

Artículo original

Hongos dematiáceos en cactáceas y euforbiáceas, aislados en una zona de baja incidencia de cromomicosis en Venezuela

Julman R. Cermeño*, Jogreilysmar N. Brito-Obando, Melquisedec A. Bermúdez

Departamento de Parasitología y Microbiología. Escuela de Ciencias de la Salud "Dr. Francisco Battistini Casalta". Universidad de Oriente. Núcleo Bolívar. Ciudad Bolívar. Venezuela.

Recibido 1 de febrero de 2021; aceptado 16 de abril de 2021

Resumen: Los hongos dematiáceos son ubicuos en diversos ambientes. En el estado Bolívar no se ha investigado la existencia de hongos dematiáceos en la naturaleza. El objetivo de este estudio fue describir los hongos dematiáceos en plantas cactáceas y euforbiáceas que son frecuentes en Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela. Se realizó un estudio prospectivo. Se recolectaron 150 muestras de plantas cactáceas y euforbiáceas. Se realizó un examen directo y cultivos en medios micológicos convencionales. Las colonias de hongos se identificaron a nivel de género de acuerdo con métodos estándares de laboratorio. Se aislaron 184 hongos. La mayoría eran hongos filamentosos (178/184; 96,7%) y la única levadura fue *Rhodotorula* spp. (6/184; 3,2%). Los aislados correspondieron a: *Aspergillus* spp. (n=153; 83,1%), *Penicillium* spp. (n=7; 3,8%), y *Rhizopus* spp. (n=5; 2,7%). Se aislaron 13 de hongos dematiáceos (7,1%) de 3 géneros diferentes: *Cladophialophora*, *Curvularia* y *Phialophora* agentes de cromoblastomicosis, feohifomicosis y eumicetomas. Este estudio representa el primer aislamiento de hongos dematiáceos de fuentes naturales, asociados a plantas cactáceas y euforbiáceas: *Cereus hexagonus*, *Euphorbia lactea*, *Pereskia guamacho* y *Euphorbia tirucalli* en Ciudad Bolívar, estado Bolívar (Venezuela), lo que sugiere que estos hongos son ubicuos en esta región.

Palabras clave: estado Bolívar; *Cladophialophora*; *Curvularia*; *Phialophora*; *Cereus hexagonus*; *Euphorbia lactea*.

Dematiaceous fungi in cacti and euphorbiaceae, isolated in an area of low incidence of chromomycosis in Venezuela

Abstract: Dematiaceous fungi are ubiquitous in various environments. In Bolívar state, the existence of dematiaceous fungi in nature has not been studied. The aim of this study was to describe the dematiaceous fungi in cactaceous and euphorbiaceous plants that are frequent in Ciudad Bolívar, Bolívar state, Venezuela. A prospective study was conducted. Specimens of 150 cacti and euphorbiaceae were collected. Direct examination and cultures were performed on conventional mycological media. Fungal colonies were identified to the genus level following standard laboratory methods. One hundred and eighty fungi were isolated. Most were filamentous fungi (178/184; 96.7%) and the only yeast was *Rhodotorula* spp. (6/184, 3.2%). The isolated fungi were: *Aspergillus* spp. (n = 153; 83.1%), *Penicillium* spp. (n = 7; 3.8%) and *Rhizopus* spp. (n = 5; 2.7%). Thirteen dematiaceous fungi (7.1%) of 3 different genera were isolated: *Cladophialophora*, *Curvularia* and *Phialophora*, which are chromoblastomycosis, pheohifomycosis and eumycetomas producing agents. This study reports the first time isolation of dematiaceous fungi from natural sources, associated to cacti and euphorbiaceous plants (*Cereus hexagonus*, *Euphorbia lactea*, *Pereskia guamacho* and *Euphorbia tirucalli*) in Ciudad Bolívar, Bolívar state-Venezuela, which suggests that these fungi are ubiquitous in this region.

Keywords: Bolívar State; *Cladophialophora*; *Curvularia*; *Phialophora*; *Cereus hexagonus*; *Euphorbia lactea*.

