

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE HIFOMICETOS ACUÁTICOS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ (COLOMBIA) A PARTIR DE MUESTRAS DE ESPUMA

TAXONOMIC IDENTIFICATION OF AQUATIC HYPHOMYCETES IN THE UPPER BOGOTÁ RIVER BASIN (COLOMBIA) FROM FOAM SAMPLES

Javier Fernando Díaz-Ovalle¹, Astrid Maribel Aguilera Becerra²

¹ Estudiante, Universidad de Boyacá, Facultad de Ciencias de la Salud, Tunja-Boyacá, Colombia.

² Docente, Universidad de Boyacá, Facultad de Ciencias de la Salud, Tunja-Boyacá, Colombia.

corresponding author: amaguilera@uniboyaca.edu.co

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

RESUMEN

Partiendo de que los hifomicetos u hongos ingoldianos son microorganismos presentes en los ambientes acuáticos como los ríos en los cuales intervienen en la descomposición del material orgánico devolviendo la energía a los niveles superiores de la cadena trófica, pero que a pesar de su importancia son pocos los estudios realizados referente a su diversidad y presencia en estos ecosistemas, el objetivo de este trabajo fue identificar los hifomicetos presentes en la cuenca alta del río Bogotá. Esto se realizó mediante la toma de muestra de espuma en los remansos de los ríos a las cuales se les realizó coloración con azul de lactofenol y observación con microscopio óptico para la identificación de los hongos ingoldianos a partir de la morfología de sus conidios con el uso de claves taxonómicas. Se identificaron un total de 10 géneros y 10 especies de las cuales 4 géneros y 7 especies son reportes nuevos para el territorio colombiano, lo cual demuestra la gran diversidad y desconocimiento que tenemos de estos microorganismos en nuestro país.

ABSTRACT

Based on the fact that hyphomycetes or ingoldian fungi are microorganisms present in aquatic environments such as rivers in which they are involved in the decomposition of organic material, returning energy to the higher levels of the trophic chain, but despite their importance, few studies have been conducted on their diversity and presence in these ecosystems, the objective of this work was to identify the hyphomycetes present in the upper Bogotá river basin. This was done by taking foam samples in the backwaters of the rivers, staining them with lactophenol blue and observing them with optical microscopy to identify the ingoldian fungi based on the morphology of their conidia with the use of taxonomic keys. A total of 10 genera and 10 species were identified, of which 4 genera and 7 species are new reports for the Colombian territory, which demonstrates the great diversity and lack of knowledge that we have of these microorganisms in our country.

Palabras Clave:

conidio
identificación
hongos acuáticos
río

Keywords:

conidia
identification
aquatic fungi
river



1. INTRODUCCIÓN

Los hongos son unos de los grupos más extensos de microorganismos con una distribución ubicua que forman parte de diferentes procesos biológicos en los ambientes (1) (2), dentro de este grupo aparecen los denominados hongos acuáticos que tiene una gran capacidad de degradar material orgánico complejo por su amplia batería enzimática, siendo los principales descomponedores de hojas deciduas y material que cae a las corrientes de agua, al igual que en la producción de metabolitos secundarios los cuales pueden ser usados para diferentes fines (3).

A pesar de que los criterios para clasificar los hongos como terrestres o acuático no están bien definidos ecológica ni fisiológicamente y pueden generar confusión, a nivel taxonómico según la morfología pueden ser catalogados, pero estos criterios no siempre se pueden aplicar debido a que no son conocidos los ciclos de vida de todos los hongos, por lo que en estos casos se pueden hablar de hongos ingoldianos (4).

Los hifomicetos acuáticos u hongos ingoldianos, llamados así por ser Ingold el primero en describirlos en el año 1942, forman un grupo de hongos heterogéneo y filogenéticamente artificial, a los cuales se les denominó hongos imperfectos anteriormente clasificados como Deuteromicota, integrado principalmente por anamorfos de los phylas Ascomicota y Basidiomicota, que debido a no tener un estadio sexual conocido no es posible agruparlos en estas divisiones, razón por la cual se creó esta clasificación (5,6,7,8,9).

Estos hongos a su vez han tenido diferentes clasificaciones en relación a su versatilidad de estar en otros ambientes y no estrictamente acuáticos como lo hace **Goh & Hyde** (10) basando se en sus ciclos de vida. Pero la clasificación de estos se basa principalmente en la morfología de sus conidios las cuales tiene características morfológicas distintivas que permiten su identificación, dentro de estas formas se encuentran: tetraradiadas, sigmoides, fusiformes, enrolladas y esféricas, morfologías que permiten a los conidios permanecer mayor tiempo en suspendidas y adherirse a sustratos presentes en los ríos (5) (9).

