



ARTÍCULO ORIGINAL

Dinámica de conidióforos de *Zygosporium* en la atmósfera de La Habana, Cuba

Zygosporium conidiophores dynamic in Havana atmosphere, Cuba

Michel Almaguer Chavez, Kenia C. Sánchez y Teresa Irene Rojas Flores

Facultad de Biología, Universidad
de La Habana, Cuba

RESUMEN

Se presenta la dinámica temporal de conidióforos de *Zygosporium* Mont. recolectados con una metodología volumétrica no viable en la atmósfera de La Habana, durante el año 2015. El muestreo sistemático se realizó con un captador volumétrico tipo Hirst (Lanzoni VPPS 2000). Se analizó el comportamiento anual e intradiario de *Zygosporium* en el aire, su densidad relativa (DR) y frecuencia relativa (FR), así como la relación entre la concentración y las variables meteorológicas. Se detectaron conidióforos vesiculares y setosos de *Zygosporium* con una DR=0,007% y FR=3,16%, por lo que este género puede clasificarse como raro en la atmósfera de La Habana. La concentración diaria mostró correlación positiva con la temperatura máxima diaria y negativa con la precipitación del día anterior, y los mayores valores de FR y DR se detectaron durante la estación poco lluviosa. Ello evidencia que la aparición de estas estructuras conidiógenas en el aire está relacionada con condiciones de sequedad ambiental.

Palabras clave: Aeromicobiota, aeromicología, atmósfera, registro

ABSTRACT

It is presented the temporal dynamics of Zygosporium Mont. conidiophores, collected with a non-viable volumetric methodology in the atmosphere of Havana during 2015. Systematic sampling was performed with a volumetric sampler type Hirst (Lanzoni VPPS 2000). Annual and intra-day behavior, the relative density (DR) and relative frequency (FR), as well as the relationship of the concentration with the different meteorological variables were analyzed. Vesicular and setose conidiophores of Zygosporium were detected with DR = 0,007% and FR = 3,16%, so the genus can be classified as rare in the atmosphere of Havana. Daily concentrations correlated positively with the maximum daily temperature and negatively with precipitation of the previous day, and the highest values of FR and DR were obtained during the dry season, showing that the appearance of these conidiogenous structures in the air is related with conditions of environmental dryness.

Keywords: Aeromycology, atmosphere, registry

* Autor para correspondencia:
michelalm@fbio.uh.cu

Recibido: 2016-10-29

Aceptado: 2017-02-18

INTRODUCCIÓN

El estudio de los propágulos fúngicos transportados a través de la atmósfera tiene una importante contribución al conocimiento de la ecología fúngica, así como impacto en la agricultura, la salud y el biodeterioro. Es por ello que el desarrollo de la Aeromicrología es de interés en países subtropicales como Cuba, donde el clima favorece la presencia de hongos en el aire exterior, la mayor parte del año.

El Laboratorio de Micología Ambiental de la Facultad de Biología, Universidad de la Habana, inició un monitoreo sistemático de la atmósfera de La Habana mediante un captador tipo Hirst (Lanzoni VPPS 2000). Ello permitió informar la diversidad y variación temporal de esporas pertenecientes a 29 géneros y 6 tipos esporales recolectados del aire (Almaguer *et al.*, 2014; 2015). Las principales ventajas de los captadores tipo Hirst consisten en la simplicidad de su manejo, la adaptabilidad de su caudal de succión y la posibilidad de obtener datos estacionales, diarios y horarios mediante la identificación visual de las esporas o estructuras fúngicas. Además, los datos se pueden comparar con los de otras zonas de diferentes características biogeográficas y bioclimáticas (Sidel *et al.*, 2014).

