

Estudio aerobiológico de pólenes anemófilos en la ciudad de Toluca, México

RESUMEN

Antecedentes: debido a la alta prevalencia de enfermedades alérgicas en México causadas por exposición a polen, en las últimas décadas se han hecho estudios de plantas y pólenes atmosféricos en varias regiones. En la ciudad de Toluca se hicieron dos muestreos polínicos, mediante metodología gravimétrica, por lo que es necesario hacer un estudio con metodología volumétrica estandarizada para obtener resultados actualizados y confiables de una región con cambios ambientales considerables en los últimos años.

Objetivo: determinar los diferentes tipos polínicos, las variaciones estacionales y su comportamiento en las cuatro estaciones del año.

Material y método: estudio descriptivo de la identificación de pólenes, mediante el método de succión y captura de partículas con el muestreador volumétrico tipo Hirst (Burkard), efectuado en la ciudad de Toluca, México, del 1 de octubre de 2004 al 30 de septiembre de 2005.

Resultados: se identificaron 29 diferentes tipos polínicos, con un conteo total de 13,542 granos de polen. Durante el invierno se encontró la mayor cantidad de pólenes. Los meses con mayor y menor cantidad de pólenes fueron enero y agosto, respectivamente. Predominaron los árboles, principalmente de la familia Cupressaceae (44%) y polen de Pinaceae (13.8%); estos dos grupos polínicos estuvieron presentes durante todo el año.

Conclusiones: identificamos una mayor cantidad de pólenes de árboles durante el invierno, principalmente de la familia Cupressaceae, lo que se relaciona estrechamente con la cantidad de árboles sembrados de esta especie en la ciudad.

Palabras clave: polen, Toluca, Cupressaceae, asma, rinitis alérgica.

Aerobiological study of anemophilous pollens in the city of Toluca, Mexico

ABSTRACT

Background: Due to the high incidence of allergic diseases in Mexico, caused by exposure to pollens, there have been several studies of plants and atmospheric pollens in various regions in the last decades. In the city of Toluca there have been two previous pollen samplings using gravimetric methodology, for which it is necessary to obtain new samplings with a standardized volumetric technique, in order to have updated and confident results of a region with considerable environmental changes in the last years.

María de la Luz Cid-del Prado¹
Berenice Piedras-Gutiérrez²
Ángel Visoso-Salgado³
Martín Becerril-Ángeles⁴

¹ Clínica de Asma, Alergia e Inmunología Clínica, Médica Bosques, Toluca, México.

² Laboratorio de Palinología, Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, DF.

³ Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

⁴ Servicio de Alergia e Inmunología Clínica, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social, México, DF, México.

Recibido: 23 de mayo 2014

Aceptado: 31 de julio 2014

Correspondencia: Dra. María de la Luz Cid del Prado Izquierdo
Juan Rodríguez 414
50120 Toluca, Estado de México
lucy_14delprado@hotmail.com

Este artículo debe citarse como

Cid del Prado ML, Piedras-Gutiérrez B, Visoso-Salgado A, Becerril-Ángeles M. Estudio aerobiológico de pólenes anemófilos en la ciudad de Toluca, México. Revista Alergia México 2015;62:8-14.

Objective: To determine the different types of pollens, seasonal variations and behavior in the four seasons of the year.

Material and method: A descriptive study, related to the identification of pollens by the suction and trapping of particles with the volumetric sampler type Hirst (Burkard) performed in the city of Toluca, Mexico, from October 1, 2004 to September 30, 2005.

Results: Twenty-nine different airborne pollen types were identified, which amounted a total of 13,542 pollen grains. During winter we found the largest number of pollens. The months with the highest and lowest amount of pollens were January and August, respectively. Pollens from trees predominated, mainly from the Cupressaceae (44%) and Pinaceae (13.8%) families, which were present in the atmosphere throughout the year.

Conclusions: We identified a larger amount of pollens from trees in winter, mainly from the Cupressaceae family, and it is closely related to the number of trees planted of this species in the city.

Key words: pollen, Toluca, Cupressaceae, asthma, allergic rhinitis.

