

Aeromicrofunga del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Incidencia de *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Pithomyces* y *Torula*

Aeromicrofunga of the metropolitan area of Monterrey, Nuevo Leon. Incidence of *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Pithomyces* and *Torula*

Alejandra Rocha-Estrada, Marco A. Alvarado-Vázquez, Marco A. Guzmán-Lucio

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica, San Nicolás de los Garza, C.P. 66455, Nuevo León, México.

RESUMEN

Antecedentes. La aeromicrofunga, se refiere a la presencia de esporas de hongos en el ambiente.

Objetivo. Estudiar la incidencia de esporas de *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Pithomyces* y *Torula* en el aire del área metropolitana de Monterrey, México.

Métodos. Se utilizó un colector volumétrico Burkard, colocado a una altura aproximada de 15 m y elevado a 1.5 m del techo o terraza en el edificio principal de la Unidad C de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se revisó semanalmente y las muestras se trasladaron al Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal para ser identificadas y cuantificadas las esporas anemófilas.

Resultados y conclusiones. El índice esporal total registrado es de 54595 esporas del 1 de enero al 31 de diciembre del 2008. El índice esporal mensual máximo corresponde a diciembre con 15458. Para los tipos morfológicos estudiados se encontraron los siguientes índices esporales: *Epicoccum* 114, *Ganoderma* 346, *Pithomyces* 218 y *Torula* 412. La correlación de Spearman entre las variables meteorológicas y las esporas, indican que la velocidad del viento y la temperatura media muestran correlación negativa y significativa para los tipos de esporas en estudio.

Palabras clave: índice esporal, hongos, México

ABSTRACT

Background. The aeromicrofunga refers to the airborne fungal contributors of the environment.

Objective. To study the incidence of spores of *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Pithomyces* and *Torula* in the air of the metropolitan area of Monterrey, Mexico.

Methods. A Burkard volumetric collector was used, placed at an approximate height of 15 m and elevated 1.5 m from the roof in the main building of Unit C of the Faculty of Biological Sciences of the Autonomous University of Nuevo Leon. It was reviewed weekly and the samples were carried to the Plant Anatomy and Physiology Laboratory to be identified and quantified the anemophilic spores.

Results and conclusions. A spore index total of 54595 spores. The month that showed the highest spore index was December with 15458. For the morphological types studied, an *Epicoccum* spore index of 114, *Ganoderma* spore index of 347, *Pithomyces* spore index of 218 and 412 for *Torula*. The Spearman correlation between meteorological variables and spores, indicate that the wind speed and the average temperature show negative and significant correlation for the types of spores in study.

Keywords: spore index, fungi, Mexico

ARTICLE HISTORY

Received 12 June 2020 / Accepted 21 October 2020

Published on line: 4 November 2020

CORRESPONDING AUTHOR

✉ Marco A. Alvarado Vázquez, marco.alvaradovz@uanl.edu.mx

ORCID: 0000-0002-9742-5624

INTRODUCCIÓN

Actualmente se considera que las esporas de hongos son la tercera causa más frecuente de patología alérgica después de los ácaros y los pólenes. Estudios basados en pruebas cutáneas sugieren que entre 3-10 % de adultos y niños en el mundo son afectados por los hongos (Horner *et al.*, 1995; Bush y Portnoy, 2001). Estos representan el grupo más numeroso dentro de la variedad de microorganismos presentes en la atmósfera, contándose hasta cientos de miles en el aire. Les siguen en importancia los granos de polen, habiéndose comprobado en algunas de las partículas su capacidad alergénica. El tamaño de las esporas de hongos puede variar de 2 a 500 μm (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Torula*, *Epicoccum*, *Alternaria*), aunque lo común es que sean menores de 20 μm (Das y Gupta-Bhayacharya, 2008; Grinn-Gofron, 2009). Numerosos estudios se han realizado en diferentes partes del mundo para conocer las esporas fúngicas en el aire (Munuera y Carrión, 1995; Li y Kendrick, 1995; Troutt y Levetin, 2001; Stepalska y Wolek, 2005; Grinn-Gofron, 2009; Karpinska Kolaczek *et al.*, 2010; O'Connor *et al.*, 2014; Almeida *et al.*, 2018; Manikpuri *et al.*, 2018; Temperini *et al.*, 2018). Para México están los estudios de López Martínez *et al.* (1986), Rosas *et al.* (1990, 1992, 1993), Calderon *et al.* (1997), Rocha Estrada *et al.* (2013, 2015) y Moreno Sarmiento *et al.* (2016). La cantidad de esporas en el aire está influenciada por factores biológicos y medioambientales que interaccionan entre ellos, tales como la localización geográfica, contaminación del aire, condiciones ambientales, actividad antropogénica y la fuente vegetal, por lo que cada localidad presenta su propia aeromicrofunga (Horner *et al.*, 1995; Grinn-Gofron y Bosiacka, 2015).

El conocimiento de la composición de esporas fúngicas en el aire en un área en particular es de gran interés desde el punto de vista clínico y fitosanitario, ya que muchas especies son inductoras de reacciones alérgicas tales como *Alternaria*, *Cladosporium*, el complejo *Aspergillus-Penicillium*, *Ganoderma*, *Epicoccum*, entre otros (tipo I-hipersensibilidad inmediata o alergia atópica, II-hipersensibilidad por anticuerpos tóxicos, III-hipersensibilidad medida por inmunocomplejos y IV-hipersensibilidad retardada); y causan enfermedades a los cultivos agrícolas, cuando germinan las esporas aerotransportadas, provocando

grandes pérdidas económicas (Bisht *et al.*, 2003; Simon-Nobbe *et al.*, 2008; Grinn-Gofron, 2009; Temperini *et al.*, 2018).

