



ARTÍCULO ORIGINAL

## Diversidad de hongos queratinofílicos presentes en nueve áreas de producción hortícola de la provincia La Habana, Cuba

*Diversity of keratinophilic fungi present in nine areas of horticultural production of the Habana County, Cuba*

Beatriz Ramos-García<sup>1</sup> , Sergio Abreu Hernández<sup>1</sup> , Sayli Fraga Ruíz<sup>1</sup> , Odalys Meléndez Ferrer<sup>1</sup> , Rafael F. Castañeda Ruíz<sup>1</sup> 

### RESUMEN

1 Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical, Cuba

\*Autor para correspondencia:  
[beatrizramosgarcia1519@gmail.com](mailto:beatrizramosgarcia1519@gmail.com)

Con el objetivo de contribuir al conocimiento de la micobiota queratinofílica presente en áreas de producción hortícola, en especial en la búsqueda de propágulos infectivos para el hombre y los animales desde sus fuentes saprofitas. Se realizó el siguiente estudio en un periodo de dos años, se analizaron muestras superficiales de suelos, asociadas a 14 especies vegetales de siete organopónicos, una cooperativa de créditos y servicios y una cooperativa de producción agropecuaria, de los municipios capitalinos: Boyeros, Cerro, Plaza de la Revolución y Diez de Octubre. El aislamiento de los hongos se realizó a través del Método del anzuelo queratínico. La identificación de los hongos se realizó mediante el estudio de los eventos de la conidiogénesis y el empleo de claves de identificación. Se determinó la presencia de 10 géneros de hongos y 14 especies identificadas, donde se destacaron *Chrysosporium*, *Trichophyton* y *Aspergillus* como los géneros fúngicos de mayor incidencia e importancia epidemiológica encontrados. La presencia de estos patógenos en las muestras recolectadas, demuestra el cuidado que se debe mantener en el trabajo con suelos y substratos orgánicos, para evitar posibles contagios que ocasionen problemas, tanto para los humanos, como para los animales.

**Palabras clave:** hongos queratinofílicos, micobiota, substrato orgánico, La Habana

### ABSTRACT

*With the objective of contributing to the knowledge of the keratinophilic mycobiota present in horticultural production areas, especially in the search for infective propagules for man and animals from their saprophytic sources. The following study was carried out in a period of two years, superficial soils samples were analysed, associated with 14 plant species of seven organoponics, a credit and services cooperative and agricultural production*

Recibido: 2021-05-23

Aceptado: 2020-11-22

cooperative, from the capital municipalities: Boyeros, Cerro, Plaza de la Revolución and Diez de Octubre. The isolation of the fungi was carried out through the keratinic bail technique. The identification of the fungi was carried out by studying the conidiogenesis events and the use of identification keys. The presence of 10 genera of fungi and 14 species was determined. *Chrysosporium*, *Trichophyton* and *Aspergillus* stood out as the genera with the highest incidence and epidemiological importance found. The presence of these pathogens in the collected samples demonstrates the care that must be maintained when working with organic soil and substrates, to avoid possible contagions that cause problems, both for humans and animals.

**Keywords:** *keratinophilic fungi, mycobiota, organic substrate, Havana*

## INTRODUCCIÓN

El suelo es un hábitat fundamental de los hongos. Para algunas especies es el sitio donde cumplen su ciclo biológico, para otras es solo un medio temporal donde permanecen hasta que logran alcanzar su nicho definitivo. Los hongos, realizan diversas funciones en el ecosistema, éstas pueden ser beneficiosas, al establecer relaciones mutualistas, o perjudiciales y causan enfermedades en humanos, animales y plantas (Ávila-Sosa *et al.*, 2020).

La presencia de hongos con la capacidad de degradar la queratina fue descubierta por primera vez en 1952 (Sarmiento *et al.*, 2016). Los hongos queratinofílicos son descomponedores de primera línea, indispensables para el ciclo biológico de la queratina y sus derivados. Están presentes en el ambiente con un patrón de distribución variable, que depende de diferentes factores que determinan su presencia, estos son: características fisicoquímicas del suelo y la región, en esta última se engloba el clima, las plantas, los animales y las personas (Shaqa *et al.*, 2012). Su presencia puede manifestarse en la piel, uñas, pezuñas, cuernos, pelos y otros órganos, tejidos o estructuras de los animales y el hombre, y pueden producir enfermedades. Entre este grupo se encuentran los hongos dermatofitos, los cuales se clasifican en tres categorías de acuerdo a sus hábitats naturales: antropofílicos, zoofílicos y geofílicos (Arenas, 2014; Zabala, 2020).

