

VARIACIONES EN LA ESTACIONALIDAD DE POLEN Y ESPORAS FÚNGICAS EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE LA PLATA (ARGENTINA)

DANIELA S. NITIU^{1,2} y ANDREA C. MALLO^{1,3}

Summary: Seasonal variation of pollen and fungal spores in the atmosphere of Plata city (Argentina). We present the first data on representativeness and seasonal variation of pollen and fungal spores as a whole in the atmosphere of the city of La Plata during July 2000 / June 2001. Total was 201889.15 bioaerosols, 15% of which was contributed by 54 pollen types and 85% by 79 spore types. The Pollinic Index came from arboreal pollen (PA) in 74% and herbaceous pollen (PNA) in 26%. The PA maximum concentration took place in September due to *Platanus* and *Fraxinus*. The PNA presented two peaks, one in December due to Poaceae, and the other one in March from *Ambrosia*. In regard to the fungal component, spores from Oomycota, Zygomycota, Myxomycota, Ascomycota, and Basidiomycota were identified. These bioaerosols were present throughout the year in high concentrations being more abundant in spring – summer time. Imperfect Fungi mitospores were dominant in the cloud exceeding 44% of the Spore Index. The major peak was in February due to *Cladosporium* spores. We identified two seasonal periods in which, high concentrations of pollen and fungal spores occurred simultaneously. The first takes place in spring and consists of elements of *Platanus*, *Fraxinus* and *Aspergillus* / *Penicillium* and the second peak is aestival and involves *Ambrosia*, *Alternaria* and *Cladosporium*.

Key words: pollen, fungal spore, seasonal variation, La Plata.

Resumen: Se presentan los primeros datos sobre variaciones estacionales de polen y esporas fúngicas en su conjunto en la atmósfera de la ciudad de La Plata durante julio 2000 / junio 2001. El total de bioaerosoles fue de 201889.15 de los cuales el 15% correspondió a 54 tipos polínicos y el 85% a 79 tipos esporales. El Índice Polínico estuvo dado en un 74% por Polen Arbóreo (PA) y en un 26% por Polen Herbáceo (PNA). La máxima concentración de PA tuvo lugar en septiembre con granos provenientes de *Platanus* y *Fraxinus*. El PNA presentó dos picos, el primero en diciembre procedente de Poaceae y el segundo en marzo debido a *Ambrosia*. Con respecto al componente fúngico, se identificaron esporas de Oomycota, Zygomycota, Myxomycota, Ascomycota y Basidiomycota. Estos bioaerosoles estuvieron presentes durante todo el año y en altas concentraciones siendo más abundantes en verano - otoño. Las mitosporas de Hongos Imperfectos dominan la nube superando el 44% del total del Índice Esporal. El máximo aporte se registró en febrero dado por las esporas de *Cladosporium*. Se identificaron dos períodos estacionales en los cuales se hallan simultáneamente altas concentraciones de polen y esporas fúngicas. El primero se desarrolla en primavera y está integrado por *Platanus*, *Fraxinus* y *Aspergillus* / *Penicillium* y el segundo es estival e involucra a *Ambrosia*, *Alternaria* y *Cladosporium*.

Palabras clave: polen, esporas fúngicas, variación estacional, La Plata.

INTRODUCCIÓN

La presencia y abundancia de polen y esporas en

el aire son fenómenos condicionados por los ciclos de vida de las fuentes emisoras, las propiedades aerodinámicas de las partículas y los factores ambientales. Aunque poseen características muy diferentes, ambas son estructuras de propagación pasiva que se hallan en el mismo medio físico: el aire.

El conocimiento cuali-cuantitativo de los tipos polínicos y esporicos presentes en el ambiente ha sido siempre de gran interés, tanto desde el punto de

¹ Cátedra de Palinología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. Calle 64 N°3. B1900FWA, La Plata, Argentina. E-mail: danielanitiu@yahoo.com.ar

² CONICET.

³ CIC. PBA.

vista económico como sanitario, ya que muchos de ellos poseen alérgenos que podrían ser causantes de afecciones respiratorias. (Sofiev, 2010).

En el país, el único estudio simultáneo de polen y esporas, ha sido realizado por Bianchi & Olabuenaga (2006) en la ciudad de Bariloche donde se describe la nube polínica y se hace mención a los tipos esporales más abundantes.

