

CYTOSPORA RHIZOPHORAE KOHLM. & E. KOHLM (VALSACEAE, ASCOMYCOTA) EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Cytospora rhizophorae Kohlm & E. Kohlm. (Valsaceae, Ascomycota) in the Dominican Republic

Omar Paíno Perdomo

Área de Ciencias Básicas y Ambientales. Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). República Dominicana. E-mail: omar.perdomo@intec.edu.do

Virgilio Miniño

Área de Ciencias Básicas y Ambientales. Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). República Dominicana.

Luis Rodríguez de Francisco

Área de Ciencias Básicas y Ambientales. Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). República Dominicana.

Yolanda León

Área de Ciencias Básicas y Ambientales. Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). República Dominicana.

Recibido: Febrero 4, 2018 Aprobado: Marzo 22, 2018

Cómo citar: Perdomo, O. P., Miniño, V., Rodríguez de Francisco, L., & León, Y. (2018). *Cytospora rhizophorae* Kohlm. & E. Kohlm (Valsaceae, Ascomycota) en la República Dominicana. *Ciencia, Ambiente Y Clima*, 1(1), 23-31. <https://doi.org/10.22206/cac.2018.v1i1.pp23-31>

Resumen

Cytospora rhizophorae es un hongo patógeno y causa la muerte regresiva del mangle. Los cuerpos fructíferos son de color amarillo anaranjado, y requiere de una herida para infectar el huésped. Esta especie está adaptada a las altas temperaturas y concentraciones elevadas de salinidad. Se reporta la especie por primera vez para la República Dominicana sobre *Rhizophora mangle* y se documenta por primera vez la nanoornamentación de los cirros.

Palabras clave: *Cytospora rhizophorae*, hongo patógeno, mangle, primer reporte.

Abstract

Cytospora rhizophorae is a pathogenic fungus and causes regressive death of the mangrove. The fruiting bodies are orange-yellow in color and require a wound to infect the host. This species is adapted to high temperatures and high concentrations of salinity. The species is reported for the first time for the Dominican Republic on the *Rhizophora mangle* and the nanoornamentación of cirrus is documented for the first time.

Keywords: *Cytospora rhizophorae*, pathogenic fungus, mangrove, first report.



1. Introducción

Los manglares proveen una gran variedad de componentes de biodiversidad que son primordiales para el funcionamiento y la calidad ambiental de los ecosistemas costeros tropicales. Dentro de los servicios ecosistémicos dominantes de los manglares podemos mencionar el mantenimiento de hábitats costero-marinos, la provisión de alimentos y refugio para una gran variedad de organismos a diferentes niveles tróficos. Los seres humanos además de utilizar los servicios del manglar de forma directa, se benefician de forma indirecta, pues éstos contribuyen con la protección de las comunidades costeras de múltiples maneras, como en la reducción de las energías de las olas, reciclaje del nitrógeno y mejora de la calidad de las corrientes de agua (CONABIO, 2008).

Además, los mangles son transferidores de grandes flujos de energía a los sistemas marinos, gracias a su capacidad de evapotranspiración, sirven como fuente de enfriamiento natural para las comunidades cercanas, actúan como sumideros naturales de CO₂, son excelentes detoxificadores y amortiguadores de inundaciones, hábitat de los estadios juveniles de cientos de especies de peces, moluscos y crustáceos (Cabral, Mantilla & Quiñones, 2010).

Los árboles de mangles presentan interesantes adaptaciones a su ambiente acuático, algunos como el género *Rhizophora* posee raíces adventicias, otros tienen raíces aéreas con geotropismo negativo (neumatóforos) como en *Avicennia* sp. La mayoría poseen semillas o plántulas vivíparas. Las raíces, troncos, hojas y semillas sumergidas, así como los que se encuentran en la zona intermareal, proporcionan un único hábitat para los hongos marinos (Chapman 1976; Sarma & Hyde, 2001).

A nivel mundial se estima que la superficie correspondiente a los manglares es de aproximadamente, 16,530,000 ha (León, 2001). En la República Dominicana ocupan una superficie de 257.40 km² (MIMARN, 2012) equivalente a 25,740

ha, representando el 0.155 % del total mundial. Las especies de mangles reportadas para el país son mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle prieto (*Avicennia germinans*) y mangle botón (*Conocarpus erectus*) (CIBIMA, 1992).