Debido a la importancia aerobiológica, clínica y fitosanitaria que las esporas de hongos representan, con el presente estudio se aporta información acerca de la incidencia de esporas de *Epicoccum* Link, *Ganoderma* Karst., *Pithomyces* Berk. & Broome y *Torula* Pers. en el aire del área metropolitana de Monterrey.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área metropolitana de Monterrey (AMM) se localiza en la parte centro-oeste del estado de Nuevo León, México, quedando situada en las provincias fisiográficas de la Llanura Costera del Golfo Norte y la Sierra Madre Oriental, cubriendo parcial o totalmente los siguientes municipios, Guadalupe, Monterrey, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Escobedo, San Nicolás y Apodaca. El núcleo urbano del área metropolitana de Monterrey geográficamente se ubica entre los 25°34'38" y 25°50'09" de latitud norte, 100°05'10" y 100°29'43" de longitud oeste (Figura 1).

El clima característico que predomina de acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (2004), es el seco estepario cálido y extremoso, con lluvias irregulares a finales de verano clasificadas -BS(h')hw(e'). La temperatura media anual es de 22.1 °C. Los veranos son cálidos y muy secos, presentándose temperaturas en julio y agosto de 35 y hasta 40 °C; en contraste, el invierno es corto con temperaturas bajas en los meses de diciembre y enero (9 y 2 °C), a veces registrándose heladas con temperaturas de hasta -8 °C. La precipitación es escasa, entre 300 y 500 mm, como consecuencia de su situación respecto del movimiento de la faja subtropical de alta presión. Los vientos dominantes en la región son del noreste y sureste, los cuales son más intensos en la mitad caliente del año. Los vientos del noreste penetran por la parte abierta del valle que mira hacia la planicie oriental, mientras que los del sureste, llegan por el cañón del Huajuco. Con respecto a la vegetación en el área de estudio encontramos bosques de encino y pino, pino, cedro, enebros y bosque de encinos (*Quercus*, *Pinus*, *Cedrus*, *Juniperus*); matorral submontano en donde se incluyen los tipos subinermes, subinermes subcaducifolio y subinermes; matorral espinoso con palma de desierto o pitas, matorral de-

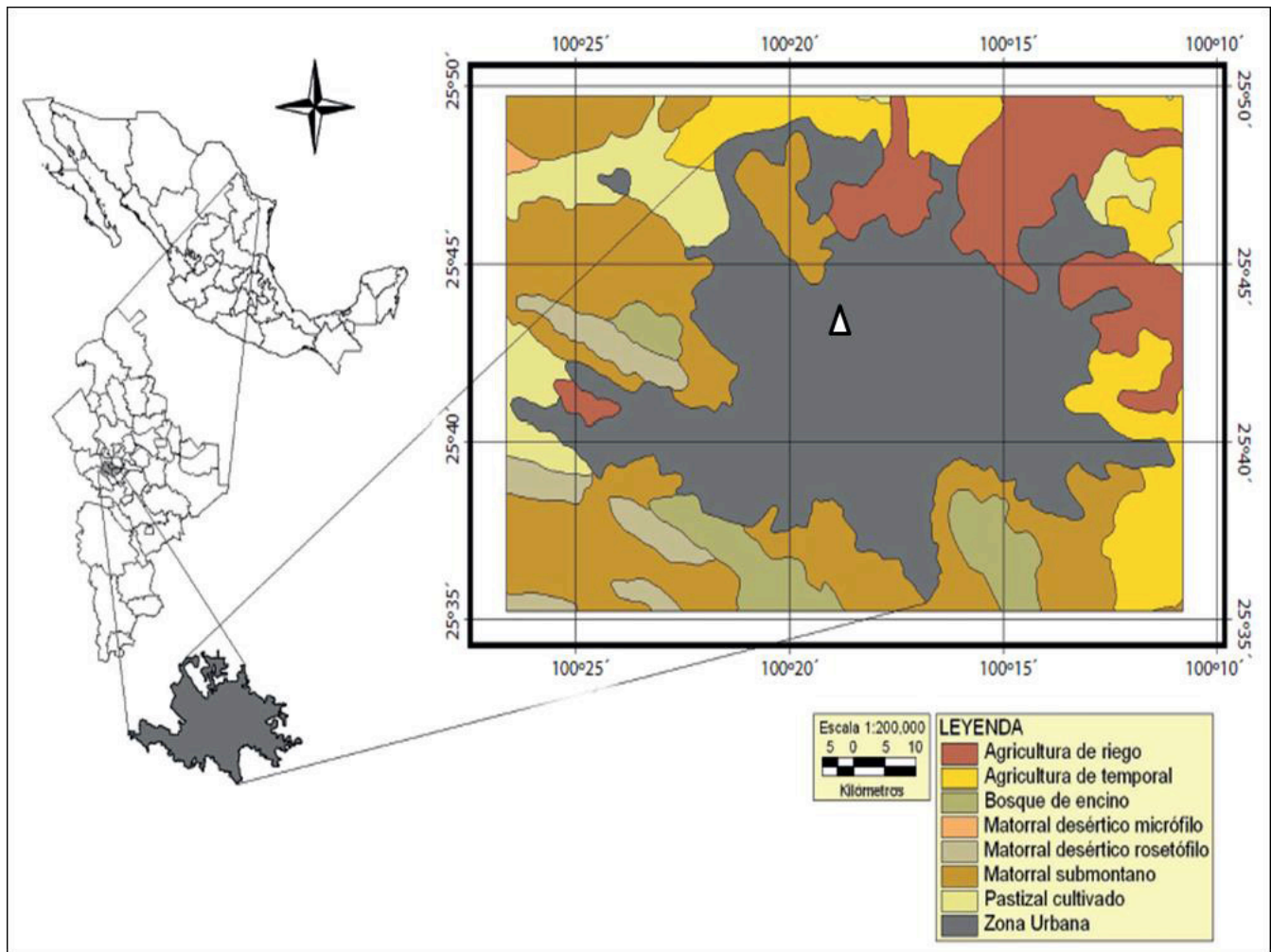


FIGURA 1. Mapa de la República Mexicana y localización del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León (Rocha Estrada et al., 2013).

sértico rosetófilo, chaparrales, mezquital, bosque de galería y vegetación riparia, pastizales y vegetación secundaria.

