

Los hongos costeros de Puerto Rico

Ángel M. Nieves Rivera

Resumen

Se ofrece un compendio de los trabajos que se han hecho en el campo de la micología marina en Puerto Rico y que se desconocen, salvo por un grupo muy reducido de especialistas. Además, se mencionan algunos aspectos generales y los grupos fúngicos más estudiados en las costas de la isla, basándose en hábitat y sustratos. Los grupos discutidos incluyen, pero no se limitan exclusivamente, a los hongos marinos, estuarinos, geofílicos, patógenos, arenícolas, alguícolas, lignícolas y manglicolas. *Palabras clave:* micología, hongos marinos, Mycota, costas, Puerto Rico, Caribe.

Abstract

A summary of the works that have been done on the field of marine mycology in Puerto Rico and they are known only by a small group of specialists. General aspects of the most studied fungal groups in the coasts of the island are also mentioned, based on their habitat and substrates. The most studied groups included but are not exclusively limited to marine, estuarine, geophilic, pathogenic, arenicolous, algal, lignicolous and manglicolous fungi.

Keywords: mycology, marine fungi, Mycota, coasts, Puerto Rico, Caribbean.

Los hongos están entre los microorganismos más importantes en la cadena alimentaria o trófica. Se definen como microorganismos no fotosintéticos con un núcleo verdadero, usualmente compuestos de una hifa filamentosa, aunque en ocasiones producen gemas (gemación), como es el caso de las levaduras. Según la definición de hongos marinos dada por Hyde et al. (2000), existen sobre 444 especies marinas descritas; sin embargo, Kirk et al. (2001) alegan que los hongos tienen una amplia distribución en el mar y en los

océanos, con 800 a 1,000 especies reconocidas. Estas últimas cifras ofrecidas por Kirk et al. (*ibid.*) podrían incluir las especies no descritas (*Ignoti*). Existen especies parasíticas o comensales de algas marinas o animales; también hay saprobios que son especies que se obtienen en los diversos sustratos marinos. Se han colectado en yerbas marinas, foraminíferos y otros protistas, madera a la deriva, corales y también en muchos otros sustratos. Las comunidades fúngicas también aparecen en las aguas salobres, los humedales marinos, los manglares, las salinas, las playas, las dunas y las planicies costeras. Aunque muchas esporas fúngicas se acumulan en la espuma de mar, los hongos no crecen allí. Muchas esporas de hongos tienen apéndices o proyecciones especiales que les sirven de anclaje al sustrato y en la dispersión (ver ilustraciones en Kohlmeyer y Volkman-Kohlmeyer, 199; Figura 1). Tradicionalmente, los hongos terrestres y acuáticos han sido los más estudiados por los micólogos puertorriqueños (e.g., Hernández Vera y Almodóvar, 1984). La taxonomía de los hongos de los ambientes costeros ha sido recientemente estudiada en Puerto Rico (e.g., Poonyth et al., 2000; Acevedo, 2001; Minter et al., 2001; Ruiz Suárez, 2004; Nieves Rivera, 2005; Maldonado Ramírez y Torres Pratts, 2005; Díaz Muñoz y Montalvo Rodríguez, 2005; Cantrell et al., 2007).

El manejo de los ambientes costeros por los seres humanos ha impactado de manera positiva o negativa. En Puerto Rico la contaminación en los manglares, estuarios, dunas y playas locales es algo difícil de ignorar, razón por la cual el rol de los microorganismos,

incluyendo a los hongos de los ambientes costeros, es determinante. Estos organismos pueden ayudar en la biodegradación de compuestos orgánicos como el petróleo y sus derivados; un ejemplo de esta situación es el de *Cladosporium sphaerospermum* obtenido en el Cayo María Langa (Guayanilla) y que es capaz de metabolizar el naftaleno ($C_{10}H_8$) y el fenantreno ($C_{14}H_{10}$) (Nieves Rivera et al., 2006; Figura 2).

El objetivo principal de este ensayo es resumir los trabajos que tratan acerca de la taxonomía ecológica de los hongos costeros de Puerto Rico y comentar sobre la incidencia de estos hongos poco conocidos en las costas de nuestra isla. Es importante aclarar que el término “hongo costero”, al igual que el de “hongo marino”, implica una clasificación puramente ecológica y fisiológica y no un rango taxonómico.