La región del Caribe es uno de los 25 puntos geográficos de más alta biodiversidad en el mundo. El 11% de la vegetación primaria en la región contiene un 2.3% de plantas endémicas y un 2.9% son vertebrados (Myers *et al.*, 2000). Estos valores nos indican que la región debe ser considerada de prioridad para la conservación.

En las comunidades de mangle existe una dominancia de hongos ascomicetes en relación a otros grupos taxonómicos. De acuerdo a Kohlmeyer & Kohlmeyer (1979), y Hyde & Sarma (2000), estos organismos tienen un conjunto de adaptaciones que le han permitido su sobrevivencia en este medio.

En la actualidad, aproximadamente 70,000 especies de hongos han sido descritas, esto representa un 5% de 1.5 millones de especies existentes según Hawksworth (1991, 1993); May (1996) y Raven y Wilson (1992).

Algunos autores como Hawksworth (1991, 2001, 2012) y Blackwell (2011) calculan que deben existir aproximadamente entre 1.5 y 5.1 millones de especies de hongos en el mundo. La mayor parte de las especies conocidas corresponden a regiones templadas del hemisferio norte.

En la mayoría de los inventarios, las especies de hongos en la región son nuevos para la ciencia, aproximadamente entre un 15-30% (May, 1996). Minter, Rodríguez-Hernández & Mena-Portales (2001) compiló sobre las especies de hongos en la región del Caribe, y publicó un total de 11,268 especies de hongos para Bahamas, Antillas Menores, Venezuela, Colombia y Honduras.

En las Antillas Mayores, más de 5,000 colecciones de Basidiomycetes fueron reportadas, y de estas,

aproximadamente 400 especies fueron clasificadas (Cantrell, Lodge & Baroni, 2001; Lodge, Baroni & Cantrell, 2002).

Pocos proyectos de investigación sobre micología han tratado de cuantificar la diversidad de hongos en la República Dominicana. Sin embargo, en 1996, con el proyecto Basidiomycetes de las Antillas Mayores se inventarió: Puerto Rico, Jamaica, St. John, Islas Vírgenes y la República Dominicana. Ese proyecto fue dirigido por la Dra. D. J. Lodge, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, con la finalidad de determinar la diversidad de especies de hongos en la región del Caribe. Sin embargo, en el inventario no se incluyeron los chytridiomycetes, zygomycetes, pucciniales (royas), ni los hongos de ambientes marinos.

Los hongos, a pesar de su importancia y elevado número, han sido poco estudiados y permanecen pobremente documentados, especialmente en África y Suramérica.

Cytospora rhizophorae es un hongo patógeno y causa la muerte regresiva del mangle. Fue descrita por Kohlmeyer y E. Kohlmeyer en 1971. Los cuerpos fructíferos son de color amarillo anaranjado, dando la apariencia de hilos, y requiere de una herida para infectar el huésped. Estas heridas pueden ser de origen biótico (herbívoros, macro invertebrados) o por acción física (tormentas, corte). Esta especie está adaptada a las altas temperaturas y concentraciones elevadas de salinidad.

El objetivo de esta investigación fue determinar la distribución geográfica y la epidemiología de *Cytospora rhizophorae*, en la República Dominicana.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

Se seleccionaron cuatro parques nacionales, los cuales describimos brevemente a continuación, en base a Feliz & López Belando (2010).

El **Parque Nacional Los Haitises**, está localizado en el extremo Nordeste de la República Dominicana, en las provincias Monte Plata, Hato Mayor y Samaná. Tiene una extensión de 1,315 km², incluyendo varios cayos. La flora y la vegetación de este parque se caracterizan por ser un bosque húmedo.

Parque Nacional Jaragua, está localizado en el extremo Suroeste de la República Dominicana, en la provincia Pedernales. Tiene una extensión de 1,536 km², incluyendo la Isla Beata y otros islotes. La flora y la vegetación de este parque se caracterizan por ser un bosque seco.