Las infecciones superficiales de la piel y uñas son las enfermedades fúngicas más comunes en los humanos y afectan alrededor del 25% de la población mundial. Estas infecciones son causadas principalmente por dermatofitos -queratinofílicos. Provocan padecimientos muy conocidos, como el pie de atleta, que afecta uno de cada cinco adultos, la tiña del cuero cabelludo que llega a afectar 200 millones de individuos mundialmente, e infección de las uñas que aqueja alrededor del 10 % de la población mundial (Gordon *et al.*, 2012). La incidencia de cada infección en particular varía con las condiciones socio-

económicas, la región geográfica y los hábitos culturales.

Dada las condiciones climatológicas de Cuba, favorables para el desarrollo de estos hongos, se informan un número importantes de estas afecciones. Entre las especies patógenas encontradas en muestras de suelo de diferentes regiones del país se identificó a *Microscoporum gyseum*, como la de mayor prevalencia, seguidas de *Trichophyton terrestre* y *T. mentagrophytes*; estas últimas en menor número. También se registra a *Trichophyton mentagrophytes* var. *mentagrophytes* como la especie zoofílica de mayor rango de hospederos animales, incluyendo al humano (Fernández *et al.*, 2017).

En Cuba existen estudios de este pequeño pero importante grupo de hongos, sobre todo de aislamientos de dermatofitos y otros hongos queratinofílicos del suelo (Fuentes *et al.*, 1956; Dvorak *et al.*, 1965; Otcenásek *et al.*, 1985; Fernández *et al.*, 1987). Algunas de los géneros encontrados en estos estudios son: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Corticium*, *Curvularia*, *Epicoccum*, *Paecilomyces*, *Trichophyton* y *Penicillium*. En general, este grupo ecológico está insuficientemente estudiado en Cuba. Los principales estudios y colecciones *in vitro* se encuentran en el Instituto de Suelos, el INIFAT y en la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana (Mena *et al.*, 2016).

El conocimiento de la incidencia de estos hongos en estas áreas, permite adoptar medidas para la prevención de micosis en los obreros vinculados con estas modalidades productivas y de los animales de crianza en su entorno. El objetivo de este trabajo fue identificar la micobiota queratinofílica presente en nueve instalaciones productivas de hortalizas que emplean la materia orgánica como substrato o componentes del mismo, en cuatro municipios de la provincia La Habana, Cuba y determinar las especies de mayor porcentaje de incidencia e importancia epidemiológica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un periodo de dos años, en cuatro municipios de la provincia La Habana: Boyeros, Cerro, Plaza de la Revolución y Diez de Octubre. Se seleccionó zonas geográficas representativas de la ciudad. En el caso del municipio Boyeros por ser el de mayor área productiva, Diez de octubre por ser el segundo municipio más poblados de la capital y localizado en un área de gran urbanización, con respecto a los otros dos seleccionados se encuentran entre los parámetros promedios del resto de los municipios capitalinos (Anuario estadístico, 2016).

Se recolectaron 24 muestras de suelo (dos por cantero), de 12 canteros de producción de hortalizas. De siete organopónicos, una cooperativa de créditos y servicios (CCS) y una cooperativa de producción agropecuaria (CPA), (Tabla 1). El aislamiento e identificación de los aislados se realizó en el laboratorio de hongos del INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”).

**Tabla 1.** Municipios estudiados y áreas de producción muestreada.

**Table 1.** Municipalities studied and production areas sampled.

Municipio	Áreas de producción hortícola
Boyeros	Organopónico “La Catuca”
Plaza	Organopónico “Plaza”
	Organopónico “V Congreso”
Cerro	Organopónico “INRE 1”
	CPA “1ro de Julio”
	CCS “Juan Bruno Zayas”
10 de Octubre	Organopónico “Línea de ferrocarril”
	Organopónico “Mártires de 10 de octubre”
	Organopónico “Laredo II”

Se tomaron muestras de suelo que contenían materia orgánica o substratos con micro-pala hasta una profundidad de 10 cm y se recolectó entre 100-200 g del

mismo. Se envasaron en bolsas plásticas estériles (21 X 15 cm) para su traslado al laboratorio, previamente rotuladas con los datos de: fecha, lugar, localidad y cultivo establecido.

Para el aislamiento de los hongos se utilizó el método del anzuelo queratínico descrito por Vanbreuseghem, (1952) y Cano *et al.* (2002), donde de las muestras recolectadas se depositó una película de un cm de altura, en placas de Petri estériles de 10 cm de diámetro. Posteriormente se humedecieron con agua destilada estéril para permitir el movimiento de las partículas y finalmente se colocaron filamentos, de dos a tres centímetros de longitud, de pelo estéril de crin o cola de caballo.

Las placas se incubaron a temperatura ambiente entre 25-30 °C bajo iluminación de luz fluorescente con ciclo de 12 horas de luz y 12 de oscuridad, revisándose a los 15, 30, 45 y 60 días. Se contabilizó una sola vez la presencia de cada especie por muestra. Para la obtención de los cultivos puros se empleó los medios de cultivo Agar dextrosa de Sabouraud, Agar Extracto de Avena y Agar-medio pobre en nutrientes sintéticos (SNA), suplementado con 0,2 g de queratina, según los requerimientos nutricionales de cada especie identificada y se ajustó el pH a 6,4.

