

## DIFUSIÓN ATMOSFÉRICA DE POLEN EN EL SISTEMA URBANO-RURAL DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA (ARGENTINA), EN LOS TRES ÚLTIMOS MESES DEL AÑO 1995

Pérez, C.F.<sup>1</sup>; Gardiol, J.M.<sup>2</sup> & Paez, M.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Palinología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3250, (7600) Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón II 2<sup>do</sup> piso, Ciudad Universitaria, (1428) Buenos Aires, Argentina.

(Manuscrito recibido el 17 de Octubre de 2000, aceptado el 6 de Abril de 2001)

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo es interpretar la difusión de polen del ambiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, utilizando como estrategia metodológica la comparación cuali - cuantitativa de las características de la nube polínica urbana respecto de las del ambiente rural circundante. Los resultados indican que las diferencias en las condiciones térmicas y mecánicas de las atmósferas urbana y rural determinan diferencias en la nube polínica que se detectan en sus patrones diarios de concentración y sus respectivos espectros polínicos. Así la aparición de *Fraxinus* y *Platanus* en el espectro rural y de polen no arbóreo en el espectro urbano, se asocian al predominio de viento Sur y Norte, que respectivamente vinculan estas presencias a la posición de las fuentes emisoras. El establecimiento del sistema de brisa local, provoca el aumento relativo de las fracciones arbórea y no arbórea de los espectros, de acuerdo a la posición de las áreas fuente.

**PALABRAS CLAVE:** Dispersión polínica, transporte atmosférico, polen aéreo, aerobiología.

**SUMMARY:** The aim of this paper is to interpret urban airborne pollen diffusion in Mar del Plata city, using the methodological approach of qualitative - quantitative comparison of the urban pollen cloud characteristics, with such of the rural outskirts. Results showed that the different thermal and mechanical properties of the urban and rural atmosphere assign differences in the pollen cloud of both sites that are detected by means of their daily patterns and respective pollen spectra. The presence of *Fraxinus* and *Platanus* in the rural spectrum, are linked to winds of South direction, were pollen sources are located (urban area). Conversely, the relative rise of non - arboreal pollen in the urban spectrum is linked to Northern winds (pollen sources of the rural area). Otherwise, the establishment of a local breeze system, affect the daily pattern showing a relative increase of the arboreal and non - arboreal fraction of the spectra, according to their source area positions.

**KEY WORDS:** Pollen dispersal, atmospheric transport, airborne pollen, aerobiology.

### INTRODUCCIÓN

El estudio de la difusión atmosférica de polen es un tema complejo que requiere con-

siderar múltiples fuentes de variación como los ritmos de emisión de la vegetación, la posición de las fuentes emisoras y las características de la atmósfera en que la nube de

polen se dispersa. La Aerobiología se ha interesado en interpretar los mecanismos de dispersión de los granos de polen y para ello ha generado diversos modelos que explican este fenómeno. Estos modelos, han demostrado ser apropiados para el estudio de sistemas naturales, sin embargo son de alcance limitado para comprender la dinámica de la dispersión en ambientes disturbados como el ambiente urbano. Este último, presenta cambios en la temperatura, humedad, turbulencia, velocidad y dirección del viento, que se vinculan con el uso de la tierra, la composición específica de la atmósfera urbana y las fuentes de calor antropogénicas (MCBEAN *et al.*, 1979) y por consiguiente, los patrones de circulación local se encuentran alterados. La turbulencia (térmica y mecánica) es el factor determinante que afecta la suspensión y difusión vertical de los granos de polen, mientras que el viento produce su transporte horizontal. El resultado neto de esta combinación, produce una curva de depositación polínica con valores decrecientes desde muy altos, cercanos a la fuente, hasta asintóticos, usualmente a algunos cientos de metros de distancia (LANNER, 1966). De acuerdo con estas evidencias, la mayor parte del polen producido en un área se deposita a pocos kilómetros de distancia. Sin embargo, existen evidencias de transporte que superan los miles de kilómetros (HAFSTEN, 1960; BORTENSCHLAGER, 1969; MCANDREWS, 1984). En los primeros estudios de la ciudad de Mar del Plata se analizó y detectó la estructura y composición cualitativa – cuantitativa de la nube polínica (BIANCHI, 1994), la factibilidad de predicción de la concentración a corto y largo plazo (BIANCHI *et al.*, 1992), el patrón estacional (PÉREZ & PAEZ, 1998) y diario (PÉREZ *et al.*, 2001a y 2001b), pero el análisis de la difusión del polen en la ciudad es aún preliminar. El objetivo de este

trabajo es interpretar la difusión de polen del ambiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, comparando cualitativa y cuantitativamente las características de la nube polínica urbana con las del ambiente rural circundante, a través del registro de dos estaciones de muestreo, considerando el viento y la posición de las fuentes emisoras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### AREA DE ESTUDIO