En la ciudad de La Plata, se han llevado a cabo estudios aeropalinológicos y aeromicológicos referidos a la diversidad, concentración y relación con las variables meteorológicas en el muestreo realizado en el período 1998 - 2001 (Nitiu & Romero, 2001, 2002; Nitiu & Mallo, 2002, 2009; Nitiu, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009; Nitiu *et al.*, 2010; Mallo & Nitiu, 2010a,b) y Mallo *et al.*, 2011).

Dado que se ha verificado la importancia del polen y las esporas en el sistema biológico de la atmósfera y su coexistencia en el tiempo; se propuso estudiar el espectro conjunto de estas partículas en La Plata durante julio 2000 - junio 2001; identificar los tipos más representativos y caracterizar los bioaerosoles que se hallan simultáneamente en la nube.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo diario se realizó con un captador volumétrico Lanzoni localizado a 15 metros de altura en el centro de la ciudad de La Plata (34° 55'S y 57° 17'W) (Argentina) y el procesamiento de las muestras se llevó a cabo según la Spanish Aerobiology Network (Galán *et al.*, 2007). Las partículas polínicas fueron determinadas a partir de bibliografía especializada tales como: Aira *et al.*, (2005); Ciampolini & Cresti, (1991); Docampo Fernández, (2008) y Moore *et al.*, (1991). Las esporas de hongos se clasificaron por apariencia y caracteres morfológicos y se identificaron por comparación con material bibliográfico y Atlas de Referencia (Käärik *et al.*, 1983; Saccardo, 1886; Barnet & Hunter, 1987; Grant Smith, 1990; Lacey & West, 2006 y Nitiu *et al.*, 2010). Antes de proceder al análisis de los datos se calcula un factor de corrección que extrapola el recuento de cada partícula del área leída al total de la muestra, al tiempo que permite expresar los resultados en número de partículas por m³ de aire.

Se consideró *Aspergillus/Penicillium* como un solo tipo esporal dado que sus conidios son indistinguibles al microscopio óptico.

Se estableció el Índice Polínico e Índice Esporal (Docampo *et al.*, 2007; Garcia-Mozo *et al.*, 2010) el cual considera la suma de todas las partículas contadas a lo largo del año, el Período de Máxima Polinación (PMP) y el Período de Esporulación Principal (PEP) para los bioaerosoles analizados. El inicio del período fue definido cuando las partículas (polen o esporas) acumulan el 5% y su finalización cuando las mismas suman el 95% en el aire (Nilsson & Pearsson, 1981).

RESULTADOS

Se identificaron 201889.15 partículas a lo largo del período estudiado. El menor registro de concentración se observó durante el invierno, en el mes de julio con 7829.42 partículas y el máximo aporte se halló durante el verano, en el mes de febrero con 21263.81 partículas (Fig. 1).

Análisis polínico y esporal

El Índice Polínico (IP) anual fue de 30218.94 granos y representó el 15% respecto del total de bioaerosoles identificados. Desde el punto de vista de la diversidad, el IP estuvo dado por el aporte de 54 tipos polínicos de los cuales el 74% correspondió a polen arbóreo (PA) y el 26% a polen herbáceo (PNA).

El ritmo anual de concentración de polen en la nube, mostró un rápido ascenso desde finales de invierno, observándose el máximo aporte durante la primavera (Fig. 2). El mes de septiembre se destaca con 13774.11 granos que representan el 60% respecto del polen arbóreo total (Fig. 3-a) y el 45% respecto de la concentración total anual. Los tipos polínicos dominantes de ese período son *Platanus*, *Fraxinus*, Cupressaceae y *Acer*. Urticaceae fue el principal polen herbáceo para ese lapso.

La máxima concentración de polen no arbóreo (PNA) ocurre desde mediados de la primavera hasta fines de verano con un pico máximo en el mes de diciembre con 2420.34 granos que representa el 30.7% del polen herbáceo total (Fig. 3-b) y el 8% de la concentración total anual. Los tipos dominantes son Poaceae, Cyperaceae y