El aislamiento de las especies se realizó directamente sobre el anzuelo y una vez crecidas las colonias en medio de cultivo adecuado se llevó a cabo la identificación de los aislados teniendo en cuenta las características micromorfológicas y mediante el estudio de los eventos de la conidiogénesis descritos por Crous *et al.* (2009). La tipificación de las células conidiógenas, conidióforos, conidios y otras estructuras con valor taxonómico se efectuó con el empleo del microscopio (Axioskop 40). El diagnóstico se basó fundamentalmente en el uso de claves taxonómicas que aplica criterios morfológicos, macro y microscópicos, relacionado con la fase de reproducción asexual, observada en los cultivos (Zurita y Urcia, 2017). La conservación de los hongos aislados se realizó en aceite mineral en la colección cultivos de hongos del INIFAT, WFCC-853.

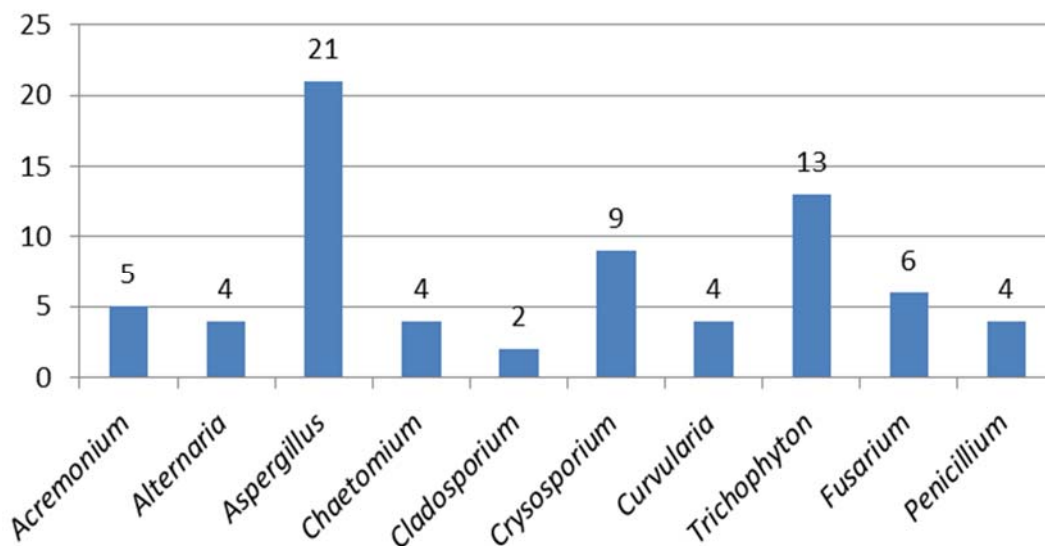
Se determinó el porcentaje de incidencia de cada especie identificada, partiendo del número total de áreas muestreadas y el número de aislados encontrados. El estudio se realizó de manera cualitativa, por tal motivo no se emplearon métodos estadísticos para el procesamiento de los datos.

## RESULTADOS

Las primeras muestras comenzaron a crecer a partir de 15 días de montado los experimentos. De las 24 muestras de suelo estudiadas se obtuvo gran diversidad de especies, algunos géneros patógenos de plantas, otros saprobios oportunistas y patógenos de humanos y de animales. Todos clasificados como hongos queratinofílicos. Se aislaron e identificaron 72 cepas, 10 géneros y 14 especies de hongos diferentes (tabla 2). El número de especies encontradas en las áreas estudiadas osciló entre seis y diez. Dentro de los sitios estudiados los que presentaron mayor número de especies fúngicas fueron: el Organopónico “La Catuca”, del municipio Boyeros y el Organopónico “Línea de ferrocarril”, del municipio Diez de Octubre (Tabla 2).

Los géneros fúngicos, que mayor número de especies presentaron en dicho estudio, fueron: *Aspergillus* con la presencia de cuatro especies y 21 aislamientos realizados y *Trichophyton* con dos especies diferentes y 13 aislamientos (Fig. 1).

El género más frecuente con 100% de aparición en todas las áreas muestreadas resultó ser *Chrysosporium*, el cual es potencialmente patógeno. En cuanto a la presencia de *Cladosporium* sp. podemos decir que en este estudio solo se aisló en dos áreas, siendo la especie de menor incidencia (Fig. 2).



**Figura 1.** Números de aislamientos para cada género encontrado.

**Figure 1.** Numbers of isolates for each genus found.

## DISCUSIÓN

La manipulación de especímenes vegetales, según lo informado por Zubiria (2004) incrementa la concentración de microhongos suspendidos en el ambiente, al manipular material de tipo orgánico tales como hojas, semillas, tierra, entre otros. Debido a esto la tasa de incidencia de hongos en los diferentes ecosistemas se ha incrementado en los últimos años.

