REVISTA CUBANA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
http://www.rccb.uh.cu

ARTÍCULO ORIGINAL

Dinámica de seis tipos polínicos de interés alergénico en la atmósfera de La Habana, Cuba

Dynamics of six pollen types of allergenic interest in the atmosphere of Havana, Cuba

Roberto Rodríguez Benitez[1], **Teresa I. Rojas Flores** *[1], **Michel Almaguer Chávez** [1]

1 Departamento de Microbiología. Facultad de Biología. Universidad de La Habana. Cuba

*Autora para correspondencia: *trojas@fbio.uh.cu*

RESUMEN

La Aeropalinología es de gran importancia para la alergología, ya que el conocimiento de la estacionalidad y dinámica intradiaria de los granos de polen contribuye a la prevención de enfermedades alérgicas. Sin embargo, son escasos los estudios de esta especialidad en Cuba. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la dinámica de las concentraciones de seis tipos polínicos de reconocido potencial alergénico y analizar su correlación con las variables meteorológicas. Los muestreos se realizaron con un captador volumétrico tipo Hirst (Lanzoni VPPS 2000). Las muestras analizadas se correspondieron con las 24 horas de cada uno de los días del año 2013. Se identificaron tipos polínicos correspondientes a las familias Amaranthaceae, Asteraceae, Casuarinaceae, Cupressaceae, Pinaceae y Poaceae. Los datos meteorológicos fueron suministrados por el Instituto de Meteorología de Cuba. Se determinaron las variaciones temporales de las concentraciones de granos de polen y su relación con las variables meteorológicas. El polen de las familias Poaceae y Amaranthaceae destacaron por su presencia durante todo el año. Por primera vez se obtuvo la dinámica anual de tipos polínicos pertenecientes a las familias Amaranthaceae, Asteraceae, Cupressaceae y Pinaceae. Las mayores concentraciones intradiarias se detectaron entre las 9 y 12 horas y destacó el mes de junio por presentar los mayores registros atmosféricos. De las variables meteorológicas analizadas la temperatura presentó asociación positiva con las concentraciones polínicas totales, junto con las horas de sol.

Palabras clave: Aerobiología, Poaceae, polen, temperatura, variación temporal

ABSTRACT

Aeropalynology is of great importance for allergology, since knowledge of the seasonality and intraday dynamics of pollen grains contributes to the prevention of allergic diseases. However, there are few studies of this specialty in Cuba. The objective of this work is to determine the dynamics of the concentrations of six pollen types with recognized allergenic potential and to

Recibido: 2022-06-23

Aceptado: 2022-11-14

analyze their correlation with meteorological variables. Sampling was carried out with a Hirst-type volumetric trap (Lanzoni VPPS 2000). The samples analyzed corresponded to the 24 hours of each day of the year 2013. Pollen types corresponding to the families Amaranthaceae, Asteraceae, Casuarinaceae, Cupressaceae, Pinaceae and Poaceae were identified. The meteorological data was supplied by the Cuban Institute of Meteorology. The temporal variations of the concentrations of pollen grains and their relationship with the meteorological variables were determined. The pollen of the Poaceae and Amaranthaceae families stood out for their presence throughout the year. For the first time, the annual dynamics of pollen types belonging to the families Amaranthaceae, Asteraceae, Cupressaceae and Pinaceae were obtained. The highest intraday concentrations were detected between 9 and 12 hours and the month of June stood out for presenting the highest atmospheric records. Of the meteorological variables analyzed, temperature presented a positive association with total pollen concentrations, together with hours of sunshine.

***Keywords**: Aerobiology, Poaceae, pollen, temperature, temporal variation*

INTRODUCCIÓN

La cantidad de granos de polen que producen las especies fanerógamas guarda una estrecha relación con el tipo de polinización. De tal forma que, las plantas que utilizan a los insectos (entomófilas), producen un número sensiblemente menor que aquellas con flores poco llamativas que emplean como vector al viento (anemófilas) (Tormo-Molina *et al*. 1996). El polen que se transporta por el viento es el que presenta mayor interés para la Aeropalinología. Esta rama de la aerobiología se encarga del análisis de los granos de polen, proporciona información sobre la fenología y distribución de las plantas, la producción potencial de cultivos y el riesgo que representa para la salud humana en cuanto a enfermedades alérgicas.

El recuento de polen se utiliza cada vez más para ampliar los datos biogeográficos e información ecológica, que resulta crucial para la protección de la biodiversidad vegetal (Fernández-Llamazares *et al*., 2014). Aunque la orientación más importante de estos trabajos ha sido su aplicación en las enfermedades alérgicas, sobre todo la polinosis (González y Cebrino, 2016).

Estas biopartículas presentes en la atmósfera tienen importancia alergológica debido a la presencia de glicoproteínas capaces de comportarse como alérgenos. Su pequeño tamaño, el cual varía entre 5 y más de 200 µm (micrómetro) de diámetro, la morfología y estructuras presentes en algunas familias (vesículas aeríferas), favorecen su transporte por el viento y posibilitan su mantenimiento en el aire (Jato *et al*., 2001). Sus dimensiones facilitan su inhalación a través de la nariz y el paso al tracto respiratorio hasta bronquios y bronquiolos (Jato *et al*., 2001; McInnes 2019). La elevada humedad del tracto respiratorio posibilita la liberación de pequeñas proteínas causantes de las respuestas alérgicas que pueden ocasionar en los seres humanos (Suárez-Cervera y Seoane-Camba, 2005).

Las alergias pueden afectar cualquier sistema: respiratorio (rinitis, asma), cutáneo (urticaria, dermatitis), ocular (conjuntivitis, querato-conjuntivitis), digestivo (alergias alimentarias), o a múltiples sistemas al mismo tiempo (anafilaxia, síndrome hipereosinofílico) (Sánchez *et al*., 2018). La sensibilización a los granos de polen está relacionada con el desarrollo de asma y rinitis alérgicas y esto implica una reducción de la calidad de vida de las personas y un impacto socio económico importante (McInnes, 2019). En Cuba las investigaciones sobre asma y enfermedades alérgicas presentan una elevada morbilidad. Según resultados del estudio transversal fase I ISAAC (*International Study of Asthma and Allergies in Childhood*) aplicado en el país, se plantea una prevalencia intermedia en relación a otros países, en grupos de edades escolares y adolescentes, que padecen asma y rinitis (Venero-Fernández *et al*., 2018). Esta última enfermedad alérgica se declara como un problema que presenta un aumento de la morbilidad y un elevado costo para la familia y la sociedad cubana (Rodríguez *et al*., 2013).

En diferentes áreas geográficas se ha analizado el potencial alergénico que presentan diferentes tipos

polínicos. En este sentido, Cariñanos *et al*., (2016) plantearon que representantes de las familias Casuarinaceae (*Casuarina equisetifolia*), Cupressaceae (*Cupressus* spp., *Juniperus phoenicea*) y Pinaceae (*Pinus* spp.) tienen un potencial alergénico elevado o moderado en ciudades mediterráneas. Rosas-Alvarado *et al*. (2011), en su Atlas de los pólenes alergénicos de mayor relevancia en México, destacan un grupo de tipos polínicos entre los que se encuentran representantes de las familias Amaranthaceae (*Amaranthus* spp., *Atriplex* spp., *Chenopodium* spp.), Asteraceae (*Ambrosia* spp., *Artemisia* spp., *Cosmos bipinatus*, *Helianthus annuus*), Casuarinaceae (*Casuarina* spp.), Cupressaceae (*Cupressus babylonica, Juniperus* spp.), Pinaceae (*Pinus* spp.) y Poaceae (*Holcus* spp., *Phleum protense*, *Lolium perenne*, *Zea mays*).