* Correspondencia:

E-mail: jcerme30@gmail.com

Introducción

El término dematiáceos se aplica a los hongos melanizados, que producen un pigmento negro, marrón oscuro o parduzco característico; las enfermedades

causadas por este grupo de hongos corresponden a la cromoblastomicosis, feohifomicosis y micetomas eumicóticos [1,2]. Estos hongos tienen su hábitat principal en el medio ambiente [3]. La cromoblastomicosis es una infección subcutánea crónica, causada por mohos saprófitos

pigmentados o dematiáceos ubicuos en el medio ambiente: suelo, vegetales y materia orgánica en descomposición. Los agentes etiológicos más comunes corresponden a *Fonsecaea pedrosoi* y *Cladophialophora carrionii* y, a otros agentes menos frecuentes como *Phialophora verrucosa*, *Fonsecaea compacta*, *Rhinoctadiella aquaspersa* y más raramente, *Cladophialophora arxii*, *Exophiala spinifera*, *Exophiala dermatitidis*, *Wangiella dermatitidis* y *Phialophora richardsiae* [2,4-6].

La cromoblastomycosis es una enfermedad cosmopolita, descrita en los cinco continentes, con mayor frecuencia en los países tropicales y subtropicales [6]. Venezuela es uno de los países más afectados por la cromoblastomycosis, enfermedad señalada en todo el territorio nacional, cuya zona endémica se encuentra situada en la región noroccidental del país [7,8]. La endemia en Venezuela estaría determinada por la presencia simultánea, en un mismo territorio, de una población susceptible al agente *C. carrionii* en plantas espinosas; además, un alto riesgo de inoculación durante las actividades laborales y la tendencia a la endogamia como factor de riesgo determinante [7].

En el estado Bolívar, no se han realizado estudios que demuestren la existencia de hongos dematiáceos en la naturaleza; por ello, se planteó el presente estudio cuyo objetivo fue describir los hongos dematiáceos en plantas cactáceas y euforbiáceas que son frecuentes en Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela, zona con baja incidencia de enfermedades causadas por hongos dematiáceos [9].

Materiales y métodos

Diseño del estudio: Se trata de un estudio descriptivo y prospectivo. Se realizó una recolección de muestras de plantas cactáceas y euforbiáceas en Ciudad Bolívar, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar Venezuela. Mediante la inspección de las plantas, se seleccionaron aquellas con anomalías en la pared celular, de color oscuro, o necrótica. Este muestreo se realizó de modo intencional, ubicando las diferentes plantas en los diferentes sectores de la ciudad. La recolección de las muestras se llevó a cabo entre los meses de junio de 2015 a diciembre de 2016. Este estudio fue aprobado por la Comisión de Tesis de Grado de la Universidad de Oriente, quien revisa los aspectos éticos y metodológicos de la investigación.

Área de estudio: El estado Bolívar es una de las 24 entidades federales de Venezuela, su capital es Ciudad Bolívar y cuenta con 1.774.567 habitantes, está ubicado al sureste del país, inmerso en las cuencas medias y baja del río Orinoco. Tiene una altitud de 40 m sobre el nivel del mar. El estado está dividido en 11 municipios, dentro de los que destaca el municipio Angostura del Orinoco (antes municipio Heres). Este municipio se encuentra situado hacia la parte nor-central del estado Bolívar (Longitud: 063°32'27.1" Latitud: N8°7'45.23"), su población es de 380.953 habitantes (Censo 2011), su temperatura oscila entre 23°C y 37°C anualmente y una humedad relativa de 75% [10].

Recolección de muestras vegetales: Cada una de las plantas seleccionadas fue identificada previamente con la ayuda de un botánico especialista en taxonomía.

Para la recolección de los tejidos vegetales se seleccionaron, de modo intencional, aquellas plantas visiblemente enfermas, eligiendo una porción del tallo y/o de hojas que tuvieran cambio de color o presencia de manchas oscuras de aspecto negruzco, necrótico, cortando 2 centímetros por encima del tejido necrótico (tejido sano) a su alrededor. Se usaron guantes estériles y bisturíes estériles N°15. Se cortaron porciones de 2 a 10 cm de tejido vegetal. Cada muestra fue almacenada en bolsas de polietileno de primer uso y fue numerada e identificada; además, se le realizó una ficha de identificación (tipo de cactácea, localización, tipo de hongo aislado -género-, tiempo de cultivo, fecha de aislamiento, tiempo de inicio de crecimiento, fecha de realización de subcultivos, características microscópicas y macroscópicas de la colonia, termotolerancia e identificación). Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Parasitología y Microbiología de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, estado Bolívar, Venezuela para su procesamiento e identificación. Se conservaron refrigeradas a 4 °C y fueron procesadas entre 1 a 7 días después de su recolección.