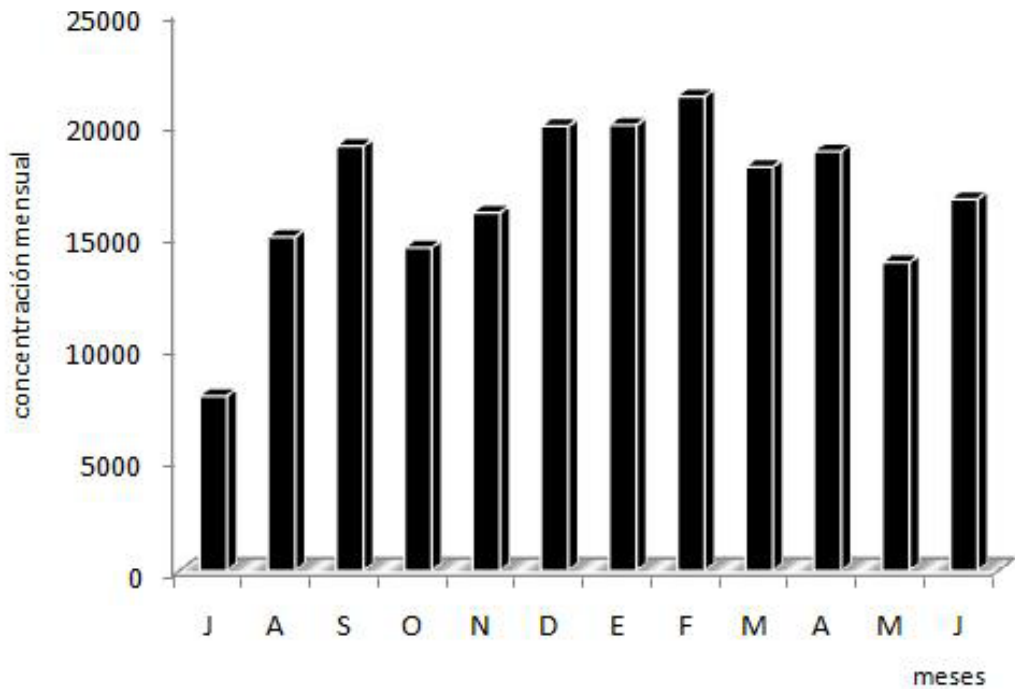


Fig. 1. Concentraciones totales mensuales de bioaerosoles (polen y esporas fúngicas) registrados en la atmósfera de La Plata durante julio 2000 - junio 2001

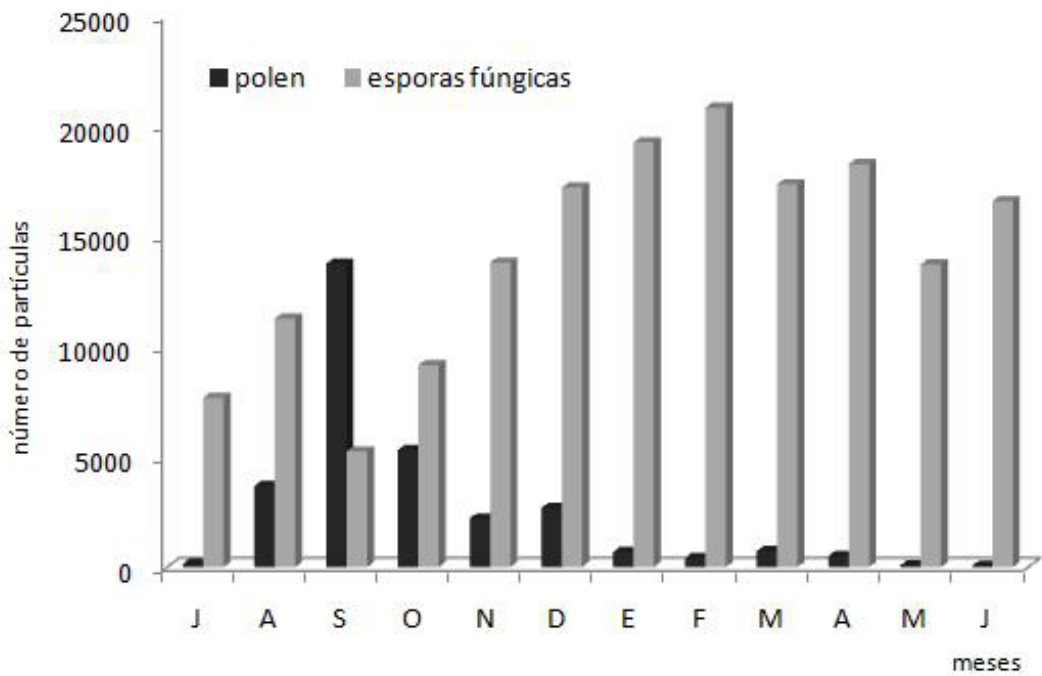


Fig. 2. Curvas anuales de concentración total de polen y esporas fúngicas donde se destacan los períodos de máximas concentraciones en ambos grupos.