Parque Nacional del Este está localizado en el extremo Sureste de la República Dominicana, en la provincia La Altagracia. Tiene una extensión de 420 km², incluyendo la Isla Saona. La flora y la vegetación de este parque ha sido una de las más estudiadas.

Parque Nacional Monte Cristi, está localizado en el extremo Noroeste de la República Dominicana, en la provincia Monte Cristi. Tiene una extensión de 550 km², incluyendo los cayos Siete Hermanos. La flora y la vegetación se caracterizan por ser un bosque seco.

2.2 Caracteres micológicos evaluados

Colección del material

Los especímenes se colocaron en bolsas de papel y se hicieron las descripciones macroscópicas de los cuerpos fructíferos y se tomaron anotaciones sobre el hospedero donde fue colectado, con la finalidad de identificar el género y la especie de la planta hospedera. Se tomaron fotografías *in situ* y se observó el daño que le proporciona a la planta. Las muestras se llevaron al laboratorio y se colocaron en un deshidratador portátil para su secado, a una temperatura de 30°C, entre 12 a 24 horas.

Descripción del material

Las características tomadas en cuenta fueron:

Morfología de los conidios, tipo de pared (lisa u ornamentada), color, tamaño, y presencia de estructuras estériles. Las muestras fueron montadas en lactofenol para ser observadas a través de un microscopio óptico. Dibujos microscópicos se realizaron con la ayuda de una cámara lúcida.

Se realizó microscopía electrónica de Barrido en la Unidad de Microscopía de J. W. Goethe Universidad (Frankfurt del Meno, Alemania).

3. Resultados

Más de 30 especímenes de *Cytospora rhizophorae* fueron colectados en el Parque Nacional Monte Cristi, sobre *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae).

Figura N°. 1. Localidad de *Cytospora rhizophorae* sobre *Rhizophora mangle* en el Parque Nacional Monte Cristi.