Las publicaciones de Cadrecha (1946) y Salazar (1960), señalan estudios de polinosis en Cuba. Salazar en su capítulo "La alergia en el trópico" destaca que Quintero Fossas en 1955, refiere como alergénicos los granos de polen de *Cynodon dactylon*. Sin embargo, no es hasta la primera década del presente siglo que se registra en la población cubana respuestas de positividad a varios tipos polínicos de algunas de las familias alergénicas.

Actualmente aún son escasos los trabajos de este tipo, a pesar de la elevada prevalencia de sintomatologías alérgicas en Cuba. En la ciudad de Camagüey se señala sensibilización a representantes de las familias Poaceae (*Cynodon dactylon*, *Lolium perenne)*, Amaranthaceae (*Amaranthus leucocarpus*), Asteraceae *(Ambrosia psilostachya, Helianthus annuus)* y Cupressaceae (*Cupressus lindleyii*) (Rodríguez *et al*., 2009; Rodríguez *et al*., 2013).

Las condiciones ambientales tienen incidencia sobre las concentraciones y tipos de granos de polen presentes en el aire. La producción de estas biopartículas depende tanto de las condiciones meteorológicas en el período del muestreo (incluida la duración del día, la temperatura, la insolación y la precipitación), así como la velocidad y dirección del viento. Además, la disponibilidad de agua y otras condiciones ambientales y climatológicas experimentadas en el año anterior (McInnes, 2019).

En Cuba son pocas las investigaciones palinológicas que refieren los tipos polínicos que predominan en la atmósfera (Moncada y Machado 1989; Machado y Sotolongo 2000; González *et al*. 2009).

En estos trabajos se utilizaron metodologías gravimétricas para la recolecta de los granos de polen, que no permiten el muestreo sistemático y sólo posibilitan un análisis cualitativo. Ante esta problemática se realiza el primer estudio sistemático y cuantitativo por Aira *et al*., (2018), en el que analizan la diversidad polínica de la atmosfera de La Habana durante los años 2011 y 2015. En ese estudio se identifican 45 tipos polínicos entre los que se encuentran las familias Asteraceae, Amaranthaceae, Casuarinaceae, Cupressaceae, Pinaceae y Poaceae; además de la dinámica de las familias Poaceae y Casuarinaceae.

Por las razones anteriores, en este trabajo se plantea el estudio del comportamiento del polen de las familias Amaranthaceae, Asteraceae, Cupressaceae y Pinaceae dado su interés alergológico, como novedad científica, así como, seguir las investigaciones sobre la dinámica aerobiológica de las familias Poaceae y Casuarinaceae. Estos nuevos resultados contribuirán a aumentar la serie de datos temporales necesarios para la creación a futuro de modelos predictivos, los cuales se basan en la influencia que ejercen las variables meteorológicas sobre la concentración polínica atmosférica. En tal sentido, el objetivo del presente trabajo es analizar la dinámica de seis tipos polínicos con potencialidades alergénicas y su relación con las variables climatológicas del año 2013.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y características climáticas

El estudio tuvo lugar en la ciudad de La Habana, localizada en la costa norte de la isla de Cuba (Fig. 1), durante el año 2013. La vegetación de la zona es heterogénea y altamente antropizada, está principalmente representada por plantas ornamentales, césped y jardines, y en la periferia se practica la agricultura suburbana. Mielcarek (1983), en un estudio de la flora ruderal de la ciudad de La Habana, reveló la dominancia de especies de las familias Poaceae, Asteraceae y Fabaceae. Castillo y Pastrana (2015) en una investigación del arbolado en la zona del Vedado señalaron una mayor abundancia de árboles que arbustos. Destacaron entre ellos *Ficus* sp., el ocuje (*Calophyllum antillanum*) y la palma (*Adonidia merilli*).

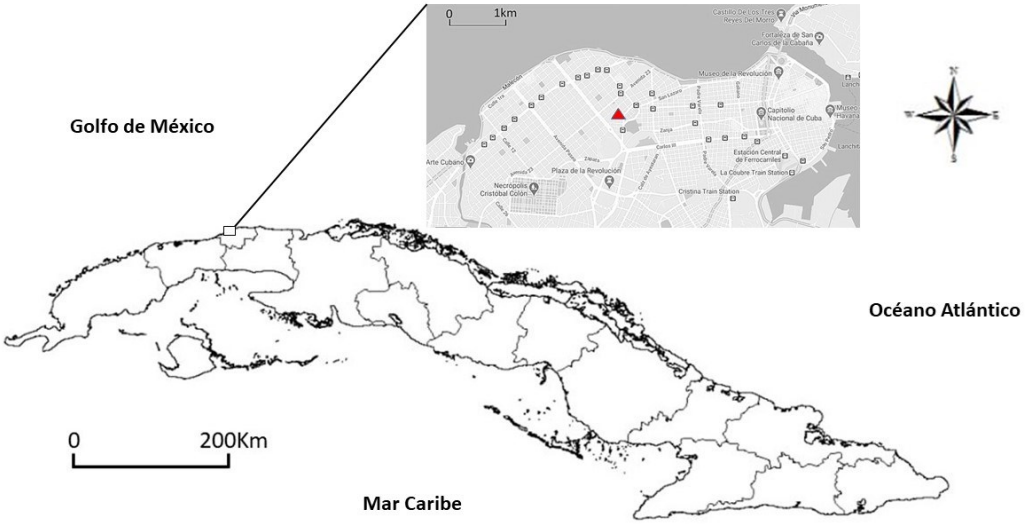

Figura 1. Localización del muestreador de polen (23°08' N y 82°23'W) en la isla de Cuba . (▲)
Figure 1. *Pollen sampler location (23°08' N y 82°23'W) in Cuba Island.* (▲)

El clima de la isla es subtropical y se caracteriza por presentar dos estaciones: lluviosa, de mayo a octubre y poco lluviosa de noviembre a abril. La temporada lluviosa del período de estudio presentó un mayor acumulado en las precipitaciones (1101,6 mm vs 944,5 mm), así como mayor temperatura (26,7^{0}C vs 23,9^{0}C) y humedad relativa (79,1% vs 75,5%) (Tabla 1). En cuanto a los vientos, predominaron los provenientes del norte destacándose los de dirección noreste, que representan el 40% del total. Los datos meteorológicos diarios de La Habana proceden de la estación de Casablanca perteneciente al Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET).

Metodología de muestreo y procesamiento de las muestras

Las muestras aerobiológicas se recolectaron con un captador volumétrico tipo Hirst (modelo Lanzoni VPPS 2000s.r.l., Italia). Este equipo contiene un tambor de cambio semanal, con autonomía de funcionamiento y un flujo de aire aspirado de 10 L/min. Sobre el tambor se fijó una cinta de Melinex impregnada con una solución de silicona en tetracloruro de carbono. Esta se fija en un tambor que gira de forma continua a razón de 2 mm por hora durante las 24 horas.

Tabla 1. Características meteorológicas del año 2013 en La Habana. Datos de la estación meteorológica de Casablanca (INSMET)
Table 1. *Meteorological characteristics of the year 2013 in the Havana. Data of the meteorological station of Casablanca (INSMET)*

Variables meteorológicas	Estación lluviosa	Estación poco lluviosa	Anual (2013)
Precipitaciones acumuladas(mm)	1101,6	944,5	2046,1
Temperatura media (^{0}C)	26,7 ± 0,9	23,9 ± 2,1	25,3 ± 1,9
Humedad relativa media (%)	79,1 ± 6,3	75,5 ± 8.1	77,3 ± 7,2
Promedio de la velocidad máxima del viento (km/h)	45,2 ± 10,7	49,31 ± 12,2	47,2 ± 11,6
Promedio de las horas de sol diarias	7,6 ± 3,6	7,5 ± 3,3	7,6 ± 3,5

El captador se ubicó en la terraza de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, a una altura de 35 metros sobre el nivel del suelo.