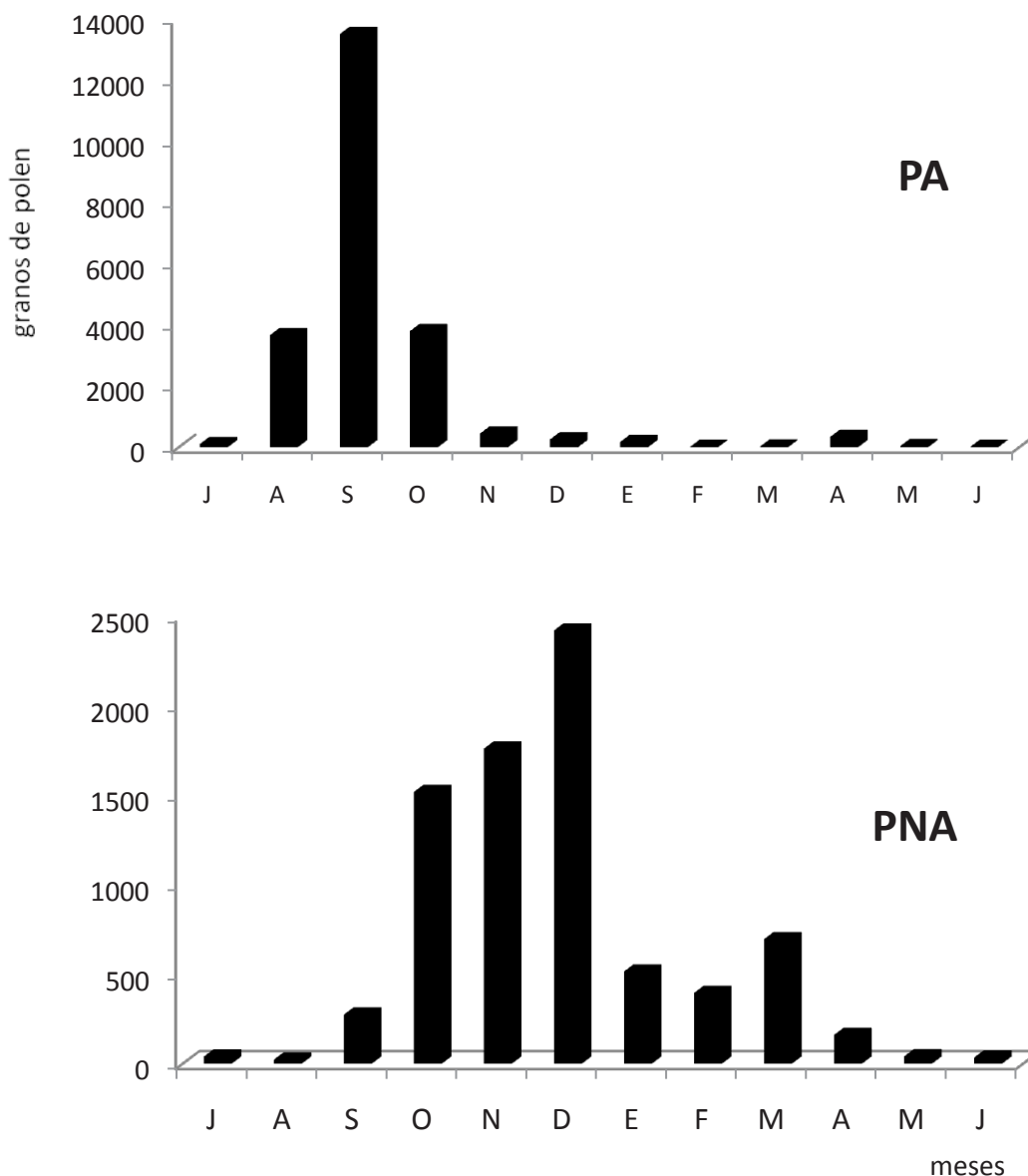


Fig. 3. Concentraciones mensuales de polen arbóreo (PA) y polen herbáceo (PNA) a lo largo del período estudiado.

Urticaceae. Myrtaceae es el principal polen arbóreo en el período. Asimismo, un pico secundario de menor intensidad de PNA se registra en el mes de marzo (Fig. 3-b), en el cual predominan los tipos polínicos de *Ambrosia*, Poaceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae, Asteraceae y Urticaceae en orden de importancia. A la fracción arbórea contribuyen principalmente Myrtaceae y *Casuarina*.