La ciudad de Mar del Plata (38° 03'S; 57° 33'W), se extiende sobre 12 Km del litoral atlántico en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. La estación de muestreo urbana (UNMDP) se encuentra ubicada a 15 m sobre el nivel del suelo, dentro de una amplia zona residencial, con edificaciones que en promedio no superan los 5 m de altura (Fig. 1). La vegetación circundante está compuesta en su mayoría por árboles plantados en calles y plazas, principalmente de los géneros *Platanus*, *Fraxinus*, *Ulmus* y *Acer* (LATORRE, 1999). La estación rural (MdP Aero) se ubica a 8 Km al Norte de la anterior a una altura aproximada de 15 m sobre el suelo. La vegetación del área se caracteriza por la presencia de herbáceas de la familia Poaceae y malezas. Se encuentran además, árboles dispersos o formando isletas que fueron plantados como defensa contra el viento. Los géneros más comunes son *Eucalyptus* y *Acacia* (PÉREZ, 2000). Ambas estaciones de muestreo cuentan además con registros meteorológicos de humedad, temperatura, velocidad y dirección del viento. La proximidad de la costa y la modificación antrópica del suelo, hace que el ambiente urbano sea más cálido y húmedo que el rural durante todo el año. Las temperaturas medias de julio y enero son 7,1 y 20°C, con una humedad

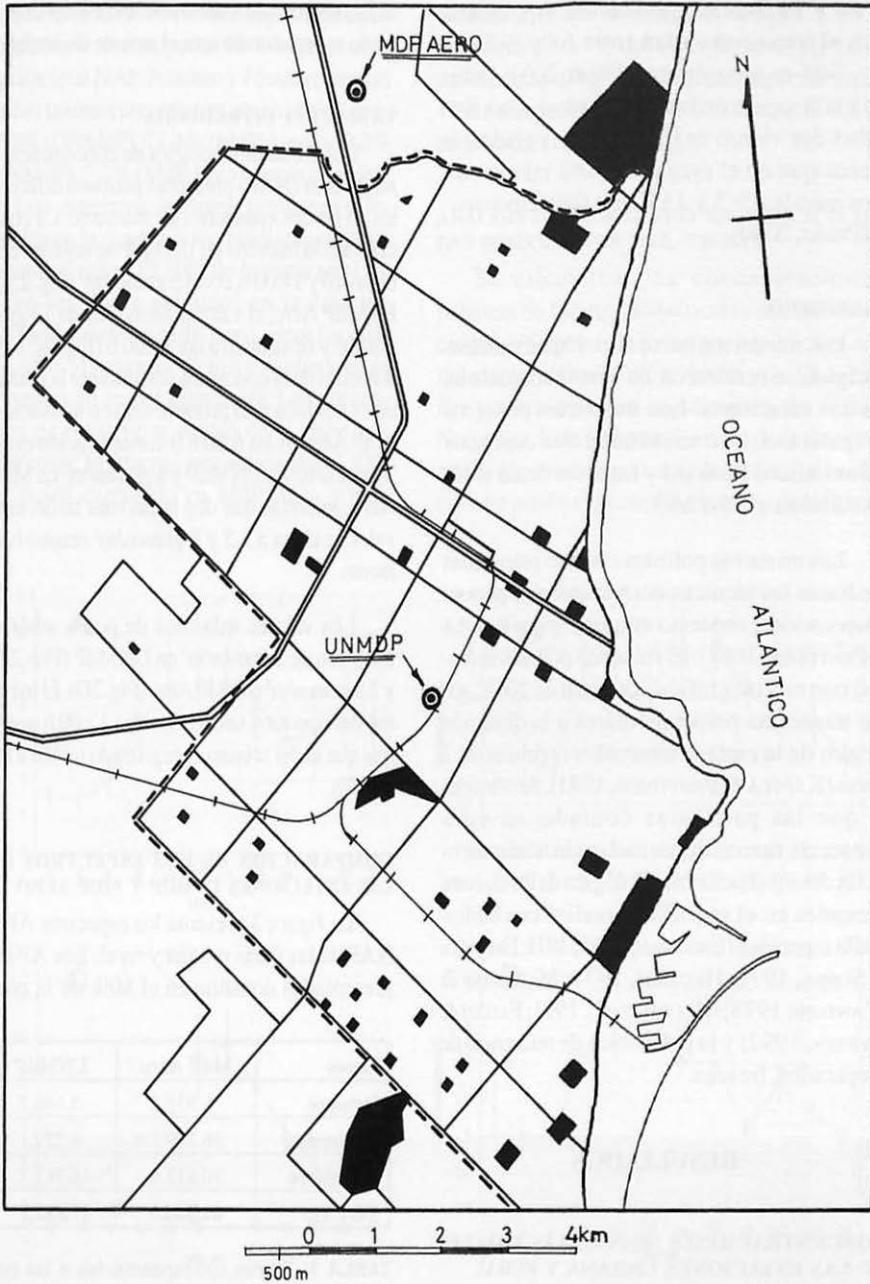


FIGURA 1. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo. Las áreas en negro indican la posición de parques y plazas públicas.

de 84 y 79 % respectivamente. Los valores para el área rural varían entre 6,1 y 19,8°C y 82 y 74% en julio y enero (PÉREZ, 2000). Debido a la fricción de las edificaciones, la velocidad del viento registrada en la ciudad es menor que en el área rural, con valores medios anuales de 5 y 15 Km/h respectivamente (PÉREZ, 2000).

