

Estudios de micología ambiental en Cuba: Una mirada a la diversidad fúngica

Environmental mycology studies in Cuba: An overview of fungal diversity

Teresa Irene Rojas Flores¹, María Jesús Aira^{2, a}, Michel Almaguer Chávez¹, Kenia Caridad Sánchez Espinosa³

¹Departamento de Microbiología. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25, No 455, entre J e I. Vedado. La Habana. Cuba

²Departamento de Botánica. Facultad de Biología. C/Lope Gómez de Marzoa, s/n. 15782 Santiago de Compostela. Universidade de Santiago de Compostela, España

³Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo, Campus Universitario As Lagoas, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, 32004 Ourense, España

✉ ^a Autora de correspondencia: M.J. Aira; e-mail: mariajesus.aira@usc.es

Recibido: 04/05/2025; Aceptado: 01/06/2025

Resumen

Los hongos, gracias a su adaptabilidad fisiológica, pueden colonizar diversos sustratos y causar biodeterioro, especialmente en ambientes interiores y climas tropicales. En edificios de La Habana, se registraron altos niveles de contaminación fúngica, con predominio de géneros como *Cladosporium*, *Aspergillus* y *Penicillium*. La diversidad estuvo relacionada con los materiales presentes, siendo más elevada en estructuras con componentes celulósicos. Algunas especies identificadas pueden afectar a la salud humana, lo que ha motivado acciones para mejorar la calidad del aire. En sitios patrimoniales, la temperatura y la humedad favorecen la esporulación, aumentando el riesgo de deterioro. Se detectaron cepas con capacidad de producir enzimas y pigmentos que afectan a los materiales culturales, lo que resalta la importancia de implementar medidas preventivas. En áreas rurales, el arroz, alimento esencial en Cuba, es altamente vulnerable a hongos fitopatógenos. Se identificaron múltiples especies, algunas productoras de micotoxinas, lo que compromete la calidad del grano y representa un riesgo sanitario para la población.

En entornos urbanos, el monitoreo aeromicológico reveló una elevada presencia de esporas, especialmente de *Cladosporium*. Las concentraciones variaron estacionalmente influenciadas por factores climáticos. También se detectaron especies micotoxigénicas que representan un riesgo significativo para personas alérgicas o inmunocomprometidas.

Palabras clave: esporas de hongos; biodeterioro; cultivos; alergia; Habana; Cuba.

Abstract

Fungi, due to their physiological adaptability, can colonize multiple substrates and cause biodeterioration, particularly in indoor environments and tropical climates. In Havana buildings, high levels of fungal contamination were recorded, with a predominance of genera such as *Cladosporium*, *Aspergillus*, and *Penicillium*. Their diversity was linked to the materials present, being higher in structures containing cellulosic components. Several identified species can affect human health, which has prompted actions to improve air quality. In heritage sites, temperature and humidity favor sporulation, increasing deterioration risks. Strains capable of producing enzymes and pigments that impact cultural materials were detected, highlighting the importance of implementing preventive strategies. In rural areas, rice, an essential food in Cuba, is highly vulnerable to phytopathogenic fungi. Multiple species were identified, some of which produce mycotoxins, which compromises grain quality and pose health risks to the population. In urban environments, aeromycological monitoring revealed a high presence of spores, especially of *Cladosporium*. Spore concentrations varied seasonally, influenced by climatic factors. Mycotoxigenic species were also detected, which represents a significant risk for allergic or immunocompromised individuals.

Keywords: Fungal spores; biodeterioration; crops; allergy; Havana; Cuba.

INTRODUCCIÓN

Al pensar en los hongos, solemos asociarlos solo con las setas, pero en realidad forman un grupo de organismos altamente diverso, tanto en número como en forma. Muchas especies son microscópicas y liberan gran cantidad de esporas que se dispersan por el aire. La Micología ambiental estudia la relación de los hongos con su entorno en distintos ecosistemas, con aplicaciones en salud pública, agricultura, cambio climático y conservación de la biodiversidad.

En Cuba, los primeros estudios aeromicológicos se remontan a la década de 1950 y se llevaron a cabo en la ciudad de La Habana y sus alrededores (Fig. 1). Para la recolección de esporas presentes en el aire, se utilizaron técnicas de sedimentación en placas con medios de cultivo, que permitían el desarrollo e identificación de los hongos (1, 2, 3, 4). Sin embargo, esta metodología presenta diversas limitaciones, ya que los resultados pueden verse afectados por el tamaño y la forma de las esporas, así como por las condiciones del flujo de aire. A pesar de estas desventajas, la técnica continuó utilizándose durante años debido a su utilidad para obtener datos cualitativos (5, 6).