El Índice Esporal (IE) fue de 171670.21 esporas y

representó el 85% del total de partículas identificadas en el período. Con respecto al componente fúngico, se identificaron esporas de Oomycota, Zygomycota, Myxomycota, Ascomycota y Basidiomycota. Estos bioaerosoles estuvieron presentes durante todo el año y en altas concentraciones siendo más abundantes en verano-otoño (Fig. 2). Los conidios de Hongos Imperfectos dominan la nube superando el 44% del total del Índice Esporal y el máximo

aporte se registró en febrero dado por las esporas de *Cladosporium* y *Alternaria* principalmente.

Ritmos estacionales

Los ritmos anuales de los bioaerosoles estudiados, ponen de manifiesto dos periodos en los cuales coexisten altas concentraciones de tipos polínicos y esporales.

El primer período (Fig. 4) se observa durante la primavera y está integrado por el polen arbóreo de *Platanus* y *Fraxinus* y las esporas de *Aspergillus* / *Penicillium*.

Los tipos polínicos mencionados son dominantes en el registro anual y respecto de la fracción arbórea. Ambos están presentes en la nube alrededor de 20 semanas al año; sin embargo poseen el Período Máximo de Polinación acotado a un mes. Por otra parte, *Aspergillus* / *Penicillium* aporta el 3.91% respecto del total esporal anual; se halla presente casi todo el año y el Período de Esporulación Principal es muy prolongado. (Tabla 1).

El segundo período (Fig. 5) se desarrolla en el verano e involucra al polen herbáceo de *Ambrosia* y a las esporas de *Alternaria* y *Cladosporium*.

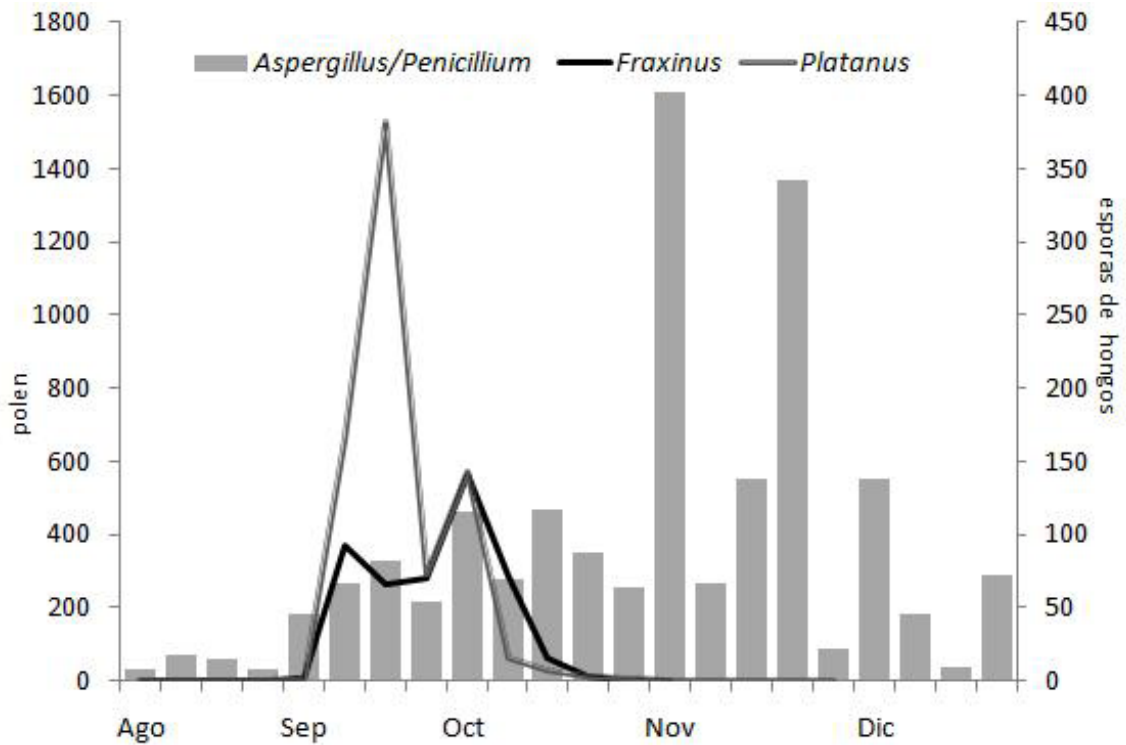


Fig. 4. Diagramas polínicos de *Platanus* y *Fraxinus* y esporal de *Aspergillus* / *Penicillium* durante la estación de primavera.