Para la preparación y recuento de las muestras, se siguió la metodología de la Red Española de Aerobiología (Galán *et al.,* 2007). Se utilizó un microscopio binocular de campo claro marca Novel, con lentes oculares de 10X y lentes objetivos de 40X (en seco) para el análisis rutinario de los granos de polen. Para el recuento se realizaron 4 barridos horizontales continuos en cada una de las preparaciones diarias.

Identificación y recuento de granos de polen

Se realizó el recuento de todos los granos de polen presentes en las muestras aerobiológica. Se identificó los tipos polínicos pertenecientes a las familias Amaranthaceae (tipo *Amaranthus*), Asteraceae (tipo *Helianthus*), Casuarinaceae, Cupressaceae, Pinaceae y Poaceae, seleccionadas debido a su potencial alergénico, incluyendo el resto en la categoría "no identificados". Para ello se utilizaron atlas, libros y artículos especializados, teniendo en cuenta tanto las imágenes como las descripciones proporcionadas por los diferentes autores (Jato *et al*., 2001; Alfaya *et al*. 2002; Rosas-Alvarado *et al*., 2011;Aira *et al*. 2018). Las concentraciones medias diarias se expresaron como granos de polen por metro cúbico de aire muestreado (granos/m^3) (Galán *et al.,* 2017).

Para el estudio del comportamiento intradiario de granos de polen se siguió la metodología propuesta por Nilsson y Persson (1981) y Galán *et al*., (1991).

Análisis estadístico

A los datos se les comprobó la normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett). Al no cumplir estas premisas se aplicó una prueba de correlación no paramétrica (Regresión de Spearman), con un nivel de significación (*<0,05;) para definir si existía correlación entre la concentración de polen total y las seis familias con las variables meteorológicas: temperatura media (Tmed); precipitaciones (prec); humedad relativa media (Hrmed); Velocidad máxima (Vmáx) y horas de sol (Hsol). Para todas las variables meteorológicas se consideró los datos de los siete días (1-7), previos al muestreo. En este análisis se tuvo en cuenta la correlación existente en los valores del día del muestreo y los siete días anteriores al mismo con los datos anuales de concentración. Para este análisis se utilizó el programa Statistica v. 8.0.

RESULTADOS

Recuento total y morfología de los tipos polínicos analizados

El total de polen, registrado durante 2013 fue de 3 645 granos, identificándose 729 correspondientes a las familias previamente seleccionadas que se distribuyeron en orden descendente como sigue: Poaceae (454), Asteraceae (90), Casuarinaceae (70), Amaranthaceae (51), Pinaceae (34) y Cupressaceae (30). El polen de gramíneas destacó durante el año lo que representó el 12,5 % del total de granos contabilizados. Los caracteres morfológicos que permitieron la identificación de los tipos polínicos en familias se representaron en la tabla 2 y la figura 2.

Tabla 2. Principales características de los tipos polínicos identificados

Familia	Sistema apertural	Superficie	Forma	Otra característica distintiva
Amaranthaceae	Pantoporado	Escábrida	Esferoidal	Exina con granulaciones finas
Asteraceae	Tricolporado	Equinado	Esferoidal	Superficie con espinas pronunciadas
Casuarinaceae	Triporado	Escábrida	Oblato	Poros sobresalientes
Cupressaceae	Inaperturado	Escábrida	Esferoidal	Rasgadura o úlcera en la parte central del polen
Pinaceae	Tricolpado	Psilada	Oblato	Dos sacos aeríferos
Poaceae	Monoporado	Psilada	Esferoidal	Opérculo grande

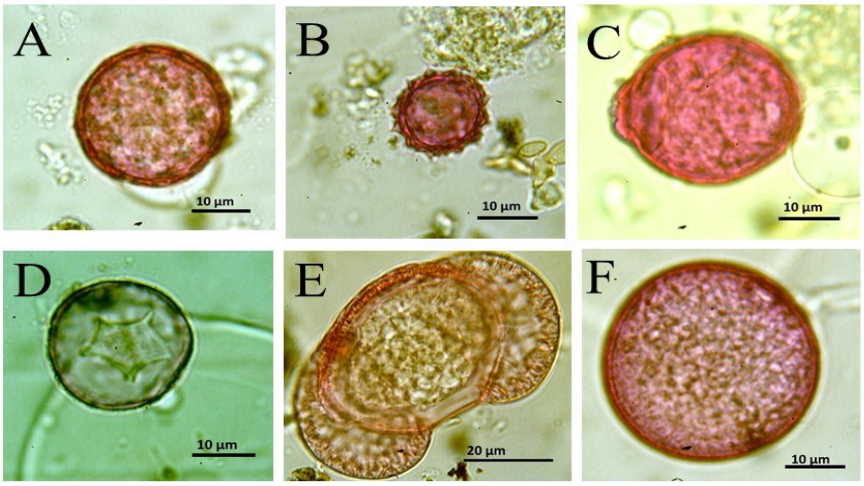

Figura 2. Fotomicrografías de los tipos polínicos identificados (Amaranthaceae (A), Asteraceae (B,), Casuarinaceae (C), Cupressaceae (D) Pinaceae (E), Poaceae (F).

Figure 2. *Photomicrographs of the six identified families: (Amaranthaceae (A), Asteraceae (B,C), Casuarinaceae (D), Cupressaceae (E),Pinaceae (F), Poaceae (G)*

Dinámica mensual, diaria e intradiaria

Al analizar la dinámica de los granos de polen totales, destacó el mes de junio con el mayor registro (775 granos), seguido por los meses de mayo (562 granos) y julio (508 granos). En los meses de enero, febrero y noviembre se observó una mayor contribución de las familias estudiadas en este trabajo, con el 36,7%, 38% y 30%, respectivamente (Figura 3). A los valores de estos tres meses contribuyeron cinco de las seis familias (Asteraceae, Amaranthaceae, Casuarinaceae, Pinaceae y Poacae).

Durante el año de estudio los únicos tipos polínicos que se detectaron en todos los meses fueron los de las familias Amaranthaceae (Fig. 4A) y Poaceae (Fig. 4F). Este último se presentó con los mayores registros en diez meses estudiados respecto a las familias identificadas. Asteraceae fue el segundo taxón en el número de granos de polen en el aire, en nueve meses de los once detectados, ya que no se registró en febrero (Fig. 4B).

La familia Amaranthaceae tuvo una mayor presencia

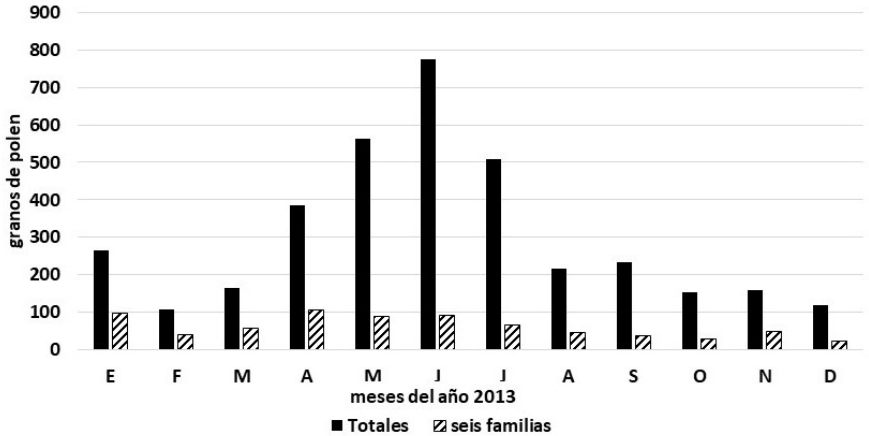

Figura 3. Distribución mensual del recuento total de granos de polen y de las seis familias (Amaranthaceae, Asteraceae, Casuarinaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Poaceae) en el año 2013.