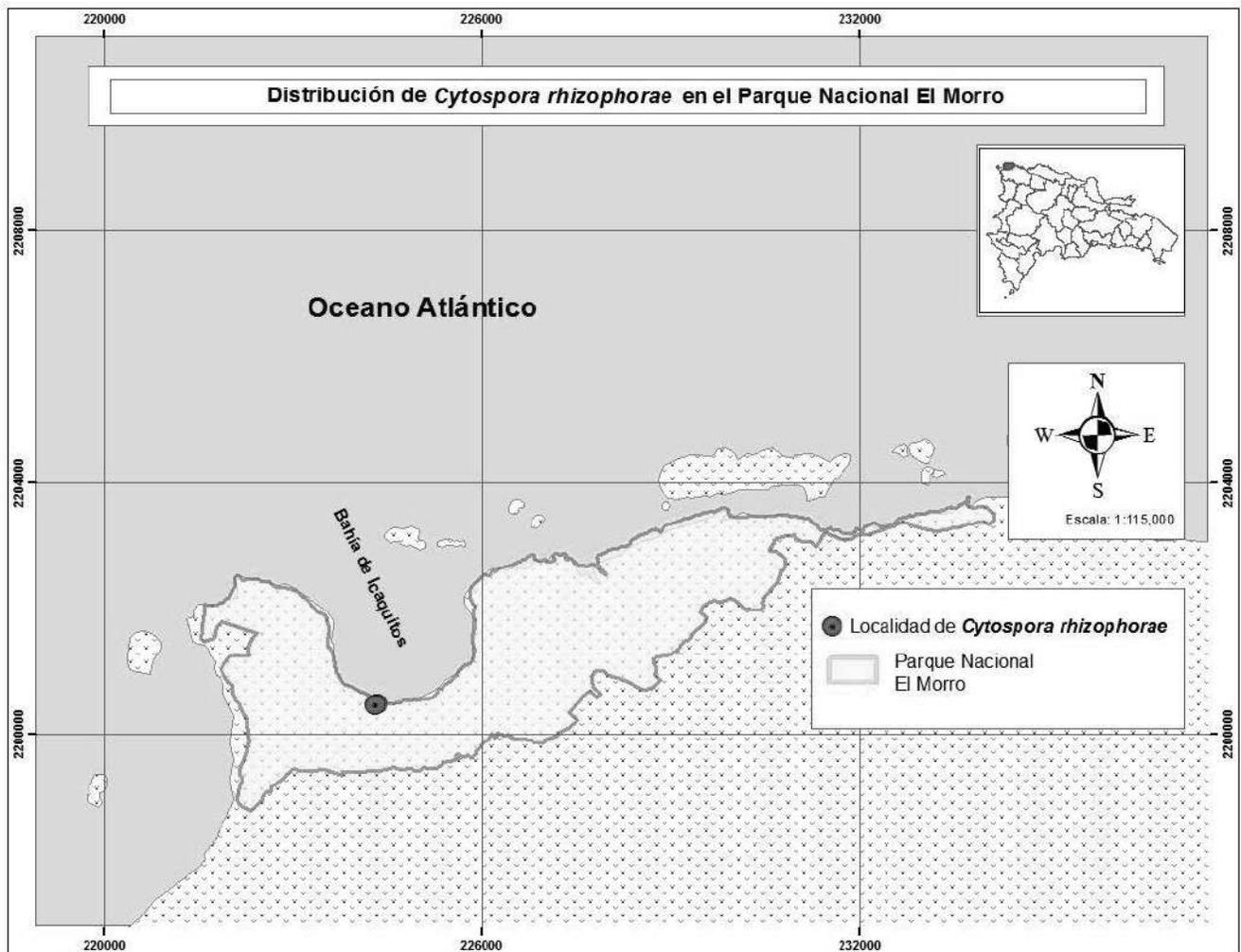
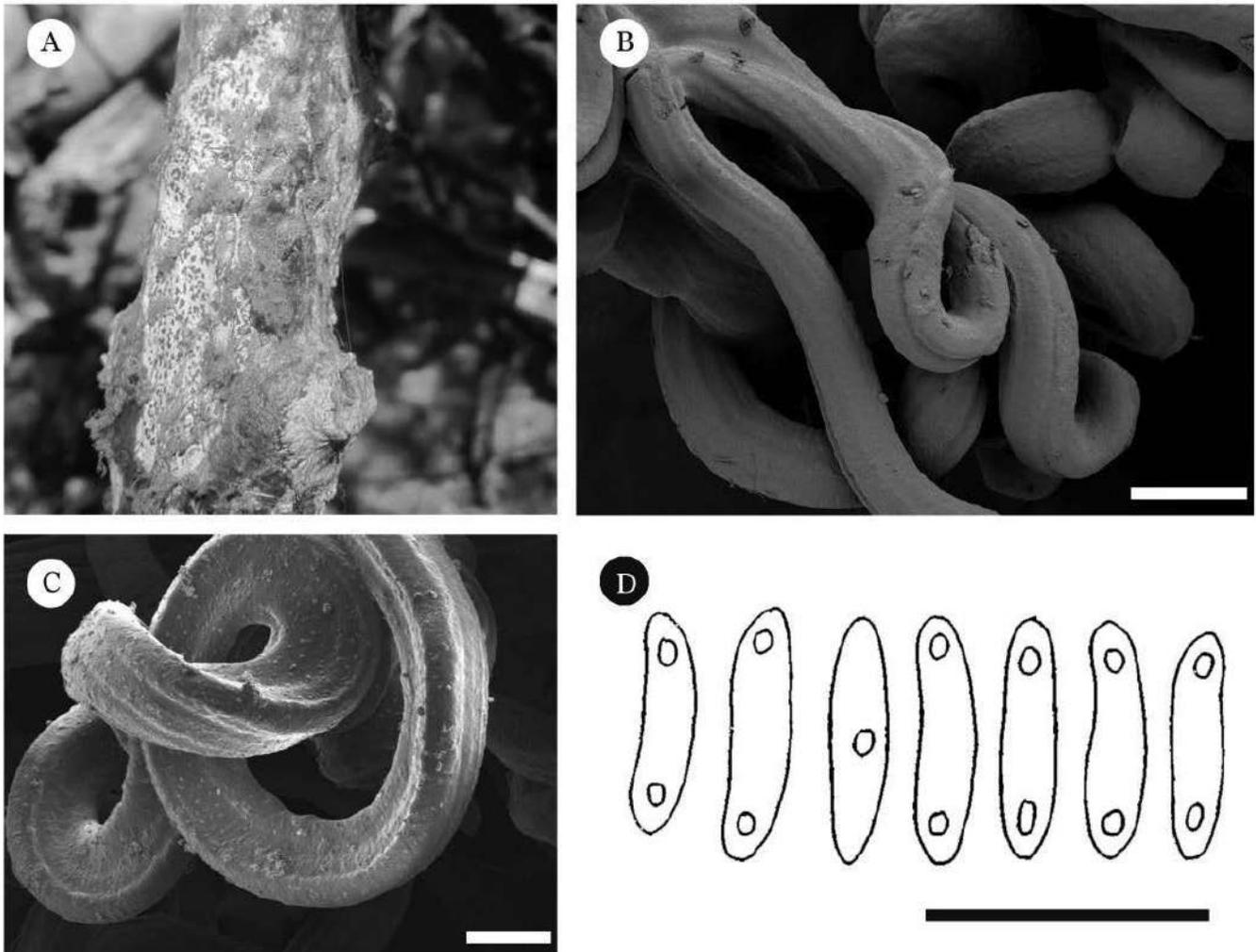


