

POLLEN DIVERSITY IN THE AIR OF DIAMANTE (ENTRE RÍOS, ARGENTINA)

DIVERSIDAD POLÍNICA EN EL AIRE DE DIAMANTE (ENTRE RÍOS, ARGENTINA)

Fabiana Latorre & Marta A. Caccavari †

Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Autónoma de Entre Ríos
Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción
(CICYTTP-CONICET). Diamante, Provincia de Entre Ríos, Argentina
latorre@mdp.edu.ar

ABSTRACT. The first aerobiological survey of Diamante atmosphere (Entre Ríos, Argentina) was performed. We present here the preliminary results of one year analysis whose main objective was to determine the diversity of local and regional vegetation and the dynamics of floral phenology. Pollen data were obtained with a continuous, and volumetric methodology using a Hirst type sampler (Lanzoni), which allows the aerobiologic comparison with any site around the world, besides of its direct application in allergological medicine. The most abundant pollen types in the air in decreasing order of importance were: Moraceae (with 60% of the annual total pollen, ATP), Poaceae, Cupressaceae, *Fraxinus*, *Salix*, Asteraceae Asteroideae, *Celtis*, *Ambrosia*, *Artemisia*, Urticaceae and Cyperaceae. Each one of these taxa reached at least 2% of the ATP. If Moraceae is not considering, all the above taxa including *Platanus* account for 76% of ATP. Relationship between pollen and temperature was positive, and between pollen and humidity was negative. It is discussed if it exists differential representativity of the native species (regional) in relation to exotics ones (local) in the pollen spectrum, and the possibility of transport from medium or long distances.

KEY WORDS. Aerobiology. Pollen diversity and seasonality. Meteorological variables. Local and regional vegetation. Urban area.

RESUMEN. Se realizó el primer análisis aerobiológico de la atmósfera de Diamante (Entre Ríos, Argentina). Se presentan los resultados preliminares de un año de monitoreo, cuyos objetivos principales fueron: determinar la diversidad de la vegetación local y regional, y su dinámica fenológica. Los datos polínicos provienen de un muestreador volumétrico y continuo del tipo Hirst (Lanzoni), que permite obtener resultados comparables con el resto del mundo, además de su directa aplicación en medicina alergológica. Los tipos polínicos más abundantes fueron, en orden decreciente: Moraceae (con 60% del polen total anual, PTA), Poaceae, Cupressaceae, *Fraxinus*, *Salix*, Asteraceae, Asteroideae, *Celtis*, *Ambrosia*, *Artemisia*, Urticaceae y Cyperaceae. Cada uno de estos taxones alcanzó al menos 2% del PTA. Sin considerar a Moraceae, los taxones anteriores más *Platanus*, reúnen el 76% del PTA. La relación entre el polen y la temperatura fue positiva, y entre el polen y las humedad relativa fue negativa. Se discute si existe una representación diferencial de las especies nativas (regionales) en relación a las plantas exóticas (locales), y la posibilidad de un transporte de media o larga distancia.

PALABRAS CLAVES. Aerobiología. Diversidad y estacionalidad polínica. Variables meteorológicas. Vegetación local y regional. Área urbana.

INTRODUCCIÓN

La Aerobiología es una disciplina científica que comprende el estudio de la diversidad y concentración en las distintas épocas del año, de partículas de origen biológico (como granos de polen y esporas de hongos), que son transportadas en forma pasiva por la atmósfera. Además, trata aspectos relacionados, tales como: la vegetación que produce el polen y la fenología de su floración en relación al clima, y los factores atmosféricos que gobiernan el movimiento de las masas de aire (Li & Kendrick, 1995). Se entiende como Ecología de la atmósfera (Edmonds & Benninhoff, 1973), ya que es una disciplina científica que trata a los organismos vivos y a las partículas de origen biológico transportados en forma pasiva por la atmósfera, incluyendo su diversidad, abundancia y dependencia y repercusión en el entorno. Es una rama de la ciencia relativamente nueva que ha tenido una rápida expansión en todo el mundo, especialmente en Europa, en relación a los trastornos alérgicos que afectan a un 10-15% de la población y a los problemas de ataques fúngicos a los cultivos por nubes de esporas patógenas.