Para la realización de la colecta de las esporas se tomaron en cuenta los métodos recomendados por The International Association for Aerobiology (Jager et al., 1995), utilizando un colector volumétrico tipo Hirst marca Burkard, el cual está ubicado en sitios distantes a la influencia de plantas arbóreas en un perímetro de por lo menos 20 m, colocándose sobre construcciones a una altura de 6 a 10 m sobre el nivel del suelo y elevados a 1.5 m del techo. Este colector tiene un flujo de aire constante de 10 litros/minuto y a través de un orificio de 14 mm de anchura, las partículas impactan en una cinta especial que está montada sobre un cilindro rotatorio que se desplaza a una velocidad de 2 mm/hora, el tiempo de una rotación completa es de 7 días exactos. La

cinta se cambia semanalmente, y una vez que se retiró del aparato se llevó al laboratorio de Anatomía Vegetal donde cada cinta se divide en 7 segmentos, cada uno de 48 mm de longitud, correspondientes a cada día de muestreo, esta cinta se adhiere con glicero-gelatina a un portaobjetos estándar de vidrio. Para la identificación de las esporas fúngicas se consideró a Bassett et al. (1978), Kapp et al. (2000) y Lacey y West (2006). La concentración para cada tipo esporal se evaluó a través del conteo de las mismas capturadas en el colector, para lo cual se realizaron 2 barridos longitudinales, expresándose como número de esporas/m³. Con respecto al índice total y mensual, estos se obtuvieron sumando la concentración diaria de las esporas. Para conocer la variación horaria, el conteo de esporas se realizó hora por hora con una plantilla impresa en acetato y los resultados se muestran para cada 2 horas.

Para determinar el inicio, el final y la duración del periodo de esporulación principal para los taxa en estudio se usó el método de 90 % (Grinn-Gofron y Bosiacka, 2015). Además, se realizó el análisis de correlación de Spearman entre la concentración media diaria de *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Pithomyces* y *Torula* con la temperatura (mínima, media y máxima), humedad y velocidad del viento en el programa computacional SPSS (v 22.0). Los datos meteorológicos fueron proporcionados por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) y se presentan en la Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aeromicrofunga presente en el área metropolitana de Monterrey durante el período comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre del 2008, registró un índice esporal (IE) total de 54595. El IE mensual máximo de 15458 para diciembre; mientras que abril presentó el IE mensual mínimo de 628 (Figura 2).

Variación diaria y horaria de los tipos esporales en estudio

Epicoccum Link.

El género incluye especies cosmopolitas, ampliamente distribuidas y frecuentes en el aire. Presenta esporas de forma subesféricas o piriformes, multicelulares,

con septos entrecruzados, intersectados en más de un plano; con un tamaño de 15-25(40) μ de diámetro; superficie rugosa, con una pared opaca y gruesa de color oscuro o marrón dorado (Figura 3a). Este tipo de espora está implicada como causante de alergias tipo I, específicamente asma (Simon-Nobbe *et al.*, 2008). Para este tipo esporal se encontró un IE total de 114 (0.2 %), y se observó que está presente en el aire del AMM de julio hasta diciembre, siendo noviembre donde se registró el IE mensual máximo de 69 (Tabla 2). En Madrid se han registrado esporas de *Epicoccum* en los meses de enero a septiembre (Sáenz Laín y Gutiérrez Bustillo, 2003). La media diaria fue de 13 esporas/m³ de aire para el 18 de noviembre, un estudio realizado en Trieste (Italia) registró que los valores diarios de este tipo esporal se incrementan durante el verano y el pico se presenta en septiembre, ocasionalmente en julio u octubre (Rizzi Longo *et al.*, 2009). Con respecto a la variación horaria la mayor cantidad de esporas se presentó entre las 4:00-6:00 horas (Figura 4). Calderón *et al.* (1997), reportaron abundancias de 4 % (centro) y 3 % (sur) en la ciudad de México para este tipo esporal. Kendrick (1990) incluyó a *Epicoccum*, junto con *Alternaria*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Nigrospora* y *Stemphylium* dentro de los "ocho grandes", debido a su alergenicidad y frecuencia en el aire.