Cultivos: Con la ayuda de bisturí estéril, en la zona donde la muestra presentaba alteración del tejido, se realizó un corte fino de 2 a 3 mm y se practicó un examen directo con KOH al 20%, el cual se dejó actuar durante 20 minutos y luego fueron observados en las preparaciones húmedas con objetivos de 10X y 40X. La otra porción se empleó para realizar los cultivos. Para ello, se cortaron porciones de aproximadamente 2 mm² de muestra de tejido vegetal, las cuales fueron previamente desinfectadas con alcohol al 70% y sembradas directamente sobre la superficie de los medios de cultivos, con asa en ángulo estéril, usando el método estándar; colocándolas en 2 sitios equidistantes en las placas con agar Sabouraud dextrosa (SDA) (Oxoid®) cloranfenicol, agar Sabouraud con cicloheximida-cloranfenicol (Becton Dickinson, USA) y agar papa dextrosa con cloranfenicol (PDA) [11,12]. Estas placas se incubaron a 30 °C hasta por 8 semanas, en espera de la aparición de colonias oscuras. Se examinaron diariamente en busca de crecimiento fúngico visible. Una vez visualizado el crecimiento del microorganismo, estos fueron sub-cultivados en SDA y PDA para el aislamiento de colonias puras.

Identificación de los hongos filamentosos: Sólo algunos hongos hialinos fueron identificados hasta el nivel de morfo-especie. Esta fue realizada por las técnicas estándar de laboratorio con base en los aspectos macro-morfológicos de las colonias en SDA (forma, aspecto de las colonias tanto en el reverso como el anverso, color, textura, superficie, velocidad de crecimiento colonias, presencia de pigmentos que difunden en el medio, entre otros). También se observaron aspectos relacionados con la micro-morfología, como estructuras de reproducción asexual, aparición de

conidias, tamaño, forma y color de las esporas, mediante un microscopio Olympus CH 30; después del crecimiento en PDA y realizando microcultivos, según lo descrito por Ridell (1950) [13]. Además, se aplicaron otros criterios; para hongos no dermatofíticos, los indicados por Kwong-Chung y Bennett (1992) y Larone (1995) [14,15]. Así, cada colonia fue enumerada e identificada hasta el nivel de género y/o especie según morfología macroscópica y microscópica (De Hoog *et al.* 2000) [16].

La identificación de hongos dematiáceos se realizó hasta el nivel de género. Estos fueron identificados con base en su macro-morfología de las colonias después de su crecimiento en el medio de SDA a 28, 37 y 40 °C, respectivamente. Para la micro-morfología se realizó la técnica de microcultivos en pequeños bloques de papa-glucosa-agar (Ridell 1950) [13] y se emplearon claves dicotómicas para la identificación de géneros según De Hoog *et al.* (2000) [16]. Una vez desarrolladas las estructuras fundamentales para la identificación, se realizaron preparaciones húmedas, tomando fragmentos de los micetos, con KOH al 10% y azul de lactofenol; y fueron revisadas con un microscopio Olympus CH 20 y el tamaño de las esporas se midió mediante un ocular micrométrico.

Identificación de las levaduras: Las levaduras que se desarrollaron, se identificaron mediante pruebas fenotípicas y bioquímicas. Para la identificación de las diferentes especies de levaduras se les realizó inicialmente un examen directo con KOH al 20% y azul de lactofenol de cada una de las muestras cultivadas en medio de agar Sabouraud dextrosa (Oxoid®) cloranfenicol. Para observar su morfología (levaduras), se utilizaron métodos convencionales de micro-morfología como la prueba de tubo germinal, formación de clamidosporas, morfología en medio de Staib, micro-morfología en medio de crema de arroz, crecimiento en medio de Sabouraud hipertónico 6,5%, crecimiento a 35 °C y 45 °C, prueba de ureasa e identificación de agar Cromogenic (Oxoid®) y CHROMagar *Candida*® (CHROMagar Microbiology, París, Francia). Además, se practicaron pruebas bioquímicas mediante auxonograma: Sistema Api 20C (BioMerieux, France®) y Api 32C (BioMerieux, France®). Para la interpretación de las pruebas bioquímicas se utilizó el software Apiweb de BioMerieux®.

Análisis estadístico: El análisis estadístico se realizó empleando el programa SPS/PC (Statistical Package for Social Sciences) para Windows versión 20,0. Se realizó estadística descriptiva. Las variables cualitativas se compararon mediante la prueba de Ji al cuadrado (Ji^2) y la prueba exacta de Fisher, con un nivel de significancia del 95%.

Resultados

Se seleccionaron 150 plantas correspondientes a dos familias: Euphorbiaceae y Cactaceae, que son frecuentes en

Ciudad Bolívar. Estas plantas se recolectaron de distintos sectores de municipio Angostura del Orinoco (Tabla 1).