Figure 3*. Monthly distribution of the total recount of pollen grains and of the six families (Amaranthaceae, (Asteraceae, Casuarinaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Poaceae) in 2013*

en el segundo trimestre (abril - junio). En cuanto a las familias, Asteraceae, Casuarinaceae, Cupressaceae y Pinaceae alcanzaron sus mayores valores de granos de polen en el período poco lluvioso en Cuba (Fig. 4B, 4C, 4D, 4E); y Amarantaceae y Poaceae en el período lluvioso (Fig. 4A, 4F). Vale destacar que el 86% de los días en que fue registrado el polen de Pinaceae, el viento provenía del norte (NE y NW). El rango de variación de los máximos valores fue de 3 a 12 granos/ m^3 diarios en las seis familias.

En tal sentido, los días de máxima concentración polínica fueron: Cupressaceae (26 enero - 4 granos/ m^3), Casuarinaceae (1 febrero -12 granos/m^3), Asteraceae (8 noviembre - 7 granos/m^3) y Pinaceae (4, 8 febrero, 15 marzo - 3 granos/m^3). El primer día del mes de mayo se registraron los valores máximos de Poaceae (11 granos/m^3) y Amarantaceae (5 granos / m^3). El 10 de mayo se obtuvo la mayor concentración de polen total con 60 granos/m^3 (Fig. 4G).

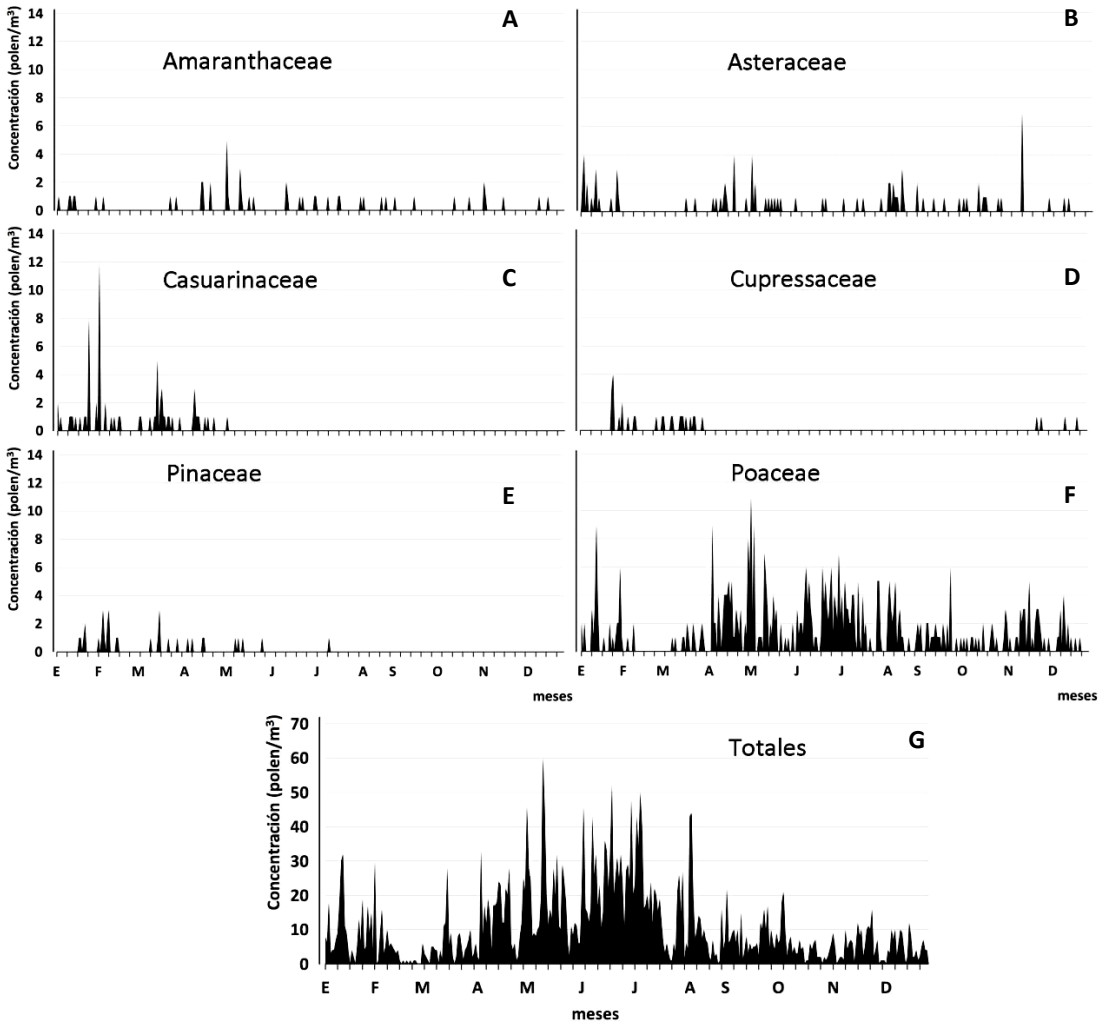

Figura 4. Dinámica de las concentraciones diarias de polen de las seis familias estudiadas en el año 2013 (Amaranthaceae (A), Asteraceae (B), Casuarinaceae (C), Cupressaceae (D),Pinaceae (E), Poaceae (F),) y Totales (G)

Figure 4*. Dynamics of the daily concentrations of the six families studied in 2013* (Amaranthaceae (A), Asteraceae (B), Casuarinaceae (C), Cupressaceae (D), Pinaceae (E), Poaceae (F)) y Totales (G)

En cuanto a la variación intradiaria en general las concentraciones polínicas se incrementaron en las primeras horas de la mañana (7-8 horas) para mantenerse hasta las 13-14 horas (Figura 5). La excepción fue el polen de Poaceae que alcanzó sus valores máximos entre las 11 y 12 horas; y disminuyó a medida que avanzó el día (Fig. 5).

Relación entre las variables meteorológicas y la concentración de polen

Al evaluar la relación de las concentraciones totales de polen con la temperatura media de todos los días muestreados se encontró una correlación con signo positivo, con un nivel de significación de un 95%, con la temperatura media. Similar asociación mostró las horas de sol diarias del mismo día de la toma de muestra, así como el anterior y de cuatro a siete días previos al muestreo. Las precipitaciones correspondientes al día anterior incidieron de manera negativa en los registros atmosféricos totales (Tabla III). La relación entre los tipos polínicos de las diferentes familias con las variables meteorológicas se realizó de forma independiente para cada variable encontrándose una mayor asociación entre la temperatura y humedad relativa media.

El incremento de la temperatura favoreció las concentraciones polínicas sólo de Poaceae; mientras que el efecto fue negativo en Casuarinaceae, Cupressaceae y Pinaceae. Las precipitaciones tuvieron una afectación en general de forma negativa cuando éstas ocurrieron días antes a la toma de la muestra en todos los tipos polínicos; y sólo en Pinaceae influyó el día del muestro.

La humedad relativa incidió de forma negativa en el aumento de la concentración de polen de las familias Pinaceae, Cupressaseae y Casuarinaceae, mientras que la velocidad máxima del viento influyó de forma positiva.

Las horas del sol sólo tuvieron incidencia en los granos de polen de Asteraceae, con una correlación positiva respecto al aumento de la concentración cuando la exposición al sol ocurrió de cuatro a seis días antes de la toma de muestra. El resto de los tipos polínicos no tuvieron asociación con esta variable.