Entre los hongos detectados en la atmósfera de La Habana con esta metodología no viable, no se ha referido la variación temporal de *Zygosporium*. Este género solo se ha informado en el aire exterior de Santiago de Las Vegas, Habana (Arnold *et al.*, 1987) y Bauta, Artemisa (Almaguer *et al.*, 2012), a través de métodos viables. El análisis de su dinámica aerobiológica tiene impacto en la agricultura urbana cubana, ya que varias de sus especies constituyen plagas para cultivos como *Carica papaya* L., *Mangifera indica* L. y algunas gramíneas (Arnold, 1986).

Los conidios formados por *Zygosporium* son amerosporas, elipsoidales o globosas, lisas o diversamente ornamentados (Whitton *et al.*, 2002). Estas características morfológicas dificultan su detección por metodologías no viables, pero sus conidióforos poseen características distintivas que permiten su identificación en las muestras aerobiológicas.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la variación del contenido de conidióforos de *Zygosporium* Mont. en el aire de La Habana durante 2015, mediante la recolección continua a través de un método volumétrico no viable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo aeromicológico durante el año 2015, mediante un captador volumétrico tipo Hirst (Lanzoni VPPS 2000). Este equipo contiene un tambor de cambio semanal, con autonomía de funcionamiento y un flujo de aire aspirado que se ajustó a 10 L/min. Sobre este tambor se fijó una cinta de Melinex impregnada con una solución de silicona en tetracloruro de carbono. Para el recambio semanal, montaje de las muestras y procesamiento se siguió la metodología propuesta por Galán *et al.* (2007). El captador se ubicó en la terraza de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, a una altura de 35 m sobre el nivel del suelo. La identificación y recuento de los conidióforos de *Zygosporium* se realizó mediante un microscopio óptico de campo claro Novel. Se utilizó un lente objetivo de 40x y se observaron dos barridos longitudinales en cada preparación.

Se calculó la densidad relativa (DR) y la frecuencia relativa (FR) mediante las siguientes ecuaciones: DR = (concentración de *Zygosporium*/ concentración de hongos totales identificados)*100; FR = (días en los que se detecta *Zygosporium*/ días totales de muestreo)*100 (Almaguer *et al.*, 2012; 2014). Para establecer los modelos de distribución intradiario, se tuvieron en cuenta los días sin precipitaciones cuya concentración media diaria fue igual o superior a la media anual. Se graficó teniendo en cuenta en el eje de abscisas las horas del día y en el eje de las ordenadas el porcentaje que representan las esporas recogidas en dos horas sobre el total diario (Galán *et al.*, 2007).

Se realizó un análisis de correlación por rangos de Spearman (r_s) entre la concentración diaria de *Zygosporium* y las variables meteorológicas del propio día de muestreo y hasta dos días previos. Los datos meteorológicos de temperatura máxima, media y mínima; humedad relativa máxima, media, mínima, precipitaciones y velocidad máxima y media del viento, proceden de la estación meteorológica de Casablanca (INSMET).

RESULTADOS

En las preparaciones aerobiológicas recolectadas durante el año 2015 se detectaron conidióforos setiformes y conidióforos vesiculares característicos del género *Zygosporium*. Los caracteres distintivos de

Tabla 1. Características morfológicas de los conidióforos setiformes y conidióforos vesiculares con valor identificativo en preparaciones aerobiológicas procedentes de un captador tipo Hirst (Lanzoni VPPS 2000)./

Table 1. Morphological features of setiform conidiophores and vesicular conidiophores with identificative value observed in aerobiological slides from a Hirst type collector (Lanzoni VPPS 2000).

Conidióforos setiformes		Conidióforos vesiculares		
Morfología	Dimensiones (μm)	Morfología	Dimensiones (μm)	Células conidiógenas
Pardo oscuro en la base, hialino o sub-hialino en el ápice	5-30 X 2-7	Paredes gruesas, pardo oscuras. Nacen del conidióforo setiforme, del micelio o en cadenas de 2 a 6	4-20 X 4-12,5	2-4

estas estructuras se resumen en la Tabla 1 y se ilustran en la Figura 1.

