

RELACIÓN ENTRE AEROPOLEN Y VEGETACIÓN ARBÓREA EN MAR DEL PLATA (ARGENTINA)

Latorre, F.¹ & Bianchi, M. M.²

1. Lab. Palinología, Dpto. Biología, Universidad Nacional de Mar del Plata.
Funes 3250, 7600 Mar del Plata, Argentina.
2. PROGEB - CONICET. Apartado postal 47, 8400 S. C. de Bariloche, Argentina.

Manuscrito recibido el 20 de Marzo de 1995, aceptado el 31 de Octubre 1995

RESUMEN: Para analizar la representatividad de la vegetación en el espectro polínico de Mar del Plata, se utilizó una trampa Burkard y se censaron los árboles en un área de 1 km². El 99.98 % del polen correspondió a taxones presentes en la vegetación. Sin embargo, el 40 % de los árboles no contribuyó al registro debido, principalmente, a su polinización zoófila. El análisis de agrupamiento diferenció a los taxones anemófilos de los entomófilos. En los anemófilos la cantidad de polen dependería de la densidad de plantas y en los entomófilos dependería, básicamente, de la ubicación relativa de sus fuentes emisoras.

PALABRAS CLAVE: Aeropolen arbóreo, Mar del Plata.

SUMMARY: The contribution of the arboreal vegetation to the airborne pollen spectrum of Mar del Plata city was analysed. Airborne pollen concentration was sampled with a Burkard trap. A census of trees was taken. Almost all the airborne pollen (99.98 %) came from the local area and the surroundings. On the contrary, forty percent of trees were not registered in the pollen spectrum due mainly to their zoophylous pollination. Cluster Analysis grouped entomophylous and anemophylous taxa separately. For anemophylous taxa a positive correlation of pollen concentration and tree density was found. Entomophylous taxa showed a negative correlation between concentration and distance to pollen source.

KEY WORDS: Arboreal airborne pollen, Mar del Plata.

INTRODUCCIÓN

Las observaciones aerobiológicas son importantes para el estudio de las enfermedades alérgicas respiratorias. Para que el polen cause síntomas alérgicos no sólo debe contener un compuesto antigénico sino que además, debe per-

tenecer a plantas anemófilas de amplia distribución en la zona, ser liviano y producido en grandes cantidades (según los postulados de THOMMEN, 1931).

El espectro de polen atmosférico de una región refleja la composición de la vegetación circundante. Este supuesto se

basa en la existencia de una relación cuantitativa entre el número de granos de polen y el número de plantas emisoras (BIRKS & GORDON, 1985; BIANCHI, 1994). En general, se presenta una buena correlación entre los datos aerobiológicos y los fitogeográficos (ZERBONI & al., 1991). Sin embargo, existen casos en los que no se detectan en la atmósfera granos de polen de plantas presentes en las cercanías (ZERBONI et al., 1986). Por ello, los valores absolutos de concentración polínica no son comparables directamente con los de la vegetación circundante.

Para estimar la representación de las distintas fuentes emisoras en el registro de polen actual se han desarrollado diferentes modelos (BIRKS & GORDON, 1985). En ellos se tiene en cuenta el tipo de estrategia reproductiva, la distancia de las fuentes emisoras, su abundancia y distribución espacial, además de las condiciones meteorológicas prevalientes durante la dispersión (O'ROURKE, 1986; ZERBONI & MANFREDI, 1988).

A medida que se incrementa la distancia desde la fuente emisora, la cantidad de polen disminuye logarítmicamente (JANSSEN, 1966; KÄPYLÄ, 1984). De acuerdo con los modelos de dispersión polínica (TAUBER, 1967; PRENTICE, 1985; MOSEHOLM & al. 1987), el polen capturado por un muestreador proviene principalmente de fuentes locales (hasta 200 m *sensu* PRENTICE, 1985) y en menor proporción de

fuentes extralocales (de 20 m a 2 km), regionales (de 2km a 200 km) y extraregionales (más de 200 km).

En este trabajo se propuso conocer la representatividad de la vegetación arbórea local y extralocal en el espectro polínico atmosférico de la ciudad de Mar del Plata (Lat. 38°03'S Long. 57°33'O), analizando los aspectos fundamentales que la determinan.

MATERIAL Y METODOS

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

La región de Mar del Plata presenta un clima "subhúmedo-húmedo, mesotermal, con escasa o nula deficiencia de agua" (BURGOS & VIDAL, 1951). Las temperaturas mínimas se registran en julio y las máximas en enero. Las estadísticas meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional para los últimos 50 años indican que la temperatura media anual fue de 13.70 °C, la velocidad del viento de 13 km/h, la humedad relativa de 78 % y las precipitaciones acumularon 784 mm por año. En cuanto a la dirección de los vientos, no se observa un predominio considerable de ninguno de los sectores en particular; la rosa de los vientos es bastante homogénea, aunque podría existir una diferencia estacional.

El año 1990, durante el cual se realizó este estudio, no fue significativamente diferente en cuanto a temperatura media anual (13.94 °C), velocidad del

viento (11 km/h) y humedad relativa (82.80 %). Sólo parecería diferenciarse en cuanto a cantidad de agua caída que aumentó un 20 % durante 1990 con respecto al primer quinquenio del siglo, pero sólo un 10 % con respecto a la década anterior.

VEGETACIÓN URBANA

Se realizó un censo cualitativo y cuantitativo de los árboles implantados en las calles y parques públicos. De acuerdo con SOLOMON & HAYES (1980), se estableció un área de estudio de 1x1 km con centro en la posición del muestreador de polen (Fig. 1). Se consideró que la vegetación analizada (flora local y extralocal) es la fuente principal del polen captado. La determinación taxonómica se efectuó siguiendo a DIMITRI (1980) y ALONSO & al. (1984). En base a este relevamiento se analizaron los taxones presentes, su abundancia y distribución espacial.