ANTECEDENTES

Debido a la alta prevalencia de enfermedades alérgicas en México, durante las últimas siete décadas se han efectuado estudios de plantas y pólenes atmosféricos en varias regiones.¹

La prevalencia de asma en diferentes ciudades de México es de 2.7 a 21.8%. De acuerdo con la encuesta ISAAC, la prevalencia fue de 5.7% en el grupo de escolares y de 5.9% en el de adolescentes. La prevalencia de enfermedades alérgicas en la Ciudad de México es de 42.6%; la rinitis alérgica es la más frecuente.²

Vaughan introdujo el término polinosis para designar las enfermedades causadas por pólenes, que generalmente afectan los ojos y las vías respiratorias.³ En la actualidad ha aumentado el interés médico por hacer muestreos que permitan conocer la flora y la emisión atmosférica regional de esas partículas para orientar la atención de pacientes alérgicos a pólenes. Sin

embargo, los muestreos cuantitativos actuales son insuficientes, mismos que resultan muy útiles en la atención médica.⁴ El muestreo de alérgenos transportados a través del aire, mediante equipos como Rotorod, el colector de aspiración Hirst y colector Burkard, permite obtener datos cuantitativos y confiables de estas partículas aerovagantes.⁵

En la ciudad de Toluca se hicieron dos estudios polínicos, en 1962 y 1991, ambos con metodología gravimétrica.^{1,6} Los cambios ambientales importantes y acelerados en la región donde se sitúa la ciudad de Toluca, como el gran aumento en la densidad poblacional, la reducción de áreas verdes y áreas de cultivos y altos niveles de contaminación atmosférica, han modificado la vegetación, por lo que es importante conocer el estado actual de la existencia de pólenes anemófilos en esta ciudad.⁷

El objetivo de este estudio fue determinar los diferentes tipos polínicos presentes en el aire,

las variaciones estacionales y su comportamiento entre las cuatro estaciones del año.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio descriptivo, efectuado del 1 de octubre de 2004 al 30 de septiembre de 2005. Se utilizó un captador volumétrico tipo Hirts (Burkard Mf. Co. Ltd, Rickmansworth, Hertfordshire, Inglaterra) que se colocó a 13.5 metros de altitud, en un edificio ubicado en el centro de la ciudad de Toluca, que se encuentra a 2,670 metros sobre el nivel del mar, latitud 19° 16' 57.84" –norte, longitud 99° 39' 11.44" –oeste.⁸ Tiene clima templado-subhúmedo con temperatura de 6 a 23°C en primavera-verano y de -3 a 20°C en invierno, precipitación anual de 802 mm. La humedad relativa ambiental promedio es de 52 a 77%.⁹

La vegetación original que todavía existe en las montañas cercanas a la ciudad consiste en bosques de pinos, oyameles y encinos. Son comunidades que se encuentran en la Sierra de las Cruces, Sierra de Tenango y el Nevado de Toluca. Existen además comunidades de arbustos, pastos, hierbas y líquenes que completan los diversos estratos florísticos.⁹

La ciudad de Toluca cuenta con un censo de árboles realizado por la Coordinación General de Ecología de la Ciudad, el número de árboles reportado en 2003 fue: Cupressaceae (2,584), *Ligustrum* sp (1,627), *Fraxinus* sp (1,551), *Salix* sp (298), *Populus* sp (274), *Eucalyptus* sp (192) y Jacarandaeae (120).¹⁰

El muestreo de pólenes se hizo de acuerdo con técnicas descritas estandarizadas. En resumen, semanalmente se preparó una cinta melinex de 345 mm recubierta con una preparación de 50 mL de vaselina, 6 g de parafina y 0.5 g de fenol, y se colocó en el tambor del captador. El aparato tiene un flujo de aire constante de 10

L por minuto y succiona a través de un orificio de 2x14 mm. Las partículas se impactaron en la cinta, que se desplazó a una velocidad de 2 mm/h, el tiempo de rotación del tambor fue de siete días.^{11,12}

El montaje de las muestras se realizó de la siguiente manera: la cinta se dividió en siete segmentos de 48 mm de longitud cada uno, correspondientes a un día de muestreo. Cada segmento se montó en un portaobjetos con una mezcla de glicero-gelatina teñida con fucsina.¹² La lectura e identificación de los pólenes la hizo en días alternados de cada semana un solo investigador. Se utilizó un microscopio marca Carl Zeiss, con el objetivo de 40x.

Para la identificación de los pólenes se consideraron su tamaño, morfología y ornamentación.¹³⁻¹⁵ Se leyeron 12 transectos transversos (verticales) de cada muestra y los datos obtenidos se convirtieron a granos de polen por metro cúbico de aire (gp/m³), multiplicando los resultados por el factor de corrección 0.54 previamente determinado.¹²

El análisis estadístico descriptivo y la diferencia de medias se realizó con el programa SPSS versión 20.