Dentro de la familia Euphorbiaceae se seleccionaron dos especies: *Euphorbia láctea* Haw, conocida comúnmente como candelabro, exótico oriundo de la India y *Euphorbia tirucalli* (L), conocida como palitraque, palito o esqueleto;

Tabla 1. Sectores seleccionados y número de muestras de plantas cactáceas y euphorbiáceas recolectadas. Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco. Estado Bolívar, Venezuela.

Sitios seleccionados (Coordenadas)	Número de muestras de plantas recolectadas (n)	(%)
Marhuanta (8°06'14.0"N 63°29'01.0"W)	12	8,0
Cayaurima (8°06'47.8"N 63°29'20.3"W)	5	3,3
San Valentín (8°06'59.0"N 63°29'44.9"W)	9	6,0
Cañafistola (8°07'16.4"N 63°30'34.2"W)	14	9,3
Las Ixoras (8°06'37.8"N 63°29'39.7"W)	5	3,3
Los Coquitos (8°08'02.7"N 63°30'50.8"W)	6	4,0
Los Coquitos II (8°08'18.9"N 63°30'36.1"W)	5	3,3
Mereyal (8°08'27.3"N 63°30'38.2"W)	5	3,3
Las Moreas (8°07'56.6"N 63°31'01.9"W)	3	2,0
Simón Bolívar (8°07'40.1"N 63°31'07.3"W)	3	2,0
Medina Angarita (8°07'40.8"N 63°31'10.8"W)	2	1,3
Amores y Amoríos (8°08'13.2"N 63°32'02.7"W)	4	2,7
Museo Jesús Soto (8°07'56.8"N 63°32'09.3"W)	1	0,7
Parque Ruiz Pineda (8°07'25.2"N 63°31'45.5"W)	4	2,7
Vista Hermosa (8°06'32.6"N 63°31'50.0"W)	5	3,3
Andrés Eloy Blanco (8°06'06.8"N 63°32'05.6"W)	4	2,7
Virgen del Valle (8°05'56.8"N 63°32'02.8"W)	3	2,0
San Rafael (8°06'39.9"N 63°32'42.4"W)	3	2,0
La Campiña (8°06'34.9"N 63°33'09.5"W)	4	2,7
Sector UDO UEB (*) (8°06'50.8"N 63°33'12.4"W)	3	2,0
La Sabanita (8°06'51.1"N 63°33'10.0"W)	6	4,0
El Perú (8°06'22.8"N 63°34'14.4"W)	6	4,0
Botánico (8°08'20.7"N 63°32'37.0"W)	5	3,3
Los Próceres (8°06'33.9"N 63°35'20.2"W)	9	6,0
La Paragua (8°04'57.1"N 63°31'21.3"W)	6	4,0
Barrio Ajuro (8°07'46.4"N 63°31'50.9"W)	6	4,0
La Dinamita (8°07'50.7"N 63°31'26.5"W)	3	2,0
Seguro Social (8°07'37.9"N 63°32'57.0"W)	9	6,0
Total: 28 sectores	150	100

(*)UDO UEB: Universidad de Oriente. Unidad de Estudios Básicos.

exótico oriundo del África. Solo las Euphorbiaceae poseen látex (leche), diferenciándose así de las Cactaceae. De la familia Cactaceae, se seleccionaron 3 especies *Cereus hexagonus* (L) Miller, conocida como cardón azul, yaurero, reina de la noche; autóctono de las Indias Occidentales y norte de Suramérica, *Nopalea cochenillifera* (L) Salm-Dicky, llamada nopal, tuna mansa, tuna real; exótico, desde México, Antillas y Suramérica y *Pereskia guamacho* FA Weber, comúnmente denominada guamacho, guamacho llanero o suspiro; autóctono desde México hasta norte de Suramérica. Se recolectaron 150 muestras de tejido vegetal (tallo y hojas) (Tabla 2).

En el examen directo de los tejidos vegetales no se observaron células fumagoides o muriformes (esclerotes de Medlar); solo se observaron esporas hialinas en 20/150 muestras: 10 en *Cereus hexagonus*, 8 en *N. cochenillifera* y 2 en *E. lactea*. Hifas aseptadas se observaron en 1 muestra de *Cereus hexagonus* e hifas septadas hialinas, en 10 muestras: 6 en *Cereus hexagonus* y 4 en *E. lactea*.

Tabla 2. Especies de cactáceas y euforbiáceas seleccionadas para el aislamiento de hongos. Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco. Estado Bolívar, Venezuela.