## MUESTREO

Los muestreos aeropalínológico y meteorológico se realizaron en forma conjunta en las dos estaciones. Los muestreos polínicos se realizaron con muestreadores continuos volumétricos Burkard y Lanzoni desde el 12/10/95 hasta el 29/12/95.

Las muestras polínicas fueron preparadas mediante las técnicas convencionales para su observación y recuento microscópico (KÄPYLÄ & PENTTINEN, 1981). El recuento polínico se realizó con una magnificación final de 200X, sobre transectas perpendiculares a la dirección de giro de la cinta, a intervalos regulares de 2 horas (KÄPYLÄ & PENTTINEN, 1981). Se considera que las partículas contadas en estas transectas fueron depositadas sincrónicamente. La determinación morfológica de los taxones presentes en el registro se realizó con bibliografía específica (ERDTMAN, 1965, 1971; ERDTMAN & SORSA, 1971; HEUSSER, 1971; MARKGRAF & D'ANTONI, 1978; MOORE *et al.*, 1991; FAEGRI & IVERSEN, 1992) y la palinoteca de referencia de preparados frescos.

## RESULTADOS

### CONCENTRACIONES MENSUALES TOTALES DE LAS ESTACIONES URBANA Y RURAL

La concentración total, así como las mensuales para el período de estudio fueron mayores en el área rural (Tab. 1). En ambos sitios,

el incremento de concentración más pronunciado se registra durante el mes de diciembre.

### VARIACIÓN INTRADIARIA

Los promedios horarios de concentración no arbórea (NAP) presentan patrones diferentes en las dos estaciones de muestreo. La concentración máxima en UNMdP se registró entre las 10 y 14:00 h, con 4,5 granos/m<sup>3</sup> (Fig. 2A). En MdP Aero, el valor máximo fue de 19 granos/m<sup>3</sup> y se alcanzó a las 14:00 h (Fig. 2C). El aumento de la concentración durante la mañana es también más pronunciado en la estación MdP Aero. A las 6:00 h la concentración es de 2 granos/m<sup>3</sup> en UNMdP y 4 granos/m<sup>3</sup> en MdP Aero, mientras que dos horas más tarde, este valor se eleva a 3,5 y 8 granos/m<sup>3</sup> respectivamente.

Los valores máximos de polen arbóreo (AP) son de 2 granos/m<sup>3</sup> en UNMdP (Fig. 2B) y 2,8 granos/m<sup>3</sup> en MdP Aero (Fig. 2D). El máximo del sitio rural se observa a las 12:00 h mientras que el del urbano es registrado recién a las 16:00 h.

### COMPARACIÓN DE LOS ESPECTROS DE LAS ESTACIONES UNMDP Y MDP AERO

La figura 3 presenta los espectros AP y NAP de las áreas urbana y rural. Los AP representados constituyen el 80% de la con-

Meses	MdP Aero	UNMdP
Octubre	6.933,8	5.146,7
Noviembre	20.199,1	6.227,1
Diciembre	30.813,6	16.313,3
TOTAL	64.546,5	27.687,1

TABLA 1. Totales correspondientes a los meses indicados de 1995 para la concentración polínica (granos/m<sup>3</sup>), para las estaciones Mar del Plata Aero (MDP Aero) y Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).

centración total arbórea mientras que los tipos no arbóreos constituyen el 90% de la concentración total NAP. Poaceae y *Plantago* son los únicos taxones presentes en ambos sitios, con: 77,2% (UNMdP), 73,4% (MdP Aero) y 9,2% (UNMdP), 7,7% (MdP Aero), respectivamente. Los espectros arbóreos presentan diferencias en la composición cuali-cuantitativa de ambos sitios. El 80% de la suma total incluyó seis tipos polínicos en la estación UNMdP y siete en MdP Aero, entre los cuales, sólo Myrtaceae, *Celtis* y *Juglans* están presentes en ambas estaciones. Los porcentajes de estos tipos dentro de la nube son diferentes: Myrtaceae representa casi el 30% del polen capturado en MdP Aero y sólo

alcanza 21% en la estación urbana; *Celtis* representa el 10,4% del espectro rural y 16,6% del espectro urbano y *Juglans* representa el 10% del espectro rural y sólo alcanza el 3,8% en UNMdP.