POLEN

La concentración de polen en la atmósfera se registró con un muestreador continuo, volumétrico e isocinético Burkard, instalado a 15 metros de altura sobre una de las terrazas del Complejo Universitario de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El muestreo se extendió desde junio a noviembre (1990), época en que florece la mayoría de los taxones arbóreos en la zona (PEREZ, 1991).

Las muestras se prepararon siguiendo la metodología descripta por BIAN-

CHI (1992). La determinación taxonómica de los tipos polínicos se basó en la consulta de bibliografía específica (KAPP, 1969; ERDTMAN, 1971; HEUSSER, 1971; MOORE & WEBB, 1978; MARK- GRAF & D'ANTONI, 1978) y de la palinoteca de referencia.

Se estimó la concentración diaria de cada tipo polínico determinado, a partir del cálculo propuesto por O'ROURKE (1990). Se analizaron cuatro transectas horarias por día con una magnificación de 200 x (LATORRE, 1993). Se utilizaron sólo los datos de los tipos polínicos arbóreos (polen arbóreo: PA).

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se realizó un análisis de agrupamiento (Cluster Analysis, modo Q), de los taxones arbóreos representados tanto en la vegetación del área de estudio como en el espectro polínico atmosférico. Las variables analizadas para cada taxón fueron: número de individuos, concentración polínica y distancia entre el muestreador de polen y el árbol más cercano a éste. Se utilizó el método aglomerativo de Ward y la distancia euclídea al cuadrado como medida de disimilitud (ANDERBERG, 1973). Se establecieron además, coeficientes de correlación por rangos de Spearman (r_s) (SOKAL & ROHLF, 1979). Los programas empleados fueron: SPSS/PC advanced statistics, DBASE III versión 1.1 (1985) y STATGRAPHICS versión 2.0 (1986).

Como no fue posible diferenciar los géneros arbóreos de los herbáceos dentro de Leguminosae y Monocotiledoneae, estos taxones no se incluyeron en el análisis. Por microscopía óptica los granos de polen no acetolizados (con contenido celular) como los analizados mediante esta metodología, son difíciles de determinar a nivel específico o genérico. Cupressaceae tampoco se incluyó debido a la sobrerrepresentación observada (ver más adelante).

RESULTADOS

Se relevaron 5458 árboles, la mayoría de los cuales fueron determinados a nivel de especie. La información de este censo se agrupó en categorías comparables a las del registro polínico. Así, los árboles fueron agrupados en 66 taxones que corresponden a distintas categorías taxonómicas. De estos 66 taxones, 40 no estuvieron representados en el espectro polínico (39.59 % del total de individuos censados). Sólo el 24.39 % de estos géneros no encontrados en la atmósfera son potencialmente alergénicos (LEWIS & al., 1983; DRIESSEN, 1989; CARAMIELLO & al., 1992; BANIK & CHANDA, 1992), como se describe en la Tabla 1.

Se determinaron 26 tipos polínicos arbóreos, representando un 88.83% de la concentración total de polen (PA y polen no arbóreo). Sólomente *Prosopis* y *Fagus* no estuvieron representados en la vegetación de los alrededores, siendo

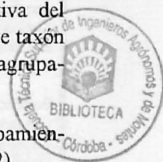
muy baja la cantidad de granos registrados (0.02 % de la concentración polínica total).

El 90 % de los árboles de la familia Cupressaceae pertenecen al género *Cupressus*. Su concentración polínica extremadamente alta (80.20 % del PA) afecta la representatividad relativa del resto de los taxones. Por ello, este taxón no se incluyó en el análisis de agrupamiento.

Mediante el análisis de agrupamiento se formaron tres grupos (Fig. 2).

GRUPO 1: Los 12 taxones que lo integran contribuyen con valores bajos al espectro polínico arbóreo (7.05 % del PA) y están representados por un número de árboles relativamente bajo (20.34 % del total censado) (Tabla 2). Dentro del subgrupo 1a, *Myoporum* presenta el mayor número de individuos pero su concentración polínica es relativamente baja. *Nothofagus* y *Schimus* (1b) presentan un ejemplar cada uno en el área censada, encontrándose éstos a distancias considerables de la trampa colectora de polen (más de 400 metros). Además, su contribución polínica es muy baja (0.22 % del PA).

GRUPO 2: Los nueve taxones de este grupo presentan mayor número de individuos y mayor concentración polínica que el grupo 1, reuniendo un 55.95 % del total de árboles y 50.45 % del polen arbóreo (Tabla 2). El subgrupo 2a se divide en dos. El conjunto 2a1 formado por *Alnus*, *Celtis*, *Myrtaceae* y



Pinaceae, presenta menor densidad y menor cantidad de polen. El 2a2 que está integrado por *Acer*, *Betula*, *Fraxinus* y *Populus*, son los géneros de ma-

yor densidad junto con los géneros del grupo 3 (Fig. 3). A pesar de que Myrta-ceae y Pinaceae tienen mayor número de individuos y *Alnus* presenta un sólo