Especies de plantas	n	%
<i>Cereus hexagonus</i>	41	27,3
<i>Euphorbia lactea</i>	40	26,7
<i>Euphorbia tirucalli</i>	28	18,7
<i>Nopalea cochenillifera</i>	26	17,3
<i>Pereskia guamacho</i>	15	10,0
Total	150	100

Los hongos aislados en cada muestra de tejido vegetal, se muestran en la tabla 3. La mayoría de los hongos crecieron entre 48 a 72 horas y fueron identificados a las 72 horas; la caracterización morfológica de las colonias de los hongos dematiáceos se inició a los 8 días de la siembra en promedio y algunas colonias alcanzaron un buen crecimiento a los 12 días.

Se aislaron 184 hongos pertenecientes a 7 géneros, en todas las muestras de tejido vegetal. La mayoría de las colonias correspondieron a hongos filamentosos (178/184; 96,7%) y la única levadura fue *Rhodotorula mucilaginosa* (conocida como *R. rubra*) (6/184; 3,2%) (Tabla 3).

Los hongos filamentosos más frecuentemente aislados correspondieron a los géneros: *Aspergillus* spp. (n=153; 83,1%), *Penicillium* spp. (n=7; 3,8%), *Rhizopus* spp. (n=5; 2,7%). Fueron aislados 13 (7,1%) hongos dematiáceos de 3 géneros diferentes: *Cladophialophora*, *Curvularia* y *Phialophora*.

Los hongos del género *Cladophialophora* spp. (n=9; 4,8%) fueron aislados de *Cereus hexagonus* (n=5), *Euphorbia lactea* (n=2) y *Pereskia guamacho* (n=2); *Curvularia* (n=3); fue aislada de *Euphorbia tirucalli* y; *Phialophora* spp. junto *Curvularia* fueron aislados de *Euphorbia lactea* (n=

Tabla 3. Hongos aislados en las plantas cactáceas y euforbiáceas. Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco. Estado Bolívar, Venezuela.

Microorganismos	Número de muestras de tejido vegetal	%
<i>Aspergillus candidus</i>	5	3,3
<i>Aspergillus carbonarius</i>	8	5,3
<i>Aspergillus flavus</i>	6	4,0
<i>Aspergillus niger</i>	61	40,7
<i>Aspergillus versicolor</i>	10	6,6
<i>Aspergillus</i> spp.	17	11,3
<i>Cladophialophora</i> sp.	6	4,0
<i>Curvularia</i> spp.	2	1,3
<i>Penicillium</i> sp.	3	2,0
<i>Rhizopus</i> spp.	1	0,7
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	5	3,3
<i>Aspergillus</i> spp. + <i>Rhizopus</i> spp.	2	1,3
<i>Aspergillus niger</i> + <i>Aspergillus versicolor</i>	3	2,0
<i>Penicillium</i> spp. + <i>Aspergillus versicolor</i>	2	1,3
<i>Aspergillus niger</i> + <i>Aspergillus</i> spp. + <i>Aspergillus candidus</i>	1	0,7
<i>Aspergillus candidus</i> + <i>Aspergillus niger</i>	2	1,3
<i>Aspergillus niger</i> + <i>Aspergillus candidus</i> + <i>Aspergillus flavus</i> + <i>Aspergillus versicolor</i> + <i>Aspergillus</i> spp.	1	0,7
<i>Aspergillus niger</i> + <i>Rhizopus</i> spp.	2	1,3
<i>Aspergillus carbonarius</i> + <i>Aspergillus versicolor</i>	3	2,0
<i>Aspergillus carbonarius</i> + <i>Aspergillus candidus</i>	2	1,3
<i>Aspergillus candidus</i> + <i>Aspergillus flavus</i> + <i>Penicillium</i> spp.	1	0,7
<i>Aspergillus versicolor</i> + <i>Aspergillus candidus</i>	1	0,7
<i>Aspergillus niger</i> + <i>Aspergillus versicolor</i> + <i>Penicillium</i> spp.	1	0,7
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> + <i>Aspergillus candidus</i>	1	0,7
<i>Cladophialophora</i> sp. + <i>Aspergillus versicolor</i>	1	0,7
<i>Aspergillus niger</i> + <i>Aspergillus flavus</i>	1	0,7
<i>Cladophialophora</i> sp. + <i>Aspergillus niger</i> + <i>Aspergillus</i> sp.	1	0,7
<i>Cladophialophora</i> sp. + <i>Phialophora</i> sp. + <i>Curvularia</i> sp.	1	0,7
Total: 184 aislados: 178 filamentosos y 6 levaduriformes	150	100

1).

