt y et al., 1987; PR10) Betancourt y Justiniano, 1989; PR11) Justiniano y Betancourt, 1989a; PR12) Justiniano y Betancourt, 1989b; PR13) Betancourt y Ramírez, 1990; PR14) Santos-Flores y Betancourt, 1994; PR15) Santos-Flores y Betancourt, 1995; PR16) Santos-Flores y Betancourt, 1996a; PR17) Santos-Flores y Betancourt, 1996b; PR18) Santos-Flores y Betancourt, 1997; PR19) Nieves, 2003; PR20) Nieves y Santos-Flores, 2005. REPUBLICA DOMINICANA. R1) Stevenson y Rands, 1921; R2) Betancourt et al., 1986b. TRINIDAD Y TOBAGO. T1) Dennis, 1970; T2) Goos, 1990.

En este sentido, hay seis países (Barbados, Belice, Bermudas, Costa Rica, Nicaragua y Trinidad) en los que se encuentran reportes de estos organismos solo en muestras vegetales en descomposición en bosques húmedos, en los que se detalla que el mayor porcentaje de hongos fue del tipo transicional (T) y aero acuático (A), dado que ese medio semiacuático propicia el desarrollo de estos. Así, tenemos que en Barbados y Nicaragua se halló un 100% del tipo transicional, seguido de Belice (78%), Costa Rica (74%), Bermudas (50%) y Trinidad (33%), mientras que en el caso del tipo aero-acuático, fue mayor en Trinidad con 67%, seguido de Bermudas (50%), Belice (22%) y Costa Rica (6%). Es interesante mencionar que en Costa Rica se hallaron hifomicetos del tipo Ingoldiano (20%) en muestras vegetales tomadas en zonas boscosas tropicales lluviosas, asumiendo que la disponibilidad de agua en esos materiales era suficiente para su desarrollo (Tabla 1).

Por otra parte, en el resto de los países se describió la presencia de al menos un tipo de hifomiceto acuático en muestras vegetales, de espuma u agua, tomadas en ríos o riachuelos. Así tenemos que en Jamaica se reporta solo Ingoldianos, mientras que en República Dominicana, este tipo de hongos representó el 91%, seguido de solo un 9% de transicional. Otros países, con mayores reportes de hongos del tipo Ingoldiano, fueron Panamá (78%), Puerto Rico (75%), Cuba (32%) y México (21%), destacándose Puerto Rico con el mayor número de especies Ingoldianas (101) de la subregión y de América Latina, debido a que la muestra fue mayoritariamente espuma (57%) y agua (15%), facilitando la captación de este tipo de hifomicetos acuáticos. En contraste, en México (63%) y Cuba (52%) se describieron un mayor número de especies transicionales (México: 24; Cuba: 38), ya que emplearon respectivamente un 76% y 100% de muestras vegetales sumergidas, medio adecuado para el crecimiento de este grupo de especies fúngicas acuáticas (Tabla 1).

Finalmente, es importante resaltar que la metodología clásica establecida por Ingold (1975), es seguida por los investigadores Santos-Flores y Betancourt, que fueron constantes en el estudio de estos organismos, en particular en Puerto Rico, por ello el alto número de especies registradas en ese país, no obstante, luego de su retiro a finales del siglo

XX, los trabajos realizados por otros científicos, se han ejecutado con material vegetal en descomposición (hojas o madera) sumergido en el cuerpo lótico, ya sea a través de su captación al azar o por la incorporación en el mismo de muestras de especies vegetales conocidas, registrándose un menor número de especies Ingoldianas, tal como se ve en México (8) y Cuba (23) (Tabla 1).

Valoración de los hifomicetos acuáticos como indicadores biológicos de la condición ambiental de cuerpos de agua