Figura 1. Localización geográfica de los trabajos aeromicológicos realizados en Cuba.

Figure 1. Geographical location of aeromycological studies conducted in Cuba.



Posteriormente, se introdujeron equipos de captación de esporas que incorporan placas de cultivo, lo que permitió expresar los resultados en unidades formadoras de colonias por volumen conocido de aire. En este contexto, destaca el trabajo de Rojas (2010), quien estableció las bases metodológicas para estimar la concentración y diversidad de hongos en la atmósfera habanera (7). En el año 2010, gracias a un convenio de colaboración con la Universidad de Santiago de Compostela (España), se instaló en La Habana el primer captador volumétrico de metodología no viable, siguiendo las directrices de la Red Española de Aerobiología (8). Desde entonces, esta estación aerobiológica, ha estado bajo la responsabilidad del Grupo de Investigación en Ecología Microbiana de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana.

Este trabajo presenta una recopilación de los principales resultados obtenidos por dicho grupo de investigación durante los últimos 15 años, en estudios realizados con distintos objetivos, en diversos ecosistemas y utilizando variadas metodologías de muestreo.

METODOLOGÍA

Captación de esporas del aire

Existen dos sistemas principales para la recolección de esporas fúngicas presentes en el aire: los captadores de esporas viables, que recolectan esporas capaces de germinar y formar colonias en medios de cultivo, y los captadores de esporas no viables, en los que la identificación se realiza mediante observación directa al microscopio. Ambos métodos son complementarios y su elección depende del objetivo específico y del área de estudio.

En nuestras investigaciones se han utilizado diversos equipos para la captura de esporas viables, Andersen, Aeroscopio Chirana, *Surface Air System*, *Burkard Personal Culture* (Fig. 2). Todos estos dispositivos permiten la incorporación de una o más placas con medio de cultivo y pueden ser fácilmente transportados a las zonas de muestreo. Para la recolección de esporas no viables, se emplea un captador tipo Hirst (Lanzoni VPPS-2000), instalado de forma permanente en una de las terrazas de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana.

Figura 2. Captadores de esporas viables (Aeroscopio Chirana, *Surface Air Sampler*, Andersen, *Burkard Personal Culture*) y no viables utilizados en los estudios aeromicológicos en Cuba (Lanzoni VPPS-2000).

Figure 2. Viable spore samplers (*Aeroscopio Chirana*, *Surface Air Sampler*, Andersen, *Burkard Personal Culture*) and non-viable spore samplers (Lanzoni VPPS-2000) used in aeromycological studies in Cuba



En todos los casos se trata de equipos de tipo volumétrico, cuyo principio de funcionamiento se basa en la succión de un volumen conocido de aire. Esto permite expresar los resultados en unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire (UFC/m³) en el caso de los captadores viables, y en esporas/m³ de aire para los no viables. La elección del equipo también depende de sus características técnicas, especialmente del peso y la necesidad de conexión eléctrica, factores determinantes en el diseño de las campañas de muestreo.

Los captadores viables ofrecen la ventaja de permitir la identificación de hongos a nivel de especie, ya que los cultivos obtenidos posibilitan el análisis detallado tanto de estructuras vegetativas como reproductoras. Por su parte, la principal ventaja del sistema tipo Hirst radica en su capacidad para realizar muestreos continuos durante largos periodos de tiempo. Aunque

la recogida de muestras se realiza semanalmente, este sistema permite obtener datos con resolución horaria.

Trabajo de laboratorio

En los equipos de captura viable, las placas de cultivo se incuban a temperaturas entre 20 y 25 °C con el fin de favorecer la esporulación de los hongos. La identificación morfológica requiere un análisis combinado a nivel macroscópico y microscópico. En el examen macroscópico se consideran características como el color, la textura, la forma y el tamaño de las colonias, así como la presencia de pigmentos. Por otro lado, el análisis microscópico permite observar las hifas, las estructuras reproductoras y las esporas. A partir de estos datos, se compara la información obtenida con bibliografía especializada para lograr una identificación precisa del hongo.

En el caso de los equipos no viables, la identificación y el recuento de esporas se realiza exclusivamente mediante microscopía óptica. Las muestras se analizan utilizando preparaciones de referencia y claves de identificación taxonómica, lo que permite determinar el género y, en algunos casos, la especie, en función de las características morfológicas observadas.