FAMILIA	TIPO	ESPECIE	Densidad
Aquifoliaceae		<i>Ilex aquifolium</i>	13
Anacardiaceae		<i>Rhus typhina</i>	2
Apocinaceae		<i>Nerium oleander</i>	62
Araucariaceae	A	<i>Araucaria excelsior</i> , <i>A. angustifolia</i>	14
Betulaceae	A*	<i>Corylus avellana</i>	2
Bignoniaceae		<i>Catalpa speciosa</i>	76
		<i>Jacaranda mimosifolia</i>	5
Bombacaceae		<i>Chorisia speciosa</i>	3
Casuarinaceae	A	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	60
Celastraceae		<i>Evonymus japonica</i>	2
Caprifoliaceae		<i>Lonicera japonica</i>	3
Compositae		<i>Baccharis tandemensis</i>	1
Eleagnaceae		<i>Eleagnus umbellata</i> , <i>E. pungens</i>	2
Euphorbiaceae		<i>Manihot flabellifolia</i>	16
		<i>Ricinus communis</i>	13
		<i>Sapium haematospermum</i>	1
Fagaceae	A*	<i>Castanea sativa</i>	15
Ginkgoaceae	A	<i>Ginkgo biloba</i>	7
Juglandaceae	A*	<i>Carya ovata</i>	1
Labiatae		<i>Rosmaninus officinalis</i>	2
Litraceae	*	<i>Lagerstoemia indica</i>	464
Magnoliaceae		<i>Liriodendron tulipifera</i>	1
		<i>Magnolia grandiflora</i>	6
Malvaceae	*	<i>Abutilon pictum</i> , <i>Hibiscus syriacus</i>	142
Meliaceae		<i>Melia azedarach</i>	32
Oleaceae	*	<i>Ligustrum lucidum</i> ,	160
		<i>L. ovalifolium</i> var. <i>auro-variegatum</i>	
		<i>Olea europaea</i>	6
		<i>Syringa vulgaris</i>	4
Pittosporaceae		<i>Pittosporum tenuifolium</i> , <i>P. tobira</i>	3
Proteaceae		<i>Grevillea robusta</i>	4
Rhamnaceae		<i>Ceanothus caeruleus</i>	2
Rosaceae	*	<i>Prunus cerasifera</i> f. <i>atropurpurea</i>	712
		<i>P. armeniaca</i> , <i>P. domestica</i> ,	
		<i>P. laurocerasus</i> , <i>P. persica</i>	
Rubiaceae		<i>Coprosma baueri</i>	5
Sapindaceae		<i>Dodonea viscosa</i>	10
Simarubiaceae	*	<i>Ailanthus altissima</i>	19
Solanaceae		<i>Nicotiana glauca</i>	2
Taxaceae	A*	<i>Taxus baccata</i>	5
Taxodiaceae	A	<i>Cryptomeria japonica</i>	2
Tiliaceae	*	<i>Tilia americana</i>	278
Verbenaceae		<i>Aloysia triphylla</i>	5

FIGURA 1. Densidad de los taxones arbóreos (número de individuos/m²) no presentes en el espectro polínico atmosférico. Se indican las especies alergénicas (*) y anemófilas (A).

ejemplar en el área, el subgrupo 2a es homogéneo en cuanto a concentración de polen. *Quercus* integra el subgrupo 2b y se diferencia por presentar una mayor concentración polínica.

GRUPO 3: Este grupo reúne el 23.71 % de los árboles censados y el 42.50 % del polen arbóreo. Los taxones que lo integran son *Ulmus* y *Platanus* (Tabla 2). El 48 % de las plantas de *Ulmus* se encuentran en las direcciones N, NO y S con respecto al muestreador, direcciones desde donde predominó el viento (80 % de los registros) durante

los días que se registró la máxima concentración polínica (principios de agosto). En el caso de *Platanus*, los vientos fuertes durante su polinización principal (principios de octubre) provinieron del N y NO (56 % de los registros) y la vegetación en ese sector reúne un 38 %. Sin embargo, un 30 % de los registros fueron vientos de baja intensidad, del sector E y SE, donde se encuentra casi el 60 % de la vegetación. Casi un 30 % de los árboles ubicados en el sector SE se hallan agrupados en una distancia de 200 m, distantes 400 m aproximadamente del sitio de muestreo polínico.

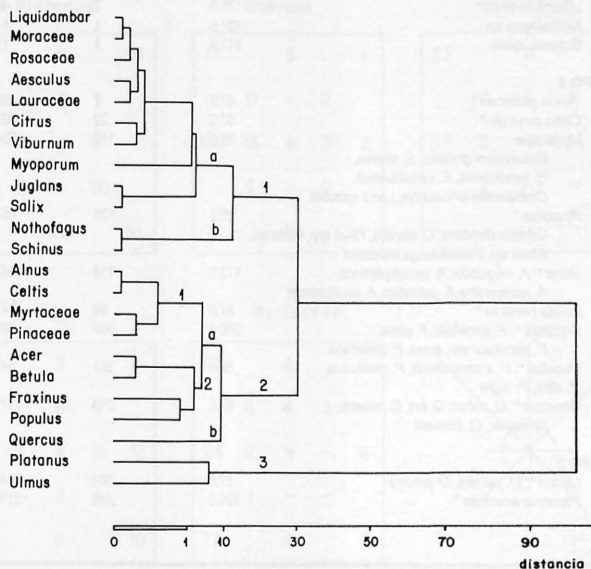


FIGURA 2. Dendrograma correspondiente al análisis de agrupamiento de los taxones arbóreos en función de la concentración polínica, densidad de árboles y distancia a la fuente colectora.