En particular, en ecosistemas acuáticos lóticos se monitorea en espacio y tiempo la calidad ambiental a través de bioindicadores, que son fundamentalmente especies o comunidades de organismos sensibles a perturbaciones antropogénicas y naturales (Asif *et al.*, 2018), lo que permite el expedito y barato diagnóstico de la alteración ambiental (Parmar *et al.*, 2016), a fin de tomar rápidamente los correctivos apropiados de limpieza del cuerpo de agua (Markert *et al.*, 2003). Por lo general, los bioindicadores en ríos son fitoplancton (Vélez *et al.*, 2016), insectos acuáticos (Sumudumali y Jayawardana, 2021) y peces (Sajina *et al.*, 2021). Los hifomicetos acuáticos son poco usados, a pesar de ser descritos como aserativos indicadores de calidad ambiental (Solé *et al.*, 2008), ya que las perturbaciones naturales o humanas cambian el ensamblaje funcional y estructural de estos (Bärlocher, 2016). Esto disminuye el número de especies y la producción de esporas asexuales, en particular por exceso de nutrientes, por escorrentía de aguas residuales residenciales o agrícolas (Tsui *et al.*, 2016), así como por vertidos con insecticidas y en particular con fungicidas (Cornejo *et al.*, 2021).

En este sentido, son pocos los estudios taxonómicos de estos organismos fúngicos, en la evaluación de la diversidad, riqueza de especies, producción de conidios o la presencia de indicadores biológicos de calidad del agua, al comparar cuerpos lóticos prístinos con aquellos perturbados antropogénicamente, o en sectores en distinto grado de afectación en un mismo río. De tal manera, que cronológicamente hasta el presente, solo se han reportado dos investigaciones, uno en Panamá y otro en México.

En la cuenca del canal de Panamá se estudiaron 15 cuerpos lóticos de distinto nivel de afectación ambiental (5 prístinos, 5 rurales y 5 urbanos). En ríos no perturbados, se halló el mayor número de especies, distinguiéndose a *Triscelophorus acuminatus* como la especie más frecuente, mientras el número de especies disminuyó en ríos urbanos y rurales, siendo *Culicidospora gravida* y *Magdalaena mono-gramma* las especies menos frecuentes en algunos cuerpos de agua rurales. En los cursos de agua urbanos, la frecuencia de esporas en la generalidad de las especies fue bajo, menos para *Anguilospora filiformis*, *Campylospora filicladia*, *Flagellospora curvula*, *Tetrachaetum elegans* y *Triscelophorus monosporus*, pudiendo catalogarse estas especies como tolerantes a dicho ambiente, en particular *F. curvula* al ser la más frecuente, específicamente en ríos rurales, distinguidos por elevados grados de turbidez, conductividad, sólidos suspendidos y contaminantes orgánicos, en contraste con *Mycocentrospora acerina* y *Phalangispora constricta*, que se presentaron de manera exclusiva en este tipo de ríos pero en una menor frecuencia, resaltándose esta última como indicadora de calidad del agua ya que es sensible a la polución (Bärlocher *et al.*, 2010).

Finalmente, en México, se evaluaron cuatro sectores de diferente grado de afectación antropogénica (contaminación bacteriana y materia orgánica) del canal turístico (sistema léntico) de Xochimilco del Distrito Federal de México, incubándose segmentos de tronco diferentes especies arbóreas *Virola sp.*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Bucida buceras*, *Pinus sp.*, *Cupressus lindleyi* y *Abies religiosa*. Se encontraron solo 15 especies fúngicas anamórficas en su mayoría no Ingoldianas, entre los cuales se destacan los del tipo transicional: *Bactrodesmium sp* y *Dictyosporium sp*. En dichos ambientes con alto grado de contaminación bacteriana, bajo nivel de oxígeno y alto nivel de materia orgánica, no permite el desarrollo de las especies fúngicas típicas de ambientes acuáticos no perturbados, por lo cual las especies fúngicas terrestres-facultativas al ser más tolerantes a dicho estrés, crecen en dicho ambiente (Chavarria *et al.*, 2010).

Conclusiones

En la región de México, América Central y el Caribe son pocos los trabajos realizados en taxonomía de hifomicetos acuáticos, en particular en cuerpos de agua lóticos, siendo a su vez escasas (solo dos) las investigaciones de estos organismos en calidad de agua. Sin embargo, hasta la fecha se observa el importante registro de 103 géneros y 236 especies, en un 99,2% del Phylum Ascomycota, indicándose a su vez desde el punto de vista ecológico, 109 Ingoldianas, 24 aero acuáticas y 103 transicionales, siendo Puerto Rico el país con el mayor número de reportes de hifomicetos acuáticos (135), incluyendo los Ingoldianos (101), seguido de Cuba (73) con el mayor número de especies transicionales (38). En este orden de ideas, este trabajo de revisión constituye una base potencial para el desarrollo de investigaciones sobre el empleo de estos hongos como indicadores biológicos de condición ambiental del agua, que complementen la evaluación de estos, para su uso ecológicamente sustentable.