RESULTADOS

Hongos en ambientes interiores

Los hongos, por su versatilidad fisiológica, colonizaron diversos sustratos y causaron biodeterioro. En un estudio realizado en edificios de La Habana, el 55 % presentó niveles elevados de contaminación fúngica (>1000 UFC/m³), se identificaron 28 géneros y 31 especies, con predominio de *Cladosporium cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *Aspergillus flavus*, *A. niger* y *Penicillium citrinum* (9,10). La diversidad fúngica estuvo asociada con la naturaleza de los materiales, y fue más elevada en almacenes con materiales celulósicos. *A. flavus* y *A. fumigatus*, por su impacto en la salud humana, motivaron la adopción de medidas para mejorar la calidad del aire.

En climas tropicales, la alta temperatura y humedad favorecieron la esporulación y aumentaron el riesgo de biodeterioro en sitios patrimoniales. Estudios en edificios históricos identificaron cepas productoras de celulasa, ácidos, polifenoloxidasas y pigmentos (Tabla I), principalmente en géneros como *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* (11). Estos hallazgos **sustentaron** la implementación de medidas de conservación preventiva.

Por otra parte, se estudió la calidad del aire en casas de menores con antecedentes familiares de alergias y los resultados mostraron que en varias de ellas era baja. *Aspergillus* fue uno de los géneros más frecuentes, y destacaron por su abundancia algunas especies como *A. niger*, *A. flavus*, *A. welwitschiae* y *A. fumigatus*. La exposición prolongada a las esporas de estos hongos representó un riesgo para la salud, ya que pudo causar problemas respiratorios graves, como el asma, especialmente en personas susceptibles (12,13).

Tabla I. Análisis fisiológico de las cepas fúngicas en sustratos proteicos, lignocelulósicos e inorgánicos.

Table I. Physiological analysis of fungal strains on protein, lignocellulosic, and inorganic substrates

	Celulasas	PPO	Ácidos	Pigmentos
Sustratos proteicos	*		*	
<i>Aspergillus flavus</i>	*		*	amarillo
<i>Aspergillus niger</i>	*		*	
<i>Aspergillus oryzae</i>			*	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	*			amarillo
<i>Penicillium chrysogenum</i>	*		*	
<i>Penicillium glabrum</i>	*			amarillo
<i>Nigrospora sphaerica</i>	*		*	
<i>Fusarium oxysporum</i>	*		*	
Sustratos lignocelulósicos				
<i>Aspergillus caespitosus</i>	*		*	morado
<i>Aspergillus candidus</i>			*	
<i>Aspergillus clavatus</i>	*			marrón claro
<i>Aspergillus fumigatus</i>	*		*	
<i>Aspergillus niger</i>	*		*	amarillo
<i>Aspergillus sydowii</i>	*			rojizo
<i>Penicillium chrysogenum</i>	*		*	amarillo
<i>Aspergillus flavus</i>	*		*	
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	*	*	*	
<i>Cladosporium herbarum</i>	*	*	*	
<i>Cladosporium oxysporum</i>	*	*	*	
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	*		*	
<i>Curvularia pallescens</i>	*	*	*	
<i>Alternaria tenuissima</i>	*			
<i>Paecilomyces variotii</i>			*	
Sustratos inorgánicos			*	
<i>Aspergillus clavatus</i>	*		*	
<i>Aspergillus flavus</i>	*		*	
<i>Penicillium chrysogenum</i>	*		*	amarillo