Figura N°. 2. *Cytospora rhizophorae*. A. *Cytospora rhizophorae* sobre *Rhizophora mangle*; B y C. Microscopía electrónica de barrido de los cirros, observe la nanoornamentación (Escala= 300 µm y 100 µm respectivamente; C. Conidios (Escala= 5 µm).



Cytospora rhizophorae, Kohlm y E. Kohlm., Mycologia 63(4), 847 (1971).

Descripción original en Kohlmeyer y Kohlmeyer, Mycologia 63(4), 847 (1971).

Hospederos: Sobre *Laguncularia racemosa*: Brazil (Trierweiler-Pereira, Baltazar & Loguercio-Leite, 2008). Sobre: *Rhizophora mangle*: Brazil, Florida, Hawaii, Louisiana (Trierweiler-Pereira *et al.*, 2008; Kohlmeyer & Kohlmeyer 1971; Kepley, Reeves, Jacobi & Adams, 2015; Tattar, Klekowski & Stern 1994; Tattar & Wier 2002;

Wier, Tattar & Klekowski, 2000); y sobre *Rhizophora sp.*: Papúa Nueva Guinea y Australia (Shaw 1984, 1989).

Distribución: Pantropical (Farr & Rossman, 2017). Se ha reportado en Guatemala, Florida, Hawaii (Kohlmeyer & Kohlmeyer 1971); India (Nambiar & Raveendran 2008; Chinnaraj 1993); Brasil, Bahamas, Bermuda, Liberia, Martinica, Sierra Leona (Trierweiler-Pereira *et al.*, 2008), Papúa-Nueva Guinea (Shaw 1989, Tattar *et al.*, 1994); Puerto Rico (Tattar *et al.*, 1994; Tattar & Wier 2002; Wier *et al.*, 1999).

Especímenes examinados: Sobre *Rhizophora mangle*, Provincia Monte Cristi, Parque Nacional Monte Cristi, 26-II-2015, Omar Paíno Perdomo y Virgilio Miniño OPP-1916 (JBSD).

Comentarios: La especie es de fácil reconocimiento en el campo por la intensidad del amarillo anaranjado de los cirros o hilos. Estos alcanzan una longitud mayor a 6 mm. Picnidios 0.5-1 mm de alto x 1.5-1.8 mm diámetro, numerosos, subcorticoides, solitarios, agregados, marrón, coriáceos, ostiolados. Conidios 3-5 (-6) x 1.1-1.5 micras, alantoides, elipsoides a cilíndricos, las medidas de los conidios de nuestros especímenes corresponden con la descripción de Kohlmeyer y Kohlmeyer (1971). Se reporta por primera vez la nanoornamentación de la superficie de los cirros.

Los especímenes fueron depositados en el herbario Jardín Botánico de Santo Domingo de la República Dominicana.

Los manglares de la República Dominicana han sido el foco de numerosas investigaciones, sobre ecología y productividad del mangle, edad del manglar, diversidad de la flora de especies de mangle, diversidad de la flora de árboles terrestres cercanos. Sin embargo, ningún estudio se ha enfocado en el estudio de la microbiota marina asociada.