Referencias

- Ando, K., Kawamoto, I, 1989. Terrestrial Aquatic Hyphomycetes', a new ecological group observed in rain drops from intact leaves. V Int. Symp. Microb. Ecol. (ISME 5), Kyoto, Japan. 128, 16.
- Ando, K., Kawamoto, I, 1990. Terrestrial Ingoldian hyphomycetes from intact plants and fallen leaves. IV Int. Mycol. Congr., Regensburg, August 1990, Abstract, 106.
- Arsuffi, T. Suberkropp, K. 1984. Leaf processing capabilities of aquatic hyphomycetes: interspecific differences and influence on shredder feeding preference. *Oikos* 42:144-154.
- Asif, N., Malik, M.F. and Chaudhry, F.N., 2018. A Review of on Environmental Pollution Bioindicators. *Pollution* 4(1), 111-118.
- Baldy, V., Chauvet, E., Charcosset, J., Gessner, M, 2002. Microbial dynamics associated with leaves decomposing in the mainstem and floodplain pond of a large river. *Aq. Microb. Ecol.* 28, 25-36.
- Bärlocher, F. 1992a. The ecology of aquatic Hyphomycetes. Springer Verlag, Berlin, Germany. 225 pp.

- Bärlocher, F. 1992b. Research on aquatic Hyphomycetes: historical background and overview. p.1-15 In: The ecology of aquatic Hyphomycetes. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Bärlocher, F. 1992c. Community organization, p. 38–76. In The ecology of aquatic hyphomycetes. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Bärlocher, F. 2000. Water-borne conidia of aquatic hyphomycetes: seasonal and yearly patterns in Catarman Brook, New Brunswick, Canada. *Can. J. Bot.* 78:157-167.
- Bärlocher, F., 2016. Aquatic hyphomycetes in a changing environment. 19,14-27
- Bärlocher, F., Helson, J., Dudley, W., 2010. Aquatic hyphomycete communities across a land-use gradient of Panamanian streams. *Fundam. Appl. Limnol., Arch. Hydrobiol.* 177(3), 209-221.
- Bärlocher, F., Kendrick, B. 1974. Dynamics of the Fungal Population on Leaves in a Stream. *J Ecol.* 62(3):761-791.
- Barbosa, F., Gusmão, L., Raja, H., Shearer, C., 2013. New species and new records of freshwater ascomycetes from Brazil and Costa Rica. *Mycologia*, 105(2), 335–343.
- Becerra, C., Heredia, G., Arias, R., 2007. Contribución al conocimiento de los hongos anamorfos saprobios del Estado de Tabasco. II. *Rev. Mex. Micol.* 24, 39-53.
- Becerra, C., Heredia, G., Arias, R., Castañeda, R., Mena, J., 2011. Especies raras de hongos anamorfos saprobios en el Estado de Tabasco. *Acta Bot. Mex.* 96, 15-31.
- Betancourt, C., 1988. Some aquatic hyphomycetes from Panama, Central America. *Abstr. Proc. Acad. Sc.* (Abstract no. 72).
- Betancourt, C., Caballero, M., 1982. Aquatic hyphomycetes (Deuteromycotina) from Los Chorros, Utuado, Puerto Rico. *Abstr. Proc. Iowa. Acad. Sc.* (Abstract no. 26).
- Betancourt, C., Caballero, M., 1983. Aquatic hyphomycetes (Deuteromycotina) from Los Chorros, Utuado, Puerto Rico. *Caribbean J. Science.* 19,41-46.
- Betancourt, C., Cruz, J., Garcia, J., Mercado, N., 1983. Aquatic hyphomycetes from doña Juana River al Toro Negro State Forest, Villalba, Puerto Rico. *Abstr. Proc. Iowa. Acad. Sc.* (Abstract no. 37).