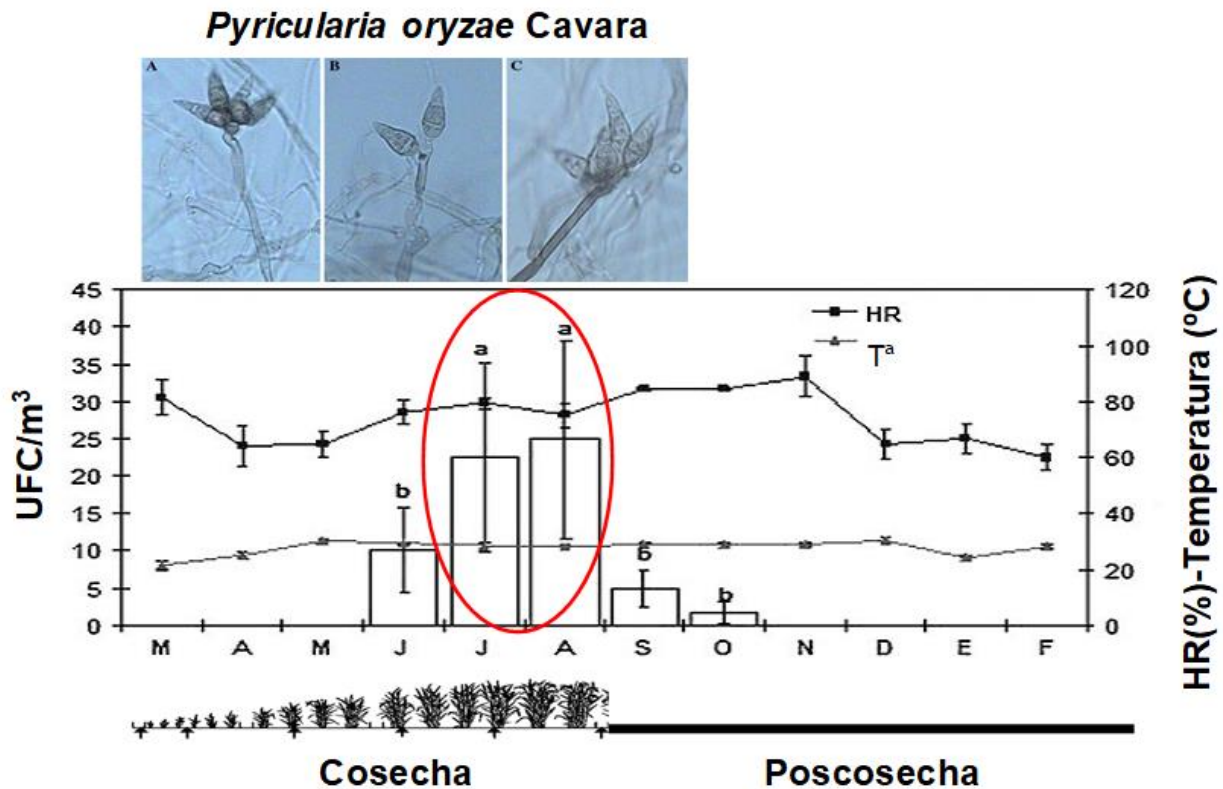
*positivo; polifenol oxidasas (PPO)

Micobiota atmosférica en medio rural

El arroz, alimento básico en Cuba, fue especialmente vulnerable a enfermedades fúngicas. Estudios aeromicológicos en zonas arroceras identificaron 39 especies de hongos filamentosos, predominaron *Bipolaris*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Pyricularia*, *Cercospora* y *Fusarium* (14). Algunas de estas especies fueron micotoxigénicas, afectaron la calidad del grano y representaron un riesgo para la salud humana (15). *Pyricularia oryzae*, agente causal de la quemazón del arroz, presentó sus mayores concentraciones esporales en agosto, al final de la cosecha (Fig. 3). La temperatura y humedad relativa fueron los factores meteorológicos más influyentes. Este tipo de estudios respaldó el uso de estrategias de manejo integrado para reducir el impacto de las enfermedades fúngicas en los cultivos.

Figura 3. Fotografías de tres aislamientos de *Pyricularia oryzae* y concentración promedio mensual de sus esporas en relación a la humedad relativa (HR) y a la temperatura.

Figure 3. Photographs of three *Pyricularia oryzae* isolates and the monthly average concentration of their spores in relation to relative humidity (RH) and temperature