RESULTADOS

Durante el periodo de muestreo se cuantificaron 13,542 granos de polen, correspondientes a 29 diferentes tipos polínicos. En el mes de enero se registró el mayor número de pólenes, con 4,007 gp/m³, y el menor conteo ocurrió en agosto, con 360 gp/m³ (Figura 1).

Los tipos polínicos más abundantes correspondieron a las siguientes familias y géneros: Cupressaceae 44.7%, Pinaceae 13.8%, Oleaceae con el género *Fraxinus* sp 12.8%, Betulaceae con el género *Alnus* 12.5%, Asteraceae o Compositae 3.3%, Anacardiaceae con la especie *Schinus*

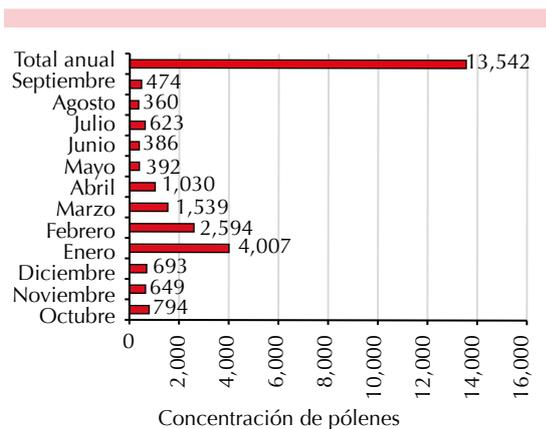


Figura 1. Concentración total de pólenes mensual y anual en Toluca, México, de 2004 a 2005 (gp/m³).

molle 2.8%, Gramineae 2.4% y Casuarinaceae con el género *Casuarina* 2.1% (Figura 2).

Durante la primavera se encontró la mayor variedad de tipos polínicos: 21 vs 16 en verano, 16 en otoño y 17 en invierno. La familia Cupressaceae fue predominante en las cuatro estaciones, con un promedio estacional/anual de 31.3 gp/m³ por día. Durante el invierno se registró la cantidad más alta con 68.25 gp/m³ por día, y en la primavera la más baja, con 8.53 gp/m³ por día (Cuadro 1).

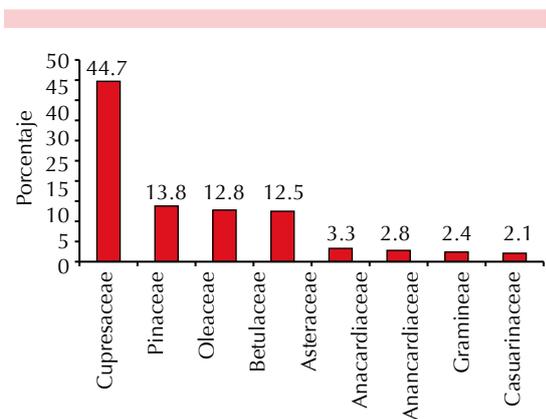


Figura 2. Tipos polínicos más abundantes en Toluca, México.

Cuadro 1. Variabilidad de pólenes por estación, promedio diario

| Pólenes | Primavera | Verano | Otoño | Invierno |
|--|-----------|--------|-------|----------|
| Cupressaceae | 8.53 | 18.42 | 30 | 68.25 |
| <i>Alnus</i> sp | 1.26 | | 3.38 | 31.76 |
| <i>Fraxinus</i> sp | 2.43 | | 3.39 | 33.71 |
| Pinaceae | 15.63 | 0.83 | 2.37 | 23.49 |
| Gramineae | 1.26 | 2.92 | 3.24 | 1.18 |
| Compositae | 2.88 | 3.96 | 2.60 | 1.63 |
| <i>Salvia</i> sp | | | | 0.63 |
| Sapindaceae | 1.30 | | 0.63 | 1.20 |
| Moraceae | 1.55 | 4.20 | 1.10 | 1 |
| <i>Casuarina</i> <i>equisetifolia</i> | 1.07 | 4.36 | 1.78 | 2.21 |
| Cheno-Am | 0.77 | 1.15 | 1.82 | 1.15 |
| Mimosaceae | 0.72 | 2.84 | 0.99 | 0.63 |
| Labiatae | | | 1.89 | 0.63 |
| <i>Schinus molle</i> | 8.13 | 0.63 | 0.84 | 10.42 |
| Onagraceae | 0.63 | 2.21 | 0.79 | 0.63 |
| <i>Acacia</i> sp | | | | 0.63 |
| <i>Liquidambar</i> sp | 1.01 | | | 1.01 |
| <i>Quercus</i> sp | 2.99 | | | |
| <i>Taraxacum</i> sp | 0.63 | 0.63 | | |
| Urticaceae | 3.17 | 1.70 | | |
| <i>Ligustrum</i> sp | 1.58 | 1.58 | | |
| No ident | 0.95 | | | |
| <i>Eucalyptus</i> sp | 0.95 | | | |
| Leguminosae | 1.26 | | | |
| Myrtaceae | | 0.63 | | |
| Cruciferae | | 0.63 | | |
| <i>Plantago</i> sp | | 0.63 | | |
| <i>Rumex</i> sp | | | 1.10 | |
| Ericaceae | | | 0.63 | |
| | 29 | 21 | 16 | 16 |