TABLA 1. Media mensual de las variables meteorológicas para el AMM durante el 2008

Mes/Variable	T media °C	T máx °C	T mín °C	Humedad %	Vel. del viento km/hora
Enero	13.86	19.64	9.22	60.00	6.67
Febrero	19.57	26.64	13.42	49.73	7.04
Marzo	20.91	27.69	14.76	51.99	8.63
Abril	24.02	30.21	18.48	57.87	9.41
Mayo	27.79	31.73	22.93	59.70	8.63
Junio	28.29	34.31	23.16	61.35	11.74
Julio	26.11	30.80	22.18	72.73	9.82
Agosto	26.80	31.59	22.78	73.12	7.60
Septiembre	25.32	30.48	21.55	71.02	5.05
Octubre	22.65	28.23	17.75	70.84	5.84
Noviembre	18.47	23.68	14.10	63.75	5.86
Diciembre	15.52	22.08	9.75	59.62	5.59

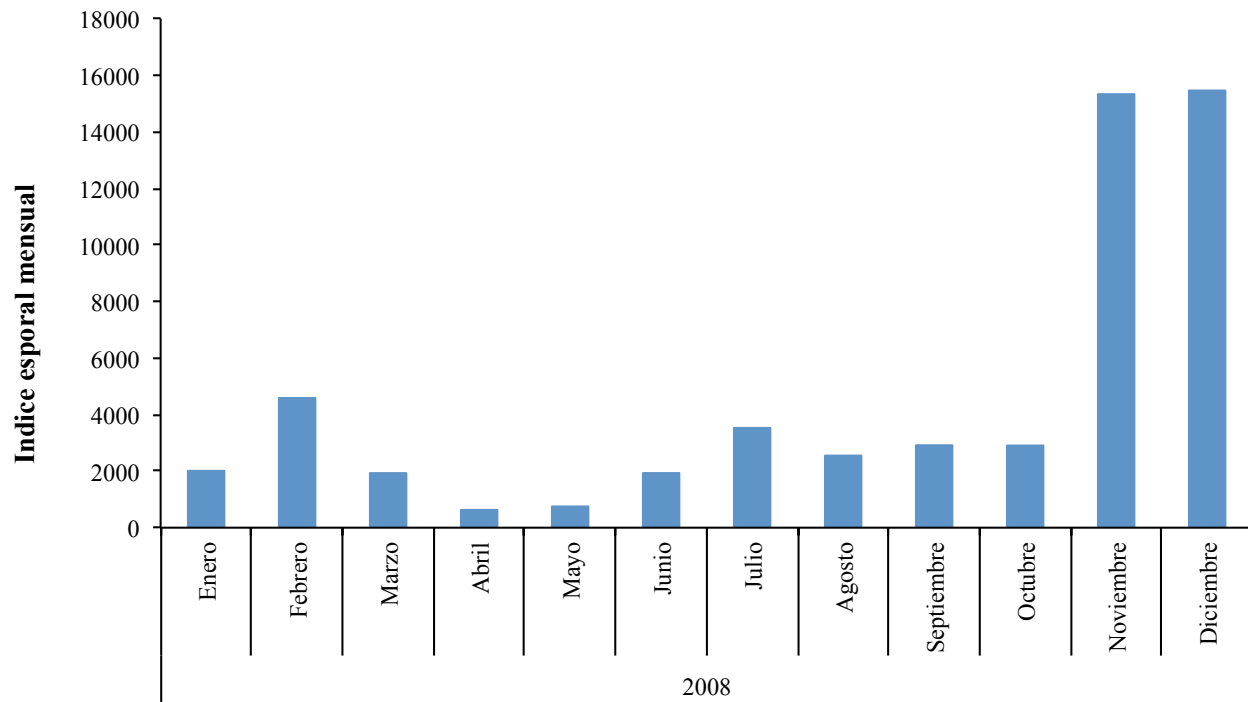


FIGURA 2. Índice esporal mensual para el área metropolitana de Monterrey.