#### ANÁLISIS DEL ESPECTRO EN FUNCIÓN DE LAS DIRECCIONES DEL VIENTO

Se calcularon las concentraciones polínicas de fuentes localizadas dentro de la ciudad (*Platanus* y *Fraxinus*) y en los alrededores rurales (*Celtis*, *Ambrosia*, *Quercus ilex* y *Cassuarria*) en condiciones de viento Norte, Sur, Este y Oeste (Tab. 2). Las dos primeras direcciones permiten estudiar la variación del patrón espectral de la nube polínica al

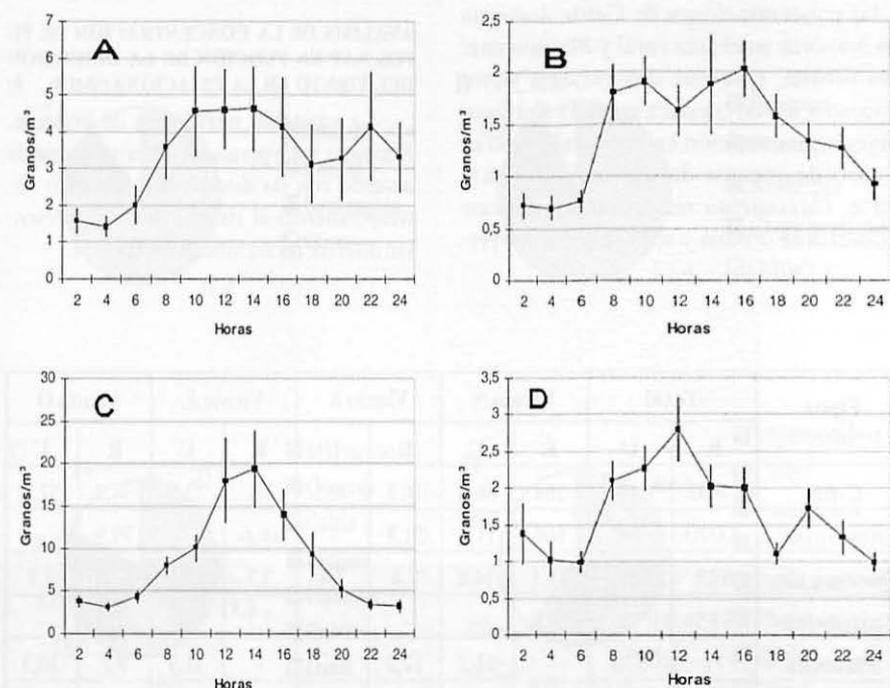


FIGURA 2. Concentraciones medias horarias (granos/m<sup>3</sup>) de polen arbóreo (AP) y no - arbóreo (NAP) en las estaciones MdP Aero y UNMdP. A) NAP/UNMdP, B) AP/UNMdP, C) NAP/ MdP Aero, C) AP/ MdP Aero.

pasar por ambas estaciones de muestreo, mientras que en las dos segundas, la nube polínica atraviesa un único sitio de muestreo. De acuerdo con la cercanía de las fuentes emisoras, los resultados muestran valores de concentración superiores en la estación rural para: *Celtis*, *Ambrosia*, *Quercus ilex* y *Cassuarina* y mayores concentraciones de *Platanus* y *Fraxinus* en la estación urbana. Con vientos de los sectores Norte y Este, las concentraciones de *Celtis* y *Ambrosia* son mayores en el área rural y las de *Fraxinus*, *Platanus* y *Quercus ilex* en la ciudad. Con viento Sur, las concentraciones de *Ambrosia* y *Fraxinus* son mayores en Mdp Aero, mientras que en UNMdp se observa un aumento de concentración de *Platanus* y *Celtis*. Cuando el viento proviene de dirección Oeste, las concentraciones de *Celtis*, *Ambrosia* son mayores en el área rural y *Platanus* en el área urbana. *Quercus ilex* presenta mayor concentración en la estación rural y *Fraxinus*, mayor concentración en la ciudad, como en el caso de vientos de los sectores Este y Norte. *Cassuarina* no presenta transporte hacia el área urbana y sólo se encuentra pre-

sente en la estación rural. Su concentración es máxima con viento del sector Oeste, en correspondencia con la posición de las fuentes respecto del captador.

#### EFECTO DEL TRANSPORTE SOBRE LA CURVA DIARIA DE CONCENTRACIÓN

Con el objetivo de analizar el efecto del transporte sobre el patrón de variación intradiurna de la concentración polínica en ambas estaciones de muestreo, se estudiaron las curvas diarias de *Celtis* y Poaceae (Fig. 4). Los resultados indican que los máximos diurnos urbanos ocurren 2 horas después que los de la estación rural y que en ésta última, se registran los valores de concentración superiores de ambos tipos.

#### ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE TIPOS NAP EN FUNCIÓN DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO EN LA ESTACIÓN UNMDP

La variación intradiurna de Poaceae, *Plantago* y Cyperaceae, discriminados de acuerdo con las direcciones de viento correspondientes al sistema de brisa, presentan diferencias significativas (Fig. 5).