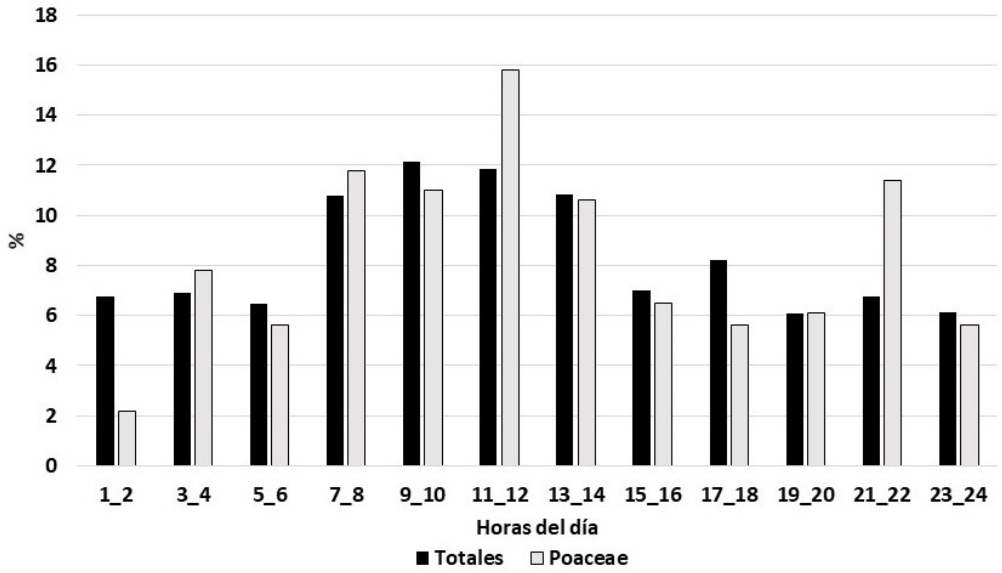

Figura 5. Dinámica intradiaria de las concentraciones totales y la familia Poaceae (%: porcentaje sobre el total de polen anual y el total de Poaceae anual.).

***Figura 5.**: Intraday dynamics of total concentrations and the Poaceae family* (% = percentage over the total annual pollen and Poaceae family)

Tabla 3. Correlación estadística entre el polen total y las variables meteorológicas. Tmed: temperatura media; prec: precipitaciones; Hrmed: humedad relativa media; Vmáx: Velocidad máxima; Hsol: horas de sol; 1-7: días previos al de muestreo. Las diferencias significativas están señaladas en negritas con nivel de significación de * p>0,05. (n=340).

Table 3*. Statistical correlation between total pollen and meteorological variables. Tmed: mean temperature; price: rainfall; Hrmed: average relative humidity; Vmax: maximum speed; Hsol: hours of sunshine; 1-7: days prior to sampling. Significant differences are indicated in bold with a significance level of * p>0.05. (n=340).*

Variable	Día previo	Taxones						
		Amaranthaceae	Asteraceae	Casuarinaceae	Cupressaceae	Pinaceae	Poaceae	Totales
Tmed	0	0,084	0,008	-0,323*	-0,298*	-0,177*	0,208*	0,331*
	1	0,077	0,006	-0,338*	-0,305*	-0,205*	0,193*	0,299*
	2	0,081	0,002	-0,304*	-0,250*	-0,188*	0,176*	0,284*
	3	0,049	0,033	-0,282*	-0,249*	-0,188*	0,199*	0,303*
	4	0,06	0,035	-0,291*	-0,245*	-0,252*	0,202*	0,292*
	5	0,033	0,051	-0,298*	-0,260*	-0,228*	0,178*	0,278*
	6	-0,008	0,033	-0,293*	-0,297*	-0,263*	0,168*	0,243*
	7	0,025	0,047	-0,362*	-0,327*	-0,284*	0,127*	0,228*
Prec	0	-0,049	0,034	-0,072	0,009	-0,157*	-0,039	-0,066
	1	-0,071	-0,089	-0,102	-0,045	-0,124*	-0,054	-0,129*
	2	0,017	-0,024	-0,150*	-0,065	-0,085	0,016	-0,055
	3	0,0002	-0,130*	-0,114*	-0,027	-0,059	0,014	0,00004
	4	-0,023	-0,112*	-0,136*	-0,105	-0,107*	-0,01	-0,048
	5	-0,117*	-0,135*	-0,159*	-0,079	-0,082	-0,028	-0,035
	6	-0,04	-0,096	-0,172*	-0,087	-0,079	0,018	-0,005
	7	-0,039	-0,121*	-0,203*	-0,063	-0,089	0,077	-0,01
Hrmed	0	-0,048	-0,023	-0,287*	-0,193*	-0,255*	0,042	-0,008
	1	0,008	0,012	-0,220*	-0,117*	-0,192*	0,072	0,026
	2	0,005	-0,039	-0,264*	-0,166*	-0,194*	0,128*	0,036
	3	0,024	-0,06	-0,251*	-0,148*	-0,191*	0,112*	0,046
	4	0,0003	-0,104	-0,261*	-0,182*	-0,217*	0,018	-0,023
	5	-0,096	-0,103	-0,212*	-0,159*	-0,182*	0,022	-0,033
	6	-0,095	-0,113*	-0,288*	-0,195*	-0,216*	0,018	-0,036
	7	-0,02	-0,019	-0,245*	-0,144*	-0,201*	0,027	-0,034
Vmáx	0	0,015	-0,02	0,166*	0,182*	0,035	-0,037	-0,064
	1	0,093	0,0008	0,190*	0,066	0,066	0,046	-0,013
	2	0,077	-0,021	0,232*	0,07	0,094	0,033	0,032
	3	0,029	-0,055	0,209*	0,077	0,073	0,024	0,001
	4	0,044	-0,048	0,223*	0,123*	0,134*	0,027	0,004
	5	-0,023	-0,106*	0,231*	0,071	0,163*	0,013	-0,001
	6	0,006	-0,065	0,104	0,023	0,074	0,016	-0,001
	7	0,034	-0,081	0,121*	0,122*	0,175*	-0,019	0,018
Hsol	0	0,028	-0,022	0,024	0,025	0,09	0,071	0,166*
	1	0,034	0,056	0,006	-0,079	0,027	0,048	0,115*
	2	0,045	0,069	0,046	0,004	-0,006	-0,044	0,09
	3	-0,028	0,097	0,077	0,018	0,021	-0,026	0,105
	4	0,038	0,121*	0,029	0,066	0,058	0,02	0,125*
	5	0,066	0,153*	0,046	0,036	0,024	0,019	0,124*
	6	0,075	0,120*	0,1	0,002	0,071	0,007	0,108*
	7	0,056	0,168*	0,086	-0,083	0,021	0,01	0,111*

DISCUSIÓN

El total anual de granos de polen en 2013 fue similar al obtenido en La Habana en 2011 y 2015 (Aira *et al*., 2018), y coincidió con los registros de otros países de clima tropical o semitropical (Hurtado y Alson 1990, Mandal *et al.,* 2008; Rahman *et al.,* 2020). Sin embargo, estos valores fueron menores a los encontrados en ciudades como Medellin, Colombia (Alzate *et al*., 2015), y en Trinidad y Tobago (Gowrie, 2015).

En el presente estudio, los registros polínicos totales más elevados se localizaron de abril a julio, al igual que en otros países de diferentes climas (Rodríguez de la Cruz *et al*., 2003; Gioulekas *et al*., 2004; Recio *et al*. , 2006, Sánchez *et al*., 2006; Mandal *et al.,* 2008, Gowrie 2015; Gónzalez y Cebrino 2016). El máximo mensual correspondió al mes de julio que registró los valores más elevados de temperatura, resultados ya señalados en estudios anteriores en la misma ciudad (Aira *et al.,* 2018). Sin embargo, en algunas ciudades tropicales chinas la concentración polínica fue superior en los meses de marzo, abril y mayo (Rahman *et al.,* 2020).

La selección de las familias evaluadas en el presente estudio se basó en sus potencialidades alergénicas. Esta característica ha sido señalada por diferentes autores en Cuba (Rodríguez *et al.,* 2009; Rodríguez *et al.,* 2013); así como en diversos países (Jato *et al.*, 2001; Alfaya *et al.,* 2002; Rosas-Alvarado *et al.,* 2011, Cariñanos *et al*. 2016; Castillo, 2016; Rojas-Méndez *et al*. 2017).