TAXON	DISTANCIA	VEGETACION	POLEN
GRUPO 1			
a. <i>Aesculus hippocastanum</i> *	87.5	4	11.1
<i>Citrus</i> : <i>C. limon</i> , <i>C. aurantium</i> , <i>C. sinensis</i>	125.0	83	7.4
<i>Juglans regia</i> *	37.5	35	247.9
Lauraceae:	87.5	48	55.5
<i>Laurus nobilis</i> , <i>Persea americana</i> , <i>Cinnamomum glanduliferum</i> , <i>Nectandra</i> sp.			
<i>Liquidambar styraciflua</i> *	37.5	18	55.5
Moraceae *	50.0	18	25.9
<i>Morus alba</i> , <i>Maclura pomifera</i> , <i>Broussonetia papyrifera</i>			
<i>Myoporum laetum</i>	50.0	191	96.2
Rosaceae (distinto de <i>Prunus</i>) *	25.0	71	40.7
<i>Photinia serrulata</i> , <i>Sorbus aria</i> , <i>Cotoneaster</i> sp., <i>Crataegus</i> sp., <i>Malus floribunda</i> , <i>Chaenomeles lagenaria</i> , <i>Eryobrothria japonica</i>			
<i>Salix</i> *: <i>S. alba</i> , <i>S. caprea</i> , <i>S. babylonica</i> , <i>S. humboldtiana</i> , <i>S. x erythroleuosa</i>	25.0	48	207.2
<i>Viburnum tinus</i> *	175.0	3	40.7
b. <i>Nothofagus</i> sp.	487.5	1	14.8
<i>Schinus molle</i>	512.5	1	11.1
GRUPO 2			
a.1 <i>Alnus glutinosa</i> *	87.5	1	458.8
<i>Celtis australis</i> *	87.5	22	407.0
Myrtaceae	75.0	110	584.6
<i>Eucalyptus globulus</i> , <i>E. sinerea</i> , <i>E. tereticornis</i> , <i>E. camaldulensis</i> , <i>Callistemon lanceolatus</i> , <i>Luma apiculata</i>			
Pinaceae *	25.0	123	451.4
<i>Cedrus deodara</i> , <i>C. atlantica</i> , <i>Pinus</i> spp, <i>Picea</i> sp., <i>Abies</i> sp, <i>Pseudotsuga menziessi</i>			
a.2 <i>Acer</i> *: <i>A. negundo</i> , <i>A. pseudoplatanus</i> , <i>A. campestre</i> , <i>A. palmatum</i> , <i>A. saccharinum</i>	173.0	118	662.3
<i>Betula pendula</i> *	87.5	99	747.4
<i>Fraxinus</i> *: <i>F. excelsior</i> , <i>F. omus</i> , <i>F. excelsior</i> var. <i>aurea</i> , <i>F. americana</i>	250.0	395	691.9
<i>Populus</i> *: <i>P. x canadensis</i> , <i>P. canescens</i> , <i>P. alba</i> , <i>P. nigra</i>	50.0	351	647.5
b. <i>Quercus</i> *: <i>Q. robur</i> , <i>Q. ilex</i> , <i>Q. palustris</i> , <i>Q. suber</i> , <i>Q. borealis</i>	87.5	214	1172.9
GRUPO 3			
<i>Ulmus</i> *: <i>U. pumila</i> , <i>U. procera</i>	87.5	364	2749.1
<i>Platanus acerifolia</i> *	125.0	243	2157.1

TABLA 2. Distancia al muestreador (metros), densidad de vegetación (número de plantas por km²) y concentración polínica (granos/m³) de los taxones arbóreos. Se indican los grupos formados a partir de análisis de agrupamiento y los taxones alergénicos (*).

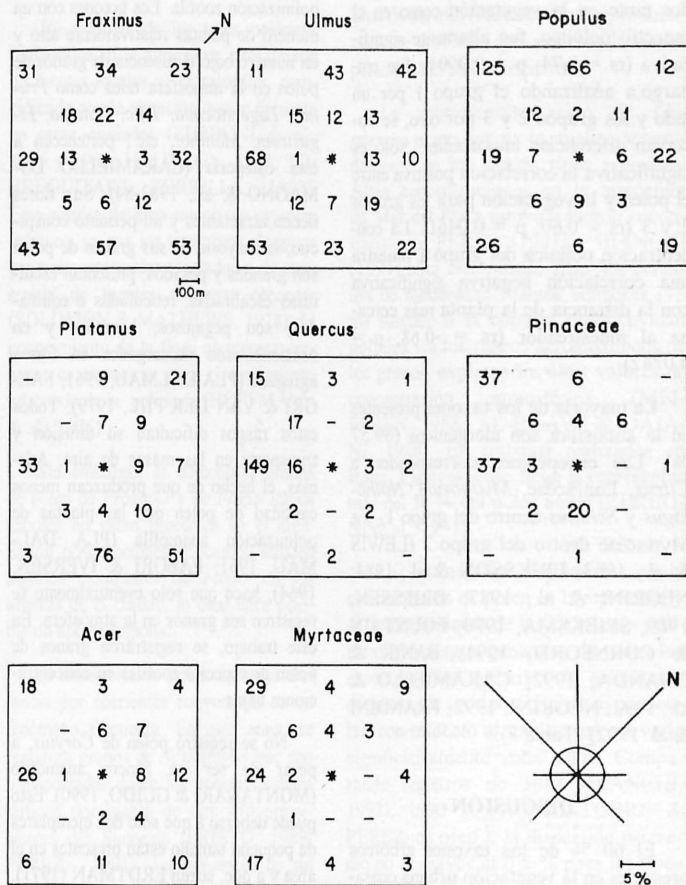


FIGURA 3. Número de plantas de los géneros más abundantes, según los puntos cardinales. Cada sector se subdividió en un área próxima al sitio de muestreo polínico y otra más alejada.

La correlación entre el número de individuos y la concentración polínica de los 24 taxones arbóreos representados tanto en la vegetación como en el espectro polínico, fue altamente significativa ($r_s = 0.74$; $p = 0.0004$). Sin embargo, analizando el grupo 1 por un lado y los grupos 2 y 3 por otro, se observan diferencias importantes. Sólo es significativa la correlación positiva entre el polen y la vegetación para los grupos 2 y 3 ($r_s = 0.60$; $p = 0.0461$). La concentración polínica del grupo 1 muestra una correlación negativa significativa con la distancia de la planta más cercana al muestreador ($r_s = -0.68$; $p = 0.0242$).

La mayoría de los taxones presentes en la atmósfera son alergénicos (69.57 %). Las excepciones corresponden a *Citrus*, *Lauraceae*, *Myoporum*, *Nothofagus* y *Schinus* dentro del grupo 1, y a *Myrtaceae* dentro del grupo 2 (LEWIS & al., 1983; ERIKSSON & al., 1984; NEGRINI & al., 1987; DRIESSEN, 1989; SPIEKSMAN, 1990; FOUNTAIN & CORNFORD, 1991; BANIK & CHANDA, 1992; CARAMIELLO & al., 1992; NEGRINI, 1992; PRANDINI & al. 1992) (Tabla 2).