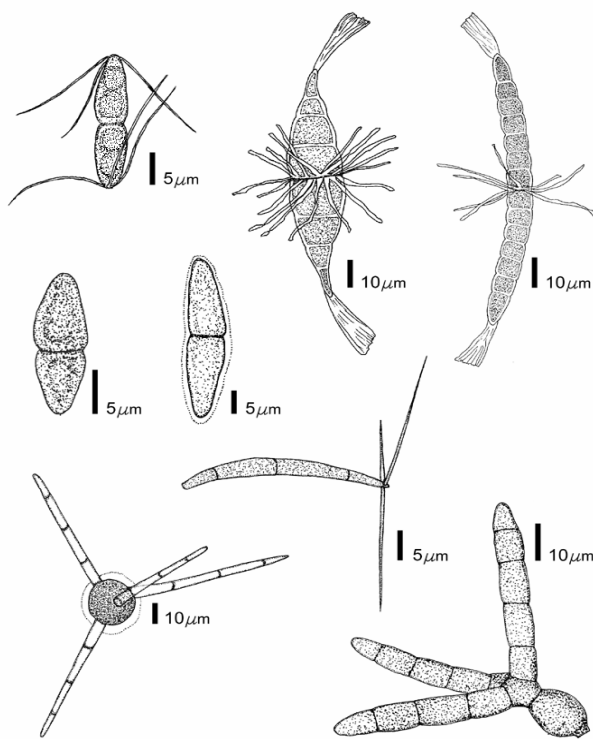


Figura 1. Esporas de hongos marinos y estuarinos de Puerto Rico (Nieves-Rivera y Santos-Flores, 2005).

Hongos en las costas de Borinquen

Hongos marinos. Son aquellos que crecen sobre madera sumergida u otros substratos en el agua de mar o como parásitos de diversos organismos (Guzmán, 1997). Algunas de las especies encontradas en Puerto Rico son: *Antennospora caribbea*, *Cystospora rhizophorae* (Figura 3), *Halorosellinia oceanica*, *Halosphaeria quadricornuta*, *Hydronectria tethys*, *Leptosphaeria australiensis*, *Lindra thalassiae*, *Lulworthia medusa*, *Periconia prolifica* y *Verruculina enalia*. La definición dada incluye a los hongos halotolerantes (e.g., *Asteridiella sepulta* y *Trimmatostroma* spp.) que causan una condición conocida como fumagina en el mangle negro (*Avicennia germinans*) (Figura 4).

Los hongos marinos fueron originalmente clasificados ecológicamente por el micólogo alemán Jan Kohlmeyer, quien los dividió en dos grupos principales: los obligados (tipo 1) y los facultativos (tipo 2) (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1979). Kohlmeyer definió como: “hongos marinos obligados a aquellos que crecen y esporulan exclusivamente en un hábitat marino o estuarino (agua salobre) y los facultativos como aquellos procedentes del agua dulce o áreas terrestres que también son capaces de crecer en un ambiente natural marino...” (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1979). En general, los hongos marinos se consideran de gran importancia en el reciclaje de nutrientes en los manglares, estuarios y humedales marinos (Kohlmeyer et al., 1995; Hyde y Lee, 1995). En muchos estudios se ha examinado la producción de hojarasca en los manglares (Bunt, 1995), el rol de los microorganismos en la descomposición en la hojarasca (Fell y Master, 1980) y su rol en la cadena trófica en los manglares (Robertson et al., 1992). La participación de los hongos en la descomposición de la hojarasca y la madera de los manglares también ha sido bien documentada (Hyde, 1990).

Hongos estuarinos. Son aquellos que pueden sobrevivir los cambios o fluctuaciones típicos de un estuario o un ambiente estuarino (Figura 1). Muchos de ellos son hongos acuáticos (agua dulce o marinos) o geofílicos que han invadido estos ambientes (e.g., los “hifomicetos acuáticos” de Santos Flores y

Betancourt López, 1997). Algunas especies de hongos encontrados en estuarios son saprobios que viven en partes de angiospermas, algas, en madera a la deriva, o en algún tipo de detrito vegetal, incluyendo las hojas de la hierba de tortuga marina, *Thalassia testudinum*. Un ejemplo es el hongo aero-acuático *Tetraploa aristata*, el cual es común en el estuario de la Laguna Rincón del Refugio de Vida Silvestre de Boquerón, al suroeste de Puerto Rico (Nieves Rivera, 2005). Esta especie fue originalmente informada como común para la Bahía de Chesapeake en Virginia (EE.UU.) (Kirk, 1969). Este microhongo es saprobio por naturaleza, pero también se encuentra en la espuma de los ríos, en cañaverales y en otras gramíneas y también en el suelo.

Hongos geofílicos. Constituyen un extenso grupo de hongos microscópicos, adscritos en su gran mayoría a los hongos mitospóricos, ascomicetos o basidiomicetos; todos los cuales, junto con otros microorganismos (e.g., bacterias, protozoarios, virus, nemátodos, algas), juegan un rol muy importante en la ecología y fertilidad del suelo; ocasionalmente son parásitos o crecen en la hojarasca (Guzmán, 1997). Algunos de los hongos microscópicos del suelo en Puerto Rico son: *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Chaetomium globosum*, *Cladosporium*

oxysporus, *Curvularia pallescens*, *Geotrichum candidum*, *Hortaea werneckii*, *Penicillium simplicissimum*, *Trichoderma viridae* y *Verticillium lecanii*. Aquí se incluyen a aquellos que habitan las dunas de arena y aquellos encontrados en las salinas.