No hubo relación estadística entre el aislamiento de hongos dematiáceos ($J_i^2 = 128,276$; gL 120; $p = 0,276$) y las especies de cactáceas.

Discusión

En el presente estudio se pudo demostrar la existencia de hongos dematiáceos, potencialmente patógenos: *Cladophialophora*, *Phialophora* y *Curvularia*, los cuales pueden estar incluso en una misma planta y en las mismas condiciones ambientales. Es importante destacar su hábitat en la naturaleza y las circunstancias ambientales en las que podrían infectar al hombre. Estos aislamientos de plantas cactáceas y euforbiáceas, se han realizado por primera vez en los diferentes sectores de Ciudad Bolívar; observándose un 8,6% de aislamiento de estos hongos, en las plantas de *Cereus hexagonus*, *Euphorbia lactea* y *Pereskia guamacho*. Esto contrasta con el estudio realizado por Yegres y Yegres en el estado Falcón [8], quienes aislaron una proporción mayor de hongos dematiáceos (41,6%), 5 en las 12 muestras de cactáceas, y 7 hongos negros (14,2%) de 49 de muestras de suelo y vegetación xerófila, pero en diferentes plantas: *Opuntia caribea* (guasábara), *Melocactus caesi* (buche) y *Prosopis juliflora* (cuji), las cuales representan el mayor reservorio vegetal de esa región, señalando 2 aislamientos de *Cladophialophora carrionii*. Estos autores emplearon otra técnica para el aislamiento de hongos (técnica de flotación en aceite mineral). En este estudio, sólo se describen los hongos dematiáceos a nivel de género, y en las plantas con espinas que abundan en este municipio, las cuales son diferentes del área nor-oriental del país.

Los materiales vegetales leñosos demostraron ser una buena fuente de muestras para los hongos dematiáceos tal como ha sido descrito previamente [8,17,18]. Zeppenfeldt et al. [18] comprobaron que *C. carrionii* se desarrolla dentro del tejido de las plantas cactáceas, en el que adopta una morfología semejante a la que se observa en tejidos humanos y de animales de experimentación: formas globosas divididas por tabiques transversales; debido a que probablemente *C. carrionii* sobreviva protegido en el tejido de esas plantas en condiciones extremas de calor y sequía. A diferencia del presente estudio, no se observaron éstas células en el estudio directo de la muestra de los tejidos vegetales, quizás porque en esta zona las condiciones de calor no son extremas y, por el contrario, hay mucha humedad todo el año. Además, los microorganismos aislados *Cladophialophora* y *Phialophora* tienen la capacidad de adaptarse a los cambios de temperatura (dimorfo termal) [1].

El bajo porcentaje de aislamiento de hongos dematiáceos, en tejido vegetal, quizás pudiera explicar la diferencia entre la prevalencia de estas infecciones en el norte de Venezuela, donde la infección es frecuente [7,19] y en el sur donde la infección es endémica pero muy esporádica [18]; además, estos sectores corresponden a zonas urbanas y no rurales, y la mayoría de los trabajadores no son agricultores, ni

se dedican a la cría de animales. En el estado Bolívar, se han descrito 7 casos entre los años 1988 y 2004, con una prevalencia de la infección de 0,6 casos por año [9].

Diversos estudios se han realizado con el fin de determinar el hábitat de los agentes causales de micosis especialmente, en la vegetación y el suelo, de las diferentes áreas endémicas [3,8,20,21]. Los hongos dematiáceos han sido aislados en diversos sustratos y localidades: del material vegetal leñoso y suelo [18,21], de muestras de aire [22], en cereales [23] y en nueces [24]. *Fonsecaea* spp. y *Phialophora* spp. se han aislado de fuentes naturales como madera en descomposición, corteza de pino, troncos de pino, vegetales leñosos y suelos [17,18,25,26]. *Fonsecaea pedrosoi* ha sido aislado de tierra, madera y vegetación (de ramas secas de *Ricinus communis*: Tártago), al sur del Lago de Maracaibo y en los llanos del lado oriental de los Andes Venezolanos, regiones de clima cálido y húmedo [27]. Esta especie está adaptada a varios ambientes fitogeográficos distintos, según parece indicar la amplia distribución de los casos esporádicos en todo el territorio venezolano y su aislamiento en otras latitudes [4,5,25,26]. También del ambiente en Uruguay, y de la planta *Mimosa pudica* en Brasil [24,28].