El registro de las variaciones fenológicas a través del análisis aeropalínológico resulta fundamental para la comprensión de la dinámica de las comunidades y como indicador de la respuesta de los organismos a las condiciones climáticas y ambientales de una zona. Sin embargo, existen dos fuentes de información que es necesario estudiar. Por un lado, la variación temporal en la productividad polínica que refleja la respuesta fenológica de las especies frente a las variaciones climáticas ocurridas y, por el otro, la emisión y el transporte polínico que resultan afectados por fenómenos meteorológicos. Todas estas condiciones determinan las formas de las curvas aerobiológicas (Rizzi Longo & Cristofolini, 1987).

En términos generales, se trata de abordar el conocimiento de la diversidad vegetal, partiendo de la hipótesis de que la composición de la vegetación determina distintos patrones de concentración del polen en la atmósfera, y que los cambios estructurales y fenológicos como resultado de su interacción con el ambiente, se reflejan en el espectro de polen atmosférico.

Este trabajo forma parte de un proyecto general más amplio, que constituye el primer estudio aerobiológico llevado a cabo en el Litoral Argentino. Aquí se presentan los resultados del análisis

INTRODUCTION

Aerobiology is a scientific discipline that studies, throughout the year, the diversity and concentration of particles of biological origin (such as pollen grains and fungus spores) transported passively by the atmosphere. In addition, it deals with related aspects such as: the vegetation producing the pollen and the phenology of its flowering in relation to climate, as well as the atmospheric factors governing the movement of air masses (Li & Kendrick, 1995). It is termed Ecology of the atmosphere (Edmonds & Benninhoff, 1973) because it is a scientific discipline that studies live organisms and particles of biological origin transported passively in the atmosphere, including its diversity, abundance as well as dependence on, and effect in, the environment. It is a relatively new branch of science that is rapidly expanding worldwide, especially in Europe, in relation to the allergies that affect 10-15% of the population and problems associated with the fungi that attack crops with clouds of pathogenic spores.

The record of the phenological variations through aeropalynological analysis is fundamental for the understanding of the dynamics of communities and as an indicator of the response of the organisms to climatic and environmental conditions of a given zone. However, there are two sources of information that need to be studied. On the one hand, the temporal variation in the pollen productivity which reflects the phenological response of the species to climatic variations, and on the other, the pollen emission and transport affected by meteorological phenomena. All of these conditions determine the shapes of the aerobiological curves (Rizzi Longo & Cristofolini, 1987).

In general terms, the hypothesis to study plant diversity is that the vegetation's composition determines different patterns of atmospheric pollen concentration, and that the structural and phenological changes, as a result of its interaction with the environment, are reflected in the spectrum of atmospheric pollen.

This work is part of a bigger project which represents the first aerobiological study carried out in an Argentine littoral zone. Presented here are the results of the aerobiological analysis of a reproductive cycle, in which the patterns of pollen concentration in the atmosphere of Diamante (Entre Ríos) were studied using volumetric and

aerobiológico de un ciclo reproductivo en el cual se analizaron los patrones de concentración polínica de la atmósfera de Diamante (Entre Ríos) con metodología volumétrica y continua según lo propuso Hirst (1952) con un captador de succión (Lanzoni). Se analizó además, la representación de la flora urbana y el aporte de la vegetación nativa de las ecoregiones involucradas.

ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Diamante (32° 03'43" S; 60° 38'39" W) se ubica en el centro-oeste de la provincia de Entre Ríos, sobre el río Paraná. El distrito posee dos sectores netamente contrastantes en los aspectos físicos, botánicos y productivos: tierra firme (55% de su superficie) y sectores insulares (45%) (INTA, 1991). Comprende tres provincias fitogeográficas: Pampeana, Paranaense y del Espinal (Cabrera, 1994). Es una zona predominantemente agrícola, pero en la región insular la vegetación primitiva se ha conservado (Muñoz, 1991) e incluye el Parque Nacional Predelta que posibilita preservar uno de los humedales más importantes del territorio como es el delta superior del río Paraná, con elementos que corresponden a la Región Neotropical Dominio Amazónico, Provincia Paranaense, Selvas Marginales (Cabrera, 1994). El clima es templado-cálido y húmedo, las temperaturas medias anuales rondan los 19° C y el régimen pluviométrico es de 900 mm anuales (Rojas & Salusso, 1987).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras del polen presente en la atmósfera se obtuvieron siguiendo una metodología continua y volumétrica utilizando un muestreador de succión Lanzoni (tipo Hirst, 1952), ubicado a 15 metros de altura, en la torre de agua del edificio del Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP-CO-NICET) ubicado en un extremo de ciudad y frente al río Paraná (Fig. 1).