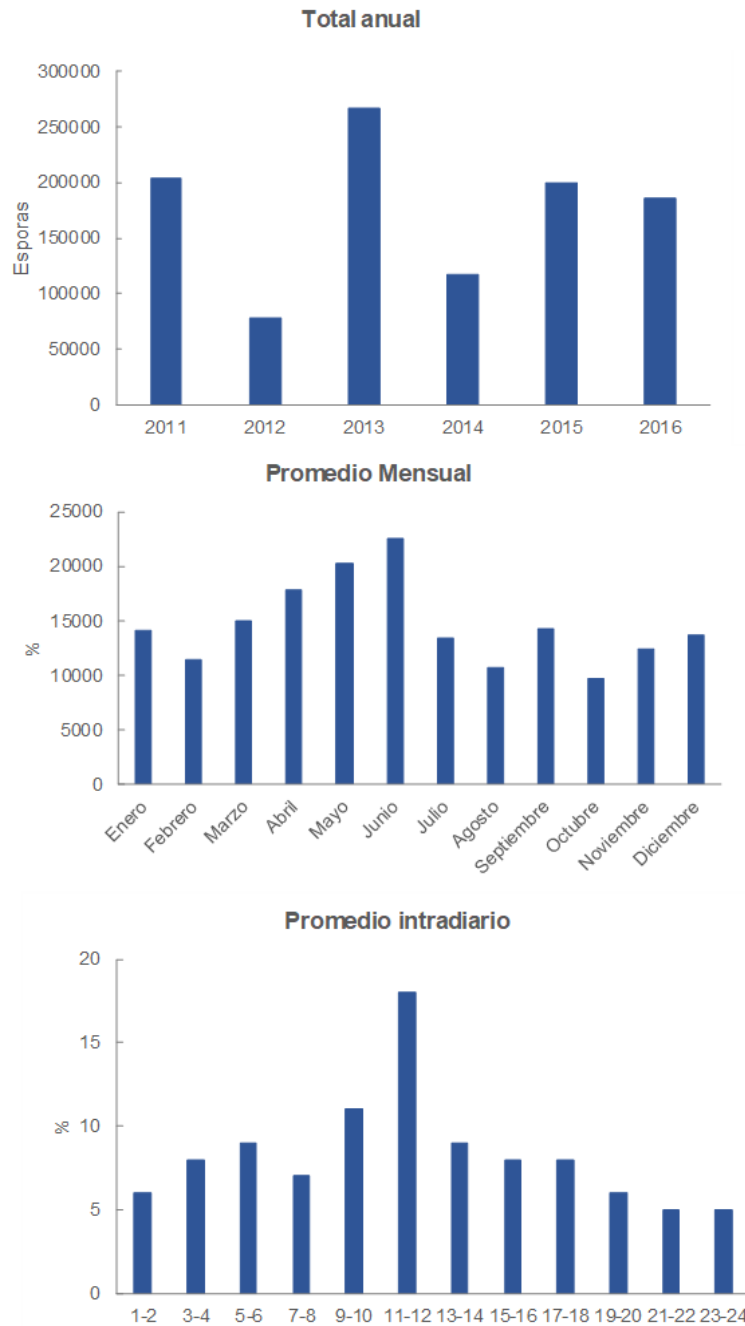
Micobiota atmosférica en medio urbano

Conocer el espectro y la dinámica estacional de esporas fúngicas fue clave para la prevención de enfermedades alérgicas, especialmente en los menores. Aunque escasos, algunos estudios revelaron sensibilización diferencial entre regiones de Cuba: *Penicillium* y *Alternaria* en el occidente; *Alternaria* en el oriente (16,17). Un 72,6 % de pacientes alérgicos mostró sensibilidad a hongos, con alta polisensibilización a *Aspergillus*, *Penicillium* y *Alternaria* (18).

Desde 2010, se realizó en La Habana un monitoreo aeromicológico con métodos no viables. Las concentraciones anuales de esporas variaron notablemente (78.588 – 266.802 esporas/año), influenciadas por factores climáticos y eventos extremos (Fig. 4). Los picos estacionales se registraron en el mes de junio, mientras que las concentraciones intradiurnas más elevadas ocurrieron entre las 11:00 y 12:00 horas y se asociaron a *Cladosporium*. En contraste, las esporas de basidiomicetes como *Coprinus* y *Ganoderma* presentaron máximos al amanecer.