Tipos polínicos	Total		Viento N		Viento S		Viento E		Viento O	
	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U
<i>Celtis</i>	1.802	1.173	164	86,8	16,2	30,5	56	22,3	34,2	57,5
<i>Ambrosia</i>	4.070	12	666	11,1	51,8	-	66,6	-	99,9	-
<i>Quercus ilex</i>	522	67	11,1	14,8	7,4	7,4	3,7	11,1	14,8	3,7
<i>Cassuarina</i>	985	-	25,9	-	-	-	3,7	-	96,2	-
<i>Platanus</i>	71	570	-	18,2	12,2	21,1	-	31,9	9,2	10,3
<i>Fraxinus</i>	141	603	8	42,2	13	10,9	1	3	10	33,8

TABLA 2. Concentración (granos/m<sup>3</sup>) de los tipos polínicos por direcciones de viento en las estaciones UNMdp (U) y Mdp Aero (R).

Poaceae presenta una curva bimodal, con un máximo de 46 granos/m<sup>3</sup> a las 14:00 h, un mínimo de 10 granos/m<sup>3</sup> a las 18:00 h y el segundo máximo de 68 granos/m<sup>3</sup> a las 22:00 h, cuando el viento proviene desde tierra (Fig. 5A). Cuando se registra viento desde la costa, los valores registrados son menores. El máximo ocurre a las 18:00 h con 35 granos/m<sup>3</sup> y el mínimo a las 6:00 h con 10 granos/m<sup>3</sup> (Fig. 5B).

Con viento de tierra, la curva de *Plantago* presenta máximos de concentración a las 8 y 14:00 h con valores de 13,5 y 12,5 granos/m<sup>3</sup>, respectivamente, un descenso de la concentración entre las 18:00 h – 20:00 h y un leve aumento hacia las 24:00 h (Fig. 5C). El máximo, cuando el viento proviene desde el mar,

se observa a las 16:00 h con 15,5 granos/m<sup>3</sup> (Fig. 5D).

Con viento de tierra, la curva de concentración de Cyperaceae presenta un máximo a las 22:00 h de 6,1 granos/m<sup>3</sup>, mientras que entre las 4 y 12:00 h las lecturas se encuentran entre 5 y 4,5 granos/m<sup>3</sup> (Fig. 5E). La curva con viento de mar, presenta un único máximo entre las 12 y 14:00 h de 6,1 granos/m<sup>3</sup> (Fig. 5F).

### DISCUSIÓN

Debido a que la dispersión es un proceso regulado principalmente por las condiciones térmicas, mecánicas y de estabilidad atmosférica, el ritmo de la concentración de

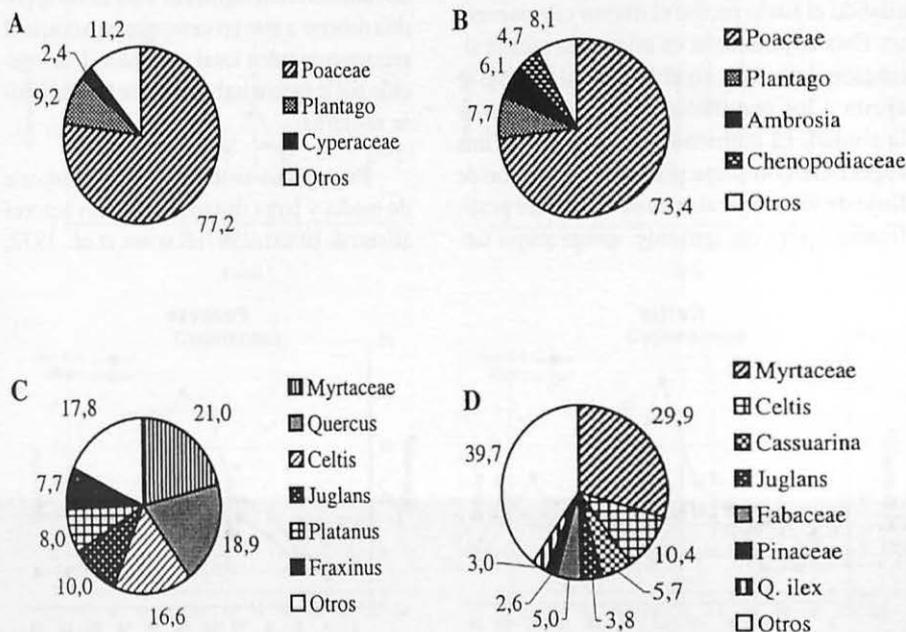


FIGURA 3. Espectros polínicos arbóreo y no – arbóreo de las áreas urbana y rural. A) NAP/UNMdP, B) NAP/MdP Aero, C) AP/UNMdP, D) AP/MdP Aero.