Estas estructuras se detectaron con una densidad y frecuencia relativas bajas durante el año de estudio (FR= 3,16 y DR = 0,007), por lo que pueden clasificarse como raras en la atmósfera de La Habana, según los criterios de Esquivel *et al.* (2004). Al analizar su estacionalidad se observaron mayores valores durante los meses poco lluviosos (enero-abril y noviembre-diciembre: FR= 3,87; DR= 0,009) que en los lluviosos (mayo-octubre: FR= 2,19; DR= 0,004).

El método no viable de monitoreo continuo, también permitió obtener datos de la cantidad de propágulos en cada hora y analizar su variación intradiaria durante el año de estudio. En la Figura 2 se observa que los máximos porcentajes se obtuvieron en el horario diurno (7-18 horas), con máximos en la mañana entre las horas 9 -12 horas. En la noche solo se encontró entre las horas 1-2 y 21-22.

Al analizar la relación entre las variables meteorológicas y la concentración de *Zygosporium*, se evidenció una correlación positiva con la

temperatura máxima diaria y negativa con las precipitaciones del día previo (Tabla 3). En ambos casos con bajos valores de correlación (r_s).

DISCUSIÓN

En la presente investigación se informa la variación del contenido de conidióforos de *Zygosporium* Mont. en el aire de La Habana durante 2015, monitoreados mediante un método no viable. En la identificación se comprobaron las características morfológicas planteadas por Mason (1941) y Whitton *et al.* (2002). Este hifomiceto se caracteriza por poseer células vesiculares curvas pigmentadas, de donde se forman de 2 a 4 células conidiógenas ampuliformes, que se observaron en algunos de los conidióforos identificados. Las vesículas pueden surgir del lado de un conidióforo setiforme, o directamente del micelio. Los conidios son aseptados (amerosporas), por lo general elipsoidales o globosos, lisos o diversamente ornamentados y se forma solo uno en cada célula conidiógena.

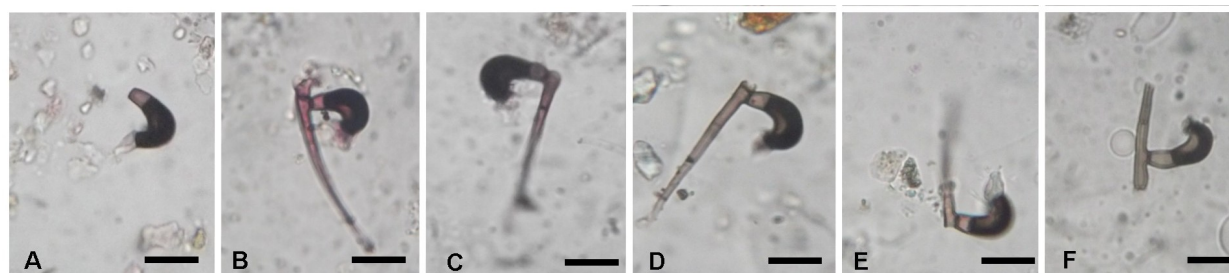


Figura 1. Fotomicrografías de conidióforos de *Zygosporium*, observados en varias preparaciones aeromicológicas de 2015. **A:** 25 de abril; **B:** 10 de mayo; **C:** 30 de mayo; **D:** 25 de agosto; **E:** 4 de septiembre; **F:** 2 de diciembre. — Barras de escala = 10 μm .

Figure 1. Photomicrographs of conidiophores of *Zygosporium* observed in some aeromycological slides during 2015. **A:** April 25; **B:** May 10; **C:** May 30; **D:** August 25; **E:** September 4; **F:** December 2. — Scale bars = 10 μm .