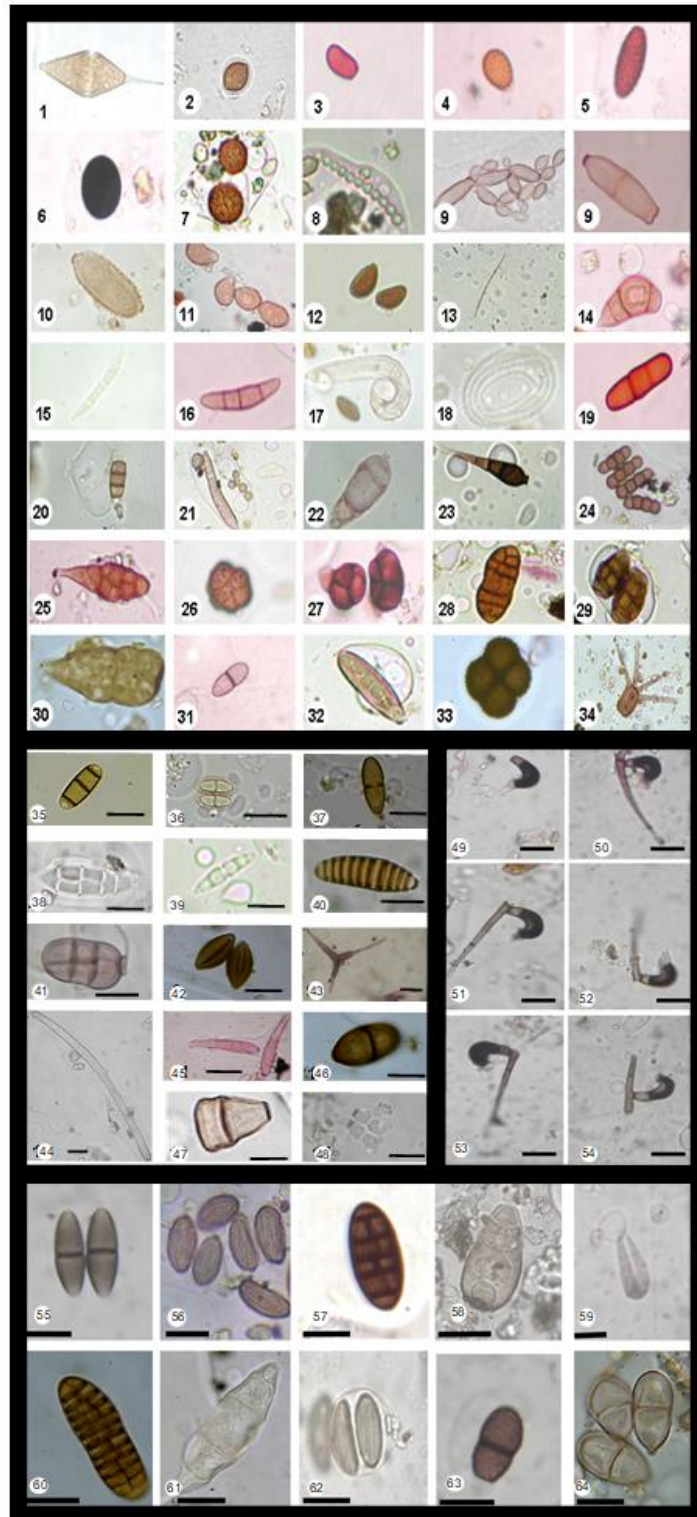
Figura 4. Total anual, promedios mensuales e intradiarios de esporas en la ciudad de la Habana.

Figure 4. Annual total, monthly and intraday averages of spores in the city of Havana.



Se identificaron 64 géneros por métodos no viables y 74 especies por métodos viables (Fig. 5). *Cladosporium* fue el género dominante tanto en áreas urbanas como rurales, alcanzando el 68,5 % del total de esporas durante la estación seca, con picos de hasta 1300 esporas/m³ (19). Otros géneros frecuentes incluyeron a *Coprinus*, *Leptosphaeria*, *Aspergillus* y *Penicillium*, con concentraciones más elevadas durante la temporada lluviosa.

Figura 5. Hongos identificados a través de sus esporas por metodología no viable. (1) *Beltrania*, (2) *Chaetomium*, (3) *Coprinus*, (4) *Ganoderma*, (5) *Gliomastix*, (6) *Nigrospora*, (7) *Periconia*, (8) tipo *Aspergillus/Penicillium*, (9) tipo *Cladosporium cladosporioides*, (10) tipo *Cladosporium herbarum*, (11) tipo Uredinales, (12) tipo Xylariaceae, (13) *Cercospora*, (14) *Curvularia*, (15) *Fusarium*, (16) *Leptosphaeria*, (17) *Helicoma*, (18) *Helicomycetes*, (19) *Paraphaeosphaeria*, (20) *Pestalotiopsis*, (21) *Pseudocercospora*, (22) *Pyricularia*, (23) *Sporidesmium*, (24) *Torula*, (25) *Alternaria*, (26) *Epicoccum*, (27) *Monodictys*, (28) *Pleospora*, (29) *Pithomyces*, (30) *Stemphylium*, (31) *Venturia*, (32) *Bipolaris*, (33) *Spegazzinia*, (34) *Tetraploa*, (35) *Chaetosphaerella*, (36) *Diaporthe*, (37) *Didymosphaeria*, (38) *Leptosphaerulina*, (39) *Massarina*, (40) *Mauritiana*, (41) *Acrodictys*, (42) *Arthrimum*, (43) *Ceratopsporium*, (44) *Corynespora*, (45) *Helminthosporium*, (46) *Lasiodiplodia*, (47) *Polythrincium*, (48) *Zygophiala*, (49-54) *Zygosporium*, (55) *Amphisphaeria*, (56) *Ascobolus*, (57) *Cucurbitothrix*, (58) *Exosporium*, (59) *Helicomina*, (60) *Lewia*, (61) *Microsporium*, (62) *Solheimia*, (63) *Trichocladium*, (64) *Trichotecium*.