DISCUSIÓN

El 60 % de los taxones arbóreos presentes en la vegetación urbana censada no estuvieron representados en el espectro polínico. Resultados similares fueron encontrados por JANSSEN

(1966), DONINI & SUTRA (1987) y ZERBONI & al. (1991). Esto se relaciona con la presencia de especies de polinización zoófila. Los taxones con un número de plantas relativamente alto y un número bajo o ausencia de granos de polen en la atmósfera tales como *Prunus*, *Lagerstœmia*, *Tilia*, *Catalpa*, *Ligustrum*, *Manihot*, etc., pertenecen a esta categoría (CARAMIELLO LOMAGNO & al., 1983-84). Sus flores tienen atractantes y un perianto conspicuo, la mayoría de sus granos de polen son grandes y pesados, presentan esculturas escabradas, reticuladas o equinadas, son pegajosos, húmedos y en ocasiones son descargados en forma agregada (PLA DALMAU, 1961; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Todos estos rasgos dificultan su difusión y transporte en las masas de aire. Además, el hecho de que produzcan menos cantidad de polen que las plantas de polinización anemófila (PLA DALMAU, 1961; FAEGRI & IVERSEN, 1964), hace que sólo eventualmente se registren sus granos en la atmósfera. En este trabajo, se registraron granos de polen de especies zoófilas en concentraciones bajas.

No se registró polen de *Corylus*, a pesar de ser un género anemófilo (MONTANARI & GUIDO, 1990). Esto puede deberse a que sólo dos ejemplares de pequeño tamaño están presentes en el área y a que, según ERDTMAN (1971), su dispersión está limitada. La ausencia en la atmósfera del polen de *Castanea* se debe a que el muestreo no incluyó el

mes de diciembre durante el cual se produce la polinización (LATORRE, en prep.).

La mayoría de los tipos polínicos registrados en la atmósfera provinieron de fuentes locales y extralocales, coincidiendo con la situación que se presenta en otras ciudades (ZERBONI & al., 1986 y 1991; HALWAGY, 1988; TORREGUITART ZORRILLA, 1990). Esto resulta de gran interés en estudios médicos, ya que los trastornos alérgicos generalmente están asociados a la presencia de fuentes emisoras cercanas (SOLOMON & MATHEWS, 1978). El conocimiento de la flora alergénica cercana, es necesaria para el tratamiento adecuado de la polinosis (HOFFMANN & al., 1976).

Sin embargo, se detectaron granos de polen de *Prosopis* y de *Fagus* cuyos árboles no están presentes en el área. Según observaciones de campo existen algunos ejemplares de *Fagus* en las afueras de la ciudad, lo cual hace posible un aporte regional.

El transporte de polen de larga distancia por corrientes convectivas es un fenómeno frecuente. En esta zona, se registran granos de *Nothofagus* que son transportados desde los bosques subantárticos por masas de aire frío provenientes del Sudoeste (PRIETO, 1989; PEREZ, 1991). La presencia de un ejemplar de *Nothofagus* en floración en el área de estudio, impidió cuantificar el aporte de polen extrarregional. En el

caso de *Schinus*, no es posible determinar si el polen proviene de fuentes extrarregionales o locales. La existencia en el área de un individuo en edad reproductiva hace probable que sea éste la fuente principal del polen registrado.

La sobrerrepresentación de *Cupressus* exige que se lo analice separadamente de los demás tipos polínicos. Altas concentraciones en la atmósfera de Mar del Plata también fueron encontradas por PEREZ (1991) y BIANCHI (1994) para este mismo sitio. La cercanía de numerosas fuentes emisoras (15 m) sumado a la copiosa productividad polínica y a los rasgos aerodinámicos de los granos, explican los altos valores de concentración atmosférica (MEIFFREN, 1988; AL-EISAWI & DAJANI, 1988). En trabajos realizados en Italia, Cupressaceae llega a representar más del 50 % del polen anual (ZERBONI & al., 1991).

Las variaciones interanuales en la concentración de polen en la atmósfera y el desplazamiento de las estaciones polínicas son rasgos generales de todos los espectros. Sin embargo, la proporción de granos de un tipo polínico en particular, con respecto al total anual, no varía significativamente entre años. Comparando registros de 1988 (BIANCHI, 1992), 1990 y 1993 (LATORRE & PEREZ, en prep.), la dispersión promedio no es mayor al 0.5 % para los tipos polínicos más abundantes, siendo este valor mucho menor para aquellos que se presentan en baja concentración.

El análisis de agrupamiento permitió reunir a los taxones de acuerdo a su tipo de polinización.

La mayoría de los taxones con un número bajo de árboles y de granos de polen (grupo 1) presentó polinización zoófila, específicamente entomófila.

Rosaceae, *Citrus*, *Viburnum*, *Salix* y *Schinus* son netamente entomófilos, presentando sus características típicas (PLA DALMAU, 1961; JANSEN, 1966; CARAMIELLO LOMAGNO & al., 1983-84; KÄPYLÄ, 1984; BOUSSIOUD-COMBIERES & BARTHÉLÉMY, 1990).

Según PLA DALMAU (1961), *Myoporum*, Lauraceae y *Aesculus* poseen características intermedias entre la anemofilia y la entomofilia; otros autores coinciden en que son entomófilos (CARAMIELLO LOMAGNO & al., 1983-84) y que están fuertemente subrepresentados en los registros polínicos (MONTANARI & GUIDO, 1990). Según este análisis, corresponderían a taxones entomófilos, especialmente *Myoporum* con una densidad alta y una concentración polínica muy baja. Además, las observaciones de campo indicaron que las plantas de los tres géneros son visitadas por insectos durante su época de polinización.

Liquidambar podría considerarse anemófilo por las características de los órganos productores de polen (DIMITRI, 1980). Sin embargo, la dispersión está limitada por las características

morfológicas de los granos: grandes, pesados y con exinas toscas y gruesas.