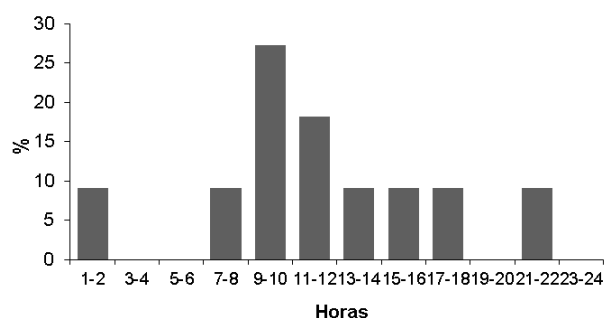


Figura 2. Dinámica intradiaria de los conidióforos de *Zygosporium* detectados durante 2015.

Figure 2. Dynamics of intradiurnal behavior of *Zygosporium* conidiophores identified during 2015.

Tabla 3. Correlaciones por rangos de Spearman entre la concentración de *Zygosporium* y las variables meteorológicas del día de muestreo y hasta dos días previos, durante 2015. El asterisco indica significación estadística ($p < 0,05$; $n = 365$).

Table 3. Correlations by Sperman test between concentrations of *Zygosporium* and the meteorological parameters in the same day of sampling and two days before, during 2015. Mark show statistical significance ($p < 0,05$; $n = 365$).

Variable	Fecha	Correlación
Temperatura		
Mínima	Día de muestreo	0,008
	Día previo	0,006
	Dos días antes	-0,003
Media	Día de muestreo	0,053
	Día previo	0,027
	Dos días antes	0,001
Máxima	Día de muestreo	0,106*
	Día previo	0,021
	Dos días antes	-0,022
Humedad relativa		
Mínima	Día de muestreo	-0,074
	Día previo	0,004
	Dos días antes	0,024
Media	Día de muestreo	-0,042
	Día previo	-0,030
	Dos días antes	0,028
Máxima	Día de muestreo	0,012
	Día previo	-0,009
	Dos días antes	0,072
Precipitaciones		
Mínima	Día de muestreo	0,009
	Día previo	-0,129*
	Dos días antes	-0,054
Media	Día de muestreo	-0,024
	Día previo	0,034
	Dos días antes	0,076
Máxima	Día de muestreo	-0,014
	Día previo	0,051
	Dos días antes	0,023

En varios estudios, el género se describe sin tener verdaderas setas. Las estructuras setiformes se refieren como conidióforos o conidióforos setiformes. No obstante, *Z. deightonii* MB Ellis (Ellis, 1976), *Z. Echinosporem* Bunting y EW Mason (Hughes, 1951) producen estructuras setiformes que no forman vesículas y se identifican como verdaderas setas. Cuando las especies producen vesículas desde el lado de las estructuras setiformes, como ocurre en *Z. geminatum* S. Hughes, *Z. majus* Piroz., *Z. S. minus* Hughes y *Z. oscheoides* Mont., estas estructuras se conocen como conidióforos setiformes. En las definiciones de Ellis (1971, 1976) y Whitton *et al.* (2002), se refieren como conidióforo setiforme y conidióforo vesicular para diferenciar entre la parte setiforme y la parte vesicular de la estructura.

El método utilizado en esta investigación se basó en la observación microscópica directa de los propágulos recolectados. Los conidios de *Zygosporium* no poseen suficientes caracteres para diferenciarlos en una preparación aerobiológica, pero los rasgos distintivos de sus conidióforos vesiculares y setosos permiten su detección.

La baja frecuencia y densidad relativa de *Zygosporium* durante 2015 en La Habana, concuerda con los resultados de las investigaciones previas que informaron la presencia de este hongo en la atmósfera (Tabla 4). La mayoría de estos estudios utilizaron un método viable que dificulta el monitoreo sistemático hora a hora, y por ende la determinación precisa de su variación temporal en la atmósfera.

En el aire exterior de Cuba, Arnold *et al.* (1987) refirieron la presencia de este género en arboledas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), localizado en la periferia de La Habana (Tabla 4). También se informó su presencia en la atmósfera de un agroecosistema arrocerero en Bauta (Artemisa) por Almaguer *et al.* (2012), a 22,7 km de la Facultad de Biología.