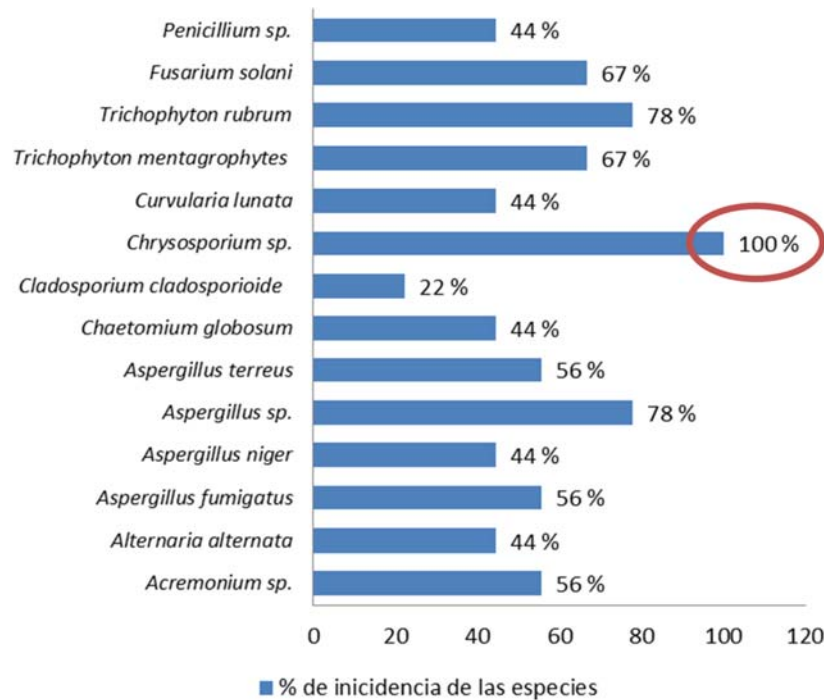
El número de especies que provocan algún tipo de sintomatología en humanos y animales es cuantioso y dentro de ellas los hongos queratinofílicos juegan un papel primordial. Entre estas se encuentra el género *Aspergillus*, el cual está considerado entre las especies miceliares de mayor incidencia clínica. Tienen distribución cosmopolita y elevada adaptabilidad metabólica (Herrera *et al.*, 2015).

**Tabla 2.** Especies de hongos encontradas en los muestreos realizados en las áreas estudiadas.**Table 2.** Species of fungi found in the samplings carried out in the studied areas.

Especies de hongos	Áreas / Municipios								
	Boyeros	Plaza de la Revolución		Cerro			Diez de Octubre		
	La Catuca	Plaza	V Congreso	INRE 1	CPA 1ro de Julio"	CCS Juan Bruno Zayas	Línea de ferrocarril	Mártires de 10 de octubre	Laredo II
1. <i>Acremonium</i> sp.		x		x	x		x	x	
2. <i>Alternaria alternata</i>	x		x	x				x	
3. <i>Aspergillus fumigatus</i>	x	x			x	x			x
4. <i>Aspergillus niger</i>		x		x			x		x
5. <i>Aspergillus</i> sp.	x		x	x		x	x	x	x
6. <i>Aspergillus terreus</i>			x		x	x	x		x
7. <i>Chaetomium globosum</i>	x	x		x				x	
8. <i>Cladosporium cladosporioides</i>	x				x				
9. <i>Chrysosporium</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10. <i>Curvularia lunata</i>	x		x	x			x		
11. <i>Trichophyton mentagrophytes</i>	x	x		x	x		x		x
12. <i>Trichophyton rubrum</i>		x	x	x		x	x	x	x
13. <i>Fusarium solani</i>	x	x	x		x		x		x
14. <i>Penicillium</i> sp.	x		x			x		x	
<b>Total de especies/ área</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

También se conoce que las especies de este género producen micotoxinas que se encargan de la degradación de la materia orgánica y la utilizan como mecanismo de defensa frente a otros microorganismos. Su desarrollo lo cumple principalmente en el suelo y vegetales en descomposición a temperaturas que varían entre 12 °C y 37 °C (Ochoa, 2017). Un pequeño grupo han sido reconocidos como agentes patógenos de micosis oportunistas en diversas partes del mundo.

Recientemente se ha reportado un estimado global de 3 000 000 de casos relacionados con aspergilosis pulmonar crónica, más de 10 000 000 de casos con asma micótica y 1 000 000 de casos de queratitis fúngica. Se estima que uno de cada tres adultos asmáticos podría tener SAFS (asma severa por sensibilidad fúngica) la cual es provocada habitualmente por el género *Aspergillus* (Denning 2015).