Los hifomicetos acuáticos se les ha atribuido una gran importancia en los ecosistemas en los que habitan, en relación a su papel como descomponedores del material orgánico siendo los intermediarios de la energía hacia los niveles más altos de la cadena trófica, razón por la cual se les ha considerado bioindicadores de la calidad del agua, debido a que su desarrollo solo se da en aguas con excelentes condiciones fisicoquímicas y microbiológicas (9) (11).

A pesar de que estos hongos tienen una distribución ubicua, su mayor reporte y estudio se ha realizado en zonas templadas y frías, en comparación a los pocos estudios realizados en los trópicos

o zonas cálidas donde por su alta fauna y flora la diversidad de microbiota fúngica en agua debería ser mayor (12).

Para Colombia son pocos los estudios realizados al respecto de este tema siendo los únicos reportes los realizados por **Luna** (13) para la región caribe en la parte baja del río Gaira (Santa Marta) con cinco especies, **Ruiz-Chala & Peláez-Rodríguez** (14) en la región andino amazónica en el río Hacha (Flores-Caquetá) con seis especies, **Narváez-Parra, et al** (15) para el departamento de Santander en el río Frío (Floridablanca) con 23 especies y **Peñate-Carranza, et al** (16) en la parte media del río Gaira (Santa Marta) con 10 especies.

Debido al poco conocimiento de la diversidad de hifomicetos en el territorio colombiano y a los escasos estudios realizados respecto a este tema se plantea el objetivo de realizar la identificación de los hifomicetos acuáticos para la cuenca alta del río Bogotá (Cundinamarca).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la cuenca alta del río Bogotá cuyo nacimiento se da en el páramo de Guacheneque (Cundinamarca), específicamente en las inmediaciones del municipio de Villa Pinzón entre los 5°12'39.0"N - 73°35'01.3"W (vereda la merced) el cual se encuentra a uno 9 km del páramo, a una altura de 2.770 msnm, con una temperatura promedio de 13 °C, precipitaciones anuales de 689.8 mm y humedad relativa del 86%, cerca del punto se realiza actividades agrícolas como cultivos y cría de animales.

Toma de muestra

El muestreo se realizó en diciembre del 2020 periodo en el cual el lugar se encuentra en temporada de lluvia permitiendo la formación de espuma en los remansos del río y zonas con bastante turbulencia, las muestras se tomaron de zonas aleatorias con presencia de espuma utilizando cucharas plásticas, tomando alrededor de 50 ml y depositándolas en bolsa con cierre hermético a las cuales se le agrego azul de lactofenol, las bolsas fueron empacadas en una nevera con geles refrigerantes manteniendo una temperatura de 4 °C y fueron llevadas al laboratorio para su procesamiento (4) (17).

Procesamiento e identificación

Las muestras se tomaron directamente de las bolsas con micropipeta colocando 25 µL de la muestra de espuma entre lamina y laminilla para ser observadas en el microscopio óptico con reglilla, la identificación se realizó mediante las medidas y características morfológicas, utilizando claves taxonómicas como **Ingold** (18) y **Gulis, et al** (19).

3. RESULTADOS

A partir del muestreo se realizó la identificación de 10 géneros y 10 especies de hifomicetos acuáticos u hongos ingoldianos para la cuenca alta del río Bogotá presentes en muestras de espuma siendo el primer estudio realizado en esta zona (tabla 1).

Además, se generó el primer reporte de los géneros (*Tetracladium*, *Articulospora*, *Tricladium* y *Margaritispota*) y de las especies (*Lemoneira aquatica*, *Tetracladium setigerum*, *Articulospora tetracladia*, *Tricladium splendens*, *Anguillospora crassa*, *Varicosporium elodeae* y *Margaritispota aquatica*) para el territorio colombiano.

Tabla 1. Especies de hifomicetos identificados.

Hifomicetos acuáticos		
Nº	Genero	Especie
1	<i>Lemonniera</i>	<i>aquatica</i>
2	<i>Clavariopsis</i>	<i>aquatica</i>
3	<i>Tetracladium</i>	<i>setigerum</i>
4	<i>Articulospora</i>	<i>tetracladia</i>
5	<i>Alatospora</i>	<i>acumina</i>
6	<i>Tricladium</i>	<i>sp</i>
7	<i>Tricladium</i>	<i>splendens</i>
8	<i>Varicosporium</i>	<i>elodeae</i>
9	<i>Anguillospora</i>	<i>longissima</i>
10	<i>Anguillospora</i>	<i>crassa</i>
11	<i>Margaritispota</i>	<i>aquatica</i>

Dentro de las diferentes morfologías apreciadas, se observó conidios tetrarradiados o multirradiados los cuales se caracterizan por tener gran número de proyecciones que les permiten una mejor adherencia a los sustratos en los medios líquidos, además de ser las especies más comunes en las muestras de espuma (Figura 1).