De las familias analizadas, Amaranthaceae, Asteraceae, Cupressaceae y Pinaceae presentaron en 2013, registros similares a los definidos por Aira *et al.,* (2018), mientras que en las familias Poaceae y Casuarinaceae los valores de granos contabilizados fueron menores. Estas dos últimas familias fueron las únicas que la dinámica anual de sus tipos polínicos permitió comparación con los estudios en Cuba realizados por los autores antes mencionados. Del resto no se encontraron investigaciones previas del comportamiento anual.

El polen de gramíneas (Poaceae) se encontró en la atmosfera durante todo el año, lo que se ha señalado en otras investigaciones realizadas en Cuba (González *et al*., 2009; Aira *et al*. 2018). Este taxón contribuyó a los valores de concentración total, aspecto que ha sido argumentado en Cuba (Aira *et al*., 2018) y en otras áreas geográficas (Dacosta *et al.,* 2004; Recio *et al.* 2006; Rocha-Estrada *et al.,* 2013; Fernández-Rodríguez *et al.*, 2014; Alzate *et al.,* 2015; Camacho *et al.,* 2020; Chaurasia, 2021; Katsimpris *et al.,* 2022). Subiza (2003) planteó que esta familia ocupa más del 20% de la masa vegetal mundial y Mielcarek (1983) la destacó como una de las más abundantes de la flora ruderal de la Habana.

Se ha señalado que, alrededor del 50% del polen ambiental procede de las gramíneas y se le atribuyó ser la causa de gran parte de las enfermedades alérgicas respiratorias (Barber 2003). En Estados Unidos, Della Valle *et al.,* (2012) afirmaron que incluso concentraciones bajas son suficientes para desencadenar síntomas respiratorios, de hecho, el 37% de los niños entre 4 y 12 años, con medicación para el asma necesitaron tratamiento de rescate, ya que presentaron síntomas respiratorios cuando se expusieron a valores entre 6 a 9 granos/m^3. En la presente investigación, se demostró que el polen de esta familia estuvo representado en la atmósfera de La Habana, con máximos entre dichos valores en siete meses del año 2013. Por ello, esto puede suponer un riesgo para la población cubana infantil con sensibilización a este tipo de alérgenos.

El polen de la familia Amaranthaceae se representó a lo largo de todo el año; comportamiento que se ha ratificado en investigaciones anteriores en Bangladesh (Chakraborty *et al.,* 2016) y Argentina (García, 2010). Las mayores concentraciones fueron en los meses de abril a junio, lo que coincidió con trabajos realizados en España (Munuera, 2002 , Recio *et al.,* 2006).

El polen de Asteraceae destacó seguido de las Poaceae por su representación durante once meses. Mielcarek (1983) la señaló dentro de las tres familias dominantes de la flora ruderal de La Habana, con 28 especies reconocidas, entre las que destacó a *Sonchus oleraceus.*

Las familias Casuarinaceae, Cupressaceae y Pinaceae registraron sus máximos valores polínicos en los tres primeros meses del año, en correspondencia con la floración en el caso de las dos primeras familias citadas (Chavan *et al*., 2012; Monroy-Colín *et al*., 2020). En Pinaceae no se reconoce la presencia de especies de esta familia en la provincia (Mielcarek 1983; González-Torres *et al*., 2002; González-Torres y Berazaín, 2004; Castillo y Pastrana, 2015). En tal sentido, se consideró que la detección de este tipo polínico en la atmósfera habanera fue debido al

transporte desde los bosques de pinos de la Florida donde se ha citado su abundancia (Carr *et al*., 2010). Esta hipótesis estaría refrendada porque la mayoría de los días en que el polen de esta familia fue registrado el viento provenía del norte (NE y NW). Además, esto pudiera deberse a la morfología del polen de esta familia presenta dos vesículas aeríferas de gran tamaño que pudieran favorecer su desplazamiento por el aire. También el transporte a largas distancias del polen de esta familia ha sido citado por varios autores (Williams, 2008; Szczepanek *et al.*, 2017)

La dinámica de las concentraciones intradiarias, tanto del polen total como de Poaceae se correspondió con lo planteado por Aira *et al*., (2018) para La Habana. Se encontró que las concentraciones totales aumentaron durante el día y descendieron durante la noche. Este comportamiento también coincidió con estudios previos realizados por Aira *et al*. (2005) en España.

En resumen, se observaron dos comportamientos estacionales respecto a los seis tipos polínicos estudiados, los que se presentaron 11 meses o durante todo el año, (Amaranthaceae, Asteraceae y Poaceae) y los que sus principales registros se encontraron en los tres primeros meses (Casuarinaceae, Cupressaceae y Pinaceae).

En relación a la influencia de las variables meteorológicas, en el año 2013 el promedio anual de temperatura, humedad relativa y precipitaciones tuvo un comportamiento acorde al clima subtropical de la isla. La flora de Cuba ha sido señalada como una de las más diversas dentro de los territorios insulares por Whittaker y Fernández- Palacios (2007). Sin embargo, sólo en el trabajo de Aira *et al*. (2018) se incluye el efecto de las variables meteorológicas en la concentración anual de pólenes de las familias Poaceae y Casuarinaceae. Es por ello, que en la presente investigación se evalúo también el efecto de las variables sobre la concentración de las anteriores familias, así como Amaranthaceae, Asteraceae, Cupressaceae y Pinaceae, no estudiadas con anterioridad en Cuba.

Al analizar el efecto de las diferentes variables meteorológicas sobre las concentraciones polínicas totales y los tipos polínicos de las diferentes familias, se encontró que tanto los valores de concentración total como el polen de gramíneas, presentaron asociación positiva con la temperatura media. Lo que corroboró que un incremento de la temperatura favorece la maduración de los granos de polen y la dehiscencia de las anteras (Donders *et al.,* 2014; Ianovici. 2015; Sabo *et al.,* 2015). Los registros atmosféricos del polen de Asteraceae y los totales, también se relacionaron de forma positiva con las horas de sol. Esta variable influye durante la antesis y la polinización, motivado por el incremento de la insolación que aumenta la deshidratación de los tejidos de las anteras, lo que contribuye a su apertura (Jato *et al.,* 2001). El efecto negativo de la temperatura media sobre el polen de Casuarinaceae, Cupressaceae y Pinaceae ha sido citado por varios autores en diferentes climas (Dacosta *et al.*, 2002; Hadj *et al*., 2017; Aira *et al.*, 2018). En Cuba, Aira *et al*. (2018) refirieron esta asociación solo para Casuarinaceae; mientras que en otros países se ha mencionado también para Pinaceae y Cupressaceae (Velasco-Jimenez *et al*., 2017; Monroy-Colín *et al*., 2020; Tosunoglu *et al.,* 2018).

Las precipitaciones han sido un factor que afecta de manera negativa la presencia de partículas en la atmósfera, lo que se ha planteado por el efecto de lavado atmosférico que esta variable realiza (Silva-Palacios *et al.,* 2015; Plaza *et al.,* 2016). En este trabajo quedó demostrado este efecto negativo para las familias Asteraceae, Casuarinaceae y Pinaceae.

Los valores bajos de humedad relativa son un factor importante para que se produzca la deshidratación de los tejidos de las anteras, lo que facilita la dehiscencia y liberación de los granos de polen como plantearon Ianovici (2015) y Jato *et al.* (2001). Tal comportamiento se evidenció en el presente estudio entre la humedad relativa y las concentraciones de Casuarinaceae, Cupressaceae y Pinaceae. Las concentraciones de los tipos polínicos de Poaceae se vieron favorecidas cuando aumentó la humedad, resultados que coincidieron con la investigación previa realizada en la misma zona de estudio por Aira *et al*. (2018).

La velocidad del viento ha sido considerada también como una variable que afecta los valores de concentración polínica. Vara (2017) consideró que existe un efecto positivo cuando éste es suave, ya que velocidades elevadas pueden contribuir al desprendimiento del polen de las anteras. Esto apoya la asociación positiva que se registró para el polen de Casuarinaceae, Cupressaceae y Pinaceae. La relación presentada por Casuarinaceae coincidió con lo planteado por Aira *et al*. (2018).