- Betancourt, C., Rivera, R., Valera, E., 1986a. Some aquatic hyphomycetes from Maricao River at Marcao State Forest, Maricao, Puerto Rico. *Abstr. Proc. Iowa. Acad. Sc.* (Abstract no. 46).
- Betancourt, C., Cruz, J., Garcia, J., Galarza, L., 1986b. Estudio preliminar de los hifomicetos acuáticos (Deuteromycotina) de la Republica Dominicana. *Caribbean J. Science.* 22, 49-51.
- Betancourt, C., Cruz, J., Garcia, J., 1987. Los hifomicetos acuáticos de la Quebrada Doña Juana en el Bosque Estatal de Toro Negro, Villalba, Puerto Rico. *Caribbean J. Science.* 23(2), 278-284.
- Betancourt, C., Justiniano, J., 1989. Hongos Ingoldianos presentes en el arroyo de Oro, Mayaguez, Perto Rico. *Int. J. Mycol. Lichenol.* 4,1-8.
- Betancourt, C., Ramírez, E., 1990. Aquatic hyphomycetes from Guanajibo river, Mayaguez, Perto Rico. *Abstr. Proc. Acad. Sc.* (Abstract no. 40).
- Bills, G., Polishook, J., 1994. Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rain forest in Costa Rica. *Mycologia.* 86(2), 187-198.
- Cáceres, O., Castillo, S., Hofmann, T., 2015. Hifomicetos acuáticos asociados a hojarasca sumergida en el río Majagua, Chiriquí, Panamá. *Rev. Mex. Micol.* 42, 65-69.
- Calabon, M., Hyde, K., Jones, E., Luo, Z., Dong, W., Hurdeal, V., Gentekaki, E., Rossi, W., Leonardi, M., Thiyagaraja, V., Lestari, A., Shen, H., Bao, D., Boonyuen, N., Zeng, M., 2022. Freshwater fungal numbers. *Fungal Diversity.* 114, 3-235.
- Castañeda, R., 1986a. Fungi Cubenses. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. “Alejandro de Humboldt”, La Habana, Cuba 64 pp.
- Castañeda, R., 1986b. Deuteromycotina de Cuba. Hyphomycetes IV. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. “Alejandro de Humboldt”, La Habana, Cuba 17 pp.
- Castañeda, R., Kendrick, B., 1991. Ninety-nine conidial fungi from Cuba and three from Canada. *Dept. of Biology, University of Waterloo. Ontario-Canada.* 132 pp.
- Chamier, A., Dixon, P. 1982. Pectinases in leaf degradation by aquatic hyphomycetes in: the field study the colonization-pattern of aquatic hyphomycetes on leaf packs in a surrey stream. *Oecologia* 52(1):109-115.
- Chavarría, A., Gonzalez, M., Dantán, E., Cifuentes, J., 2010. Evaluación espacial y temporal de la diversidad de los ascomicetos dulceacuícolas del canal turístico Santa Cruz, Xochimilco, México. *Rev. Mex. Biod.* 81, 733-744.
- Cornejo, A., Pérez, J., Lopez, N., García, G., Pérez, E., Guerra, A., Nieto, C., Boyero, L., 2021. Litter decomposition can be reduced by pesticide effects on detritivores and decomposers: Implications for tropical streamfunctioning. *Environmental Pollution* 285, En prensa.
- Crane, J., Dumont, K., 1975. Hyphomycetes from the West Indies and Venezuela. *Can. J. Bot.* 53, 843-851.
- Delgado, G., 2011. Nicaraguan fungi: a checklist of hyphomycetes. *Mycotaxon.* 115, 534-565.