Por otro lado, también se presentaron morfologías fusiformes, sigmoides y fililiformes las cuales se caracterizan por ser alargadas, en medialuna o en zigzag, que debido a estas formas su adherencia y su duración en suspensión en medios líquidos es menor (Figura 2).

Finalmente se presenta una especie que presentaba dos tipos de morfología en relación la profundidad en los ríos las cuales son fusiforme y esférica, esta morfología no les permite una buena adherencia ni tiempo en suspensión (Figura 3).

4. DISCUSIÓN

La diversidad de hifomicetos que se observó en el presente trabajo, presenta un aumento respecto a estudios como de Luna-Fontalvo (13) con un estudio en Santa Marta realizado en la parte baja del río Gaira y Ruiz-Chala y Peláez-Rodríguez (14) en el Río Hacha (Floresca – Caquetá), pero inferior al estudio de Narváez-Parra, et al (15) quienes realizaron un estudio en Floridablanca, Santander y un número similar al de Peñate, et al (16) en la cuenca media del río Gaira para el sector nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta.

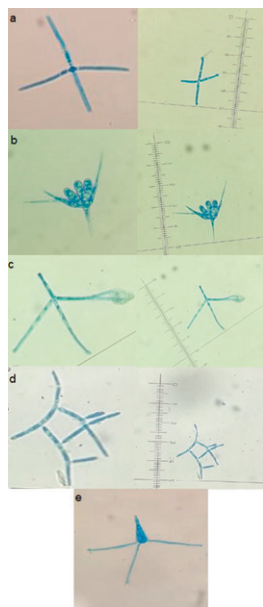


Figura 1. a) Conidio de *Lemonniera aquatica* 100x. b) Conidio de *Tetracladium setigerum* 100x. c) Conidio de *Articulospora tetracladia* 100x. d) Conidio de *Varicosporium elodeae* 100x. e) Conidio de *Clavariopsis aquatica* 100x.

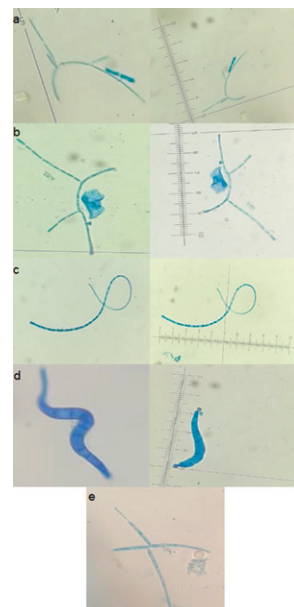


Figura 2. a) Conidio de *Alatospora acumina* 100x. b) Conidio de *Tricladium sp* 100x. c) Conidio de *Anguillospora longissima* 100x. d) Conidio de *Anguillospora crassa* 100x. e) Conidio de *Tricladium splendens* 100x.

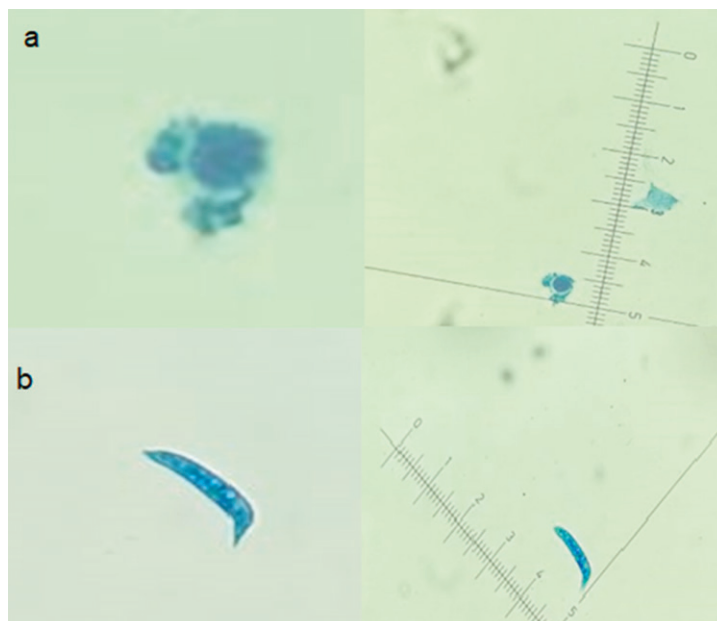


Figura 3. a) *Margaritispora aquatica* conidio en aguas profundas 100x. b) *Margaritispora aquatica* conidio en aguas superficiales 100x. elodeae 100x. e) Conidio de *Clavariopsis aquatica* 100x.