La cantidad total más alta de gp/m³ por estación ocurrió en el invierno con 8,140, que fue casi cuatro veces mayor que en la primavera, verano y otoño, con 1,808, 1,458 y 2,136, respectivamente (Figura 3).

Durante el invierno hubo mayor concentración promedio de pólenes de árboles (173.11 gp/m³ por día) vs malezas (5.87 gp/m³ por día) y pastos (1.18 gp/m³ por día). Entre los árboles, el polen predominante fue de la familia Cupressaceae (68.25 gp/m³ por día), seguido de *Fraxinus*

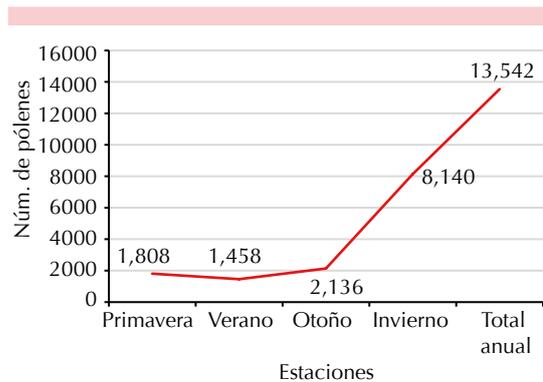


Figura 3. Cantidad de pólenes por estación.

(33.71 gp/m³ por día), *Alnus* (31.76 gp/m³ por día) y Pinaceae (23.49 gp/m³ por día). (Cuadro 1)

Las malezas o herbáceas tuvieron la mayor cantidad de pólenes: 10.28 gp/m³ por día en verano y 9.38 gp/m³ por día en primavera. La familia Gramineae (actualmente Poaceae) predominó en otoño con 3.24 gp/m³ por día.

Los árboles prevalecieron notablemente sobre las herbáceas y gramíneas en diversidad y cantidad, en esta área urbana existen 2,584 cedros, 1,627 truenos y 1,551 fresnos; los granos de la familia Pinaceae y Betulaceae son transportados por el viento de lugares aledaños, como la Sierra de las Cruces, Sierra de Tenango y el Nevado de Toluca.

La familia Asteraceae, que es de las compuestas, se encuentra en los baldíos de la ciudad y a orillas de las carreteras que conducen a diversos poblados o periferias de la ciudad. Las familias Anacardiaceae, Gramineae y Casuarinaceae están presentes en el área urbana con menor significación.

Además, se realizó un análisis de medias para determinar si había diferencias significativas entre las concentraciones de polen de cada tipo políni-

co por estación del año. Los resultados mostraron diferencias significativas para la familia Cupressaceae entre primavera-verano ($p < 0.001$), primavera-otoño ($p < 0.001$) y primavera-invierno ($p < 0.001$). Para la familia Pinaceae hubo diferencias entre primavera-verano ($p < 0.001$) y primavera-otoño ($p < 0.001$). Para las gramíneas se encontró diferencia entre primavera-verano ($p < 0.001$). Para *Alnus* sp sólo se encontró diferencia entre primavera-invierno ($p < 0.001$), al igual que con *Fraxinus* sp ($p < 0.001$), compuestas ($p = 0.02$) y *Schinus molle* ($p = 0.01$).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados indican que la mayor variedad de tipos polínicos se encontró en la primavera; en el invierno, hubo mayor cantidad de polen y menos variedad de tipos polínicos. Es notorio que los árboles prevalecen sobre las herbáceas y gramíneas en diversidad y cantidad.