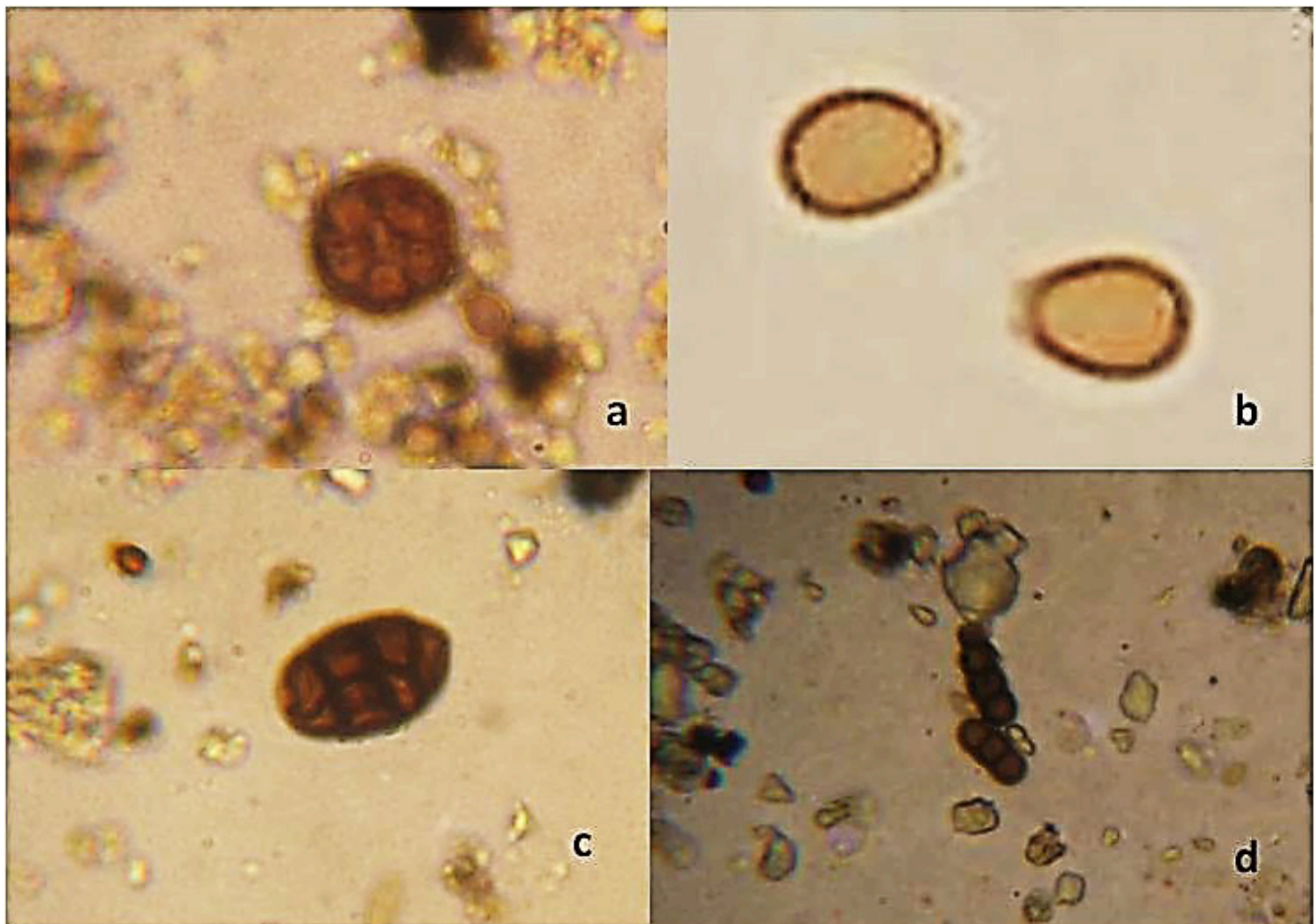


FIGURA 3. Esporas de los géneros estudiados. a: *Epicoccum*. b: *Ganoderma*. c: *Pithomyces*. d: *Torula*.

TABLA 2. Índice esporal mensual de los tipos de esporas para el AMM

Mes/Espora	<i>Epicoccum</i>	<i>Ganoderma</i>	<i>Pithomyces</i>	<i>Torula</i>
Enero			5	13
Febrero			4	2
Marzo			5	3
Abril			11	5
Mayo			5	2
Junio			10	9
Julio	3	6	5	14
Agosto	13	25	1	24
Septiembre	8	85	27	2
Octubre	5	52	18	3
Noviembre	69	154	79	186
Diciembre	16	24	45	148
Total	114	346	218	412

***Ganoderma* Karst.**

Las esporas son elipsoides y truncadas, de color café-rojizo y su pared es doble y hialina. En la pared interna se desarrollan una serie de estructuras equinuladas a manera de espinas muy pequeñas, originando esporas lisas o verrucosas. Las dimensiones de las esporas van de 11 a 13 por 7 a 8.5 μm (Figura 3b). De acuerdo a estudios realizados en el estado de Nuevo León, encontramos a *Ganoderma applanatum*, *G. brownii*, *G. curtisii*, *G. lobatum* y *G. lucidum* (Castillo y Guzman, 1970; Herrera Aguilar, 2011). Además, las esporas de *Ganoderma* están reportadas como causantes de alergias tipo I en la población sensible (Hasnain et al., 2004; Simon-Nobbe et al., 2008). Para este tipo se encontró un IE total de 347 (0.63 %), la presencia de este tipo en el aire del AMM es de julio a diciembre, siendo noviembre donde encontramos el IE mensual máximo de 154 (Tabla 2). De acuerdo a Sáenz Laín y Gutiérrez Bustillo (2003) en Madrid este tipo esporal se registra en los meses de julio a septiembre. La media diaria fue de 15 esporas/ m^3 de aire registrada para el 14 de