Además, en relación a estas investigaciones y comparándolas con nuestro estudio cuatro géneros y siete especies fueron únicas para la zona estudiada de los diez identificados, resaltando que del presente trabajo y los cuatro estudios no se observa una similitud de especies, sino tan solo la presencia de algunos géneros en común como *Campylospora*, *Triscelophorus* y *Flabellospora* los cuales no estaba presentes en todos los estudios, pero ninguno en el presente trabajo.

Este comportamiento se puede dar en relación a que estos estudios se han realizado en diferentes zonas del territorio colombiano con variaciones en la temperatura, altitud sobre el nivel del mar, vegetación ribereña y demás factores climáticos lo cual puede generar una variación en la diversidad de estos hongos. Por otro lado, también nos demuestra la gran diversidad y variedad de géneros y especies de hifomicetos acuáticos para nuestro país.

Estudios como el de Fernández y Smits (20) realizado en el río Guáquira de la reserva ecológica Guáquira en San Felipe Venezuela, reportaron un total de 46 especies de hifomicetos, los cuales se clasificaron por la frecuencia de aparición, de estos hallazgos solo se presentó similitud con nuestro estudio para las especies *Alatospora acuminata*, *Anguillospora crassa* y *Articulospora tetracladia* las cuales se clasificaron como menos recuentes.

Para Panamá Almicar-Cáceres, et al (21) con el estudio realizado en el río Majagua, Chiriquí, donde se reportaron 25 diferentes morfotipos de los cuales las especies *Anguillospora longissima*, *Clavariopsis aquatica*, *Lemonniera aquatica*, *Margaritispora aquatica* y *Tricladium sp* coinciden con el presente trabajo, además de resaltar que las especies con conidios tetraradiados son más comunes en relación a la capacidad de adherirse a los sustratos en el

río a diferencia de las morfologías filiformes o fusiformes, lo cual puede explicar la escasa presencia de géneros como *Alatospora* y *Anguillospora* en las diferentes investigaciones.

Fiuza, et al (22) realizó un estudio en Chapada Diamantina, la región semiárida del noreste de Brasil en tres arroyos en la cuenca del río Cuentas, reportando 15 especies de hifomicetos de las cuales solo la especie *Anguillospora longissima* coincide con nuestro estudio.

El comportamiento y la diversidad de hifomicetos es variado y no sigue patrones específicos, por lo que se observa una gran variedad siendo los géneros *Campylospora*, *Triscelophorus* y *Flabellospora* los más comunes en las diferentes investigaciones a nivel de América del Sur y Colombia, pero los cuales no estuvieron presentes en nuestro estudio.

5. CONCLUSIÓN

El muestreo demostró la gran variedad y diversidad de hifomicetos acuáticos para la región andina específicamente en la cuenca alta del río Bogotá (Cundinamarca) con un total de diez géneros y especies reportados, de los cuales cuatro géneros y siete especies son nuevos reportes para el territorio nacional, ampliando el conocimiento y número de estos hongos registrados en Colombia, además de demostrar el escaso conocimiento que tenemos sobre hongos y los sistemas acuáticos de nuestro país.

Agradecimientos

Al semillero Quorum Sensing de la Universidad de Boyacá.