Las excepciones a la entomofilia dentro de este grupo correspondería a Moraceae, *Juglans* y *Nothofagus*, que se consideraran anemófilos (PLA DALMAU, 1961; CARAMIELLO LOMAGNO & al., 1983-84; MAJAS & al., 1992). Moraceae y *Juglans* suelen estar bien representados en el espectro atmosférico (BOUSSIOUD-COMBIERES & BARTHÉLÉMY, 1990). Esto sólo se verificó para *Juglans* cuya concentración polínica alcanzó valores relativamente altos (248 granos/m³ de aire).

Los grupos 2 y 3 están compuestos por taxones que dominan el espectro polínico: 92.39 % del polen arbóreo y comprenden el 37.38 % de los árboles en el área (sin considerar a *Cupressus*). De la existencia de una correlación positiva significativa entre el número de individuos y la concentración polínica de los taxones que forman estos dos grupos, puede deducirse su neta anemofilia como lo sugieren CARAMIELLO LOMAGNO & al. (1983-84) y DRIESSEN & DERKSEN (1989) a partir de resultados similares. Estas especies presentan el llamado "síndrome de anemofilia": flores unisexuales (diclino-monoicas), expuestas antes de que salgan las hojas o fuera de la masa de hojas, perianto pequeño o ausente, anteras y estigmas expuestos, granos de polen pequeños (entre 20 y 30 micrones); producidos en grandes cantidades.

y transportados por el viento (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979).

El elevado número de granos de polen de *Alnus* (subgrupo 2a1), proviene de un único ejemplar que se halla a 15 metros del muestreador. La falta de correspondencia entre el número de individuos y la concentración polínica fue citada para este género por CARAMIELLO LOMAGNO & al. (1983-84). En concordancia con JANSSEN (1959) y SPIEKSMAN (1983) podría concluirse entonces, que *Alnus* se halla sobrerrepresentado en el registro polínico.

También *Celtis* (subgrupo 2a1) se presenta con una alta concentración de polen en la atmósfera que no se relaciona con el escaso número de plantas de *C. australis* en el área estudiada. Según LATORRE (en prep.), la presencia de este tipo polínico se extiende más allá de la estación de floración de la especie citada y entonces, correspondería a *C. tala* cuya floración ocurre después y cuyas plantas se encuentran formando bosquecillos naturales ubicados a más de 20 km al NE de la ciudad.

Existen numerosos ejemplares de la familia Pinaceae en la zona (subgrupo 2a1). Sus granos de polen, con sacos aéreos, son propicios para la dispersión anemófila (JANSSEN, 1966) y además, son producidos masivamente (ZERBONI & al., 1991). Sin embargo, la concentración polínica registrada no alcanzó valores típicamente altos (entre 30% y 70% del polen registrado durante

abril y mayo, según BIANCHI 1994), debido a que la floración estaba finalizando cuando se inició el muestreo. Aunque el polen de Myrtaceae (subgrupo 2a1) se registra durante todo el año, las mayores concentraciones ocurren en primavera (BIANCHI, 1992).

Quercus es el taxón más diferenciado del grupo 2. En los alrededores del muestreador hay bosquecillos artificiales dentro de parques privados, compuestos por *Q. robur* y otros por *Q. ilex*. Este es un género anemófilo (MONTANARI & GUIDO, 1990) e importante productor de polen (SOLOMON & DURHAM, 1967), por lo cual muchas veces está sobrerrepresentado (JANSSEN, 1966). KÄPYLÄ (1984) sugiere que este género retiene algunas características de entomofilia debido principalmente a la superficie rugosa de sus granos de polen (grado 4 de anemofilia según PLA DALMAU, 1960).

Ulmus y *Platanus* (grupo 3) son estrictamente anemófilos (CARAMIELLO LOMAGNO & al., 1983-84; KÄPYLÄ, 1984; CARAMIELLO LOMAGNO, 1986), aunque PLA DALMAU les asigna un grado bajo de anemofilia (2 y 1 respectivamente). Su concentración polínica fue muy elevada, resultando ser dominantes durante el periodo analizado. Estos géneros presentan la mayor densidad de árboles en el área ya que, junto con los taxones del subgrupo 2a2: *Acer*, *Fraxinus* y *Populus*, son los más usados en el país para el arbolado de calles, plazas y avenidas

(DIMITRI, 1980). El viento que predominó durante la polinización de *Ulmus* y *Platanus* durante 1990, provino de la zona con mayor densidad de árboles. Esta variable atmosférica podría tener un rol importante en determinar la cantidad de polen en el aire.

Ulmus es un importante productor de polen (SOLOMON & DURHAM, 1967). En *Platanus*, los factores que influyen en la producción polínica son principalmente la edad y la dimensión de las plantas (CARAMIELLO LOMAGNO, 1986). Sin embargo, SOLOMON & DURHAM (1967) sugieren que la alta concentración de este tipo polínico se debe al elevado número de árboles implantados en las ciudades. En el área analizada, los árboles son todos de gran porte pero si se compara con el resto de la ciudad la densidad es relativamente baja. Se podría considerar que una parte del polen proviene de la vegetación más alejada (regional). Esto es posible ya que sus granos de polen son adecuados para el transporte eólico: diámetro pequeño, exina delgada y finamente reticulados (ALJARO & HOFFMANN, 1979).