En general, las correlaciones entre la concentración de los granos de polen atmosférico y las variables meteorológicas mostraron comportamientos característicos de isla y del clima subtropical húmedo con dos estaciones. Jato *et al*. (2001) señalaron que las plantas de polen anemófilo que más se han representado en la atmósfera serán aquellas que más le favorecen tales condiciones. Estos autores, indicaron que la influencia de los factores climáticos es más importante en la formación y maduración del polen, que durante el propio proceso de polinización. En tal sentido, Velasco-Jiménez *et al*. (2017) afirmaron la importancia de la observación fenológica de la planta para completar los estudios aerobiológicos.

Mclnnes (2019) señaló que, el polen atmosférico de una región refleja cambios estructurales y fenológicos de la vegetación que lo produce; y que la abundancia de polen que se encuentra en la atmósfera depende de diversos factores, principalmente de la cantidad de polen producida por cada planta, y de las variaciones de las condiciones climáticas, las cuales se modifican de un año a otro.

En esta investigación se reafirmó, que las mayores concentraciones de granos de polen correspondieron con la estación lluviosa y que la variable que más influyó fue la temperatura. De igual forma se registró, la dinámica anual y la relación de las concentraciones con las variables meteorológicas de las familias Amaranthaceae, Asteraceae, Cupressaceae y Pinaceae, no investigadas hasta ahora. Así mismo, estos datos podrán ser utilizados para ampliar los datos biogeográficos y la información ecológica de estas seis familias en Cuba.

Se puede concluir que de los distintos tipos polínicos identificados en la atmósfera de La Habana, destacaron los pertenecientes a la familia Poaceae por su prevalencia. También se demostró la relación de los elevados valores de polen con el aumento de la temperatura y las horas de sol, lo que representa un riesgo para las personas alérgicas sensibles a estas biopartículas, especialmente en algunas franjas horarias. La continuación de estos estudios permitirá disponer de una base de datos aerobiológicos que facilitará a los especialistas de los servicios de Alergia establecer estrategias de prevención, en función de la prevalencia de los diferentes tipos polínicos.

LITERATURA CITADA

Aira, M. J., Almaguer, M., Fernández-González, M. y Rodríguez-Rajo F. J. (2018). Pollen diversity in the atmosphere of Havana, Cuba. Aerobiologia. /doi.org/10.1007/s10453-018-9521-y.

Aira, M. J., Jato, V., Iglesias I. y Rodríguez, F. J. (2005). Calidad del aire. Polen y esporas en la Comunidad Gallega. Grasifant, s.l. España.237 pp.

Alfaya, T. Baltasar, M. A. Belmonte, J. Benjumeda, *et al*.. (2002). Polinosis polen y alergia. Mra ediciones, S. L. España. 167.

Alzate, F., Quijano, M.A Álvarez, A. y Fonnegra, R. (2015). Polen atmosférico y esporas contenidas en el área urbana de la ciudad de Medellín (Colombia). Hoehnea. 42 (1).

Barber, D. (2003). Polinosis I. Gramíneas: alergenos y reactividad cruzada. Alergol Immunol Clin; 18 (3): 12-16.

Cadrecha, A. J. (1946). Estudio climatológico, botánico, aerobiológico y clínico de la polinosis en la Ciudad de la Habana. Rev Méd Cub, 56 (9): 1–35.

Camacho, I., Caeiro, E., Nunes, C. y Morais-Almeida, M. (2020). Airborne pollen calendar of Portugal: a 15-year survey (2002 –2017). Allergologia et immunopathologia, 48(2), 194-201.

Cariñanos, P. Adinolfi, C. Díaz, C. De Linares, C. y Casares-Porcel. M. 2016. Characterization of Allergen Emission Sources in Urban Areas. J. Environ. Qual. 45: 244–252.

. Carr, S. C., Robertson, K. M., y Peet, R. K. 2010. A vegetation classification of fire-dependent pinelands of Florida. Castanea, *75* (2): 153-189.

Castillo, L. y Pastrana, C. (2015). Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado: composición, distribución y conflictos con el espacio construido. Au 36 (2)

Castillo, M. J. (2016). Alergia a Cupresáceas en la población del Vallés occidental. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona.

Chakraborty, P., Ghosal, K., Sarkar, E. y Gupta-Bhattacharya. S. (2016). Atmospheric pollen grains of a suburban area near India–Bangladesh border with reference to their allergenic potential and probable effect on asthma-related hospital admission. Curr Sci. 111(9).

Chaurasia, S. (2021). Airborne pollen surveys in India during last fifteen years (2006-2020): a review. International Journal of Advanced Research and Review, IJARR, 6(6).

Chavan, R., Viswanath, S. Shivanna, H. y Tembhurne. B .V. (2012). A phenological study of *Casuarina* species. Karnataka J. Agric. Sci. 25 (4). 455-45.

Dacosta, N., Rodríguez, F. J. y Jato, V. (2004). Aeropalinología de Pobra de Trives (Ourense) y su relación con la meteorología. Bot Complut 28: 109-120.

Della Valle, C. T., Triche, E. W., Leaderer, B. P., y Bell, M. L. (2012). Effects of ambient pollen concentrations on frequency and severity of asthma symptoms among asthmatic children. Epidemiol (Cambridge, Mass.), 23(1), 55.

Donders, T. H., Hagemans, K., Dekker, S. C., de Weger, L. A., De Klerk, P., y Wagner-Cremer, F. (2014). Region-specific sensitivity of anemophilous pollen deposition to temperature and precipitation. *PloS one*, *9*(8), e104774.

Fernández-Llamazares, Á., Belmonte, J., Boada, M., y Fraixedas, S. (2014). Airborne pollen records and their potential applications to the conservation of biodiversity. Aerobiologia, *30*(2), 111-122.

Fernández-Rodríguez, S., Tormo-Molina, R. Maya-Manzano, J. M. Silva-Palacios, I. y Gonzalo-Garijo. A. (2014). A comparative study on the effects of altitude on daily and hourly airborne pollen counts. Aerobiologia. DOI 10.1007/s10453-014-9325-7.

Galán, A. Ariatti, M. Bonini, B. Clot, *et al* (2017). Recommended terminology for aerobiological studies. Aerobiologia volume 33:293–295.

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.

Galán, C. Tormo, R. Cuevas, J. Infante, F. y Domínguez, E. (1991).Theoretical daily variation patterns of airborne pollen in the south -west of Spain. *Grana*. 30:201-9.

García, M. E. (2010). Aeropalinología de la ciudad de Yerba Buena, provincia de Tucumán (Argentina). Acta Botanica Malacitana. 35: 115-131.

Gioulekas, D., Papakosta, D., Damialis, A., Spieksma, F., Giouleka P. y Patakas, D. (2004). Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. Allergy. 59: 174–184.

González, F.J. y Cebrino. J. (2016). Importancia de los recuentos polínicos en el aire. Rev Salud Ambient. 16(1).43-51.

González, O. Fuentes, Y., Rodríguez, R., Martínez, I., Rodríguez, P. y Pérez, V. (2009). Calendario polínico en una región de Ciudad de La Habana. VacciMonitor.18(3).

González-Torres, L. R y Berazaín. R. (2004). La vegetación serpentinícola de lomas de La Coca, Ciudad de La Habana. Revi Jardín Bot Nac. 25-26: 79-86.

González-Torres, L. R., Cuza, A., Pazos, V., y Casadesús, L. (2002). Colonización de la piedra por plantas vasculares en edificaciones monumentales de la Habana Vieja. Revi Jardín Bot Nac 23(2): 243-247.

Gowrie, M. (2015). Airborne pollen sampling on the Caribbean Island of Trinidad and Tobago, WI. Aerobiologia .32:347–352.

Hurtado, I. y Alson, J. 1990. Air pollen dispersal in a tropical área. Aerobiologia.6. 122 -127.