La aplicación de métodos de captación de esporas viables (Tabla II) ha permitido caracterizar a 74 hongos, 14 de ellos a nivel de género y 60 a nivel específico (Almaguer y Rojas, 2013). Las especies que presentaron una mayor frecuencia relativa fueron *Cladosporium cladosporioides* (95,4%), *Aspergillus flavus* (86,9%), *Aspergillus niger* (65,2%), *Curvularia aerea* (47,8%) y *Alternaria tenuissima* (45,2%).

Tabla II. Principales géneros y especies identificados por metodología viable en la ciudad de La Habana.

Table II. Main genera and species identified using viable methodology in the city of Havana.

Géneros	Especies
<i>Acremonium</i>	<i>Alternaria tenuissima</i>
<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus flavus</i>
<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus niger</i>
<i>Bipolaris</i>	<i>Aspergillus oryzae</i>
<i>Cephalosporium</i>	<i>Curvularia aerea</i>
<i>Chrysonilia</i>	<i>Fusarium semitectum</i>
<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium lateritium</i>
<i>Curvularia</i>	<i>Cladosporium cladosporioides</i>
<i>Chaetomium</i>	<i>Cladosporium oxysporum</i>
<i>Epicoccum</i>	<i>Cladosporium sphaerospermum</i>
<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium chrysogenum</i>
<i>Geotrichum</i>	<i>Penicillium citrinum</i>
<i>Monodictys</i>	<i>Penicillium waksmanii</i>
<i>Mucor</i>	<i>Penicillium funiculosum</i>
<i>Nigrospora</i>	
<i>Paecilomyces</i>	
<i>Penicillium</i>	
<i>Pestalotiopsis</i>	
<i>Phoma</i>	
<i>Pithomyces</i>	
<i>Rhizopus</i>	
<i>Scopularopsis</i>	
<i>Spegazzinia</i>	
<i>Syncephalastrum</i>	
<i>Trichoderma</i>	

Finalmente, los hongos micotoxigénicos como *Stachybotrys* también **fueron identificados** en ambientes urbanos y rurales, **representaron** un riesgo particular para personas inmunocomprometidas. Hasta la fecha, **se detectaron** *S. echinatus*, *S. chartarum* y *S. nephrospora* en el occidente cubano (20).

CONCLUSIONES

En Cuba se ha encontrado una gran variedad de hongos en diferentes lugares, tanto dentro de edificios como al aire libre, incluyendo sitios históricos, zonas rurales de cultivo y ciudades. Los hongos más comunes son *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Algunos de ellos pueden afectar la salud, ya que producen sustancias tóxicas o causan alergias, lo que es especialmente peligroso para personas con defensas bajas.

Estos hongos también pueden dañar materiales, ya que tienen la capacidad de crecer sobre distintos tipos de superficies, acelerando el desgaste de materiales como la madera y afectando

construcciones antiguas. El clima tropical de Cuba, con sus altas temperaturas y humedad, favorece que estos hongos crezcan y liberen sus esporas en el aire, sobre todo durante la temporada de lluvias.