La vegetación urbana corresponde a especies empleadas en el arbolado público, como *Fraxinus americana* L. y *F. pennsylvanica*, *Tabebuia avellanae* Lorentz ex Griseb, *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. y especies de la familia Cupressaceae, todas ellas muy empleadas en la ornamentación de calles y parques públicos, y especies de herbáceas espontáneas que

continuous methodology according to Hirst (1952), with a suction sampler (Lanzoni). The representation of the urban flora and the contribution of the native vegetation in the ecoregions involved were also analysed.

AREA OF STUDY

The city of Diamante (32° 03'43" S; 60° 38'39" W) is situated in the mid-west of Entre Ríos province, next to the Parana river. The district has two completely contrasting sectors in its physical, botanical and productive aspects: mainland (55% of its surface) and insular sectors (45%) (INTA, 1991). It comprises three phytogeographic areas: Pampeana, Paranaense y del Espinal (Cabrera, 1994). It is a predominantly agricultural zone, although in the insular region the original vegetation has been conserved (Muñoz, 1991) and includes the National Predelta Park (Parque Nacional Predelta) which allows preservation of one of the most important areas of wetlands of the region as it is the upper delta of the Parana river, with elements that correspond to the Neotropical Region, Amazonic, Domain, the Paranaense Province, riverine forest (Cabrera, 1994). The climate is temperate-warm and humid, with average annual temperatures around 19° C and an annual pluviometric regime of 900 mm (Rojas & Salusso, 1987).

MATERIALS AND METHODS



Fig. 1: Geographical location of the sampling site and pollen sampler. Map modified from Aceñolaza *et al.* 2004.
Fig. 1: Ubicación geográfica del sitio de muestreo y captador de polen. Mapa modificado de Aceñolaza *et al.* 2004.

The pollen samples in the atmosphere were obtained following a continued volumetric

crecen en terrenos abandonados y las ornamentales. La flora nativa circundante está representada por especies de ámbito ribereño e insular como: *Salix humboldtiana* Willd., *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav., *Erythrina crista-galli* L. y *Acacia caven* (Molina) Molina (Aceñolaza *et al.*, 2004). El área también tiene influencia directa de la flora nativa del Parque Nacional Pre-Delta (PNPD) ubicado 6 km al sur de la ciudad.

El aparato eléctrico especialmente diseñado para estudios aerobiológicos, consta básicamente de una bomba aspirante que genera un flujo de aire de 10 litros por minuto (este volumen de aire es igual al de la respiración humana, hecho que hace de este aparato la herramienta ideal para estudios epidemiológicos y de alergias). El flujo de aire con todas las partículas que contiene, pasa al interior del aparato a través de una ranura e impacta sobre una cinta con propiedades adhesivas gracias a que se deposita sobre ella con un pincel, una fina película de una sustancia adherente, generalmente una solución de silicona. Ésta es una cinta plástica de 2cm de ancho que se dispone tensada alrededor de una pieza cilíndrica llamada tambor que gira a velocidad constante 2mm por hora (justo el ancho de la boquilla por donde entra el aire) y que se localiza en el interior del aparato. El giro del tambor se regula con un reloj que ya está incorporado y que mantiene el giro continuo de dicho tambor. La disposición del tambor así preparado en el interior del captador es tal que, impulsado por mecanismo de relojería, gira continuamente a razón de 2mm/hora, dando una vuelta completa por semana. Esta rotación que efectúa el tambor, hace que las partículas impulsadas contra la superficie receptora queden retenidas de forma secuencial. Una vez a la semana se sustituye la superficie receptora. La cinta expuesta, se extrae del tambor y se fracciona en tramos de 48 mm que corresponden a intervalos de 24 horas, uno por cada día de la semana. Con cada fragmento montado sobre un portaobjetos, se realiza un preparado microscópico (teñido y fijado con glicerina-gelatina con fucsina) y es analizado al microscopio óptico. Este método posibilita la obtención periódica de resultados hasta con precisión horaria, ya que las partículas se van depositando secuencialmente sobre una cinta que se expone a la atmósfera a una velocidad constante.