6. REFERENCIAS

- García, M., Restrepo, S., y Franco, A. *Biología de los hongos*. Universidad de los Andes 1 Edición. 2012. 32-38.
- Pietryczuk, A., Cudowski, A., Hauschild, T., Świsłockam M., Więcko, A., y Karpowicz, M. Abundance and Species Diversity of Fungi in Rivers with Various Contaminations. *Current Microbiology*. 2018; 75(5): 1-9.
- Grossart, H.P., y Rojas-Jiménez, K. Aquatic fungi: targeting the forgotten in microbial ecology. *Current Opinion in Microbiology*. 2016; 31: 140–145.
- Descals, E., y Moralejo, E. "Water and asexual reproduction in the ingoldian fungi". *Botanica Complutensis*. 2001; 25: 13- 71.
- Fernández, R., Smits, G., y Pinto, M. Características e importancia de los Hifomicetos acuáticos y registro de especies en Venezuela. *FARAUTE Cienc. y Tec*. 2010; 5(2): 56-73.
- Suresha, H., Krishnappa, M., Descals, E., Raju, G., y Taylor, B. "Diversity of aquatic hyphomycetes in Kalathgiri falls of Chikmagalur District, Karnataka, India". *International Journal of Microbiology Research*. 2013; 5(3): 410-416.
- Bärlocher, F. Aquatic hyphomycetes in a changing environment. *Fungal Ecol*. 2016; 19: 14 - 27.
- Duarte, S., Barlocher, F., Trabulo, J., Cassio, F., y Pascoal, C. Stream-dwelling fungal decomposer communities along a gradient of eutrophication unraveled by 454 pyrosequencing. *Fungal Diversity*. 2015; 70:127–148.
- Fernández, R., Vincenzo, S., y Smits, G. Evaluación de los hifomicetos acuáticos como bioindicadores de calidad ambiental en el río Chirgua (Bejuma, Venezuela). *Gestión y Ambiente*. 2017; 20(1): 82-94.
- Goh, T. K., y Hyde, K. D. Biodiversity of freshwater fungi. *Journal of Industrial Microbiology*. 1996; 17 (5-6): 328-345.
- Krauss, G.J., Solé, M., Krauss, G., Schlosser, D., Wesenberg, D., y Barlocher, F. Fungi in freshwaters: ecology, physiology and biochemical potential. *FEMS Microbiol Rev*. 2011; 35: 620–651.
- Da Silva, R.F., y Smits, G. Registro de la presencia de hifomicetos acuáticos en ríos de la cordillera de la costa, Venezuela. *Rev Inter-ciencia*. 2009; 34: 8. 1-7.
- Luna-Fontalvo, J. Hongos anamórficos acuáticos asociados a la hojarasca en el río Gaira de la costa del Caribe Colombiano. *Intrópica*. 2009; 4: 37-43.
- Ruiz-Chala, G.A., y Peláez-Rodríguez, M. Registro de hifomicetos acuáticos para la región andinoamazónica colombiana. *Biota Colombiana*. 2013; 14(2): 336-339.
- Narváez-Parra, E.X., Jerez, J.H., y Santos-Flores, C.J. Hifomicetos ingoldianos del río Frío (Floridablanca), Santander, Colombia. *Biota Colombiana*. 2016; 17 (2): 1 - 11.
- Peñate-Carranza, B., Tamaris-Turizo, C.E., y Luna-Fontalvo, J.A. Hongos ingoldianos de la parte media del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*. 2021; 45(174):208-216.
- Russo, G., Libkind, D., Sampaio, JP y Van Broock, M. Levaduras del Río Agrío y El Lago Caviahue, un ambiente acuático ácido de origen volcánico (Neuquén, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot*. 2006; 41 (3-4): 167 - 175.
- Ingold, C. Aquatic hyphomycetes of decaying alder leaves. *Transactions of the British Mycological Society*. 1942; 25 (4): 339-417.
- Gulis, V., Marvanova, L., y Descals, E. An illustrated key to the common temperate species of aquatic hyphomycetes. In: Graça M.A, Bärlocher F, Gessner M.O. (eds), *Methods to Study Litter Decomposition*. Dordrecht, Springer. 2005; 153-167.
- Fernández, R., y Smits, G. Registro de hifomicetos acuáticos en el río Guáquire de la Reserva Ecológica Guáquire (San Felipe, Venezuela). *Gestión y Ambiente*. 2018; 21(1): 121-128.
- Amilcar-Cáceres, O., Yorget, S., y Antje-Hofmann, T. Hifomicetos acuáticos asociados a hojarasca sumergida en el río Majagua, Chiriquí, Panamá. *Rev Mex Mico*. 2015; 42: 65 -69.
- Fiuza, P., Cantillo-Pérez, T., Monteiro, J., Gulis, V., y Pascholati, L.F. Rare hyphomycetes from freshwater environments from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia*. 2017; 104: 451- 466.

Si desea citar nuestro artículo:

Identificación taxonómica de hifomicetos acuáticos en la cuenca alta del río Bogotá (Colombia) a partir de muestras de espuma

Javier Fernando Díaz-Ovalle y Astrid Maribel Aguilera Becerra.

An Real Acad Farm (Internet].

An. Real Acad. Farm.Vol. 88. n°4 (2022) · pp. 721-725

DOI: <http://dx.doi.org/10.53519/analesranf.2022.88.04.03>