Gracias a estudios sobre las esporas en el aire, se ha aprendido cómo y cuándo se dispersan estos hongos. Esta información es muy útil para diseñar mejores formas de prevenir su impacto, tanto en la agricultura como en la conservación de edificios y en la protección de la salud de las personas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la Universidad de La Habana por el proyecto institucional "*Caracterización aerobiológica sistemática de la atmósfera de La Habana*" (NAP223LH001-058) y especialmente a todas las personas que han contribuido con distintas aportaciones al desarrollo del Grupo de Investigación en Ecología Microbiana de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana. A la Consellería de Cultura, Educación e Universidade (Xunta de Galicia) por el reconocimiento obtenido por el grupo de investigación de la Universidade de Santiago de Compostela (GI-1809, BIOAPLIC) como Grupo de Referencia Competitiva (ED431C-2023/19).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Estrada de La Riva J. Variaciones en la Micología ambiental de Cuba. Estudio Micológico y Clínico. Int. Arch. Allergy Appl. 1951; 2: 360-370.
2. Cadrecha J.Y., Fernández J. Numbers and kinds of airborne, culturable fungus spores in Havana, Cuba. J Allergy 1955; 26(2): 150-152.
3. Fuentes C.A. Revisión de las investigaciones sobre Micología médica y de la literatura en Cuba durante el decenio de 1945 a 1955. Mycopathol. Mycol. Appl. 1958; 9: 207-223.
4. Quintero E., Rivera-Mariani F., Bolaños-Rosero B. Analysis of environmental factors and their effects on fungal spores in the atmosphere of a tropical urban area (San Juan, Puerto Rico). Aerobiologia 2010; 26(2): 113-124.
5. Álvarez G. Conteo de colonias de hongos atmosféricos en la ciudad de Matanzas, Cuba por espacio de 5 años. Rev. Méd. Cuba 1984; 14: 44-51.
6. Arnold G.R.W., Guerra A.G., Rodríguez de la Rosa N. Presencia de hongos del aire del INIFAT. Reporte de Investigación del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical 1987; 43: 1-6.
7. Rojas T.I. Diversidad fúngica en ambientes de áreas urbanas de Ciudad de la Habana y sus potencialidades en el biodeterioro. Tesis doctoral Universidad de La Habana, Cuba; 2010.
8. Galán Soldevilla C.G., González P.C., Teno P.A., Vilches E.D. Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología. España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba; 2007.
9. Rojas T.I., Llanes N., Benítez M., Aira M.J., Malagón H. El género *Aspergillus* en la atmósfera de La Habana (Cuba). Bol. Micol. 2007; 22: 41-46.
10. Rojas T.I., Aira M.J. Fungal biodiversity in indoor environments in Havana, Cuba. Aerobiologia 2012; 28: 367-374.

11. Rojas, T.I., Aira, M.J., Batista, A., Cruz, I.L., González, S. Fungal biodeterioration in historic buildings of Havana (Cuba). *Grana* 2012; 51(1): 44-51.
12. Sánchez Espinosa, K.C., Almaguer Chávez, M.A., Duarte-Escalante, E., Rojas Flores, T.I., Frías-De-León, M.G., Reyes-Montes, M.R. Phylogenetic identification, diversity, and richness of *Aspergillus* from homes in Havana, Cuba. *Microorganisms* 2021; 9(1): 115.
13. Sánchez Espinosa, K.C., Rodríguez Davydenko, S., Rojas Flores, T.I., Venero Fernández, S.J., Almaguer, M. Indoor air quality and diversity of fungi inside and outside residences of children with a history of allergy in Cuba. *Grana* 2022; 61(4): 284-295.
14. Almaguer M., Rojas, T.I., Rodríguez-Rajo, F. J., Aira, M.J. Airborne fungal succession in a rice field of Cuba. *Eur. J. Plant Pathol.* 2012; 133: 473-482.
15. Beber-Rodrigues M., Scussel V.M. Mycoflora and mycotoxicological quality of four freshly harvested paddy rice cultivars and relation with harvest to industry reception timing. *Rice Sci.* 2013; 20(4): 303-308.
16. Díaz Rodríguez A., Fabrè Ortiz D.E., Coutin Marie, G., González Méndez T. La sensibilización a hongos ambientales y su relación con enfermedades atópicas en escolares. *Rev. Cub. Med. Gen. Integral* 2010; 26(4): 647-655.
17. Bermúdez-Cordoví L.L., Martínez-Pérez J.R., Reyes-González Y., Escalona-Lallana M. Sensibilización a ácaros y hongos ambientales en pacientes pediátricos con asma y rinitis alérgica. *Rev. Electrón. Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta* 2022; 47(5): e3212. Disponible en: <http://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/3212>
18. Herrera Barrios, O., Peneque Rodríguez, I., Rodríguez Canosa, J., Jiménez Martínez, M., Otero Heredia, L., Ruiz Torres, N., Guedes Vidal, L., Martínez Ayala, Y., Suárez Navarro, N., Linares Luna, L. Sensibilidad cutánea a hongos ambientales y estudio de la microbiota nasal de pacientes con alergias respiratoria. *Investig. Medicoquirúrg.* 2019; 11(2). Disponible en: <https://revcimeq.sld.cu/index.php/imq/article/view/486>
19. Almaguer M., Aira M.J., Rodríguez-Rajo F.J., Rojas T.I. Temporal dynamics of airborne fungi in Havana (Cuba) during dry and rainy seasons: Influence of meteorological parameters. *Int. J. Biometeorol.* 2014; 58(7): 1459-1470.
20. Almaguer M., Sánchez K.C. Registros de especies de *Stachybotrys* en el aire de la zona occidental de Cuba. *Acta Bot. Cub.* 2020; 219(1):10-13.