Hongos patógenos. Varias especies de hongos potencialmente patógenos para el ser humano se han informado de los ambientes costeros de Puerto Rico, incluyendo los balnearios (e.g., *Aspergillus* spp., *Candida* spp., *Cryptococcus* spp., *Epidermophyton floccosum*, *Galactomyces geotrichum*, *Nectria hematococa*, *Rhodotorula glutinis*, *Scopulariopsis brevicaulis* y *Trichosporon* spp.) (Hernández Vera, 1972, 1975; Valdés Collazo et al., 1987; Nieves Rivera, 2005). De otra parte, muchas especies de hongos fitopatógenos han sido informados en las costas de Puerto Rico (e.g., *Cytospora* spp., *Helminthosporium* spp., *Pestalotiopsis disseminata*, *Phoma* spp., *Phytophthora palmivora*, *Pythium* spp., *Uredo* spp., *Stemphylium* spp.) (Nieves Rivera, 2005). Se conocen además hongos parásitos de peces (Bunkley Williams y Williams, 1995; Williams y Bunkley Williams, 1996; Rand et al., 2000), camarones (Cantrell y Betancourt, 1992), cangrejos (White et al., 2000) y abanicos de mar (Nieves Rivera, 2002).

Hongos arenícolas. Estos se han adaptado a vivir entre las partículas de arena en aguas bañadas por el agua, aunque no necesariamente obtienen sus nutrientes de la arena per se. Los hongos arenícolas se consideran en cierto modo equivalentes a los hongos de la hojarasca que crecen en los bosques y otros ambientes terrestres, debido a que consumen la materia orgánica que llega arrastrada por las mareas. Un alto porcentaje de hongos marinos (tanto ascomicetos como hongos mitospóricos) son arenícolas o habitantes de las arenas de la zona intermareal en el agua intersticial (e.g., *Arenariomyces* cf. *majusculus*, *A. triseptatus*, *Corollospora* cf. *colossa*, *C. filiformis*, *C. cf. pseudopulchella*). *Arenariomyces triseptatus* ha sido encontrado previamente de Cuba, Méjico y Puerto Rico (Nieves Rivera y Santos Flores, 2005; Figura 1).

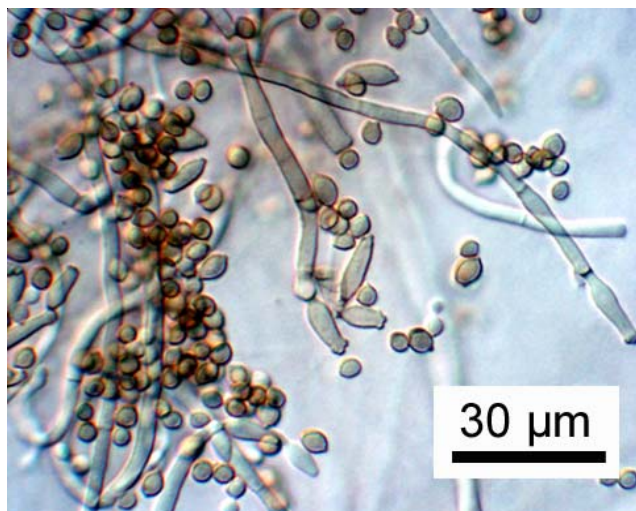


Figura 2. Estructuras somáticas del microhongo *Cladosporium sphaerospermum* (ATCC MYA-3069).



Figura 3. Masa esporífera filamentososa (cirros) de *Cytospora rhizophorae* en raíces aéreas y tallos vivos del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el suroeste de Puerto Rico (Nieves-Rivera, 2005).

Hongos alguícolas. Casi un tercio de todos los hongos marinos descritos mundialmente son alguícolas o están asociados a las algas (e.g., *Dendryphiella arenaria*, *Lindra thalassiae*, *Lulworthia grandispora*, *Xylaria* sp. y *Zalerion maritimum*). La mayoría de los hongos alguícolas son ascomicetos y hongos mitospóricos. Los basidiomicetos filamentosos no han sido registrados en algas marinas. Algunos estudios que incluyen los hongos alguícolas de Puerto Rico son los de Acevedo (1987, 2001) y Calzada (1988). La ocurrencia casual de hongos alguícolas responde a la producción de sustancias antibióticas por parte de las algas saludables (e.g., Hernández Vera y Almodóvar, 1983).



Figura 4. Crecimiento *in situ* de las fumaginas *Asteridiellasepulta* y *Trimmatostroma* spp. en hojas del mangle negro (*Avicennia germinans*) (Nieves Rivera et al., 2002).