**Figura 2.** Porcentaje de incidencia de las especies identificadas con respecto al total de áreas estudiadas.

**Figure 2.** Percentage of incidence of the identified species with respect to the total areas.

Las especies de *Aspergillus* están presentes en la atmósfera de la capital cubana, con un alto índice de sus conidios (Almaguer *et al.*, 2013; San Juan-Galán *et al.*, 2021). *Aspergillus fumigatus* está reportada como la especie fúngica que más problemas de alergia causa en el mundo (Bongomin *et al.*, 2017). También está considerada como la de mayor incidencia en la enfermedad de aspergilosis pulmonar crónica, otras especies tales como *Aspergillus flavus* y *Aspergillus niger* causan esta infección en países similares a Cuba, en cuanto a geografía y condiciones climáticas (Beltrán *et al.*, 2019). Dos de estas especies encontradas en este estudio, lo que demuestra el cuidado que se debe mantener al trabajar con estos substratos, por el riesgo que esto pudiera implicar.

*Trichophyton spp.*, es uno de los géneros encontrados más importantes, relacionado con infecciones dermatológicas. Este dermatofito es adquirido a través de animales o del suelo y produce lesiones inflamatorias. La presencia de dos especies de este género y distribuidas en cada una de las áreas estudiadas, hace un llamado de alerta debido a su alta patogenicidad. Este hongo es uno

de los que más lesiones causa en las uñas, provocando la onicomiosis. Esta representa cerca de 50% del total de afecciones en uñas y tienen fuerte prevalencia (entre 15 y 40%) (Mora-Montes y Lopes-Bezerra, 2017), así como alta tasa de fracaso terapéutico debido a la mala elección del tratamiento.

Mundialmente, *Trichophyton rubrum* y *Trichophyton interdigitale* han sido descrito como los agentes más comunes causantes de dermatofitosis en humanos (Persinoti *et al.*, 2018). También *Trichophyton mentagrophytes* produce lesiones en uñas y piel, provocando la tiña pedís o el llamado pie de atleta, una de las enfermedades micóticas más distribuidas en el mundo. Seguido de levaduras y finalmente por mohos no dermatofitos como *Neoscytalidium dimidiatum*, *Scopulariopsis*, *Fusarium*, *Aspergillus* y *Acremonium*, entre otros, que en los últimos años han aumentado en frecuencia (Gómez-Sáenz y Arenas, 2020). En Cuba las especies dermatofíticas encontradas con mayor frecuencia son *T. rubrum* y *T. mentagrophytes* (Fernández *et al.*, 2017)

Las especies del género *Acremonium* son cosmopolitas y descomponedores de la materia orgánica, suelen encontrarse como colonizadoras de material vegetal en descomposición y en el suelo. Algunas son contaminantes y parasitan insectos y hongos (Summerbell *et al.*, 2011), lo que justifica su presencia en cinco de las áreas estudiadas, debido al alto contenido de materia orgánica que presentan estos sustratos. Se conoce que este género tiene la capacidad de producir enzimas del tipo glucanasas, que degradan los  $\beta$ -1,3 glucanos, principales componentes de la pared celular de los hongos, como parte de la interacción con compuestos de la cutícula de insectos o pared celular de hongos (Calle, 2016). Se describió como agente responsable de infecciones diseminadas en pacientes severamente inmunocomprometidos e, incluso, causando infecciones cerebrales de pronóstico fatal en todos los casos, probablemente debido a su elevada resistencia a los diferentes antifúngicos (De Hoog *et al.*, 2019)

La presencia en seis de las áreas estudiadas de la especie *Fusarium solani* evidencia que una especie ampliamente distribuido en el suelo y de hábitat cosmopolita, la misma puede crecer hasta una temperatura de 37°C. En humanos, es la especie que se aísla con mayor frecuencia, siendo el agente más común de queratitis, así como de infecciones cutáneas y diseminadas en individuos inmunocomprometidos, especialmente en pacientes neutropénicos (condición anormal de la sangre que puede predisponer al cuerpo humano a contraer infecciones) (De Hoog *et al.*, 2019). Varias especies del género *Fusarium* han emergido como importantes patógenos oportunistas en humanos y otras son productores de micotoxinas (Guarro, 2013).

Una de las especies que pudiera estar asociada a la presencia de los cultivos y como remanente por infectar otras cosechas, es la especie *Alternaria alternata* que es la más común del género, colonizadora de una amplia gama de sustratos, aislada con mucha frecuencia del suelo. Esta especie se identificó como causante de manchas en hojas y otras patologías en más de 380 plantas. Es un hongo patógeno oportunista que puede causar infecciones en el tracto respiratorio superior y asma en personas debilitadas. Tiene una distribución extendida en la naturaleza, y algunos de sus metabolitos son tóxicos a las plantas, los animales y el hombre (Lou *et al.*, 2013).