AP y NAP a lo largo del día, debería ser similar. Sin embargo, en las estaciones analizadas, se detectaron diferencias entre el momento de máxima concentración de ambas fracciones. El registro urbano suele presentar primero el máximo de NAP, mientras que en el área rural se detecta la situación inversa. Este fenómeno podría explicarse teniendo en cuenta las condiciones de circulación y/o emisión de los granos de polen. Las fuentes arbóreas liberan el polen a cierta altura, por lo que la suspensión de la nube requiere condiciones de turbulencia moderadas como las que se detectan por la mañana temprano. Las fuentes herbáceas en cambio, requieren condiciones de convección más fuertes para elevar la nube a alturas comparables a las de la fuente anterior. Este proceso demanda más tiempo y condiciones turbulentas más intensas, como las que se establecen al mediodía cuando el suelo recibe el mayor calentamiento. Esta explicación es adecuada para la situación detectada en el área rural, pero no se ajusta a los resultados obtenidos dentro de la ciudad. El ambiente urbano presenta una superficie compleja por lo que el patrón de flujo de viento y calor es severamente modificado y por consiguiente, existe mayor tur-

bulencia mecánica y térmica en capas bajas que podría favorecer el ascenso temprano de la fracción NAP. Por otra parte, es de esperar que la concentración dentro del área urbana disminuya por dilución, producto del paso del aire desde una zona de menor turbulencia a una de mayor turbulencia, cuando el aire ingresa desde el área rural. Las curvas de concentración polínica atmosférica de Poaceae ejemplifican el efecto de este fenómeno sobre las concentraciones.

En ambas estaciones, las horas de la noche son relevantes para el reingreso de polen AP o NAP a las capas bajas de la atmósfera. KÄPYLÄ (1984) propone que algunos tipos polínicos presentan concentraciones altas durante la noche debido a condiciones de fuerte convección térmica y turbulencia que favorece la suspensión durante el día. El aumento de concentración registrado a las 22:00 h, podría deberse a este proceso, que provocaría el reingreso de polen local y extralocal, favorecido por la menor turbulencia de la capa límite nocturna.

En estudios sistemáticos de transporte de media y larga distancia, algunos autores (HIRST & HURST, 1967; RAYNOR *et al.*, 1972;

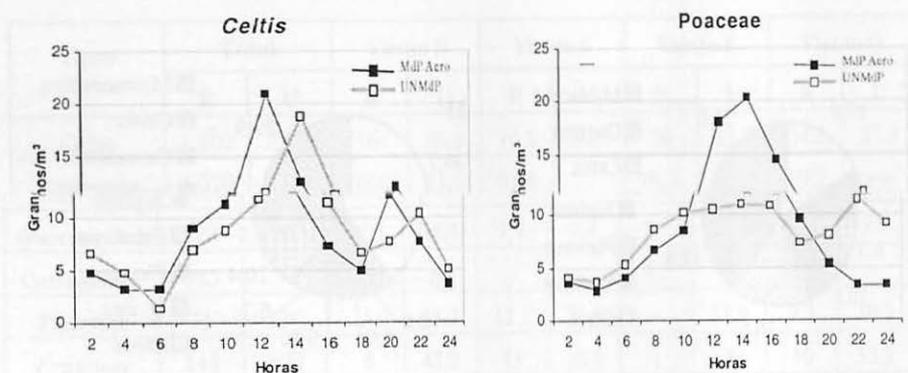


FIGURA 4. Patrón diario de concentración polínica (granos/m<sup>3</sup>) de *Celtis* y *Poaceae* en las estaciones urbana y rural.

TAMPIERI *et al.*, 1977; HJEMROOS, 1991) indican que fuentes alejadas pueden contribuir apreciablemente a la nube de polen, si existen condiciones meteorológicas favorables para el transporte. *Celtis* ha sido considera-

do un componente regional transportado por el viento Noreste que prevalece a partir de las 14:00 h en adelante. Las fuentes de este tipo polínico (*Celtis tala* Gillies *ex* Planch.) se encuentran fuera de la ciudad, a algunas