La especie *C. carrionii* fue aislada por primera vez de la naturaleza en una planta *Eucalyptus* sp. en Australia [29] y posteriormente, se ha aislado de varias especies xerófilas: *Opuntia caribaea* (guasábara), *Prosopis juliflora* (cuji) y cactáceas: *Stenocereus griseus*, *S. deficiens* (cardón), *Aloe vera*, *O. caracassana*, *Cereus lanuginosus* en la zona semiárida del estado Falcón [8,18]. Estos hallazgos enfatizan que las plantas cactáceas y euforbiáceas en su ambiente están asociadas con la ubicuidad de hongos dematiáceos y otros hongos como *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhodotorula* spp. y *Rhizopus* spp. y, posiblemente, esté relacionado con el clima cálido y la humedad del municipio Angostura el Orinoco, lo cual crea el ambiente propicio para el desarrollo de estos microorganismos.

Los hongos dematiáceos demostrados en esta investigación son géneros con una diversidad de especies, su identificación microscópica es a veces difícil debido a la superposición de características morfológicas entre las especies; sería conveniente realizar a futuro la caracterización molecular de estas especies para una mejor comprensión de los mismos en fuentes naturales. Se determinó la existencia de hongos dematiáceos: *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp. y *Phialophora* sp. asociados a plantas cactáceas y euforbiáceas como *Cereus hexagonus*, *Euphorbia lactea*, *Pereskia guamacho* y *Euphorbia tirucalli* en Ciudad Bolívar, zona con baja incidencia de enfermedades causadas por hongos dematiáceos [9].

En conclusión, este estudio representa el primer aislamiento de hongos dematiáceos de fuentes naturales, asociados a plantas cactáceas y euforbiáceas, en Ciudad Bolívar, estado Bolívar (Venezuela), lo que sugiere que estos hongos son ubicuos en esta región.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses y son los únicos responsables del contenido y la redacción del trabajo.

Agradecimiento

Al Dr. Doctor Francisco Delascio Chitty, Biólogo-Botánico, por la identificación de las diferentes plantas.