En el caso del *Penicillium* muchas de sus especies son contaminantes comunes en varios sustratos y están conocido como altos productores de micotoxinas (Miller

2016). Las afectaciones en humanos por este género son raras, sin embargo, infecciones oportunistas pueden causar queratitis micótica, otomicosis y endocarditis (Lyrtzopoulos *et al.*, 2002; Kidd *et al.*, 2016).

El género *Curvularia* contiene aproximadamente 80 especies que son principalmente patógenos de plantas. Antiguamente *Curvularia lunata* era la especie clínica más frecuentemente informada, sin embargo, otras especies, como: *Curvularia brachyspora*, *Curvularia chlamydospora* y *Curvularia clavata*, *Curvularia pallescens*, *Curvularia pseudolunata*, *Curvularia senegalensis* y *Curvularia verruculosa*, se han reportado en la actualidad como casos clínicos (Madrid *et al.* 2014, Kidd *et al.*, 2016).

El número de especies del género *Chaetomium* oscilan entre 160 y 180. Todas son saprofitas, se aíslan de la tierra, paja, estiércol y restos de plantas. Algunas son termófilas y puede crecer a temperaturas sobre los 37°C. Son agentes importantes para la descomposición de la celulosa, materiales y de las plantas. Pero menos frecuente aisladas en los laboratorios de la micología médica (Kidd *et al.*, 2016).

*Cladosporium* es un género que está ampliamente distribuido y es uno de los más heterogéneos de los hifomicetos, ya que comprende más de 772 especies que pueden ser endofíticas, fungícolas, patógenas a humanos, fitopatogénicas y saprobias (Crous *et al.*, 2007; Almaguer *et al.*, 2014). Las especies son cosmopolitas y se aíslan frecuentemente de la tierra y otras materias orgánicas (Ellis 1971, 1976; Bensch *et al.*, 2010). Algunas especies tienen relevancia médica en los laboratorio clínicos y pueden causar alergias y micosis pulmonar (De Hoog *et al.*, 2019). *Cladosporium* ha sido informado en todos los estudios aerobiológicos que se han realizado en la atmósfera de zonas urbanas y rurales del Occidente de Cuba, lo que demuestra su prevalencia en esta región (Almaguer *et al.*, 2014).

En las últimas décadas las infecciones en la piel causadas por *Chrysosporium*, aumentaron. Este hongo no dermatofito, es el de mayor porcentaje de incidencia en nuestro estudio. Estos resultados concuerdan con Mangiaterra *et al.*, (2006), Malek *et al.*, (2013) y Ávila-Sosa *et al.*, (2020), los cuales lo reportan como el género mayormente aislado en sus estudios. Actualmente es considerado un patógeno oportunista en humanos y las características clínicas de las lesiones producidas por él, son semejantes a las de los dermatofitos típicos (Betancourt *et al.*, 2013).

Se considera aclarar que, debido a la falta de una metodología apropiada, especies del complejo *Microsporium* no fueron posible aislar, no se contó con un medio idóneo para su crecimiento, como por ejemplo: el medio de Takashio (Sabouraud diluido 1/10 con sales, conteniendo 2 g de glucosa, 1g de neopeptona, 1g de MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O, 1g de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 20 g de agar y 1000 mL de agua destilada), (Demange *et al.*, 1992), aunque en las muestras se observó la presencia de conidios sobre el anzuelo queratinofílico. Este hongo está reportado en otros estudios de suelo de nuestro país como una de los géneros de mayor incidencia (Fernández *et al.*, 2017).

Estos resultados evidencian la gran diversidad de hongos queratinofílicos presentes en estas áreas de producciones hortícolas y entre ellos patógenos de humanos. Lo que nos hace en llamado de alerta sobre el peligro potencial al trabajo con estos suelos y sustratos donde se emplea la materia orgánica.

En la presente investigación se identificaron 10 géneros y 14 especies de hongos en suelo de áreas de producción hortícola de los municipios estudiados, los géneros fúngicos, que mayor número de aislados aportaron, fueron: *Aspergillus* con 21 aislamientos (cuatro especies) y *Trichophyton* con 13 aislamientos (dos especies). El género de mayor incidencia fue *Chrysosporium* sp., especies cosmopolitas y potencialmente oportunistas y el género de mayor patogenicidad fue *Trichophyton*.

## AGRADECIMIENTOS

Al programa Salud Animal y Vegetal y al proyecto, “Micobiota queratinofílica en áreas de producción hortícola de provincia La Habana”, código: P13LH003033 que financió la investigación, así como a las áreas de producción involucradas, que permitieron se realizara de dicho estudio.