- Delgado, G., Mena, J., 2004. Hifomicetos aero-acuáticos e Ingoldianos de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (Cuba). *Bol. Soc. Micol. Madrid*. 28, 1-9.
- Delgado, G., Heredia, G., Arias, R., Mena, J., 2006. Contribución al estudio de los hongos anamórficos de México. Nuevos registros para el estado de Veracruz. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 30, 235-242.
- Dennis, R., 1970. Fungus Flora of Venezuela and adjacent countries. Her Majesty's Stationary office, London.
- Descals, E., Moralejo, E., 2001. El agua y la reproducción asexual en los hongos Ingoldianos. *Bot. Comp.* 25,13-71.
- Fernandez, R., Smits, G., Pinto, M., 2010. Características e importancia de los hifomicetos acuáticos y registro de especies en Venezuela. *Rev. Farauté Cien. Tecn.* 5(2), 1-15.
- Fernandez, R., Smits, G., 2015. Actualización de inventario de especies de hifomicetos acuáticos en Venezuela. *Gestión y Ambiente*. 18(2),153-180.
- Goh, T., Hyde, K., 1996. Biodiversity of freshwater fungi. *J Ind Microbio.* 17, 328-345.
- Goos, R., 1985. A review of the anamorph genus *Helico-mycetes*. *Mycologia*. 77(4), 606-618.
- Goos, R., 1990. A review of the anamorph genus *Xenosporium*. *Mycologia*. 82(6), 742-752.
- Gulis, V., Suberkropp, K., 2003. Effect of inorganic nutrients on relative contribution of fungi and bacteria to carbon flow from submerged decomposing leaf litter. *Microb. Ecol.* 45, 11-19.
- Hamilton, S., 1973. Aquatic hyphomycetes flora of two rain forest streams in northeastern Puerto Rico. M.S. Tesis. Ohio State University, Columbus, Ohio. 43 pp.
- Heredia, G., 1993. Mycoflora associated with Green leaves and leaf litter of *Quercus germana*, *Quercus satorii* and *Liquidambar styraciflua* in a Mexican cloud forest. *Cryptogam Mycol.* 14,171-183.
- Heredia, G., 1994. Hifomicetos dematiáceos en bosque mesófilo de Montaña. Registros nuevos para México. *Acta Bot. Mex.* 27, 15-32.
- Heredia, G., Mercado, A., Mena, J., 1995. Conidial fungi from leaf litter in a mesophille cloud forest of Veracruz, México. *Mycotaxon*. 55, 473-490.
- Heredia, G., Arias, R., Reyes, M., 2000. Leaf litter fungi. Eight setose conidial species unknown from México. *Rev. Mex. Micol.* 1,17-25.
- Heredia, G., Reyes, M., Arias, R., Mena-Portales, J., Mercado, A., 2004. Adiciones al conocimiento de la diversidad de los hongos conidiales del bosque mesófilo de montaña del Estado de Veracruz. *Acta Bot. Mex.* 66, 1-22.
- Heredia, G., Arias, R., Mena, J., Mercado, A., 2005. Adiciones al conocimiento de la diversidad de los hongos conidiales del bosque mesófilo de montaña del Estado de Veracruz. II. *Acta Bot. Mex.* 77,15-30.
- Holuvoá, V., Mercado, A., 1986. Studies on hyphomycetes from Cuba IV. Dematiaceous hyphomycetes from the Province Pinar del rio. *Ceska Mycol.* 40, 142-164.
- Hudson, H., Ingold, C., 1960. Aquatic hyphomycetes from Jamaica. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 43(3), 469-478.
- Hudson, H., 1961. *Heliscus submersus* sp. Nov., an aquatic hyphomycetes from Jamaica. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 44(1), 91-94.
- Ingold, C., 1942. "Aquatic Hyphomycetes of decaying alder leaves". *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 25, 339-417.
- Ingold, C., 1943a. "Further observations on aquatic Hyphomycetes". *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 26,104-115.
- Ingold, C., 1943b. "On the distribution of aquatic hyphomycetes saprophytic on submerged decaying leaves". *New Phytol.* 42: 139-143.
- Ingold, C., 1944. "Some new aquatic hyphomycetes". *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 28, 35-43.
- Ingold, C., 1975. An Illustrated Guide to Aquatic and Water-borne Hyphomycetes Fungi Imperfecti with Notes on their Biology. *Freshwater Biol Assoc Sci Publ.* 30, 1-96.
- Ingold, C., 1979. "Advances in the study of so-called aquatic hyphomycetes". *Am. J. Bot.* 66(2), 218-226.
- Jabiol, J., Bruder, A., Geesner, M., Makkonen, M., Mckie, B., Peeters, E., Vos, V., Chauvet, E., 2013. Diversity patterns of leaf-associated aquatic hyphomycetes along a broad latitudinal gradient. *Fungal Ecology* 6(5), 439-448.
- Justiniano, J., Betancourt, C., 1989a. Colonización de *Syzygium jambos* L., por hongos Ingoldianos. *Caribbean J. Science.* 25(3-4), 101-110.
- Justiniano, J., Betancourt, C., 1989b. Hongos ingoldianos presentes en el Rio Maricao, Puerto Rico. *Caribbean J. Science.* 25,111-114.
- Lane, L., Shearer, C., 1984. *Helicomycetes torquatus*, a new hyphomycetes from Panama. *Mycotaxon.* 19, 291-297.
- Marvanová, L., Marvan, P. 1969. Aquatic Hyphomycetes in Cuba. *Česká Mykologie* 23(2),135-140.
- Matsushima, T., 1987. *Matsushima Mycol. Mem.* No 5. Kobe, Japan. 448 pp + 392-393 pl.
- Markert, B., Breure, A. and Zechmeister, H., 2003. Definitions, strategies and principles for bioindication/bio-monitoring of the environment. In: *Bioindicators and biomonitors*. Markert, B., Breure, A., Zechmeister, H (Editors), Elsevier Science, The Netherlands. pp:3-39.
- Mena, J., Cantillo, T., Jimenez, I., 2018. Hifomicetes de la Reserva de la Biosfera "Ciénaga de Zapata", Cuba. *Acta Bot. Cubana.* 217(2), 96-108.