Las mayores cantidades de pólenes registradas correspondieron a la familia Cupressaceae, que fue la más abundante en el inventario de árboles de la ciudad. Las principales especies reportadas de esta familia en Toluca son *Cupressus lindleyi* (cedro blanco) y *Cupressus sempervirens* (ciprés italiano). Las mayores concentraciones de polen se encontraron a finales del otoño e invierno, lo que corresponde con la floración de estos árboles, presentes en climas templados húmedos y subhúmedos. Este hallazgo es parecido a lo reportado por Rocha en la ciudad de Monterrey, México.¹⁶ El hallazgo de concentraciones moderadas de pólenes durante todo el año en nuestro estudio es muy parecido al del estudio de Olive-Arrijoja, en Chapultepec, Ciudad de México,¹⁷ en el que reportó la mayor concentración de polen en la última semana de enero. En la ciudad de Toluca se encontró la mayor concentración de Cupressaceae en el mes de enero y paulatinamente decreció en los meses de marzo y abril.

En 2004 en la ciudad de Monterrey, González Díaz y colaboradores analizaron el polen atmosférico y, al igual que en este estudio, predominaron los pólenes de árboles; el polen de fresno fue el más abundante. Las herbáceas se encontraron durante todo el año con algunos picos en mayo, junio y diciembre. El polen de gramíneas tuvo elevaciones en los meses de mayo, junio, septiembre, octubre y diciembre. Las diferencias encontradas probablemente se deben a la altitud y clima, que son diferentes en ambas ciudades.¹⁸

Cid-Martínez¹⁹ (2007) hizo un muestreo durante seis meses (de marzo a agosto) en las zonas norte (urbana-industrial) y sur (urbana con zonas boscosas) de la Ciudad de México. Reportaron 2,679 granos de polen en la zona norte y 2,585 en la zona sur. También encontraron predominio de árboles con 84%, seguidos de malezas (12%) y pastos (4%). Los pólenes más abundantes correspondieron a *Quercus* sp, *Casuarina* sp, *Pinus* sp y Cupressaceae. Como es evidente, al omitir el muestreo en invierno las concentraciones resultaron muy bajas y los porcentajes diferentes, como se aprecia en el trabajo de González-Lozano y colaboradores,²⁰ quienes también muestrearon la zona norte durante seis meses (noviembre de 1993 a abril de 1994) y reportaron 14,240 granos de polen y la mayor abundancia en invierno. Los principales tipos polínicos correspondieron a *Alnus* sp y Cupressaceae.

Un estudio de 15 años realizado en Madrid, España, reportó a las familias Fagaceae, Platanaceae, Poaceae y Cupressaceae como las más abundantes (17, 14.9, 14.8 y 11.7%, respectivamente), aunque la mayor cantidad de polen en el aire se registró de mayo a junio. Los pastos fueron los principales causantes de polinosis en Madrid, corroborado mediante pruebas cutáneas realizadas a los pacientes (85-94%).²¹

Respecto de los estudios previos realizados en Toluca, es difícil realizar una comparación

detallada debido a que se utilizaron métodos gravimétricos, lo que favorece la captura de los pólenes de mayor tamaño, a diferencia del método volumétrico que es más exacto porque captura pólenes de cualquier tamaño. González Orduña¹ muestreó del 30 de enero de 1960 al 21 de enero de 1961 y encontró 2,332 granos de polen, las pináceas fueron las más abundantes con 978 granos de polen (41.9%), seguidas de la familia Cupressaceae con 748 granos de polen (32%). Cid del Prado⁶ (1991) hizo un muestreo parcial y encontró predominio de la familia Compositae con 22.6%, seguida por las familias Oleaceae y Pinaceae con 14% para ambas. Debido a que el muestreo se realizó en verano no se detectaron pólenes de la familia Cupressaceae.

En cuanto a la correspondencia entre las concentraciones de polen atmosférico y el censo de árboles de la ciudad de Toluca, se puede observar que la familia Cupressaceae es la mejor representada en el inventario de árboles y es la más abundante en cuanto a polen atmosférico. La familia Pinaceae es diferente porque en el censo no está reportada y, sin embargo, es el segundo polen más abundante en el aire porque existen comunidades de bosque de pinos cercanos a la ciudad, principalmente en la Sierra de las Cruces, Sierra de Tenango y el Nevado de Toluca, y este tipo de polen en particular posee sacos aéreos que le permiten desplazarse grandes distancias. La segunda familia más representativa en el inventario es la Oleaceae a la que pertenecen *Ligustrum* sp y *Fraxinus* sp que corresponde a la tercera familia más abundante en el aire.