## LITERATURA CITADA

Almaguer, M., M.J. Aira, F.J. Rodríguez-Rajo y T.I. Rojas (2013). Study of airborne fungus spores by viable and non-viable methods in Havana, Cuba, Grana. 52(4): 289-298. DOI: 10.1080/00173134.2013.829869

Almaguer, M., K. C. Sánchez, T. I. Rojas (2014). El género *Cladosporium* en la atmósfera del Occidente de Cuba: pasado, presente y futuro. Revista cubana de ciencias biológicas. 3(3): 8-17. ISSN: 2307-695X

Anuario estadístico de La Habana, 2016. Oficina Nacional de Estadística e información. Edición 2017.

Arenas, R. (2014). Micología medica ilustrada. (Mcgraw-Hill. Interamericana, Ed.) (5a ed.). México. Disponible en: <http://go.nature.com/2sMKpuN>. Última consulta: 8 de noviembre de 2021.

Ávila-Sosa, R., K. Saez-Gomez, E. Castañeda-Roldán y R. Munguía-Pérez (2020). Diversidad de hongos queratinofílicos en suelos de climas cálidos de México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 23 (30). ISSN: 1870-0462.

Beltrán, N., J.L. San Juan-Galán, C.M. Fernández, D. Ma. Yera, *et al.* (2019) Chronic Pulmonary Aspergillosis in Patients with Underlying Respiratory Disorders in Cuba—A Pilot Study. J. Fungi. 5(18). DOI:10.3390/jof5010018

Bensch K, J.Z. Groenewald, J. Dijksterhuis, M. Starink-Willemse, *et al.* (2010). Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidiellaceae, Capnodiales). Studies in Mycology 67: 1–94.

Betancourt, O., L. Zaror, y C. Senn (2013). Aislamiento de hongos filamentosos desde pelaje de gatos sin lesiones dérmicas en Temuco, Chile. Revista Científica FCV-Luz. 23(5): 380-387.

Bongomin, F., S. Gago, R. O. Oladele y D. W. Denning (2017). Global and Multi-National Prevalence of Fungal Diseases—Estimate Precision. J. Fungi. 3(57). DOI:10.3390/jof3040057

Calle, P. (2016) Aislamiento e identificación de hongos a partir de *Anopheles albimanus* (Diptera: culicidae) procedente de Trujillo, La Libertad. TESIS en opción al título de Biología Microbiología Parasitología. Lima-Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas.

Cano, J., M. Sagués, E. Barrio, P. Vidal, R.F. Castañeda-Ruiz, *et al.* (2002). Molecular taxonomy of *Aphanoascus* and description of two new species from soil. Studies in Mycology. 47:153-164

Crous, P.W., J. M. Verkley, J.Z. Groenewald y R. A. Samson (2009). Fungal diversity. CBS Laboratory Manual Series, Utrecht, The Netherlands.

Crous, P.W., U. Braun, K. Schubert y J.Z. Groenewald (2007). Delimiting *Cladosporium* from morphologically similar genera. Studies in Mycology. 58: 33–56.

De Hoog, G.S., J. Guarro, J. Gené, S. Ahmed, *et al.* (2019). Atlas of Clinical Fungi, 3ra-Edition. Utrecht / Reus.

Demange, C., N. Contet-Audonnet, M. Kombila, M. Miegville, *et al.* (1992). *Microsporium gypseum* complex in man and animals. J. Med. Vet. Mycol. 30:301-308

Denning, D.W. (2015). The ambitious “95-95 by 2025” roadmap for the diagnosis and management of fungal diseases. Thorax. 70: 613–614.

Dvorak, J., M. Otcenášek y G. Silva (1965). Informe preliminar sobre el estudio dermatofitológico de los suelos de La Habana. Poeyana. Serie A, 8.

Ellis, M.B (1971). Dematiaceous hyphomycetes. CMI, Kew.

Ellis, M.B (1976). More dematiaceous hyphomycetes. CMI, Kew.

Fernández, C. M., G. Martínez, M. R. Perurena, Ma.T. Illnait, *et al.* (2017). Contributions of the Mycology Laboratory at Pedro Kouri Tropical Medicine Institute to the development of the specialty in Cuba. Revista Cubana de Medicina Tropical. 69(3).

Fernández, R., C. Fernández y O. Fuentes (1987). Riesgo biológico asociado con trabajos de campo: informe de 2 casos de histoplasmosis. Revista Cubana de Medicina Tropical. 39: 61-67.

Fuentes, C. (1956). A new species of *Microsporium*. Mycologi. 48: 613-614.

Gómez-Sáenz, A. y R. Arenas (2020). Onicomycosis mixta. Un caso por *Trichophyton rubrum*, *Fusarium* sp. y *Candida albicans*.



- Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica (DCMQ). 18(1): 48 – 50.
- Gordon, D. B., D. W. Denning, A. R. Gow Neil, M. L. Stuart, *et al.* (2012). Hidden Killers: Human Fungal Infections. *Medical mycology*. 4: 165- 165rv13.
- Guarro, J. (2013). Fusariosis, a complex infection caused by a high diversity of fungal species refractory to treatment. *Eur. J. clin. Microbiol. Infect. Dis.* 32: 1491-1500.
- Herrera, K., O. Cobar, R. Barrios, K. Pierola, *et al.* (2015) .Evaluación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos colecciones biológicas y dos museos de la ciudad de Guatemala. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Científica*. 25(2).
- Kidd, S., C. Halliday, H. Alexiou y D. Ellis. (2016). Descriptions of medical fungi. Third Edition. The National Library of Australia Cataloguing-in-Publication entry ISBN: 9780646951294.
- Lou, J., L. Fu, Y. Peng y Z. Ligang (2013). Metabolites from *Alternaria* Fungi and Their Bioactivities. *Review Molecules*. 18: 5891-5935. DOI:10.3390/molecules18055891. ISSN 1420-3049.
- Lyratzopoulos, G., M. Ellis y R. Nerringer (2002). Invasive infection due to *Penicillium* species other than *P. marneffei*. *J. Infect.* 45: 184-207.
- Madrid, H., K.C. da Cunha, J. Gene, *et al.* (2014). Novel *Curvularia* species from clinical specimens. *Persoonia* 33: 6–48.
- Malek, E., M. Moosazadeh, P. Hanafi, Z. Abbasi, *et al.* (2013). Isolation of Keratinophilic Fungi and Aerobic Actinomycetes from Park Soils in Gorgan, North of Iran. *Jundishapur. Journal of Microbiology*. 6: 1- 5.
- Mangiaterra, M., G. Giusiano y I. González (2006). Algunos micro hongos geofílicos de las planicies semiaridas del noroeste de la provincia de San Luis (Argentina). *Boletín Micológico*. 21:43-48.
- Mena, J., S. Herrera, A. Mercado y D. Minter (2016) .Estrategia para la conservación de la diversidad fúngica de Cuba.
- Miller, J.D. (2016). Chapter 19. Mycotoxins in Food and Feed: A Challenge for the Twenty-First Century. En: De-Wei, Li. *Biology of Microfungi*. Springer. ISBN: 978-3-319-29137-6.
- Mora-Montes, H y Lopes-Bezerra. (2017). *Current progress in medical mycology*, Basilea, Springer Nature Swizerland.
- Ochoa, B. A. (2017). Sistematización del Cepario de hongos filamentosos de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Ambiental). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador.
- Otcenasek, M., J. Dvorak y G. Silva (1985). Dermatofitos y otros hongos queratinofílicos en suelos de Cuba. *Poeyana; Serie A*, No. 13.
- Persinoti, G. F., D. A. Martínez, W. Li, A. Dogen, *et al.* (2018) Whole-genome analysis illustrates global clonal population structure of the ubiquitous dermatophyte pathogen *Trichophyton rubrum*. *Genetics*. 208: 1657–1669. DOI: 10.1534/genetics.117.300573
- San Juan-Galán, J.L., C. M. Fernández-Andreu, G. F. Martínez-Machín, Mayda R. Perurena-Lancha, *et al.* (2021) Screening for M220 mutation in azole-resistant *Aspergillus fumigatus* isolates from clinical and environmental specimens in Cuba. *Italian Journal of Mycology* 50: 44-51. ISSN 2531-7342.
- Sarmiento, Ma., M. Mangiaterra, Ma.V. Bojanich, J.A. Basualdo, *et al.* (2016). Hongos queratinofílicos en suelos de parques de la ciudad de Corrientes, Argentina. *Revista Iberoamericana de Micología*. 33 (1): 7-12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.riam>.
- Shagra, A., H. Al-Jamaie y M. Al Zoubi (2012). Isolation of soil dermatophytes from three distinct geographic locations in Jordan. *Fungal Ecology*. 5: 274-276.
- Summerbell, R.C., C. Gueidan, H.J. Schroers, G.S. de Hoog, *et al.* (2011). *Acronium* phylogenetic overview and revision of *Gliomastix*, *Sarocladium* and *Trichothecium*. *Studies in Mycology* 68: 139-162.
- Vanbreuseghem, R. (1952) Technique biologique pour l'isolement des dermatophytes du sol. *Ann. Soco Beige de Med. Trop.* 32: 173-178.
- Zabala, P. A. (2020) Prevalencia de dermatofitos en los pacientes que acuden al centro de salud Urbirios del Cantón Manta, provincia de Manabí en el año 2019. Trabajo de titulación de grado previo a la obtención del título de bioquímico clínico. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Medicina, carrera de Bioquímica Clínica.
- Zubiria, E. y A. Zubiria, (2004). *Asma Bronquial*. Bogotá, Colombia. Editorial Panamericana. Disponible en: <https://books.google.com.gt/books/about/Asma-bronquial>. Fecha de consulta: enero 2019.
- Zurita, S. y F. Urcia (2017). *Manual de procedimientos técnicos para el diagnóstico micológico* (1era edición). ISBN: 978-612-310-094-0). Lima, Perú.