Varias especies de este género se han detectado con anterioridad en la región occidental de Cuba, asociados a sustratos vegetales desde los cuales podrían liberarse sus esporas. Holubová-Jechová y Mercado Sierra (1986) refirieron la presencia de *Z. gibbum* (Sacc., M. Rousseau & E. Bommer) S. Hughes, *Z. oscheoides* Mont. y *Zygosporium minus* S. Hughes. mientras que, Camino *et al.* (2006) informaron la presencia de *Z. echinosporum* Bunting & E.W. Mason,

Tabla 4. Registros de *Zygosporium* en el aire en diferentes latitudes y mediante varias metodologías de recolección (Volum. - Volumétrica, Grav. - Gravimétrico; BAP-Burkard portable para placas de agar, BAG- Burkard portable para portaobjetos).

Table 4. Records of *Zygosporium* in the air of different latitudes by some sampling methodologies (Volum.-Volumétri, Grav. - Gravimetric; BAP-Burkard portable air sampler for agar plates, BAG- Portable Burkard air sampler for glass slides)

Localidad (País)	Ambiente	Metodología		Aporte	Referencia
		Viable (Equipo)	No viable (Equipo)		
El Palmar National Park (Argentina)	Exterior Rural		Grav. (Tauber traps)	Registro del género	Otaño <i>et al.</i> (2015)
Atenas (Grecia)	Exterior Urbano	Volum. (BAP)	Volum. (BGS)	DR =0,004%	Pyrri y Kapsanaki (2012; 2015)
Bauta (Cuba)	Exterior Rural	Volum. (SAS Super 100)		FR=8,3%	Almaguer <i>et al.</i> (2012)
Bajra (India)	Exterior Urbano	Volum. (Tilak air Sampler)		DR=0,01%	Thorat y Pillai (2015)
Fort de France Martinica)	Exterior Urbano		Volum. (BST)	Registro del género	Desbois <i>et al.</i> , (2006)
Calles (Lituania)	Exterior Urbano	Grav.		Rara	Lugauskas <i>et al.</i> (2003)
Varias localidades (Estados Unidos)	Interior y Exterior Urbano	Volum. (Andersen N6)		Baja FR	Shelton <i>et al.</i> (2002)
Taiwan	Exterior Urbano	V V (BAP)		Baja FR	Huang <i>et al.</i> (2002)
Jura (Francia)	Exterior Rural	Grav.		Baja FR	Smeray <i>et al.</i> (2000)
La Habana (Cuba)	Exterior Urbano	Grav.		FR intermedia	Arnold <i>et al.</i> , (1987)
Brisbane (Sudáfrica)	Exterior Urbano	Grav.		Baja FR	Rees (1964)
San Juan (Puerto Rico)	Exterior Urbano	Grav.		Baja FR	Pons y Belaval (1961)

Z. masonii S. Hughes, *Z. mycophilum* (Vuill.) Sacc. y *Zygosporium* sp. Neninger *et al.* (2003) informaron a *Zygosporium masonii* Hughes en semillas de arroz y refieren su presencia en otros cultivos. Por su parte, Rojas *et al.* (2012) encontraron a este género en sustratos celulósicos almacenados en el interior de locales de La Habana y demostraron su potencialidad como biodeteriorante.

La determinación de la variación temporal de este hongo en la atmósfera es una contribución al conocimiento de ecología del género y tiene impacto en la agricultura. El trabajo aerobiológico de Arnold *et al.* (1987), lo refirió como fitopatógeno y se planteó que su detección en el aire estaba relacionada con la presencia del hongo en las plantas cercanas al área objeto de estudio. Por otro lado, para la alergología tiene importancia el recuento de estructuras fúngicas como los conidióforos detectados en el presente estudio. En el Caribe Riviera-Mariani *et al.* (2011), plantearon que la sensibilización a fragmentos de hongos parece ser más frecuente que la sensibilización a conidios en individuos atópicos, lo que sugiere su posible papel en las exacerbaciones de las alergias respiratorias.