CONCLUSIONES

Identificamos una mayor cantidad de pólenes de árboles durante el invierno, principalmente de la familia Cupressaceae, lo que se relaciona estrechamente con la cantidad de árboles sembrados de esta especie en la ciudad de Toluca. Observamos que existe una similitud entre los

demás estudios realizados en la República Mexicana, sobre todo en la ciudad de Monterrey y en el bosque de Chapultepec de la Ciudad de México en relación con la polinación de estos árboles, que ocurre en el mes de enero. En el estudio de la ciudad de Madrid la polinación se observó en el mes de febrero.

Agradecimientos

Al Biólogo Lorenzo Rodríguez por su invaluable enseñanza en el inicio de este trabajo. Al Colegio Mexicano de Alergia e Inmunología Clínica por otorgar el muestreador volumétrico tipo Hirst (Burkard) como herramienta de trabajo. El estudio fue financiado por la Dra. María de la Luz Cid del Prado I.

REFERENCIAS

- González Orduña A. Pólenes y hongos atmosféricos de la ciudad de Toluca, Estado de México. Tesis UNAM, 1962;1-32.
- López Pérez G, Morfín Maciel BM, Huerta López J y col. Prevalencia de las enfermedades alérgicas. *Rev Alergia Mex* 2009;56:72-77.
- Ramírez Oviedo A, Rodríguez B. Estudio ilustrado de los pólenes del aire de México más comunes. *Polinosis. Revista de Alergia* 1953;VIII:187-218.
- Harriet A. Burge. Monitoring for airborne allergens. *Ann Allergy* 1992;69:9-18.
- Subiza J. Cómo interpretar recuentos de pólenes (colectores de pólenes). *Alergol Inmunol Clin* 2001;16:59-65.
- Cid del Prado Izquierdo ML. Clasificación del polen en la ciudad de Toluca. Método gravimétrico lluvia de polen. *Revista de la Facultad de Medicina* 1992;II:28-31.
- Zapata Jiménez C. Interpretación de los recuentos de pólenes. *Alergol Immunol Clin* 2003;18:50-56.
- Cuaderno estadístico municipal. Gobierno del Estado de México. INEGI, 2003:3-4.
- González Becerril A, Constantino Morales C. El clima urbano en la ciudad de Toluca. Facultad de Geografía de la UAEM, 2004;1-20.
- Censo de árboles de la ciudad de Toluca. Coordinación General de Ecología de la ciudad de Toluca, 2003.
- Operating Instructions. 7-day recording volumetric spore trap. Burkard Manufacturing Co Ltd. Woodcock Hill Industrial Estate Rickmansworth, Hertfordshire WD3 1PJ.
- The British Aerobiology Federation. Airborne pollens and spores. A Guide to Trapping and Counting. National Pollen and Aerobiology Research Unit, University of Worcester, 1995;1-59.
- Kapp RO. How to know pollen and spores. Dallas, Texas: WMC Brown Company Publishers, 2000;1-249.
- Sáenz de Rivas C. Polen y esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico. Madrid: H Blume ediciones, 1978;15-42.
- Smith EG. Sampling and identifying allergic pollens and molds. San Antonio Texas: Blewstone Press, 1990;1-196.
- Rocha-Estrada A, Alvarado-Vázquez MA, Torres-Cepeda TE y col. Principales tipos polínicos presentes en el aire de la zona norte del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. *Ciencia (UANL)* 2008;11:69-76.
- Olive Arrijoja, M. Estudio aeropalínológico de Chapultepec, Ciudad de México: Variación espacio-temporal y efectos en la salud. Tesis de Licenciatura de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 2012;186.
- González Díaz S, Rodríguez Ortiz P, et al. Atmospheric pollen count in Monterrey, Mexico. *Allergy Asthma Proceed* 2010;31:341-348.
- Cid Martínez MA. Estacionalidad de granos de polen en dos zonas de la ciudad de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática). Posgrado de Ciencias Biológicas, UNAM, 2007;92.
- González-Lozano MC, Cerezo-Moreno A, González-Macías MC y col. Comportamiento de las partículas suspendidas y polen en la atmósfera de la región norte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista de la Sociedad Química de México* 1999;43:155-164.
- Subiza J, Jerez M, Jiménez A, et al. Allergenic pollen and pollinosis in Madrid. *J Allergy Clin Immunol* 1995;96:15-23.