Hongos lignícolas. Han sido los más estudiados de todos los hongos costeros debido a la disponibilidad

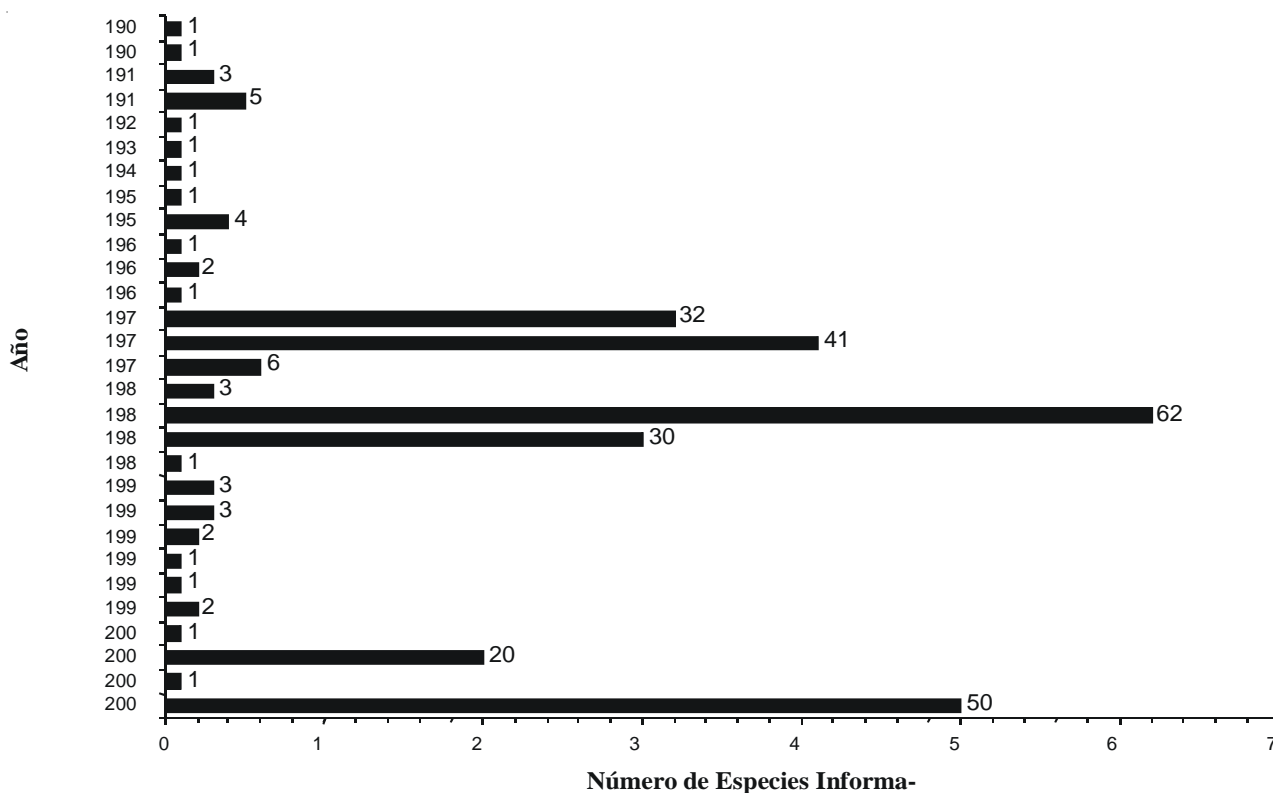


Figura 5. Taxones de hongos marinos (incluyendo los estuarinos) informados para Puerto Rico en publicaciones e informes inéditos entre 1900 y 2004. Los años seleccionados representan las fechas de las publicaciones de los registros. Los números de especies informadas no son acumulativos (Nieves-Rivera, 2005).

y abundancia de la madera usada como sustrato en estos ambientes. Cualquier trozo de madera no tratado que haya estado sumergido por un tiempo considerable en aguas marinas o estuarinas será atacado por los hongos. El ataque será más severo en mares tropicales que en los templados o fríos y será menor a mayor profundidad. Solo una disminución del oxígeno disuelto puede inhibir el crecimiento de estos hongos. Meyers (1957) colectó los primeros ascomicetos marinos lignícolas en Puerto Rico usando cebos de madera de pino no tratada. Otros hongos, como *Halorosellinia oceanica*, *Lulworthia* sp. y *Torpedospora radiata*, que son lignícolas o habitantes de la madera han sido informados en Puerto Rico (Nieves Rivera y Santos Flores, 2005).