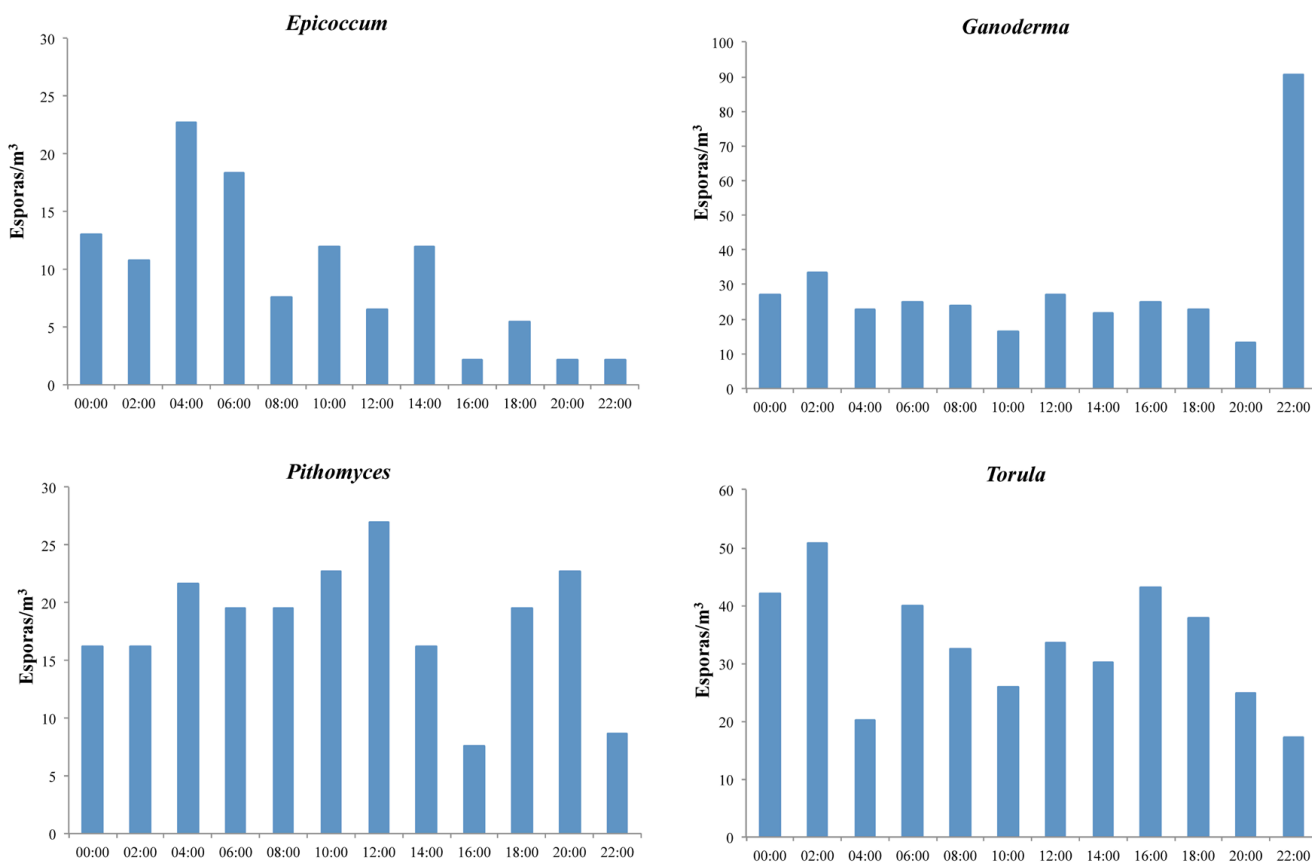


FIGURA 4. Variación horaria para *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Pithomyces* y *Torula*.

octubre. Con respecto a la variación horaria la mayor cantidad de esporas se presentó a las 22:00 horas (Figura 4). O'Connor *et al.* (2014), reportaron que la mayor presencia de este tipo esporal es de 00:00-2:00 horas (Cork, Irlanda) y de 4:00-6:00 horas para Worcester (Inglaterra) durante el verano del 2010.

Pithomyces Berk. & Broome.

Este hongo crece comúnmente en papel o en hojas y tallos de diferentes especies vegetales (Ellis, 1960 en Da Cunha *et al.*, 2014). Sus micelios son de crecimiento rápido, de color gris oscuro a negro, conidios multicelulares (fragmo- o dictioconidia) formado por pequeños segmentos como ramas de las hifas vegetativas (Figura 3c). Los efectos alérgicos de esta espóra no han sido bien estudiados, se le considera como un contaminante, pero no ha sido implicado en infecciones en humanos. Sin embargo, se sabe que *P. chartarum* puede producir la micotoxina esporidesmina A, responsable de causar cuadros de eczema facial en ganado alimentado con pasturas (Licoff *et al.*, 2008). El IE total fue de 218 (0.40 %), la presencia de este tipo esporal en el aire del AMM fue durante todo el año, siendo noviembre donde se encontró un IE mensual máximo de 79 (Tabla 2). En Madrid se han registrado esporas de *Pithomyces* durante todo el año, pero los meses de mayor concentración son agosto y septiembre (Sáenz Laín y Gutiérrez Bustillo, 2003). La media diaria fue de 9 esporas/m³ de aire registrada el 29 de noviembre; con respecto a la variación horaria la mayor cantidad de esporas se registró de las 10:00-12:00 horas (Figura 4). Por otra parte, este tipo esporal está reportado para la Ciudad de México con una abundancia de 0.2 % y en India 1.1 y 1.2 % (Calderón *et al.*, 1997; Das y Gupta Bhattacharya, 2008).

Torula Pers.

Género ampliamente distribuido, aunque más frecuente en las regiones templadas. Comprende 6 especies, las más comunes en el aire son *T. herbarum*, *T. graminis* y *T. ligniperda*. Esporas de 5-11x10-70µ, constreñidas en los septos, cuyo número varía de uno a 10. Forma diversa, de cilíndrica a subsférica, con los extremos redondeados. La superficie es lisa, con verrugas o espinas, de color marrón, marrón verdoso u oliváceo (Figura 3d). El IE total fue de 412 (0.75 %), la presencia de este tipo esporal en el aire del AMM es durante todo el año, siendo noviembre donde en-

contramos el IE mensual máximo de 186 (Tabla 2). En Madrid se han observado conidios de *Torula* en los meses de abril a junio (Sáenz Laín y Gutiérrez Bustillo, 2003). La media diaria fue de 17 esporas/m³ de aire registrada para el 29 de noviembre; con respecto a la variación horaria la mayor cantidad de esporas se presentó a las 00:00-2:00 horas (Figura 4). Para India, este tipo presenta porcentajes entre 0.5 y 0.6 (Das y Gupta-Bhattacharya, 2008); mientras que en la Ciudad de México se reportan 2.7 % (centro) y 1.8 % para el sur (Calderón *et al.*, 1997).

Con respecto a la duración del periodo de esporulación principal (PEP) usando el método de 90 % (Grinn-Gofron y Bosiacka, 2015), se encontró que para *Epicoccum* y *Ganoderma* el PEP se registró de agosto a diciembre con una duración de 139 y 123 días, respectivamente; mientras que para *Pithomyces* del 13 de marzo al 28 de diciembre (291 días) y del 22 de abril al 29 de diciembre (252 días) para *Torula* (Tabla 3). En lo referente a la correlación Spearman entre las variables meteorológicas y las esporas, se encontró que la velocidad del viento y la temperatura media muestran correlación negativa y significativa para los cuatro tipos de esporas; mientras que la temperatura máxima muestra correlación negativa y altamente significativa con *Epicoccum*, *Ganoderma* y *Torula*; para *Pithomyces* y *Torula* muestran correlación negativa y altamente significativa con la temperatura mínima, para la humedad relativa se encontró correlación negativa para tres de los tipos esporales, excepto para *Ganoderma* (Tabla 4).