En este trabajo investigativo se observó una correlación positiva entre la cantidad de conidióforos de *Zygosporium* y las condiciones de sequedad ambiental, lo que también puede evidenciarse en los elevados valores de FR y DR durante la estación poco lluviosa. Existe escasa información sobre el modo en que influyen las variables meteorológicas sobre los propágulos de este género en el aire. Sin embargo, se documenta que el mecanismo de descarga de los conidios de *Z. oscheoides* es violento y ocurre en condiciones secas (Meredith, 1962). La diferencia en el grosor de la pared propicia la disminución de la presión de vapor, lo que hace que el conidióforo vesicular primeramente se curve hacia el interior, una fase gaseosa libera la presión acumulada y la vesícula libera esta presión, que facilita la descarga de los conidios maduros (Whitton *et al.*, 2002). Probablemente las condiciones de sequedad en el día de muestreo también se relacionen con el desprendimiento de conidióforos desde los sustratos donde puede crecer el hongo y permitan su recolección.

Estos resultados constituyen un aporte al conocimiento de la aeromicobiota de La Habana, en especial a su diversidad.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. María Jesús Aira Rodríguez (Departamento de Botánica, Universidad de Santiago de Compostela) por la colaboración para el muestreo con el equipo Lanzoni VPPS 2000, así como al Dr. Osvaldo Cuesta Sánchez del Instituto de Meteorología (INSMET) por facilitar el trabajo con los datos meteorológicos.