La geografía juega un papel importante en la diversidad de hongos presentes en el mangle, esa especie solo ha sido observada en el Parque Nacional Monte Cristi. La presencia en el mangle se debe por acción física de cortes realizados por los pescadores. Sin embargo, en las otras áreas protegidas estudiadas no se observó su presencia. En el Parque Nacional Los Haitises y el Parque Nacional Jaragua, las poblaciones de mangle están muy conservadas, lo cual ofrece una desventaja para el crecimiento de esta especie parásita.

En general, la biodiversidad de la microbiota marina en la isla La Hispaniola ha sido poco estudiada, en comparación con otros países o regiones tropicales,

tales como Cuba (Samón-Legra & Enríquez Lavandera 2010); Puerto Rico (Wier *et al.*, 2000), Tattar & Wier 2002); Estados Unidos (Wagner-Merner 1972; Kohlmeyer, 1975; Koehn, 1979; Kohlmeyer & Kohlmeyer 1979, Kohlmeyer & Volkmann-Kohlmeyer 1997, Kohlmeyer *et al.*, 2004); Sudáfrica (Steinke 2000); Egipto (Abdel-Wahab 2005); México (González, Hanlin & Ulloa, 1998; González *et al.*, 2001, 2007); Malasia (Jones & Kuthubutheen 1990; Sundari, Vikineswary, Yusoff & Jones, 1996); y la India (Prasannarai & Sridhar 2001; Ananda & Sridhar 2004; Nambiar & Raveendran 2008).

La microbiota marina dominicana está por recibir mayores aportes sobre los hongos marinos, con el proyecto *Hongos marinos en dos playas de la República Dominicana*. Este es el primer estudio sobre hongos marinos que se realiza en el país, y con este reporte se ha evidenciado la necesidad de nuevas investigaciones para contribuir al conocimiento de la biodiversidad marina en manglares, arrecifes, etc., nunca antes inventariados.

Los escenarios climáticos permiten una primera aproximación a los posibles impactos del cambio climático. En la República Dominicana los escenarios de cambio climático no se alejan de los escenarios proyectados para la región del Caribe. Así, en sentido general se proyecta para los próximos 50 a 100 años: a) aumento de la temperatura del aire, b) ascenso del nivel del mar, c) aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, y d) disminución de la precipitación (Sánchez, 2008).

De acuerdo a las predicciones futuras sobre el cambio climático los ecosistemas costeros y marinos del país (playas, manglares, arrecifes coralinos, praderas marinas y humedales costeros) serán afectados de manera significativa. Estas alteraciones van a incidir directamente en la ecología de los hongos marinos e incrementará la fitopatología, epidemiología y distribución de *Cytospora rhizophorae* en otras poblaciones de mangles.

Se sugiere profundizar en las investigaciones sobre ecosistemas marinos de acuerdo al decreto No. 103 d/f 11/06/87, en su artículo 1, el cual declara de alto interés nacional la protección y rehabilitación del litoral e islas adyacentes en toda la República Dominicana. Esta especie debe ser objeto de preocupación del Viceministerio de Recursos Costeros y Marinos, del Consejo Nacional de Pesca (CODOPESCA), del Instituto de Investigaciones en Biología Marina (CIBIMA) y del Acuario Nacional; para conocer su biogeografía e incidencia sobre otras especies de mangle en el país, y evitar su dispersión en otros ecosistemas de mangle que se encuentran sanos.

4. Agradecimientos

Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por concedernos el permiso correspondiente para la realización de la investigación, a la División de Investigación Emprendimiento e Innovación del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), por el financiamiento otorgado, a Juan Carlos Millord por la cartografía, y a Manfred Ruppel de la Unidad de Microscopia Electrónica de la Universidad de Frankfurt del Meno (Alemania).

5. Referencias

Aanda, K. K. & Sridhar, R. (2004). Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf and Woody litter of mangrove forests in the southwest coast of India. *Current Science* 87 (10): 1431-1437.

Abdel-Wahab, M. (2005). Diversity of marine fungi from Egyptian Red Sea mangroves. *Botánica Marina* 48 (5): 348-355.

Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *Am. J. Bot.* 98: (3) 426-438. doi: 10.3732 / ajb.1000298

Cabral, A., Mantilla, E. & Quiñones, E. (2010). Valoración monetaria de los bienes y

servicios ambientales ofertados por la ciénaga La Caimanera - Colombia. *Saber, Ciencia y Libertad* 5(2): 109-120. Recuperado de <http://www.sabercienciaylibertad.org/ojs/index.php/scyl/article/view/148/119>

Cantrell, S. A., Lodge, J. & Baroni, T. J. (2001). Basidiomycetes of the Greater Antilles Project. *The Mycologist* 15 (3): 107-112.

Centro de Investigaciones de Biología Marina (CIBIMA). (1992). *Estudio Preliminar sobre la Biodiversidad Costera y Marina de la República Dominicana* (1era ed.). Santo Domingo: Editora Alfa y Omega.

Chapman, V. (1976). *Mangrove vegetation*. Vaduz: Cramer.

Chinnaraj, S. (1993). Higher marine fungi from mangroves of Andaman and Nicobar Islands. *Sydowia* 45 (1): 109-115.

Comisión Nacional para el Conocimiento Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2008). *Manglares de México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conabio>.

Farr, D. F. & Rossman, A. Y. Fungal Databases. U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. (Revisado Enero 26, 2018). Recuperado de <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>

Félix, J. M. & López Belando, A. (2010). *Áreas protegidas de la República Dominicana, Naturaleza en Estado Puro*. Santo Domingo: IPGH-OEA.

González, M. C. (2007). Hongos marinos. En: *Biodiversidad acuática de la isla de Cozumel*. (Ed.), L. M. Mejía-Ortiz. Universidad de Quintana Roo. Cd. de México: Plaza y Valdes.

González, M., Herrera, T., Hanlin, R. T. & Ulloa M. (1998). Abundance and diversity of microfungi in three coastal beaches of Mexico. *Mycoscience* 39 (2): 115-121.

- González, M. C., Hanlin T. & Ulloa, M. (2001). A Checklist of Higher Marine Fungi of Mexico. *Mycotaxon* 80: 241-253.
- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycol. Res.* 95 (6): 641-655.
- Hawksworth, D. L. (1993). The tropical fungal biota: census, pertinence, prophylaxis, and prognosis. En *Aspects of Tropical Mycology*. Simposio llevado a cabo en Cambridge University, Gran Bretaña.
- Hawksworth, D. L. (2001). The magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105 (12): 1422-1432.
- Hawksworth, D. L. (2012). Global species numbers of fungi: are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate? *Biodiversity Conservation* 21: 2425-2433.
- Hyde, K. D. & Sarma, V. V. (2000). A pictorial key to higher marine fungi. En: *Marine Mycology-A practical Approach*. (Eds.) K. D. Hyde y S. B. Pointing. Vol. 1, pp. 205-270. Hong Kong: Fungal Diversity Press Series.
- Jones, E. B. & Kuthubutheen, A. J. (1990). Malaysian mangrove fungi. *Sydowia* 41: 160-166.
- Kepley, J. B., Reeves, F. B., Jacobi, W. R. & Adams, G. C. (2015). *Species associated with Cytospora canker on Populus tremuloides*. *Mycotaxon* 130(3): 783-805.
- Koehn, R. (1979). A new checklist of mycelial fungi from marine habitats of Mustang Island, Texas. *Southwestern Naturalist*. 24: 365-369.
- Kohlmeyer, J. (1975). Revision of algicolous *Yignoaella* spp., and description of *Pontogenia* gen. nov. (Ascomycetes). *Botanische Jahrbuchhe* 96: 200-211.
- Kohlmeyer, J. & Kohlmeyer, E. (1971). Marine fungi from tropical America and Africa. *Mycologia* 63: 831-861.
- Kohlmeyer, J. & Kohlmeyer, E. (1979). *Marine Mycology: The Higher Fungi*. New York: Academic Press.
- Kohlmeyer, J. & Volkmann-Kohlmeyer, B. (1997). A new *Corollospora* from California beaches. *Botánica Marina* 40: 225-228.
- Kohlmeyer, J., Hawksworth, D. L., & Volkmann-Kohlmeyer, B. (2004). Observations on two marine and maritime borderline lichens: *Mastodia tessellate* and *Collemopsidium pelvetiae*. *Mycological Progress* 3(1): 51-56.
- León, W. (2001). Anatomía del Leño: Aspectos Ecológicos y Filogenia en manglares de Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Anatomía de Maderas, Mérida Venezuela. *Rev. Forest.* 45(2): 191-203. Recuperado 2/1/2018 de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24397/2/articulo7.pdf>.
- Lodge, D. J., Baroni, T. J. & Cantrell, S. A. (2002). Basidiomycetes of the Greater Antilles Project. *In Tropical Mycology* 1: 45-60.
- Nambiar, G. R. & Raveendran, K. (2008). A Checklist of Marine Fungi from Kerala State, India. *America-Eurasian Journal of Botany* 1: 73-77.
- May, R. M. (1996). Conceptual aspects of the quantification the extend of biological diversity. In Hawksworth, D. L. (ed.). *Biodiversity, Measurement and estimation* (1995). (pp.101-118) London: Chapman & Hall.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012). *Medio Ambiente en Cifras 2005-2011*. Santo Domingo: Mixtligrafika, EIRL.
- Minter, D. W., Rodríguez-Hernández, M. & Mena-Portales, J. (2001). *Fungi of the Caribbean. An annotated checklist*. UK: PDMS Publishing.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. & Kent, J. (2000). Biodiversity

- hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Prasannarai, K. & Sridhar, K. R. (2001). Diversity and abundance of higher marine fungi on wood substrates along the west coast of India. *Current Science* 81: 304-312.
- Raven, P. H. & Wilson, E. O. (1992). A fifty-year plan for Biodiversity Surveys. *Science* 258: 1099-1100.
- Samón-Legrá, E. & Enríquez Lavandera, D. (2010). Nuevos registros de hongos marinos en el litoral sur de Guantánamo, Cuba. *Serie Oceanológica* 7: 61-68.
- Sánchez R. (2008). Evaluación de Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación de la Biodiversidad al Cambio Climático en la República Dominicana [Informe Final de Consultoría]. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Sarma, V. V. & Hyde, K. D. (2001). A review on frequently occurring fungi in mangroves. *Fungal Diversity* 8: 1-34.
- Shaw, D. E. (1984). Microorganisms in Papua New Guinea. Dept. Primary Ind., *Res. Bull.* 33: 1-344.
- Shaw, D. E. (1989). Spore extrusion of mangrove fungi in Papua New Guinea and Australia. *Mycologist* 3 (3): 118-120.
- Steinke, T. D. (2000). Mangrove fungi on dead proproots of *Rhizophora mucronata* at three localities in South Africa. *South Africa Journal of Botanic* 66: 91-95.
- Sundari, R., Vikineswary, S., Yusoff, M. & Jones, E. B. G. (1996). *Corollospora besarispora*, a new arenicolous marine fungus from Malaysia. *Mycological Research*. 100: 1259-1262.
- Tattar, T. A., Klekowski, E. J. & Stern, A. I. (1994). Dieback and mortality in red mangrove, *Rhizophorae mangle* L., in southwest Puerto Rico. *Arbortcultural Journal* 18: 419-429.
- Tattar, T. A. & Wier, A. M. (2002). Proposed Etiology of *Cytospora rhizophorae* Canker of *Rhizophora mangle* in Soutwestern Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 30: 156-158.
- Trierveiler-Pereira, L., Baltazar, J. M. & Loguercio-Leite, C. (2008). Santa Catarina Island mangroves 2 - First report of *Cytospora rhizophorae* from Brazil. *Mycotaxon* 104: 19-22.
- Wagner-Merner, D. (1972). Arenicolous fungi from the South and Central gulf of Florida. *Nova Hedwigia* 23: 915-922.
- Wier, A. M., Tattar, T. A. & Klekowski, E. J. (2000). Disease of red mangrove, Etiology and pathology, *Rhizophorae mangle*, in southwest Puerto Rico caused by *Cytospora rhizophorae*: *Biotropica* 32(2): 299-306.