Hongos manglícolas. Recientemente, se ha prestado mucha atención hacia la mortandad de los mangles (en Puerto Rico los manglares incluyen cuatro especies: el mangle rojo, *Rhizophora mangle*; el mangle negro, *Avicennia germinans*; el mangle blanco,

Laguncularia racemosa; y el mangle botón, *Conocarpus erectus*), causados según se entiende, por el mal uso y las condiciones ambientales desfavorables (Jiménez y Lugo, 1985) y también por enfermedades micóticas (Tattar y Wier, 2002; Schmit y Shearer, 2003), aparte de otros factores bióticos (e.g., enfermedades bacterianas, virales, etc.) y abióticos (e.g., condiciones climáticas adversas, cambios edáficos drásticos, contaminación, etc.). Aunque los hongos manglícolas han sido extensamente estudiados en diversas partes del mundo (Hyde y Lee, 1995; Schmit y Shearer, 2003), en muchas islas caribeñas son poco conocidos. En Puerto Rico se han efectuado varios estudios interesantes, como lo son los de Calzada (1999), Acevedo (2001), Minter et al. (2001), Nieves Rivera (2005) y Nieves Rivera et al. (2005, 2006). Algunos de los hongos manglícolas en Puerto Rico son: *Anthostomella rhizomorphae*, *Asteridiella lagunculariae*, *Cercospora conocarpi*, *Lineolata rhizophorae*, *Pterosporidium*

rhizomorphae, *P. rhizophorae* y *Schizothyrium lagunculariae*.

Comentarios finales

El estudio de los hongos costeros de Nieves Rivera (2005) se puede considerar como un suplemento de los trabajos monográficos de Minter et al. (2001) y Schmit y Shearer (2003). Mucha de la literatura que Minter et al. (*ibid.*) y Schmit y Shearer (*ibid.*) no incluyeron en sus trabajos fue debido a que esta sólo aparecía en publicaciones locales o de escasa circulación. Por ejemplo, muchos trabajos inéditos (e.g., tesis, informes técnicos y resúmenes en congresos o simposios) no están accesibles en el Internet (“World Wide Web”) y por ende no fueron incluidos en los trabajos monográficos debido a que estas son publicaciones oficiales (“peer-review”). Muchas de las especies marinas y estuarinas incluidas en el trabajo de Nieves Rivera (*op. cit.*) fueron estudiadas previamente por otros autores, cabe señalar los 62 taxones fúngicos informados por Hernández Vera en 1982, entre otros (Figura 5). Sin embargo, las indicaciones son que todavía faltan por descubrir muchas especies en los ambientes costeros. En ejemplo de esto último es el recién descrito microhongo *Periconia variicolor* aislado de agua hipersalina en las salinas de Cabo Rojo (Cantrell et al., 2007).

Los ascomicetos obtenidos en las porciones sumergidas en los mangles son, indudablemente, los hongos marinos más conocidos, lo que se debe a su amplia distribución geográfica (Hyde y Lee, 1995; Schmit y Shearer, 2003). Se ha encontrado además que los hongos mitospóricos se obtienen corrientemente en los sedimentos, los cuales sirven como trampas para su recepción (Schmit y Shearer, *ibid.*). La mayoría de los hongos costeros y manglicolas en Puerto Rico tienden a ser hongos mitospóricos. Esto se puede deber a la falta de estructuras morfológicas como apéndices en las esporas o a la parcialidad en los muestreos. Dicha parcialidad puede deberse a que a través de los años, la mayoría de los micólogos puertorriqueños han sido entrenados mayormente en la clasificación de los hongos mitospóricos (Nieves Rivera, 2005).

Las diferencias en las afinidades por substratos específicos entre los hongos marinos han sido bien documentadas. Los ascomicetos, por ejemplo, a menudo poseen apéndices, accesorios o las cubiertas gelatinosas que les ayudan en su anclaje a substratos de madera en la zona intermareal (Rees y Jones, 1984; Kohlmeyer y Volkmann Kohlmeyer, 1991; Hyde et al., 2000). Muchos de los hongos mitospóricos (excepto los hifomicetos acuáticos) carecen de estos apéndices. Esto podría explicar por qué las esporas son poco usuales en la zona intermareal, pero tan comunes entre los sedimentos, donde dichos apéndices son innecesarios para anclarse al substrato (Schmit y Shearer, 2003). En general, los basidiomicetos son raros en los ambientes acuáticos y marinos, lo cual explica su restricción a la zona por sobre del nivel del mar. En el ambiente terrestre, los basidiomicetos juegan un rol importante en la descomposición de material vegetal en el suelo boscoso. En los ambientes costeros, sin embargo, casi todo el detrito vegetal que entra en contacto con el agua de mar impide el crecimiento en la mayoría de los basidiomicetos. Esto si consideramos lo abrasivo del agua de mar y el constante movimiento de las olas, lo que puede ser devastador para los cuerpos fructíferos de estos organismos. Los oomicetos marinos, por otro lado, parecen estar presentes en casi todas las hojas caídas de los mangles intermareales, o al menos en las fases tempranas de la descomposición (Newell y Fell, 1995, 1997).