El análisis microscópico de las muestras procedentes de un captador Hirst, se hace sobre el material tal como se obtiene, es decir, con las partícu-

methodology using a Lanzoni suction sampler (Hirst, 1952), placed at a 15 meters height, on the water tower of the Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP-CONICET). The CICyTTP building in Diamante is at the edge of the city by the Paraná river. (Fig. 1).

The urban vegetation comprises species used along streets such as *Fraxinus americana* L. y *F. pennsylvanica* Marshall, *Tabebuia avellaneda* Lorentz ex Griseb., *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. and species of the Cupressaceae family, all of which are much used in the ornamentation of roads and public parks, and adventitious herbaceous species that grow in vacant land and the ornamentals. The surrounding native flora is represented by riparian and insular species such as: *Salix humboldtiana* Willd., *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav., *Erythrina crista-galli* L. y *Acacia caven* (Molina) Molina (Aceñolaza *et al.*, 2004). The area is also directly influenced by the native flora of the Pre-Delta National Park (PNPD), 6 Km south of the city.

The electric apparatus specially designed for aerobiological studies mainly comprises a suction pump generating an airflow of 10 litre per minute (as in human respiration, which makes the apparatus the ideal tool for epidemiological and allergy studies). The airflow, with all the particles it contains, passes to the apparatus's interior through a slit and hits a tape which has been made adhesive by applying a fine film of a sticky substance, generally a silicone solution. This 2cm-wide plastic tape is placed tightly around a cylindrical part within the apparatus called drum which turns at a constant velocity of 2mm per hour (2mm is the width of the mouth from where the air enters). The continuous turning movement of the drum is driven by a clockwork mechanism and at 2mm per hour it completes a turn after a week. Because of the rotation of the drum, the particles that hit the receptive surface are retained in a sequential manner. The receptive surface is substituted once a week. The exposed tape, is removed from the drum and is cut into 48 mm pieces which correspond to 24 hour intervals, one for each day of the week. With each fragment mounted onto a slide, a microscopy preparation is made (stained and fixed with glycerin-jelly with fuchsine) and examined under optical microscope. This method permits to obtain periodic results with hourly precision, as the

las bióticas con contenido citoplásmico, junto con otras partículas, minerales y orgánicas, montadas directamente sobre portaobjetos.

Sobre cada preparado microscópico (correspondiente a un día), se realizaron recuentos polínicos diarios sobre barridos horizontales (trascetas longitudinales en el sentido del eje mayor del preparado) o sea, en el mismo sentido del giro del tambor. Para calcular la concentración de granos de polen por metro cúbico de aire (p/m^3), se divide el número de partículas contadas por el volumen de aire en el cual estaban contenidas (Rogers & Muilenberg, 2001; Galán Soldevilla *et al.* 2007) considerando que:

A: es el área impactada, en la que se depositaron las partículas en la cinta. Tiene 14mm de ancho, que corresponde al ancho de la boquilla del muestreador por donde el aire ingresa.

F: fracción del área impactada en la que se realizan los recuentos.

FA: flujo de aire o volumen de succión

TE: tiempo de exposición

V: volumen de aire, en m^3

D: diámetro medio del campo de visión al microscopio

$$V = F \times FA \times TE = \frac{D \times FA \times TE}{A}$$

Bajo condiciones normales de operación, las constantes son:

A = 14mm = 14000 μm

FA = 10 litros/min = 0.01 m^3 /min

TE = 24 horas = 1440 min

D = X μm * (cada campo de microscopio es diferente, de modo que su diámetro debe ser siempre medido con escala)

Por lo tanto el volumen de aire (V) en m^3 es:

V = (X μm / 14000 μm) x 0.01 m^3 / min x 1440 min

Para calcular la concentración de partículas contadas, se divide el número de partículas contadas por el volumen muestreado.

P: número de partículas contadas

P/ m^3 : concentración de partículas contadas por volumen de aire (# P / V).

Esta es la concentración media diaria, aunque los resultados pueden expresarse en intervalos de tiempo mayores (semanales, mensuales, anuales).

Aquí se presentan los resultados de un año de

particles are deposited sequentially, at a constant velocity, on the tape exposed to the atmosphere.

The microscopic analysis of the samples taken from the Hirst sampler is carried out over the material just as it is obtained, that is, with the biotic particles with a cytoplasmic content along with other particles, minerals and organics mounted directly on the slides.