Referencias

- Arenas R. Micología Médica Ilustrada. 3º Ed. México DF: Mc Graw Hill/Interamericana; 2008.
- Bonifaz A, Vázquez-González D, Perusquía-Ortiz AM. Subcutaneous mycoses: chromoblastomycosis, sporotrichosis and mycetoma. J Dtsch Dermatol Ges. 2010; 8:619-27. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2010.07453.x>
- Dixon DM, Shadomy HJ, Shadomy S. Dematiaceous fungal pathogens isolated from nature. Mycopathologia. 1980; 70:153-61. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF00443026>
- De Hoog GS, Queiroz-Telles F, Haase G, Fernandez-Zeppenfeldt G, Attili Angelis D, Gerrits Van Den Ende AH, Matos T, Peltroche-Llacsahuanga H, Pizzirani-Kleiner AA, Rainer J, Richard-Yegres N, Vicente V, Yegres F. Black fungi: clinical and pathogenic approaches. Med Mycol. 2000; 38 (Suppl 1):243-50.
- Pérez Blanco M. Cromoblastomycosis en Venezuela, a 100 años de su descubrimiento. Dermatol Venez 2016; 54:9-14.
- Queiroz-Telles F, de Hoog S, Santos DW, Salgado CG, Vicente VA, Bonifaz A, Roilides E, Xi L, Azevedo CM, da Silva MB, Pana ZD, Colombo AL, Walsh TJ. Chromoblastomycosis. Clin Microbiol Rev. 2017; 30:233-76. Doi: <https://doi.org/10.1128/CMR.00032-16>
- Richard-Yegres N, Yegres F. Chromomycosis: rural endemic in the north-western region of Venezuela. Rev. Cuba, Med. Trop. 2009; 61:209-12.
- Richard-Yegres N, Yegres F. *Cladosporium carrionii* en vegetación xerófila: aislamiento en una zona endémica para la cromomycosis en Venezuela. Dermatol Venez. 1987; 25:15-8.
- Cormeño JR, González C. Casuística de cromomycosis en el estado Bolívar (1987-2010) y evaluación de la sensibilidad *in vitro* de dos aislados de *Fonsecaea pedrosoi*. Rev Soc Ven Microbiol. 2011; 31:149-55.
- INE. Instituto Nacional de Estadística. XIV Censo Nacional de Población y Vivienda. Resultados por entidad federal y municipios del estado Bolívar. Ministerio del Poder Popular de Planificación. República Bolivariana de Venezuela. Diciembre 2014. Disponible en: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/bolivar.pdf>. Acceso 23 de enero 2016.
- Álvarez E, Ospina CA, Mejía JF, Llano GA. Caracterización morfológica, patogénica y genética del agente causal de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en guanábano (*Annona muricata*) en el Valle del Cauca. Fitopatología Colombiana. 2004; 28:1-8.
- Agostini JP, Timmer LW. Selective isolation procedures for differentiation of two studies of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. Plant disease 1992; 76:1176-8. Doi: <https://doi.org/10.1094/PD-76-1176>
- Riddell RW. Permanent stained mycological preparations obtained by slide culture. Mycologia. 1950; 42:265-70. Doi: <https://doi.org/10.2307/3755439>
- Kwong-Chung K, Bennett JE. Medical Mycology. 2nd ed. Philadelphia: Lea and Febiger; 1992.
- Larone DH. Medicaly important fungi. A guide to identification. 3 ed. Washington DC: ASM Press; 1995.
- De Hoog GS, Guarro J, Gené J, Figueras MJ. Atlas of clinical fungi. 2nd ed. The Netherlands and Universitat Rovira i Virgili, Reus, Spain: Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht; 2000.
- Okeke CN, Gugnani HC. Studies on pathogenic dematiaceous fungi. 1. Isolation from natural sources. Mycopathologia. 1986; 94:19-25. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF00437257>
- Zeppenfeldt G, Richard N, Yegres, F. *Cladosporium carrionii* hongo dimórfico en cactáceas de la zona endémica para la cromomycosis en Venezuela. Rev Iberoam Micol. 1994; 11:61-3.
- Richard-Yegres N, Yegres F. *Cladophialophora carrionii*, hongo causante de la epidemia de Cromomycosis en criadores de caprinos en la zona semi-árida noroccidental de Venezuela. Salus. 2007; 11:73-6.
- Montenegro MR, Miyaji M, Franco M, Nishimura K, Coelho KI, Horie Y, Mendes RP, Sano A, Fukushima K, Fecchio D. Isolation of fungi from nature in the region of Botucatu, state of São Paulo, Brazil, an endemic area of paracoccidioidomycosis. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 1996; 91:665-70. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0074-02761996000600002>
- Das K, Lee SY, Jung HY. *Cladophialophora lanosa* sp. nov., a New Species Isolated from Soil. Mycobiology. 2019; 47:173-9. Doi: <https://doi.org/10.1080/12298093.2019.1611242.eCollection2019>
- Shams-Ghahfarokhi M, Aghaei-Gharehbolagh S, Aslani N, Razzaghi-Abyaneh M. Investigation on distribution of airborne fungi in outdoor environment in Tehran, Iran. J Environ Health Sci Eng. 2014; 12:54. Doi: <https://doi.org/10.1186/2052-336X-12-54>
- Andrews S, Pitt JI. Selective medium for isolation of *Fusarium* species and dematiaceous hyphomycetes from cereals. Appl Environ Microbiol. 1986; 51:1235-8. Doi: <https://doi.org/10.1128/AEM.51.6.1235-1238.1986>
- Taniwaki MH, Frisvad JC, Ferranti LS, de Souza

- Lopes A, Larsen TO, Fungaro MHP, Iamanaka BT. Biodiversity of mycobiota throughout the Brazil nut supply chain: From rainforest to consumer. Food Microbiol. 2017; 61:14-22. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.08.002>
25. Gezuele E, Mackinnon JE, Conti-Diaz IA. The frequent isolation of *Phialophora verrucosa* and *Fonsecaea pedrosoi* from natural sources. Sabouraudia. 1972; 10:266-73.
26. Iwatsu T, Miyaji M, Okamoto S. Isolation of *Phialophora verrucosa* and *Fonsecaea pedrosoi* from nature in Japan. Mycopathologia. 1981; 75:149-58.
27. Salfelder K, Schwarz A, Romero A, de Liscano TR, Zambrano Z, Diaz I. Habitat de *Nocardia asteroides*, *Phialophora pedrosoi* y *Cryptococcus neoformans* in Venezuela. Mycopath Mycol Appl. 1968; 34:144-54. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF02051423>
28. Salgado CG, Pereira da Silva J, Picanço Diniz JA, Batista da Silva M, Fagundes da Costa P, Teixeira C. et al. Isolation of *Fonsecaea pedrosoi* from thorns of *Mimosa pudica*, a probable natural source of chromoblastomycosis. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2004; 46:33-6. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0036-46652004000100006>
29. Ridley MF. The natural habitat of *Cladosporium carrionii*, a cause of chromoblastomycosis in man. Aust J Dermatol. 1957; 4:23-7. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1440-0960.1957.tb01525.x>