En conclusión, los datos de publicaciones previas, así como los resultados experimentales obtenidos por este autor acerca de los hongos costeros, son todavía escasos y no permiten que se especule sobre temas como la dispersión y biogeografía, sobre todo en Puerto Rico y en el Caribe. La mayor parte de la información sobre la taxonomía presentada aquí fue resumida a partir de los estudios, en ocasiones fragmentados, publicados o inéditos en Puerto Rico. No obstante, estos datos sugieren que la composición taxonómica y la biodiversidad de los hongos costeros pueden ser más complejas de lo que previamente se había sospechado. Faltan también estudios genético-moleculares, cladísticos y filogenéticos que sirvan para sustentar la biogeografía de estos hongos. En otras palabras, las playas, los estuarios, las dunas de arena

y manglares, usualmente desatendidos como habitáculos de los hongos, pueden contener una gran variedad de especies mucho mayor que la registrada anteriormente. Esta situación llama la atención sobre la importancia de continuar estudiando dichos habitáculos para contribuir a la conservación y conocimiento de la biodiversidad de los hongos costeros de Puerto Rico.

Agradecimientos

A Juan A. Rivero y Carlos J. Santos Flores, ambos catedráticos del Departamento de Biología de la Universidad de Puerto Rico del Recinto de Mayagüez (UPRM) por sus comentarios y sugerencias. La digitalización de las figuras fue posible gracias a la gentileza de Peter Rocafort (Departamento de Ciencias Marinas, UPRM).

Literatura citada

- Acevedo, C.T. 1987. Hongos marinos de arena, madera y mangle de La Parguera, Puerto Rico. Tesis de maestría, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 38 pp.
- Acevedo, C.T. 2001. Marine fungi in Puerto Rico: Endophytism and biodegradation. Disertación doctoral, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico. 85 pp.
- Bunkley-Williams, L. y E.H. Williams, Jr. 1995. Parásitos de peces de valor recreativo en agua dulce de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, San Juan y Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 186 pp.
- Bunt, J.S. 1995. Continental scale patterns in mangrove litter fall. *Hydrobiologia* 295:135-140.
- Calzada, C.M. 1988. El hongo *Lindra thalassiae* Orpurt et al. asociado a *Thalassia testudinum* Banks ex König en La Parguera, Puerto Rico. Tesis de maestría, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 64 pp.
- Calzada, C.M. 1999. Enfermedades foliares causadas por hongos en mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en La Parguera, Puerto Rico. Disertación doctoral, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 62 pp.
- Cantrell, S.A. y C. Betancourt. 1992. Evaluación micológica preliminar de un estanque para la crianza del langostino *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) en Puerto Rico. *International Journal of Mycology and Lichenology* 4:379-383.
- Cantrell, S.A., R. T. Hanlin and A. Emiliano. 2007. *Periconia variicolor* sp. nov., a new species from Puerto Rico. *Mycologia* 99:482-487.
- Díaz Muñoz, G. y R. Montalvo Rodríguez. 2005. Halophilic black yeast *Hortaea werneckii* in the Cabo Rojo solar salterns: its first record for this extreme environment in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 41:360-365.
- Fell, J.W. y I.M. Master. 1980. The association and potential role of fungi in mangrove detrital system. *Botanica Marina* 23:257-263.
- Guzmán, G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina—Introducción a la etnomicología y micología aplicada de la región: Sinonimia vulgar y científica. Instituto de Ecología, A.C., Veracruz, México. 356 pp.
- Hernández Vera, E. 1972. Estudio comparativo de hongos patógenos y potencialmente patógenos aislados en tres balnearios del oeste de Puerto Rico. Tesis de maestría, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 144 pp.
- Hernández Vera, E. 1975. Hongos patógenos o potencialmente patógenos de los balnearios del oeste de Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 15:5-9.
- Hernández Vera, E. 1982. Biota micótica de la zona supralitoral, entremareas y sublitoral de la costa norte y sur de Puerto Rico. Disertación doctoral, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 122 pp.
- Hernández Vera, E. y L.R. Almodóvar. 1983. *Gonyaulax tamarensis* Lebour (Pirrofita) y *Falkenbergia hillebrandii* (Barnet) Falkenberg (Rodofita), dos organismos con capacidades fungistáticas de las costas de Puerto Rico. *Science-Ciencia* 10:24-26.
- Hernández Vera, E. y L.R. Almodóvar. 1984. El crecimiento de algunos hongos en diferentes concentraciones de agua de mar. *Science-Ciencia* 11:59-65.
- Hyde, K.D. 1990. A comparison of the intertidal mycota of five mangrove tree species. *Asian Marine Biology* 7:93-107.