Each microscopy preparation (corresponding to a day) pollen counts are made on horizontal sweeps along the slides (longitudinal transects parallel to the main axis of the preparation), that is in the same direction in which the drum turns. To calculate the concentration of pollen grains per cubic meter of air (p/m^3), the number of particles counted is divided by the volume of air in which they were contained (Rogers & Muilenberg, 2001; Galan Soldevilla *et al.*, 2007) considering that:

A: is the impact area on which the particles were deposited on the tape. Being 14mm wide, it is equal to the width of the mouth of the sampling trap from where the air enters.

F: fraction of the impact area where the recounts are made.

FA: airflow or suction volume

TE: exposition time

V: air volume, en m^3

D: Average diameter of field of vision on microscope

$$V = F \times FA \times TE = \frac{D \times FA \times TE}{A}$$

Under normal operating conditions, the constants are:

A = 14mm = 14000 μm

FA = 10 litres/min = 0.01 m^3 /min

TE = 24 hours = 1440 min

D = X μm * (each field of view under the microscope is different, thus its diameter must always be measured using a scale).

As such, the air volume (V) in m^3 is:

V = (X μm / 14000 μm) x 0.01 m^3 / min x 1440 min

To calculate the concentration of counted particles, the number of counted particles is divided by the volume sampled.

P: number of counted particles

P/ m^3 : concentration of counted particles per air volume (# P / V).

This is the daily average concentration, although

monitoreo, desde el 16 marzo 2005 al 15 marzo 2006. Durante tres semanas (fines de abril, mediados de agosto y fines de setiembre), ocurrieron problemas operacionales que produjeron la pérdida de las muestras en esos breves períodos.

La identificación de los tipos polínicos se realizó consultando bibliografía (Wodehouse, 1959; Kapp, 1969; Erdtman, 1971; Heusser, 1971; Bassett *et al.*, 1978; Markgraf & D'Antoni, 1978; Moore & Webb 1978; Roubik & Moreno 1991; Moore *et al.*, 1991; Pire *et al.*, 1998, 2001 y 2006; entre otros) y material de colecciones de referencia.

Los datos de temperatura (maxima, minima y media), dirección y velocidad de los vientos y número de días e intensidad de las precipitaciones, fueron provistos por el INTA Oro Verde. Se analizó la relación entre estas principales variables meteorológicas y la concentración de polen, mediante un análisis de correlación de Spearman (Sokal & Rohlf, 1979)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de un año de muestreo atmosférico de la ciudad de Diamante, se registró una concentración de polen total de 44191 p/m³. Las menores concentraciones ocurren entre abril y julio (4% del total anual), con un mínimo en junio. Las máximas concentraciones ocurren entre setiembre y octubre (con el 77% del polen anual), habiéndose registrado el máximo a principios de octubre (Fig. 2).

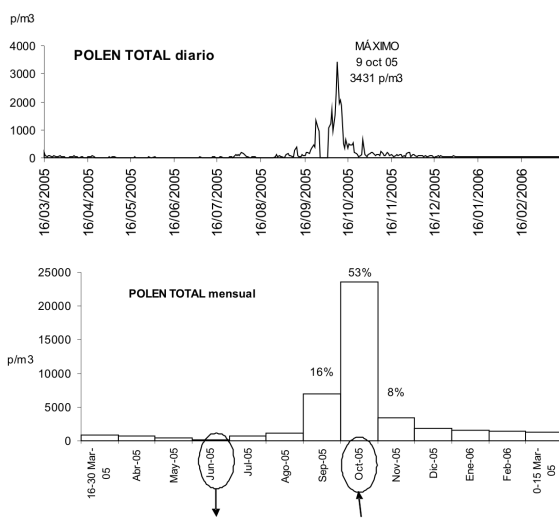


Fig. 2: Daily and monthly concentration of total pollen.
Fig. 2: Concentración diaria y mensual del polen total.

results can be expressed at longer intervals (weekly, monthly, annual).

Presented here are results of one year's monitoring, from 16th March 2005 to 15th March 2006. During three weeks (end April, mid August and end September) operational problems resulted in the loss of samples.