LITERATURA CITADA

- Almaguer, M., Aira, M.J., Rodríguez-Rajo, F.J. y Rojas, T.I. (2015): Thirty-four identifiable airborne fungal spores at Havana, Cuba. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 22 (2): 220–225.
- Almaguer, M., Aira, M.J., Rodríguez-Rajo, F.J. y Rojas, T.I. (2014): Temporal dynamics of airborne fungi in Havana (Cuba) during dry and rainy seasons: influence of meteorological parameters. *International Journal of Biometeorology* 58(7): 1459–1470.
- Almaguer, M., Rojas, T. I., Rodríguez-Rajo, F. J. y Aira, M. J. (2012): Airborne fungal succession in a rice field of Cuba. *European Journal of Plant Pathology* 133(2): 473–482.
- Arnold, G. R. (1986): Lista de hongos fitopatógenos de Cuba: Revisada y ampliada. Editorial Científico-Técnica. 320pp.
- Arnold, G.R.W., Guerra, A.G. y Rodríguez De La Rosa, N. (1987): Presencia de hongos del aire del INIFAT. *Reporte de Investigación del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical* 43:1–6.
- Camino, M., Mena, J. y Minter, D.W (2006): Fungi of Cuba. Disponible en: www.cybertruffle.org.uk/cubafung. Última consulta: 20 de diciembre de 2016.
- Desbois, N., Beguin, H., Ruck, G., Nere, J. y Nolard, N. (2006): Calendrier des spores fongiques de la Martinique. *Journal de Mycologie Médicale/Journal of Medical Mycology* 16(4): 189–196.
- Ellis, M.B. (1971): *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, CMI, 608 pp.
- Ellis, M.B. (1976): *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew. England, 507 pp.
- Esquivel, P., Mangiterra, M., Giusiano, G. y Sosa, M. A. (2004): Microhongos anemófilos en ambientes abiertos de dos ciudades del nordeste argentino. *Boletín del Instituto de Medicina Regional* 2: 19–28.
- Galán, C., Cariñanos, P., Alcázar, P. y Domínguez, E. (2007): *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*. Córdoba, Spain: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 61pp.
- Holubová-Jechová, V. y Mercado Sierra, A. (1986): Los estudios sobre hifomicetos de Cuba IV. Hifomicetos dematiáceos de la provincia de Pinar del Río. *Česká Mykologie* 40: 142–164.
- Huang, C. Y., Lee, C. C., Li, F. C., Ma, Y. P. y Su, H. J. J. (2002): The seasonal distribution of bioaerosols in municipal landfill sites: a 3-yr study. *Atmospheric Environment* 36(27): 4385–4395.
- Hughes, S.J. (1951): Studies on micro-fungi X. *Zygosporium*. *Mycological Papers* 44: 1–18.
- Lugauskas, A., Sveityte, L. y Ulevivius, V. (2003): Concentration and species diversity of airborne fungi near busy streets in Lithuanian urban areas. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 10: 233–239.
- Mason, E.W. (1941): Annotated account of fungi received at the Imperial Mycological Institute. *Mycological Papers* 5: 103–144.
- Meredith, D.S. (1962): Spore discharge in *Cordana musae* (Zimm.) Höhnelt and *Zygosporium oscheoides* Mont. *Annals of Botany* 26: 233–241.
- Neninger, H., Hidalgo, E., Barrios, L.M. y Pueyo, M. (2003): Hongos presentes en semillas de arroz (*Oryza sativa* L) en Cuba. *Fitosanidad* 7(3): 7–11.
- Otaño, N. N., di Pasquo, M. y Muñoz, N. (2015): Airborne fungal richness: proxies for floral composition and local climate in three sites at the El Palmar National Park (Colón, Entre Ríos, Argentina). *Aerobiologia* 31(4): 537–547.
- Pons, E. R. y Belaval, M. E. (1961): A one-year aeroallergen survey of Puerto Rico: Correlation of results with clinical findings in 300 patients. *Journal of Allergy* 32(3): 195–203.
- Pyri, I. y Kapsanaki-Gotsi, E. (2012): Diversity and annual fluctuations of culturable airborne fungi in Athens, Greece: a 4-year study. *Aerobiologia* 28(2): 249–262.
- Pyri, I. y Kapsanaki-Gotsi, E. (2015): Evaluation of the fungal aerosol in Athens, Greece, based on spore analysis. *Aerobiologia* 31(2): 179–190.
- Rees, R. G. (1964): The air spora of Brisbane. *Australian journal of botany* 12(2): 185–204.
- Rivera-Mariani, F.E., Nazario-Jiménez, S., López-Malpica, F. y Bolaños-Rosero, B. (2011): Sensitization to airborne ascospores, basidiospores, and fungal fragments in allergic rhinitis and asthmatic subjects in San Juan, Puerto Rico. *International Archives of Allergy and Immunology* 155(4): 322–334.
- Rojas, T. I., Aira, M. J., Batista, A., Cruz, I. L. y González, S. (2012): Fungal biodeterioration in historic buildings of Havana (Cuba). *Grana* 51(1): 44–51.

- Shelton, B., Kirkland, K., Flanders, D. y Morris, G. (2002): Profiles of airborne fungi in buildings and outdoors environments in the United States. *Applied and Environmental Microbiology* 68(4): 1743-1753.
- Sidel, F. F. B., Bouziane, H., Del Mar Trigo, M., El Haskouri, F., Bardei, F., Redouane, A. y Kazzaz, M. (2014): Airborne fungal spores of *Alternaria*, meteorological parameters and predicting variables. *International Journal of Biometeorology*, 59 (3): 1-8.
- Smeray, J., Mandin, D. y Chaumont, J. P. (2000): Annual variations of airborne fungal propagules in two wine cellars in French Jura. *Cryptogamie Mycologie* 21(3): 163-169.
- Thorat, R. H. y Pillai, S. G. (2015): Study of Air-Borne Bio Components Over Bajra Field. *IJAPRR. International Journal of Allied Practice, Research and Review* 2 (1): 55-58.
- Whitton, S.R., McKenzie, E.H.C. y Hyde, K.D. (2003): Microfungi on the *Pandanaceae*: *Zygosporium*, a review of the genus and two new species. *Fungal Diversity* 12: 207-222.

• • •

Editor para correspondencia: Dra. Annia Hernández