TABLA 3. Duración del periodo de esporulación principal en 2008

Espora	PEP		
	Inicio 5%	Final 5%	Duración*
<i>Epicoccum</i>	6 Agosto	22 Diciembre	139
<i>Ganoderma</i>	4 Agosto	4 Diciembre	123
<i>Pithomyces</i>	13 Marzo	28 Diciembre	291
<i>Torula</i>	22 Abril	29 Diciembre	252

*días

TABLA 4. Coeficiente de correlación de Spearman entre la media diaria de las esporas en estudio y las variables meteorológicas

VARIABLES/TAXA	<i>Epicoccum</i>	<i>Ganoderma</i>	<i>Pithomyces</i>	<i>Torula</i>
Temperatura media oC	-0.141**	-0.156**	-0.128*	-0.298**
Temperatura máxima oC	-0.156**	-0.166**	-0.072	-0.296**
Temperatura mínima oC	-0.086	-0.115*	-0.143**	-0.267**
Humedad relativa %	-0.047	0.085	-0.097	-0.024
Velocidad del viento km/h	-0.196**	-0.230**	-0.248**	-0.212**

**P<0.01, *P<0.05

Por su parte Stepalska y Wolek (2005) encuentran correlación positiva para *Epicoccum*, *Ganoderma* y *Torula* con la temperatura máxima; y negativa entre *Torula* y la humedad relativa. De acuerdo a Hjelmros (1993) y Kurkela (1997), la temperatura máxima de 24.7 °C, precipitación de 53.4 mm y humedad relativa entre 65 % y 79 %, son los factores meteorológicos esenciales para la producción y liberación de esporas fúngicas conocidas como "dry spores". En estas se incluyen a *Cladosporium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Dreschlera*, *Pithomyces* y *Curvularia*; mientras que *Didymella*, *Sporobolomyces*, *Tilletiopsis* y *Ganoderma* están consideradas como "wet spores", porque son liberadas a la atmosfera con condiciones de alta humedad o lluvia (Troutt y Levetin, 2001; Stepalska y Wolek, 2009).

CONCLUSIONES

La aeromicrofunga presente en el aire del AMM durante el 2008 fue de 54595 esporas. El IE mensual máximo corresponde a diciembre con 15458, mientras que el IE mensual mínimo para el mes de abril con 628. Para los tipos morfológicos estudiados se encontró un IE para *Epicoccum* de 114, *Ganoderma* de 347, *Pithomyces* de 218 y 412 para *Torula*. La correlación de Spearman entre las variables meteorológicas y las esporas, indican que la velocidad del viento y la temperatura media muestran correlación negativa y significativa para los tipos de esporas en estudio.

LITERATURA CITADA

- Almeida, E., E. Caerio, A. Todo Bom, R. Ferro, A. Dionisio, A. Duarte, L. Gazarini, 2018. The influence of meteorological parameters on *Alternaria* and *Cladosporium* fungal spore concentrations in Beja (Southern Portugal): preliminary results. *Aerobiologia* 34: 219-226.
- Bassett, I.J., C.W. Crompton, J.A. Parmelee, 1978. An atlas of airborne pollen grains and common fungus spores of Canada. Canada Department of Agriculture. Monograph 18: 215-260.
- Bisht, V., N. Kukreja, B.P. Singh, N. Arora, S. Sridhara. 2003. Current status of fungal allergens. *Indian Journal of Allergy, Asthma & Immunology* 17(1): 9-19.
- Bush, R.K., J.M. Portnoy, 2001. The role and abatement of fungal allergens in allergic diseases. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 107: 430-440.
- Calderon, C., J. Lacey, A. McCartney, I. Rosas, 1997. Influence of urban climate upon distribution of airborne Deuteromycete spore concentrations in Mexico city. *International Journal of Biometeorology* 40: 71-80.
- Castillo, J., G. Guzmán, 1970. Estudios sobre los poliporáceos de Nuevo León, II. Observaciones sobre las especies conocidas y discusiones acerca de su distribución en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 31: 1-48.
- Da Cunha, K.C., D.A. Sutton, J. Gené, J. Cano, J. Capilla, H. Madrid, C. Decock, N.P. Wloderhold, J. Guarro, 2014. *Pithomyces* species (Montagnulaceae) from clinical specimens: identification and antifungal susceptibility profiles. *Medical Mycology* 52: 748-757.
- Das, S., S. Gupta-Bhattacharya, 2008. Enumerating outdoor aeromycota in suburban West Bengal, India, with reference to respiratory allergy and meteorological factors. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 15: 105-112.
- García, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Grinn-Gofrón, A., 2009. The spores of *Alternaria* in aeroplankton and its relationships with the meteorological factors. *Acta Agrobotanica* 62(1): 3-8.