El análisis aerobiológico resulta entonces, adecuado para describir el comportamiento de las especies de polinización anemófila y obtener indicadores ecológicos importantes, pero no siempre es representativo de la contribución de las especies de polinización zoófila (GAGNON & COMTOIS, 1989; DONINI & SUTRA, 1987). En el

momento de evaluar los casos particulares deben tenerse en cuenta la productividad polínica propia de cada taxón, las características aerodinámicas de sus granos de polen y la distancia entre las fuentes emisoras y la fuente colectora, ya que estas variables tienen un rol importante en determinar la representatividad polínica de las fuentes emisoras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (exa 11/93) y a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires por las facilidades brindadas. A Sara Alonso por su colaboración en la determinación taxonómica de los árboles; a Osvaldo Fernández y Pedro Laterra por sus importantes aportes metodológicos; a Claudio Pérez por su contribución en el desarrollo de este trabajo; y a M. Virginia Mancini por la lectura crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- AL-EISAWI, D. & DAJANI, A.J. (1988). Airborne pollen of Jordan. *Grana* 27: 219-227.
- ALJARO, M.E. & HOFFMANN, A.J. (1979). Periodos de polinización de especies anemófilas de Santiago (1975-1978). *Rev. Méd. Chile* 107:588.
- ALONSO, S.I.; MONTES, L.; NUCIARI, M. & CLAUSEN, A. (1984). *Arboles y arbustos. Clave vegetativa ilustrada de las principales especies cultivadas en el sudeste de la*

- provincia de Buenos Aires. Fac. de Ciencias Agrarias, UNMDP, Balcarce.
- ANDERBERG, M.R. (1973). **Cluster Analysis for applications**. Academic Press, New York.
- BANK, S. & CHANDA, S. (1992). Airborne pollen survey of Central Calcutta, India, in relation to allergy. *Grana* 31:72-75.
- BIANCHI, M.M. (1992). Rasgos estructurales del espectro polínico atmosférico de Mar del Plata (agosto 1987 - agosto 1989). *Ameghiana* 2:35-39.
- BIANCHI, M.M. (1994). **El muestreo aerobiológico en Mar del Plata. Aportes de una nueva metodología al Análisis del Polen. Su aplicación en el diagnóstico de la Polinosis**. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Monografía n. 10. Buenos Aires.
- BIRKS, H.B. & GORDON, A.D. (1985). **Numerical methods in quaternary pollen analysis**. Academic Press, London.
- BOUSSOU-D-COMBIERES, F. & BARTHÉ-LÉMY, L. (1990). Aspects anémophiles et entomophiles de la végétation urbaine de l'Est parisien. *Bull. Soc. bot. Fr.* 137(2):133-134.
- BURGOS, J.J. & VIDAL, A.L. (1951). **Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornwaite**. Dir. Gen. del S.M.N. Serie Agrometeorológica. 3:3-32. Buenos Aires.
- CARAMIELLO LOMAGNO, R.; POLINI, V. & SIMISCALCO, C. (1983-84). I pollini aerodiffusi di especie arboree ed arbustive in Torino (1981, 82, 83) nel periodo di massima concentrazione. *Allonia* 26:97-101.
- CARAMIELLO LOMAGNO, R. (1986). Dati aerobiologici e rapporto con le specie sul territorio. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* 19(329):297-307.
- CARAMIELLO, R.; POTENZA, A.; MIGLIETTA, P. & SINISCALCO, C. (1992). Replanning the layout of an inner city park by planting species with a low allergological impact. *Aerobiol.* 8:133-140.
- DIMITRI, M.J. (1980). **Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería**. 3 ed. Acme S.A.C.I.
- DONINI, D. & SUTRA, J.P. (1987). Recherches aéropalynologiques á Paris et dans sa banlieue. Nouveaux résultats. *Grana* 26: 81-90.
- DRIESSEN, M.N.B.M.; VAN HERPEN, R.M.A. & MOELANDS, R.P.M. (1989). Prediction of the start of the grass pollen season for the western part of Netherlands. *Grana* 28:37-44.
- DRIESSEN, M.N.B.M. & DERKSEN, J.W.M. (1989). The principal airborne and allergenic pollen species in the Netherlands. *Aerobiol.* 5:87-93.
- ERDTMAN, G. (1971). **Pollen morphology and plant taxonomy**. Angiosperm. Hafner Pub. Co., New York.
- ERIKSSON, N.E.; WIHL, J.A.; ARRENDAL, H. & STRADHEDE, S.O. (1984). Tree pollen allergy. II. Sensibilization to various tree pollen allergens in Sweden. A multicentre study. *Allergy* 39:610-617.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1966). **Textbook of pollen analysis**. Scandinavian University Books, Copenhagen.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. (1979). **The principles of pollination ecology**. Pergamon Press, Oxford.
- FOUNTAIN, D.W. & CORNFORD, C.A. (1991). Aerobiology and Allergenicity of Pinus-Radiata pollen in New-Zealand. *Grana* 30:71-75.
- GAGNON, L. & COMTOIS, P. (1989). **Urban Aeropalynology: Is one sampling state-representative of the pollen rain?** In: P. COMTOIS (Ed.). *Aerobiology, Health, Environment, A Symposium*. pp. 43-54. Universit de Montréal, Montréal.