- Hyde, K.D. y S.Y. Lee. 1995. Ecology of mangrove fungi and their role in nutrient cycling: what gaps occur in our knowledge? *Hydrobiologia* 295:107-118.
- Hyde, K.D., V.V. Sarma y E.B.G. Jones. 2000. Morphology and taxonomy of higher marine fungi. *En* Hyde, K.D. y S.B. Pointing (eds.), *Marine mycology: a practical approach*, pp. 172-204. Fungal Diversity Research Series 1, Fungal Diversity Press Hong Kong, Hong Kong.
- Jiménez, J.A. y A.E. Lugo. 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica* 17:177-185.
- Kirk, P.M., P.F. Cannon, J.C. David y J.A. Stappers (eds.). 2001. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the fungi*, ninth edition. CAB International & Cambridge University Press, United Kingdom. 655 pp.
- Kirk, P.W., Jr. 1969. Aquatic hyphomycetes on wood in an estuary. *Mycologia* 61:177-181.
- Kohlmeyer, J. y E. Kohlmeyer. 1979. *Marine mycology: the higher fungi*. Academic Press, New York. 690 pp.
- Kohlmeyer, J. y B. Volkmann Kohlmeyer. 1991. Illustrated key to the higher marine fungi. *Botanica Marina* 34:1-61.
- Kohlmeyer, J., B. Bebout y B. Volkmann Kohlmeyer. 1995. Decomposition of mangrove wood by marine fungi and Teredinids in Belize. *Marine Ecology* 16:27-39.
- Maldonado-Ramírez, S. L. y H. Torres Pratts. 2005. First report of *Clathrus cf. crispus* (Basidiomycota: Clathraceae) occurring on decomposing leaves of *Rhizophora mangle*. *Caribbean Journal of Science* 41:357-359.
- Meyers, S.P. 1957. Taxonomy of marine pyrenomycetes. *Mycologia* 49:475-528.
- Minter, D.W., M. Rodríguez Hernández y J. Mena Portales. 2001. *Fungi of the Caribbean: an annotated checklist*. PDMS Publishing, Middlesex, United Kingdom. 946 pp.
- Newell, S.Y. y J.W. Fell. 1995. Do halophytophthoras (marine Pythiaceae) rapidly occupy fallen leaves by intraleaf mycelial growth? *Canadian Journal of Botany* 73:761-765.
- Newell, S.Y. y J.W. Fell. 1997. Competition among mangrove oomycetes, and between oomycetes and other microbes. *Aquatic Microbial Ecology* 12:21-28.
- Nieves Rivera, Á.M. 2002. Sea fan aspergillois— what is it? *Inoculum* 53(6):10-13.
- Nieves Rivera, Á.M. 2005. Coastal mycology of Puerto Rico: A survey and biological aspects of marine, estuarine, and mangrove fungi. *Disertación doctoral*, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 382 pp. [<http://grad.uprm.edu/tesis/nievesrivera.pdf>]
- Nieves Rivera, Á.M. y C.J. Santos Flores. 2005. Aquatic fungi from estuaries in Puerto Rico: Mouth of the Manatí River. *The Journal of Agriculture of University of Puerto Rico* 89:97-105.
- Nieves Rivera, Á.M., T.A. Tattar y E.H. Williams, Jr. 2002. Sooty mould-plant hopper association on leaves of the black mangrove *Avicennia germinans* (L.) Stearn in southwestern Puerto Rico. *Arboricultural Journal* 26:141-155.
- Nieves Rivera, Á.M., T.A. Tattar y L. Ryvardeen. 2005. Manglicolous basidiomycetes of southwestern Puerto Rico and southwestern Florida (U.S.A.). *Hoehnea* 32:49-57.
- Nieves Rivera, Á.M., N.J. Rodríguez, F.M. Dugan, B.R. Zaidi y E.H. Williams, Jr. 2006. Characterization of *Cladosporium oxysporum* and *C. sphaerospermum* using polyaromatic hydrocarbons (PAHs) as their sole carbon source in tropical coastal seawater. *En* Méndez-Vilas, A. (ed.), *Modern Multidisciplinary Applied Microbiology: Exploiting Microbes and their Interactions*, pp. 483-487. Wiley-VCH Press, Weinheim.
- Poonyth, A.D., K.D. Hyde, A. Aptroot y A. Peeraly. 2000. *Mauritania rhizophorae* gen. et sp. nov. (Ascomycetes, Reuquenellaceae), with a list of terrestrial saprobic mangrove fungi. *Fungal Diversity* 4:101-116.
- Rand, T.G., L. Bunkley Williams y E.H. Williams, Jr. 2000. A hyphomycete fungus, *Paecilomyces lilacinus*, associated with wasting disease in two species of *Tilapia* from Puerto Rico. *Journal of Aquatic Animal Health* 12:149-156.
- Rees, G. y E.B.G. Jones. 1984. Observations on the attachments of spores of marine fungi. *Botanica Marina* 7:145-160.
- Robertson, A.I., D.M. Alongi y K.G. Boto. 1992. Food chains and carbon fluxes. *En* Robertson, A.I. y D.M. Alongi (eds.), *Tropical mangrove ecosystems*, pp. 293-326. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- Ruiz Suárez, J.Y. 2004. Arenicolous filamentous fungi in Mayagüez Bay, western Puerto Rico. *Tesis de maestría*, Universidad de Puerto Rico,