Tabla 1. Datos significativos de los tipos involucrados en el período primaveral.

Tipos	Total anual (nº de partículas)	Inicio PMP/PEP	Fin PMP/PEP	Pico diario	Máxima concentración diaria (gr/m3)	Frecuencia (nº de semanas)	Semana de máxima concentración
<i>Platanus</i>	11443,65	11-09-00	01-10-00	17-Sep	1526,89	24	12-9 / 18-9
<i>Fraxinus</i>	9002	11-09-00	08-10-00	30-Sep	568,17	16	25-9 / 1-10
<i>Aspergillus/ Penicillium</i>	6664,34	02-07-00	29-04-01	30-Oct	402,59	49	30-10 / 5-11

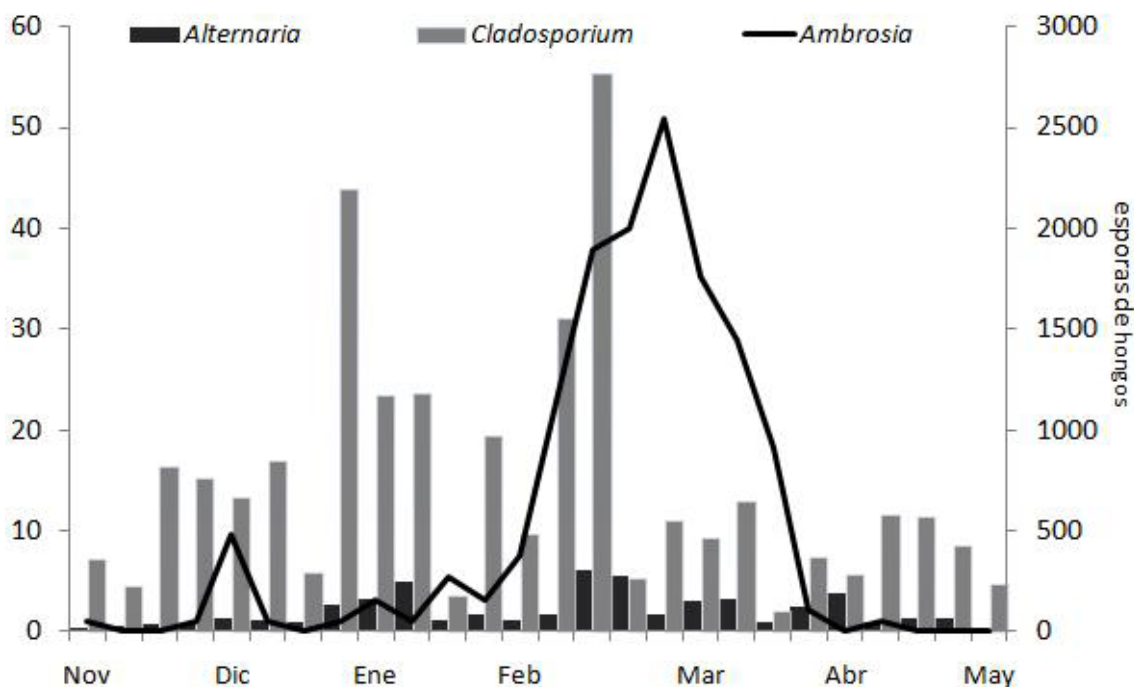


Fig. 5. Diagramas esporales de *Alternaria* y *Cladosporium* y polínico de *Ambrosia* durante la estación de verano.

Ambrosia aporta el 1.16% respecto del total de polen y es el tipo dominante; el Período Máximo de Polinación se extiende apenas 2 meses en la temporada estival.

Las esporas de *Alternaria* y *Cladosporium* se registran prácticamente todo el año. *Alternaria* aporta el 3.96% y *Cladosporium* el 43.27% al total esporal anual. Ambos tipos fúngicos tienen Períodos de Esporulación Principal que se extienden desde agosto hasta abril (Tabla 2).

patrones temporales diferentes debido a las distintas estrategias reproductivas de las fuentes emisoras. Las concentraciones mensuales de esporas superan ampliamente al polen excepto en el mes de septiembre. Los tipos polínicos presentes en la nube representan, por una parte a las fuentes emisoras del arbolado urbano de origen exótico (PA) y por otra a la vegetación herbácea espontánea de la ciudad (PNA). Los períodos de máxima concentración de ambos grupos se suceden a lo largo del año. El primer pico máximo de polen arbóreo se desarrolla en la primavera y se caracteriza por ser acotado en el tiempo pero intenso en su concentración.