- Mercado, A., 1984. Hifomicetos dematiáceos de Sierra del rosario, Cuba, Ed Acad. La Habana, Cuba.
- Mercado, A., Heredia, G., 1994. Hyphomycetes asociados a restos vegetales en el Estado de Veracruz, México. *Rev. Mex. Micol.* 10, 33-48.
- Mercado, A., Heredia, G., Mena, J., 1995. New species of Dematiaceous Hyphomycetes from Veracruz, México. *Mycotaxon* 55, 491-499.
- Michaelides, J., Kendrick, B., 1978. An investigation of factors retarding colonization of conifer needles by amphibious hyphomycetes in streams. *Mycologia* 70, 419-430.
- Morris, E., 1972. Costa Rican Hyphomycetes. *Mycologia*. 64(4), 887-896.
- Morris, E., 1978. Belizean fungi. *Mycotaxon*. 7(2), 265-274.
- Nieves, A., 2003. Mycological survey of rio Camuy caves park, Puerto Rico. *J Cave Karst Stu.* 65(1), 23-28.
- Nieves, A., Santos-Flores, C., 2005. Aquatic fungi from estuaries in Puerto Rico: Mouth of the Manatí River. *J. Agric. Univ. P.R.* 89(1-2), 97-105.
- Nilsson, S., 1964. Freshwater hyphomycetes: taxonomy, morphology and ecology. *Symbolae Botanica Upsalienses*. 18, 1-130.
- Padgett, D., 1976. Leaf decomposition by fungi in a tropical rain forest stream. *Biotropica*. 8, 166-178.
- Park, D., 1972. On the ecology of heterotrophic microorganisms in fresh water. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 58, 291-299.
- Parmar, T., Rawtani, D., Agrawal, Y., 2016. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in life Sci.* 9(2), 110-118.
- Price, I., Talbot, P. 1966. An aquatic hyphomycete in a lignicolous habitat. *Aust. J. Bot.* 14, 19-23.
- Rambelli, A., Ciccarone, C., 2008. New and interesting Dematiaceous Hyphomycetes from Costa Rica forest litters. *Quad. Bot. Ambientale Appl.* 19, 125-152.
- Rosique, E., Córdova, L., Cappello, S., Cid, A., 2018. Hongos ingoldianos de las cascadas del Parque Estatal Agua Blanca, Tabasco, México. Ingoldian fungi of the cascades of the Agua Blanca State Park, Tabasco, México. *Scientia Fungorum*. 47, 3-11.
- Rajashekhar, M. & Kaveriappa, K.M. 2003. Diversity of aquatic hyphomycetes in the aquatic ecosystems of the Western Ghats of India. *Hydrobiologia*. 501 (1-3):167-177
- Sajina, A., Sudheesan, D., Kumar, L., Sandhya K. 2021. Fish as Ecological Health Indicators of Freshwater Ecosystems. *Biotica Research Today* 3(1), 77-80.
- Santos-Flores, C., Betancourt, C., 1994. Aquatic Hyphomycetes (Deuteromycotina) from Río Loco al Susúa State Forest, Puerto Rico. *Caribbean J. Science*. 30(3-4), 262-267.
- Santos-Flores, C., Betancourt, C., Nieves, M., 1996a. New records of water-borne hyphomycetes for Puerto Rico. *Caribbean J. Science*. 32(1-2), 105-110.
- Santos-Flores, C., Nieves, M., 1996b. The genus *Condylospora* Nawawi (Hyphomycetes) in Puerto Rico. *Caribbean J. Science*. 32(1), 116-120.
- Santos-Flores, C., Nieves, M., Betancourt, C., 1995. Hyphomycetes with multiradiate conidia in stream foam from Puerto Rico. *Caribbean J. Science*. 31(1-2), 49-56.