- Mayagüez, Puerto Rico. 58 pp. [<http://grad.uprm.edu/tesis/ruizsuarez.pdf>]
- Santos Flores, C.J. y C. Betancourt López. 1997. Aquatic and water-borne hyphomycetes (Deuteromycotina) in streams of Puerto Rico (including records from other neotropical locations). *Caribbean Journal Science Special Publication* 2:1-116.
- Schmit, J.P. y C.A. Shearer. 2003. A checklist of mangrove-associated fungi, their geographical distribution and known host plants. *Mycotaxon* 85:423-477.
- Tattar, T.A. y A.M. Wier. 2002. Proposed etiology of *Cytospora rhizophorae* canker of *Rhizophora mangle* in southwestern Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 38:156-158.
- Valdés Collazo, L., A.J. Schutz y T.C. Hazen. 1987. Survival of *Candida albicans* in tropical marine and fresh waters. *Applied and Environmental Microbiology* 53:1762-1767.
- White, M.M., M.J. Cafaro y R.W. Lichtwardt. 2000. Arthropod gut fungi from Puerto Rico and summary of tropical trichomycetes worldwide. *Caribbean Journal of Science* 36:210-220.
- Williams, E.H., Jr. y L. Bunkley Williams. 1996. Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the western Atlantic. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, San Juan y Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 382 pp.
- Fitopatología (Patología vegetal).** Ciencia que estudia las enfermedades de las plantas, bien sean producidas por parásitos vegetales o animales, por virus, o por agentes inanimados físicos y químicos.
- Fumagina.** Costra o polvo negruzco que recubre ramas y hojas, formado por el micelio de diversos hongos que rara vez se presentan en forma perfecta, por lo que su identificación es muchas veces difícil o complicada.
- Geofílico, -ca.** Que vive o se desarrolla en el suelo, llamado también terrestre o terrícola.
- Halotolerante.** Que soporta los ambientes y terrenos salinos; lo que tolera el agua de mar.
- Hifa.** Cada uno de los elementos filamentosos que constituyen el aparato vegetativo de un hongo.
- Hipersalino, -ina.** Dícese de aquel medio cuya concentración de sal es superior a la de agua de mar.
- Hongo.** Dícese de los organismos que no producen su propio alimento (heterótrofos), que se alimentan de materia en descomposición (saprófitos o saprobios) o parásitos, cuyas células carecen de cloroplasto y su membrana puede ser celulósica o tener micosina. Su aparato vegetativo (talo) puede ser sencillo o ramificado, continuo (cenocítico) o tabicado (septado). Se multiplican por vía asexual mediante zoósporas, conidios, oidios, etc., que son formas subalternas (anamórficas), o mediante ascosporas o basidiosporas en las formas superiores (teleomórficas).
- Hongo aero-acuático.** Grupo de hongos mitospóricos que se desarrollan bajo el agua pero que producen sus esporas al aire libre.
- Lignícola.** Que vive o se desarrolla sobre la madera.
- Manglicola.** Que medra o se desarrolla sobre los mangles.
- Micelio.** Talo de los hongos, formado por células desprovistas de cloroplastos, heterótrofas, por consiguiente, reunidas en filamentos (hifas).
- Micología.** Ciencia que estudia los hongos y los organismos parecidos a éstos (e.g., oomicetos, mixomicetos, protostélidos, dictiostélidos, etc.).
- Microorganismo.** Organismo microscópico, invisible a simple vista, llamado también microbio.
- Patógeno.** Organismo capaz de causar enfermedad.
- Queratófilico.** Que le gusta la queratina (compuesto orgánico albuminoideo de naturaleza córnea que forma las uñas por ejemplo).
- Saprobio.** Organismo que utiliza como alimento la sustancia orgánica muerta.

Vocabulario

- Arenícola.** Dícese del organismo que vive en la arena, llamado también psamófilo.
- Costa, -ero, -era.** Orilla del mar y tierra que está cerca de ella.
- Detrito.** Entiéndase materia orgánica en descomposición.
- Edáfico, -ca.** Relativo al suelo.
- Espora (conidio, -a).** Pequeña unidad de propagación que funciona como semilla, pero se diferencia de ella porque la espora no tiene el embrión preformado.
- Esporular.** Producción de esporas o conidios.
- Estuario, -ino, -ina.** Área de la costa donde el agua dulce proveniente de la tierra se mezcla con el agua de mar o está bajo la influencia de las mareas.
- Filogenia.** El estudio de la evolución de un grupo de organismos a través del tiempo, basándose en estudios de la morfología comparativa, genética molecular, cladística, citología, fisiología, bioquímica, ultraestructuras y paleontología.
- Fitopatógeno.** Organismo capaz de causar una enfermedad a plantas.

Dr. Ángel M. Nieves Rivera, U.S. Customs and Border Protection, Office of Field Operations (Agriculture Specialists), John F. Kennedy International Airport, New York (anievesster@gmail.com).