Ianovici, N. (2015). Relation between Poaceae pollen concentrations and meteorological factors during 2000-2010 in Timisoara, Romania. Acta Agrobot. 68(4):373-381.

Jato, V. Iglesias, I. y Aira, M. J. (2001). Atlas de polen alergógeno. Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia.España. 244.

Katsimpris, P., Nikolaidis, C., Deftereou, T. E., Balatsouras, D., *et al.* (2022). Three-year pollen and fungi calendar in a Mediterranean region of the Northeast Greece. Allergol Immunopathol, 50(2): 65-74.

Machado, S. y Sotolongo, L. (2000). Lluvia de polen actual en dos localidades de la Ciénaga de Zapata, Cuba. Acta Botánica Cubana.143–149, 8–12.

Mandal, J., Chakraborty, P., Roy, I., Chatterjee, S. y Guptta-Bhattacharya, S. (2008). Prevalence of allergenic pollen grains in the aerosol of the city of Calcuta, India: two years study. Aerobiologia. 24. 151-164.

McInnes, R. N. (2019). Pollen, allergens, and human health. In Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science.

Mielcarek, R. (1983). Breve análisis de la flora ruderal de calles, caminos y sus orillas de la ciudad de la habana. Revi Jardín Bot Nac. 4(1):117-174.

Moncada, M. y Machado, S. (1989). Polen atmosférico en el jardín Botánico de La Habana. Serie Botánica. 5: 1-10.

Monroy-Colín, A., Maya-Manzano. J. M. Silva-Palacios. I. Tormo-Molina. R. *et al. (*2020). Phenology of Cupressaceae urban infrastructure related to its pollen content and meteorological variables doi.org/10.1007/s10453-020-09645-9.

Munuera, M. (2002). Interés de los registros aerobiológicos regionales. Originalidades aerobiológicas de la ciudad de Murcia. Anales de Biología. 24. 185-194.

Nilsson, S. y S. Persson. (1981). Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-1980. *Grana.* 20: 179-182.

Plaza, M. P., Alcázar, P., Hernández-Ceballos M. A. y Galán. C. 2016. Mismatch in aeroallergens and airborne grass pollen concentrations. Atmos Environ. 144: 361-369.

Rahman, A., Luo, C., Chen, B., Haberle, S., *et al. (*2020). Regional and seasonal variation of airborne pollen and spores among the cities of South China. Acta Ecologica Sinica, 40(4), 283-295.

Recio, M., Del Mar, M., Toro, F. J., Docampo, S., *et al.* (2006). A three-year aeropalynological study in Estepona (southern Spain). Ann Agric Environ Med. 13: 201–207.

Rocha-Estrada, A., Alvarado-Vázquez, M. A., Hernández-Piñero, J. L., de León-Alanís, D. D., y Guzmán-Lucio, M. A. (2013). Diversidad polínica en la atmósfera del área metropolitana de Monterrey, NL, octubre 2004 a marzo 2005. Rev Mex Biod, 84(4), 1063-1069.

Rodríguez de la Cruz, D. R. Suárez-González, S. Pérez-Gorjón y J. Sánchez-Sánchez. (2003). Estudio aerobiológico de la ciudad de Salamanca durante el año 2000. Polen 13:00-00.

Rodríguez, J. Sarduy, C. M. Pérez, M. y Gutiérrez, Z. (2009). Ensayo clínico diagnóstico con extracto alergénico de polen de *Cynodon dactylon* en pacientes con asma y/o rinitis. Revista Archivo Médico de Camagüey. 13(4). 0-0.

Rodríguez, O. Celio, R. Aboukhair, F. Martín, A. *et al.* (2013). Prueba cutánea con extractos alergénicos de pólenes y relación con signos clínicos de rinitis alérgica y asma bronquial en Camagüey, Cuba. VacciMonitor. 22(2):9-13.

Rojas-Méndez, I. C., Arana-Muñoz, O., López-García, A. I., Rivero-Yeverino, D., *et al.* (2017). Frecuencia de reactividad cutánea hacia antígenos inhalables en pacientes con cuadro clínico de enfermedad alérgica. Revista Alergia México, 64(1), 7-12.

Rosas-Alvarado, A. Bautista-Huerta, M. y Velázquez-Sámano, G. (2011). Atlas de los pólenes alergénicos de mayor relevancia en México. Rev Alergia Mex.58(3):162-170.

Sabo, N. C., Popović, A. y Đorđević, D. (2015). Air pollution by pollen grains of anemophilous species: influence of chemical and meteorological parameters. Water Air Soil Pollut. 226:292.

Salazar Mallen, M. (1960). La alergia en el trópico. En: Arasa F.(Ed) Tratado de Alergia. pp: 723-729. Editorial Científico-Médica. Barcelona, España.

Sánchez, E. Rodríguez, D. y Sánchez, J. (2006). Estudio aeropalinológico de la ciudad de Salamanca durante el año 1996 Stud. bot. 25.103-112.

Sánchez, J. Sánchez, A. y Cardona, R.. (2018). Preguntas comunes en alergias. Enfoque práctico para el diagnóstico y manejo en atención primaria. Rev Alerg Mex. 65(3):197-207

Suárez-Cervera, M., y Seoane-Camba, J. A. (2005). Biología celular del polen, origen y función de los alérgenos polínicos. Polinosis II: Polen y alergia. MRA Ediciones, SL Laboratorios Menarini SA Barcelona, 39-50.

Silva-Palacios, I., Fernández-Rodríguez, S., Durán-Barroso, P., Tormo-Molina, R., Maya *et al.* (2015). Temporal modelling and forecasting of the airborne pollen of Cupressaceae on the southwestern Iberian Peninsula. Int J Biometeorol. DOI 10.1007/s00484-015-1026-6.

Subiza, J. (2003). Gramíneas: Aerobiología y polinosis en España. Rev Esp Alergol Inmunol Clin. 18(3):7-11.

Szczepanek, K., Myszkowska, D., Worobiec, E., Piotrowicz, *et al.*(2017).The long-range transport of Pinaceae pollen: an example in Kraków(southern Poland). Aerobiologia, 33(1), 09-125.

Tormo-Molina, R., Muñoz-Rodríguez, A.F., Silva-Palacios, I. y Gallardo López, I. (1996). Pollen production in anemophilous trees. Grana.35:38-46.

Tosunoglu, A., Saatcioglu, G., Bekil, S., Malyer, H., y Bicakci, A. (2018). Atmospheric pollen spectrum in Stone City, Mardin; the northern border of Mesopotamia/SE-Turkey. Environ Monit Assess , 190(11), 1-16.

Vara, A. (2017). Carga alergénica de la familia Oleaceae en la atmósfera de la ciudad de Ourense y factores que influyen sobre ella. Tesis de Doctorado, Universidad de Vigo, España.

Velasco-Jiménez, M. J., Alcázar, P. Valenzuela, L. R. Gharbi, D. Díaz de la Guardia, C. y Galán, C. (2017). *Pinus* pollen season trend in South Spain. Plant Bios. doi.org/10.1080/11263504.2017.1311962.

Venero-Fernández, S., Bringues-Menzie, J., Méndez-Rotger, V., Fernández-Casamayor, M.T., Urbina-Reinaldo, A., *et al.* (2018). Prevalencia, incidencia y factores asociados con reacción adversa a alimentos en infantes cubanos. Estudio de cohorte de base poblacional. Rev Alerg Mex. 65(2):117-127.

Whittaker, R.J. y Fernández-Palacios, J.M. (2007). Island biogeography. Ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford.

Williams, C. G. (2008). Aerobiology of *Pinus taeda* pollen clouds. Canadian Journal of Forest Research, 38(8), 2177-2188.

● ● ●

Los resultados publicados en la Revista Cubana de Ciencias Biológicas se presentan bajo la Creative Commons Attribution License 4,0.

(CC BY 4.0 — https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)