- Santos-Flores, C., Betancourt, C., 1997. "Aquatic and water-borne hyphomycetes (Deuteromycotina) in streams of Puerto Rico (Including records from other Neotropical locations)" *Caribbean J. Science. Spec. Publ.* 2. 116 pp.
- Shearer, C., Lane, L., 1983. Comparison of three techniques for the study of aquatic hyphomycetes communities. *Mycologia*. 75, 498-508.
- Shearer, C., Descals, E., Kohlmeyer, B., Kohlmeyer, J., Marvanová, L., Padgett, D., Porter, D.,
- Schoenlein-Crusius, I., Milanez, A., 2003. The diversity of aquatic hyphomycetes in South America. *Braz J Micobiol.* 34, 183-193.
- Seena, S., Baschien, C., Barros, J., Sridhar, K., Graca, M., Mykrä, H., Bundschuh, M. 2022. Ecosystem services provided by fungi freshwater: a wake-up call. *Hydrobiologia*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-022-05030-4>
- Smits, G., Fernández, R., Cressa, C., 2007. Preliminary study of aquatic hyphomycetes from Venezuelan streams. *Acta Bot. Venez.* 30(2), 345-355.
- Solé, M., Fetzer, I., Wennrich, R., Sridhar, K. R., Harms, H., Krauss, G., 2008. Aquatic hyphomycete communities as potential bioindicators for assessing anthropogenic stress. *Science of the Total Environment* 389(2-3), 557-565.
- Sridhar, K., 2005. Freshwater hyphomycetes - concepts and connections. *Kavaka*. 33, 9-20.
- Sridhar, K., 2009. Aquatic fungi – Are they planktonic?. In: *Plankton Dynamics of Indian Waters* (Ed. Hosetti, B.B.) Pratiksha Publications, Jaipur, India. pp: 133-148.
- Sridhar, K., 2020. Dimensions, diversity and ecology of aquatic mycobiome. *Kavaka*. 54, 10-23.
- Stevenson, J., Rands, R., 1921. An Annotated List of the Fungi and Bacteria Associated with Sugarcane and Its Products. *Bulletin III (Bot. Ser.) Part 1*, 66-97.
- Sumudumali, R., Jayawardana, J., 2021. A Review of Biological Monitoring of Aquatic Ecosystems Approaches: with Special Reference to Macroinvertebrates and

- Pesticide Pollution. *Environmental Management* 67, 263-276.
- Tsui, C., Baschien, C., Goh, T., 2016. Biology and Ecology of Freshwater Fungi. In D.-W. Li (ed.), *Biology of Microfungi, Fungal Biology*. pp: 285-313. Springer Verlag Netherlands
- Urriola, G., Hofmann, T., González, L., Cáceres, O., 2016. Estudio preliminar de hyphomycetes acuáticos de la cuenca del río Macho de Monte, Chiriquí, Panama. *Avances en investigación (2° Congreso) Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá*. pp: 66-72.
- Vélez, A., Lozano, S., Cáceres, K., 2016. Diversidad de fitoplancton como indicador de calidad de agua en la cuenca baja del río Lurín, Lima, Perú. *Ecología Aplicada* 15(2), 69-79.
- Voglmayr, H., Degado, G., 2001. *Dendroclathra caeruleofusca* gen.nov. et sp.nov., an aeroaquatic hyphomycete from Cuba Hermann. *Can. J. Bot.* 79, 995-1000.
- Voglmayr, H., Degado, G., 2003. New species, notes and key to the aeroaquatic genera *Beverwykella* and *Rami-cephala* gen. nov. *Mycol. Res.* 107(2), 236-244.