El polen herbáceo adquiere relevancia hacia mediados a fines de primavera, declina hacia

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los granos de polen y esporas fúngicas muestran

Tabla 2. Datos significativos de los tipos involucrados en el período estival.

Tipos	Total anual (nº de partículas)	Inicio PMP/PEP	Fin PMP/PEP	Pico diario	Máxima concentración diaria (gr/m³)	Frecuencia (nº de semanas)	Semana de máxima concentración
<i>Alternaria</i>	6759,07	18-08-00	03-04-01	16-Feb	161,29	50	1-2 / 7-2
<i>Cladosporium</i>	73843,23	01-08-00	30-04-01	17-Feb	2764,79	50	12-2 / 18-2
<i>Ambrosia</i>	430,14	14-01-01	20-03-01	12-Mar	35,31	22	5-3 / 11-3

el verano y presenta un segundo pico de menor intensidad en el mes de marzo. Este comportamiento bimodal se explicaría por los ritmos estacionales particulares de producción de polen de las Poaceae (primavera) y las Asteraceae (verano) y su abundancia en la flora espontánea de las ciudades.

Los Períodos de Máxima Polinación de los tipos herbáceos son, en general, más prolongados y los picos de concentración menos elevados que el Polen Arbóreo.

Los resultados muestran altas concentraciones de bioaerosoles fúngicos en la nube, destacándose los mayores aportes especialmente durante el verano con esporas que se dispersan en ambientes secos (*Cladosporium*) (Troutt & Levetin, 2001).

Los bioaerosoles identificados en las asociaciones estacionales adquieren importancia ya que son reconocidos por sus potentes alérgenos (Aira *et al.*, 2005; Díez Herrero *et al.*, 2006; Ianovici & Tudorica, 2009; Rodríguez Rajo *et al.*, 2010), y podrían explicar en parte la estacionalidad de las alergias debida a reacciones cruzadas.

El estudio sincrónico de la dinámica de polen y esporas fúngicas es imprescindible para evaluar la calidad ambiental de un área. Los resultados de esta investigación proveen el primer espectro aerobiológico integral en un área urbana de Argentina.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con el financiamiento de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC - PBA).

BIBLIOGRAFÍA

AIRA, M. J., V. JATO & I. IGLESIAS. 2005. *Calidad del aire. Polen y esporas en la Comunidad Gallega*. Eds. Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente.

BARNET, H. L. & B. B. HUNTER. 1987. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. New York: MacMillan Publ. Co.

BIANCHI, M. M. & S. E. OLABUENAGA. 2006. A 3-year airborne pollen and fungal spores record

in San Carlos de Bariloche, Patagonia, Argentina. *Aerobiologia* 22: 247-257.

CIAMPOLINI, F. & M. CRESTI. 1991. *Atlante dei principali pollini allergenici presenti in Italia*. Università di Siena.

DÍEZ HERRERO, A., S. SABARIEGO RUÍZ, M. GUTIERREZ BUSTILLO & P. CERVIGÓN MORALES. 2006. Study of airborne fungal spores in Madrid, Spain. *Aerobiologia* 22: 135-142.

DOCAMPO FERNÁNDEZ, S. 2008. *Estudio aerobiológico de la atmósfera de la costa oriental de Málaga (sur de España) e incidencia de las esporas fúngicas en el interior de la cueva de Nerja*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Vegetal. Málaga.

DOCAMPO, S., M. RECIO, M. MAR TRIGO, M. MELGAR & B. CABEZUDO. 2007. Risk of pollen allergy in Nerja (southern Spain): a pollen calendar. *Aerobiologia* 23: 189-199.

GALÁN, C., P. CARIÑANOS, P. ALCÁZAR TENO & E. DOMÍNGUEZ VILCHES. 2007. *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*, REA. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. España.

GARCÍA-MOZO, H., C. GALÁN, P. ALCÁZAR, C. DÍAZ DE LA GUARDIA, D. NIETO-LUGILDE, M. RECIO, P. HIDALGO, F. GONZALEZ-MINERO, L. RUIZ & E. DOMÍNGUEZ-VILCHES. 2010. Trends in grass pollen season in southern Spain. *Aerobiologia* 26: 157-169.

GRANT SMITH, E. 1990. *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. San Antonio, Texas: Blewstone Press.