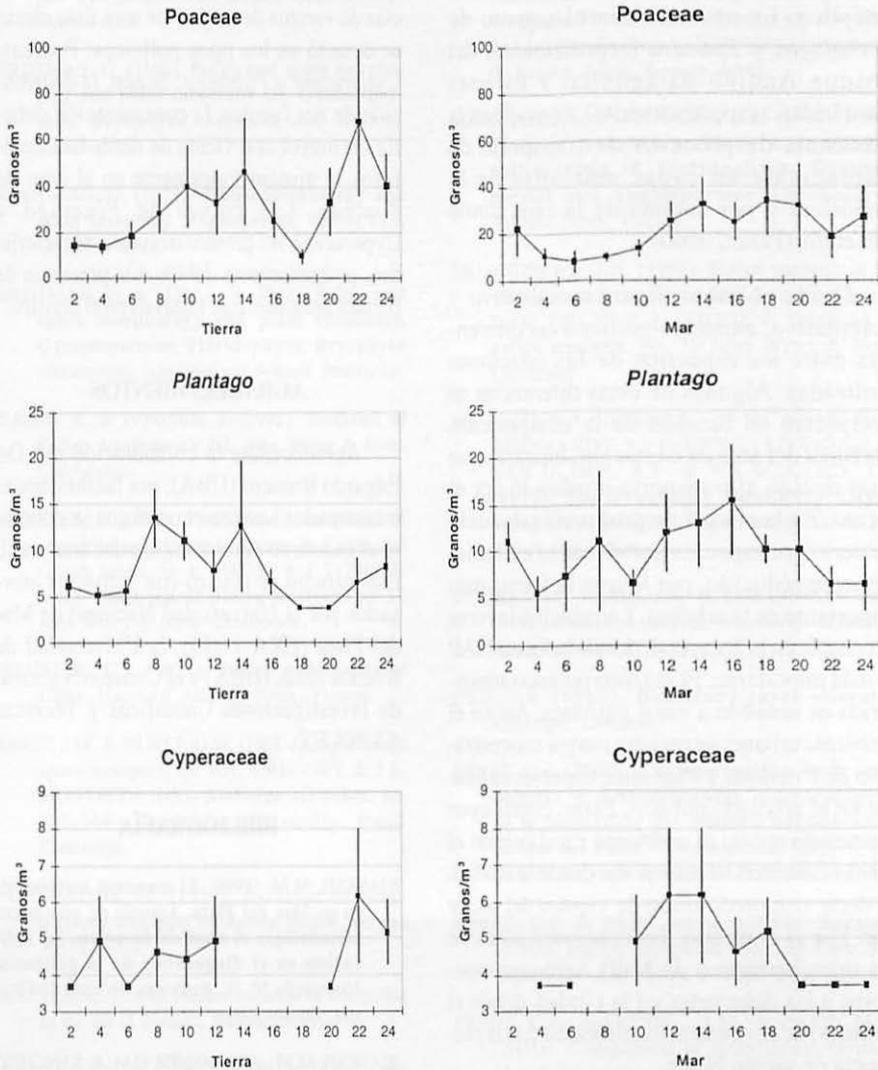


FIGURA 5. Concentraciones medias horarias (granos/m<sup>3</sup>) de Poaceae, *Plantago* y Cyperaceae, para las direcciones de viento de tierra y de mar.

decenas de kilómetros al Norte y Noreste en el límite meridional de la distribución de los bosques de Tala, Subdistrito del Tala (CABRERA, 1976). Por lo tanto, su presencia en el espectro urbano sería mejor explicada por condiciones de transporte debidas a la circulación general de la atmósfera en la escala sinóptica. La aparición en el registro de *Nothofagus* y *Ephedra* (representantes del Bosque Andino-patagónico y Estepas Semiáridas, respectivamente), convalidan la existencia de procesos de transporte de macroescala en capas más altas de la tropósfera y por encima de la capa límite planetaria (PÉREZ, 2000).

Desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, existen significativas diferencias entre los espectros de las estaciones analizadas. Algunas de estas diferencias se interpretan en función de la composición florística del área de captación, mientras que otras debido al transporte producido por el viento. En la ciudad, la proporción de suelo cubierto por especies herbáceas es extremadamente reducido, por lo que la fuente más importante es la arbórea. La relación inversa se cumple en el área rural, donde la fuente NAP es más importante. El registro polínico atmosférico es sensible a estos patrones. Así en el ambiente urbano, se registra mayor concentración de *Fraxinus* y *Platanus*, especies utilizadas en el arbolado público. Estas, constituyen fuentes de aporte al ambiente rural cuando el viento favorece su transporte desde la ciudad, es decir, con predominio de vientos del sector Sur. Por el contrario, las concentraciones de los tipos herbáceos de MdP Aero son superiores a las detectadas en la ciudad, donde el aumento de concentración se asocia con la presencia de viento Norte.

Los sistemas de circulación local, como los sistemas de brisa son potencialmente im-

portantes en la aparición de episodios de alta incidencia de polinosis, debido a que ofrecen malas condiciones de ventilación (OKE, 1987). Se observó que este sistema, afecta el patrón diario de concentración polínica provocando un retardo en la aparición de los máximos, vinculado a la distribución de frecuencias de vientos de tierra y de mar. Este efecto se detectó en los tipos polínicos: Poaceae, Cyperaceae y *Plantago*. Según la distribución de sus fuentes, la concentración debería ser mayor con viento de tierra. Los resultados se ajustan únicamente en el caso de Poaceae. Las curvas de *Plantago* y Cyperaceae no presentaron esta característica, probablemente debido a la presencia de fuentes próximas que influyen en el registro.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del Dr. Edgardo Romero (UBA), por facilitarnos el muestreador Lanzoni, con el que se concretó el muestreo aerobiológico del área rural. Este estudio se realizó con subsidios otorgados por la Universidad Nacional de Mar del Plata (EXA 11/93), la Universidad de Buenos Aires (UBA) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

#### BIBLIOGRAFÍA

- BIANCHI, M.M. (1994). El muestreo aerobiológico en Mar del Plata: Aportes de una nueva metodología al análisis de polen. Su aplicación en el diagnóstico de la polinosis. Monografía N° 10. Academia Nacional de Ciencias, Buenos Aires.
- BIANCHI, M.M.; ARIZMENDI, C.M. & SÁNCHEZ, J. (1992). Detection of Chaos: new approach to atmospheric pollen time series analysis. *Int. Jour. Biometeorol.* 36:172-175.