- Grinn-Gofron, A., B. Bosiacka, 2015. Effects of meteorological factors on the composition of selected fungal spores in the air. *Aerobiologia* 31(1): 63-72.
- Hasnain, S.M., A. Al-Frayh, F. Khatija, S. Al-Sedairy, 2004. Airborne *Ganoderma* basidiospores in a country with desert environment. *Grana* 43(2): 111-115.
- Herrera-Aguilar, M., 2011. Los hongos del Parque Ecológico Chipinque. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Hjelmros, M., 1993. Relation between airborne fungal spore predence and weather variables in *Cladosporium* sp. and *Alternaria* sp. *Grana* 32: 40-47.
- Horner, W.E., A. Helbling, J.E. Salvaggio, S.B. Lehrer, 1995. Fungal allergens. *Clinical Microbiology Reviews* 8: 161-179.
- Jager, S., P. Mandrioli, F. Spieksma, J. Emberlin, M. Hjelmros, A. Rantio-Lehtimaki, E. Domínguez-Vilches, M.R. Ickovic, 1995. Methodology for routinely performed monitoring of airborne pollen recommendations. *Aerobiologia* 11: 69-73.
- Kapp, R.O., O.K. Davis, J.E. King, 2000. Pollen and spores. Second edition. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation Publication, College Station Texas.
- Karpinska Kolaczek, M., P. Kolaczek, W. Heise, G. Worobiec, 2010. *Tetraploa aristata* Berkeley & Broome (Fungi, Pleosporales), a new taxon to Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 79(3): 239-244.
- Kendrick, K., 1990. Fungal allergens. In: Smith E.G. (ed.), Sampling and identifying allergenic pollen and moulds. Blewstone Press, San Antonio. Pp. 41-49.
- Kurkela, T., 1997. The number of *Cladosporium* conidia in the air in different weather conditions. *Grana* 36: 54-61.
- Lacey, M.E., J.S. West, 2006. The air spora. A manual for catching and identifying airborne biological particles. Springer, Dordrecht.
- Licoff, N., P. Khalloub, S. Diab, G. Cantón, A. Odeón, E. Odriozola, 2008. Evaluación toxicológica de *Pithomyces chartarum* en Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria* 89(1): 9-12.
- Li, D.W., B. Kendrick, 1995. A year-round outdoor aeromycological study in Waterloo, Ontario, Canada. *Grana* 34: 199-207.
- López Martínez, R., S.D. Ruiz, J.G. Huerta, A. Esquenaze, M.T. Álvarez, 1986. Variación estacional de hongos productores de alergia en el sur de la ciudad de México. *Allergologia et Immunopathologia* 14: 43-48.
- Manikpuri, M., K.L. Tiwari, B.N. Tiwary, 2018. Effect of seasonal variation on aeromicroflora of Bilaspur, Chhattisgarh, involved in allergic reactions. *Aerobiologia* 34: 119-126.
- Moreno Sarmiento, M., M.C. Peñalba, J. Belmonte, I. Rosas-Pérez, C. Lizarraga-Celaya, M.M. Ortega-Nieblas, M. Villa-Ibarra, F. Lares-Villa, L.J. Pizano-Nazara, 2016. Airborne fungal spores from an urban locality in southern Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 44: 11-20.
- Munuera, G.M., G.J.S. Carrión, 1995. Daily variations of spores in the city of Murcia (semi-arid southeastern Spain). Relationship with weather variables. *International Journal of Biometeorology* 38: 176-179.
- O'Connor, D.J., M. Sadys, C.A. Skjoth, D.A. Healy, R. Kennedy, John R. Sodeau, 2014. Atmospheric concentration of *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ganoderma* and *Didymella* spores monitored in Cork (Ireland) and Worcester (England) during the summer of 2010. *Aerobiologia* 30: 397-411.
- Rizzi Longo, L., M. Pizzulin Sauli, P. Ganis, 2009. Seasonal occurrence of *Alternaria* (1993-2004) and *Epicoccum* (1994-2004) spores in Trieste (NE Italy). *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 16: 63-70.
- Rocha Estrada, A., E. Molina Torres, M.A. Alvarado Vázquez, J.L. Hernández Piñero, M.A. Guzmán Lucio, S.M. Salcedo Martínez, 2015. Fungal spores in four catholic churches in the metropolitan area of Monterrey, Nuevo León State, México-First study. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 22(2): 221-226.
- Rocha Estrada, A., M.A. Alvarado Vázquez, R. Gutiérrez Reyes, S.M. Salcedo Martínez, S. Moreno Limón, 2013. Variación temporal de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Curvularia* y *Venturia* en el aire del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29(2): 155-165.
- Rosas, I., B. Escamilla, C. Calderón, P. Mosiño, 1990. The daily variations of airborne fungal spores in Mexico City. *Aerobiologia* 6: 153-158.
- Rosas, I., C. Calderón, B. Escamilla, M. Ulloa, 1992. Season distribution of *Aspergillus* in the air of an urban area: Mexico City. *Grana* 31(4): 315-319.
- Rosas, I., C. Calderón, M. Ulloa, J. Lacey, 1993. Abundance of airborne *Penicillium* in relation to urbanization in Mexico City. *Applied and Environmental Microbiology* 59: 2648-2652.
- Sáenz Laín, C., M. Gutiérrez Bustillo, 2003. Esporas atmosféricas en la comunidad de Madrid. Documentos Técnicos de Salud Pública, 49. Instituto de Salud Pública, Madrid.
- Simon-Nobbe, B., U. Denk, V. Pöll, R. Rid, M. Breitenbach, 2008. The spectrum of fungal allergy. *Allergy and Immunology* 145: 58-86.
- Stepalska, D., J. Wolek, 2005. Variation in fungal spore concentrations of selected taxa associated to weather conditions in Cracow, Poland, in 1997. *Aerobiologia* 21: 43-52.
- Stepalska, D., J. Wolek, 2009. Intradialurnal periodicity of fungal spore concentrations (*Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Didymella*, *Ganoderma*) in Cracow, Poland. *Aerobiologia* 25(4): 333-340.
- Temperini, C.G., A.G. Pardo, G.N. Pose, 2018. Diversity of airborne *Cladosporium* species isolated from agricultural environments of northern Argentinean Patagonia: molecular characterization and plant pathogenicity. *Aerobiologia* 34(2): 227-239.
- Troutt, C., E. Levetin, 2001. Correlation of spring spore concentrations and meteorological conditions in Tulsa, Oklahoma. *International Journal of Biometeorology* 45: 64-74.