IANOVICI, N. & D. TUDORICA. 2009. Aeromycoflora in outdoor environmental of Timisoara City (Romania). *Not. Sci. Biol.* 1: 21-28

KÄÄRIK, A., J. KELLER, E. KIFFER, J. PERREAU, & O. REISINGER. 1983. *Atlas of airborne fungal spores in Europe*. In Nilsson S. Ed. Berlin, Springer-Verlag.

LACEY, M. E. & J. S. WEST. 2006. *The air spora*. Dordrecht: Springer.

MALLO, A. C. & D. S. NITIU. 2010a. Annual variation and impact of meteorological factors on airborne fungal spore concentrations in La Plata (Argentina): Part I. Abundant types. *9th International Congress on Aerobiology*. (Buenos Aires), *Abstract*: 88.

MALLO, A. C. & D. S. NITIU. 2010b. Annual variation and impact of meteorological factors on airborne fungal spore concentrations in La Plata (Argentina): Part II. Moderate types. *9th International Congress on Aerobiology*. (Buenos Aires), *Abstract*: 88.

MALLO, A. C., D. S. NITIU & M. C. GARDELLA SAMBETH. 2011. Airborne fungal spore content in the atmosphere of the city of La Plata, Argentina.

- Aerobiologia* 27: 77-84. DOI 10.1007/s10453-010-9172-0.
- MOORE, P. D., J. A. WEBB & M. E. COLLINSON. 1991. *Pollen analysis*. Oxford, Blackwell.
- NILSSON, S. & S. PERSSON. 1981. Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-1980. *Grana* 20: 179-182.
- NITIU, D. S. 2003. Annual, daily and diurnal variations of *Celtis* airborne pollen in La Plata (Argentina). *Aerobiologia* 19: 71-78.
- NITIU, D. S. 2004. Intradurnal fluctuation pollen in La Plata. Argentina. Part I. Herbaceous taxa. *Aerobiologia* 20: 69-74.
- NITIU, D. S. 2006. Aeropalynologic analysis of La Plata city (Argentina) during a 3-years period. *Aerobiologia* 22: 79-87.
- NITIU, D. S. 2008. *Estudio aeropalínológico de la ciudad de La Plata*. Tesis 888. Inventario T 1819. 170 pág. Biblioteca Florentino Ameghino. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.
- NITIU, D. S. 2009. Estudio del polen atmosférico y su relación con la vegetación local. La Plata, Argentina. *Acta Botánica Malacitana* 34:1-11.
- NITIU, D. S. & A. C. MALLO. 2002. Incidence of allergenic pollen of *Acer* spp., *Fraxinus* spp. and *Platanus* spp. in the city of La Plata, Argentina: preliminary results. *Aerobiologia* 18: 65-71.
- NITIU, D. S. & A. C. MALLO. 2009. Pólenes potencialmente alergénicos del arbolado urbano de la ciudad de la Plata. *Ameghiniana* 46: 132. Suplemento.
- NITIU, D. S. & E. ROMERO. 2001. Contenido polínico de la atmósfera de la ciudad de la Plata, Argentina. *Polen* 11: 79-85.
- NITIU, D. S. & E. ROMERO. 2002. Caracterización aeropalínológica de la atmósfera de la ciudad de la Plata. Vinculación con alergias respiratorias. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 37: 79-85.
- NITIU, D. S., A. MALLO, M. GARDELLA SAMBETH & M. MORBELLI. 2010. Contribución a la identificación de esporas del Reino Fungi en la atmósfera de la ciudad de La Plata. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45: 301-308.
- RODRÍGUEZ-RAJO, J. F., D. FERNÁNDEZ-SEVILLA, A. STACH & V. JATO. 2010. Assessment between pollen seasons in areas with different urbanization level related to local vegetation sources and differences in allergen exposure. *Aerobiologia* 26: 1-14
- SACCARDO, P. A. 1886. *Sylloge fungorum* 4: 1-4. Pavia.
- SOFIEV, M. 2010. Understanding and forecasting the allergenic content of the atmosphere, its features, interaction with chemical pollutants, and future trends: a point of view of a modeler. *9th International Congress on Aerobiology*. Buenos Aires. Abstract Pag. 15.
- TROUTT, C. & E. LEVETIN. 2001. Correlation of spring spore concentrations and meteorological conditions in Tulsa, Oklahoma. *Int. J. Biometeorol.* 45: 64-74

Recibido el 23 de marzo de 2011, aceptado el 3 de julio de 2011.