- BORTENSCHLAGER, S. (1969). Pollenanalyse des Gletscherreises—Grundlegende Fragen der Pollenanalyse überhaupt. In: K. FÆGRI & J. IVERSEN (eds). *Textbook of pollen analysis*. pp.30 John Wiley & Sons. Chichester.
- CABRERA, A.L. (1976). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2(1). Regiones Fitogeográficas Argentinas. ACME, Buenos Aires.
- ERDTMAN, G. (1965). Pollen and spore morphology and plant taxonomy III. Gymnospermae, Bryophyta. Almquist and Wiksell. Stockholm.
- ERDTMAN, G. (1971). Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Hafner Pub. Co., New York.
- ERDTMAN, G. & SORSA, P. (1971). Pollen and spore morphology and plant taxonomy. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (Illustrations). Almquist and Wiksell. Stockholm.
- FÆGRI, K. & IVERSEN, J. (1992). *Textbook of Pollen Analysis*. IV Ed. John Wiley & Sons, Chichester.
- HAFSTEN, U. (1960). Pleistocene development of vegetation and climate in Tristan da Cunha and Gough Island. In: K. FÆGRI & J. IVERSEN (eds). *Textbook of pollen analysis*. pp.30 John Wiley & Sons. Chichester.
- HEUSSER, C.J. (1971). *Pollen and spores of Chile*. Univ. Of Arizona Press, Tucson.
- HIRST, J.M. & HURST, G.W. (1967). Long-distance spore transport. In: P.H. GREGORY & J.L. MONTEITH (eds). *Airborne microbes*, pp. 307-344. Cambridge University Press, Cambridge.
- HJELMROOS, M. (1991). Evidence of long-distance transport of *Betula* pollen. *Grana* 30:215-228.
- KÄPYLÄ, M. (1984). Diurnal variation of tree pollen in the air in Finland. *Grana* 23:167-176.
- KÄPYLÄ, M. & PENTTINEN, A. (1981). An evaluation of the microscopical counting methods of the tape in Hirst-Burkard pollen and spore trap. *Grana* 20:131-141.
- LANNER, R. (1966). Needed: A new approach to the study of pollen dispersal. In: K. FÆGRI & J. IVERSEN (eds). *Textbook of pollen analysis*. pp. 27-28 John Wiley & Sons. Chichester, Toronto, New York, Brisbane, Singapore.
- LATORRE, F. (1999). *El polen atmosférico como indicador de la vegetación y de su fenología floral*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- MARKGRAF, V. & D'ANTONI, H.L. (1978). *Pollen Flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. University of Arizona Press, Tucson.
- MC ANDREWS, J.H. (1984). Pollen analysis of the 1973 ice core from Devon Island glacier, Canada. In: K. FÆGRI & J. IVERSEN. *Textbook of pollen analysis*. pp. 30 John Wiley & Sons. Chichester.
- MC BEAN, G.A.; BERNHA - 20. MC BEAN, G.A.; BERNHARDT, K.; BODIN, S.; LITYNSKA, Z.; VAN ULDIR, A.P. & WYNGAARD, J.C. (1979). *The Planetary Boundary Layer*. World Meteorological Organization. G. A. MC BEAN (ed.). Geneva.
- MOORE, P.D.; WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. (1991). *Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publ., Oxford.
- OKE, T.R. (1987). *Boundary layer climates*. Routledge. London.
- PÉREZ, C.F. (2000). *Caracterización de la nube polínica y determinantes meteorológicos de la dispersión del sistema urbano-rural de Mar del Plata*. Tesis doctoral. FCEyN, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata.
- PÉREZ, C.F. & PAEZ, M.M. (1998). Seasonal airborne pollen pattern in Mar del Plata city, Argentina. *Aerobiol.* 14:383-389.
- PÉREZ, C.F.; GARDIOL, J.M. & PAEZ, M.M. (2001a). Comparison of intradiurnal variation of airborne pollen in Mar del Plata (Argentina). 1. Non - arboreal pollen. *Aerobiol.* 17:151-163.

PÉREZ, C.F.; GARDIOL, J.M. & PAEZ, M.M. (2001b). Diurnal variation of airborne pollen in Mar del Plata (Argentina). 2. Arboreal pollen. *Aerobiol.* (en prensa).

RAYNOR, G.; OGDEN, E. & HAYES, J. (1972). Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources. *Agron. J.* 64:420-427.

TAMPIERI, F.; MANDRIOLI, P. & PUPPI, G.L. (1977). Medium range transport of airborne pollen. *Agric. Meteorol.* 18:9-20.