- HALWAGY, M.H. (1988). Concentration of airborne pollen at three sites in Kuwait. *Grana* 27:53-62.
- HEUSSER, C.J. (1971). **Pollen and spores of Chile**. Univ. Arizona Press, Tucson.
- HOFFMANN, A.J.; MONTENEGRO, G.; ALJARO, M.E. & HOFFMANN, A.E. (1976). Periodos de polinización de especies alérgicas en el area urbana de Santiago (1975-1976). *Rev. Méd. Chile* 104:787-790.
- HOFFMAN, A.; RIVEROS, F.; ARAYA, S.; RIVERA, O.; AVILA, G.; MONTENEGRO, G. & ALJARO, M.E. (1978). Identificación y recuento de polen atmosférico en el centro de Santiago (1976-1977). *Rev. Méd. Chile* 106:595-600.
- JANSSSEN, C.R. (1966). Recent pollen spectra from the desiduous and coniferous desiduous forests of northeastern Minnesota: A study in pollen dispersal. *Ecol.* 47:804-825.
- JANSSSEN, C.R. (1973). Local and regional pollen deposition. In: H.J.B. GORDON & R.G. WEST (eds.). **Quaternary plant ecology**. pp. 31-43. Backwell Sci. Publ., Oxford.
- KAPP, R.O. (1969). **Pollen and Spores**. W.M. C. Brown Co., Publishers.
- KÄPYLÄ, M. (1984). Diurnal variation of tree pollen in the air in Finland. *Grana* 23:167-176.
- LATORRE, F. (1993). **Relación entre la concentración de polen en la atmósfera y la vegetación arbórea de la ciudad de Mar del Plata**. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- LEWIS, W.H. & VINAY, P. (1983). North American pollinosis due to insect-pollinated plants. *An. Allergy* 42:309-318.
- MAJAS, F.D.; NOETINGER, M. & ROMERO, E.J. (1992). Airborne pollen and spores monitoring in Buenos Aires city: a preliminary report. Part I. Trees and Shrubs (AP). *Aerobiol.* 8:285-296.
- MARKGRAF, V. & D'ANTONI, H.L. (1978). **Pollen flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae**. The University of Arizona Press, Tucson.
- MEIFFREN, I. (1988). Airborne pollen of Toulouse, southern France. Comparison with Bordeaux and Montpellier. *Grana* 27:183-201.
- MONTANARI, C. & GUIDO, M. (1990). Correlazione tra pioggia pollinica e vegetazione in alcune aree campione della città di Genova. *Inf. Bot. Italiano* 21(1-3):353-358.
- MOORE, P.D. & WEBB, J.A. (1978). **An Illustrated Guide to Pollen Analysis**. Hodder and Stoughton, London.
- MOSEHOLM, L.; WEEKE, R.E. & PETERSON, B.N. (1987). Forecast of pollen concentration of Poaceae (Grasses) in the air by Time Series Analysis. *Pollen et Spores* 29:305-322.
- NEGRINI, A.C.; EBBLI, A.; TROISE, C. & VOLTINI, S. (1987). La sensibilizzazione al polline di piante arboree. 1) Note botaniche e rassegna della letteratura. *Folia Allergol. Immunol. Clin.* 34:57-66.
- NEGRINI, A.C. (1992). Pollens as allergens. *Aerobiol.* 8:9-15.
- OROURKE, M.K. (1986). **The implication of atmospheric pollen rain for fossil pollen profiles in the arid southwest**. Tesis Doctoral, University of Arizona.
- OROURKE, M.K. (1990). Pollen reentrainment: contributions to the pollen rain in an arid environment. *Grana* 29:147-152.
- PEREZ, C. (1991). Control diario del polen atmosférico de Mar del Plata. **Caracterización del espectro polínico e identificación de sus determinantes meteorológicas**. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- PLA DALMAU, J.M. (1961). **Polen. Estructura y características de los granos de polen. Precisiones morfológicas sobre el polen de**

- especies recolectadas en el N. E. de España. Polinización y Aeropalinología.** Tesis Doctoral Univ. Barcelona.
- PRANDINI, N.; GHERSON, G.; ZAMBANINI, G.; CONCI, S.; SALVATERRA, A. & BENAMATI, G. (1992). Pollinosis in Trentino (Northern Italy). Aerobiological and clinical research. *Aerobiol.* 8:38-45.
- PRENTICE, C. (1985). Pollen representation, source area and basis size: Toward a unified theory of pollen analysis. *Quaternary Res.* 23:76-86.
- PRIETO, A.R. (1989). **Palinología de Empalque Querandíes, Provincia de Buenos Aires. Un modelo paleoambiental para el Pleistoceno tardío - Holoceno.** Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. (1979). **Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica.** H. BLUME, Madrid.
- SOLOMON, A.M. & HAYES, H.D. (1980). Impacts of urban development upon allergenic pollen in a desert city. *J. Arid. Environ.* 3:167-178.
- SOLOMON, W.R. & DURHAM, O.C. (1967). Pollen and Plants that produce them. In: J.M. SHELDON, R.G. LOVELL & K.P. MATEWS (eds.). **An anual of Clinical Allergy.** Cap.16, W.B. Saunders Co., Philadelphia.
- SOLOMON, W.R. & MATEWS, K.P. (1978). Aerobiology and Inhalant Allergens. In: E. ADDLETON; CH. REED & E. ELLIS (eds). **Allergy Principles and Practice.** The C. Mosby Co., Missouri.
- SPIEKSMAN, F.T.H.M. (1983). Airborne pollen concentration in Leiden, The Netherlands, 1977-1981. I Trees and shrubs flowering in spring. *Grana* 22:119-128.
- SPIEKSMAN, F.T.H.M. (1990). Pollinosis in Europe: New observations and developments. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 64:35-40.
- TAUBER, H. (1967). Differential pollen dispersion and filtration. In: E.J. CUSHING & H.E.JR. WRIGHT (eds.). **Quaternary Palaeoecology.** Yale University Press, Yale.
- THOMMEN, A.A. (1931). Asthma and hayfever. Thomas Springfield. In: A.C. NEGRINI; A. EBBLI; C. TROISE & S. VOLTINI (1987). La sensibilizzazione al polline delle piante arboree I. Note botaniche e rassegna della letteratura. *Folia Allergol. Immunol. Clin.* 34:57-66.
- TORREGUITART ZORRILLA, A.; BELMONTE SOLER, J. & ROURE NOLLA, J.M. (1990). Estudio comparativo del contenido polínico atmosférico en las Islas Baleares. In: G. BLANCA & al. (eds.), **Polen, esporas y sus aplicaciones,** pp. 377-384. Dept. Botánica, Univ. Granada, Granada.
- ZERBONI, R.; MANFREDI, M.; CAMPI, P. & ARRIGONI, P.V. (1986). Correlation between aerobiological and phytogeographical investigations in the Florence area. *Aerobiol.* 2:2-13.
- ZERBONI, R. & MANFREDI, M. (1988). Utilization of aerobiological, phenological and phytogeographical data in allergology. *Aerobiol.* 4:27-32.
- ZERBONI, R.; ARRIGONI, P.V.; MANFREDI, M.; RIZZOTTO, L.; PAOLETTI, L. & RICCI, C. (1991). Geobotanical and phenological monitoring of allergenic pollen grains in the Florence area. *Grana* 30:357-363.