The identification of the pollen types were carried out consulting bibliography (Wodehouse, 1959; Kapp, 1969; Erdtman, 1971; Bassett *et al.*, 1978; Markgraf & D'Antoni, 1978; Moore & Webb, 1978; Roubik & Moreno, 1991; Moore *et al.*, 1991; Pire *et al.*, 1998, 2001 and 2006; among others) and material from reference collections.

The temperature data (maximum, minimum and average), wind direction and velocity, number of days, as well as intensity of precipitation were provided by the INTA Oro Verde. The relation between these principal meteorological variables and pollen concentration was analyzed using Spearman correlation analysis (Sokal & Rohlf, 1979).

RESULTS AND DISCUSSION

During a one-year period of atmospheric sampling of Diamante, a total pollen concentration of 44191 p/m³ was recorded. Lower concentrations occurred between April and July (4% of the annual total) with a minimum in June. The highest concentration occurred between September and October (with 77% of the annual pollen), with a maximum at the beginning of October (Fig. 2).

The pollen correlated significantly with temperature ($r_s = 0.56, p < 0.05$) and relative humidity ($r_s = -0.85, p < 0.001$), while it did not correlate significantly with wind velocity ($r_s = -0.20$) nor with precipitation ($r_s = -0.02$) (Fig. 3).

High temperature seems to have physiological

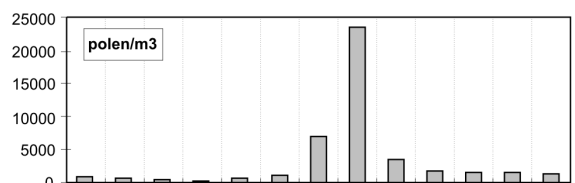


Fig. 3: Monthly data of pollen concentration and meteorological variables.
Fig. 3: Datos mensuales de concentración polínica y variables meteorológicas.
Continúa pág. 13

El polen presentó asociaciones significativas con la temperatura ($r_s = 0.56$, $p < 0.05$) y la humedad relativa ($r_s = -0.85$, $p < 0.001$), y no significativas con la velocidad del viento ($r_s = -0.20$) y con las precipitaciones ($r_s = -0.02$) (Fig.3).

Una alta temperatura y la baja humedad relativa, parece resultar de los efectos fisiológicos de la sumas de temperaturas sobre el crecimiento y reproducción de las plantas herbáceas y, en este caso, no tanto por efectos instantáneos de las variables atmosféricas sobre los granos en suspensión (Trigo *et al.*, 1996). En Mar del Plata, Latorre (1999a) encontró que el polen de árboles se correlaciona negativamente con la temperatura, y se asocia con la fenología floral de los árboles que comienzan a florecer a fines del invierno con bajas temperaturas y progresa a medida que éstas aumentan, aunque cuando son máximas (verano) ya no hay prácticamente árboles anemófilos en flor. En Diamante, las especies arbóreas que más aportan al espectro polínico no son, en principio, de floración temprana, y la temperatura podría afectar tanto a la producción como a la emisión de polen. Por otra parte, el aumento de temperatura y la disminución de la humedad relativa, no sólo favorece la antesis y la dehiscencia de anteras (Recio *et al.*, 1997), sino también la permanencia del polen en el aire (O'Rourke, 1986).

En total se registraron 68 tipos polínicos (37 pertenecientes a árboles y 31 a hierbas) (Tabla I). Al igual que Diamante, el espectro polínico de Mar del Plata es altamente diverso, alrededor de 75 taxones diferentes (Latorre *et al.*, 2008). Resultados similares fueron obtenidos para otras ciudades de la Argentina: La Plata (Nitíu, 2006) con 79 tipos polínicos, Buenos Aires (Nitíu *et al.*, 2003) con 54, Bariloche (Bianchi & Olabuenaga, 2006) con 66. Si bien estas ciudades tienen un clima templado, distan entre 52 km y 1800 km, y la vegetación nativa de sus áreas de influencia es muy diferente, correspondiendo a distintas provincias fitogeográficas (Cabrera, 1994). Sin embargo, la tendencia histórica en el arbolado urbano de estas ciudades argentinas es similar, al igual que el uso de plantas ornamentales de origen principalmente europeo.

Se clasificaron a los taxones de acuerdo a su abundancia: a) alta: 26592 p/m³ (sólo incluye a Moraceae con un 60% del polen total anual, b) media: 1000-4000 p/m³, c) baja: 200-1000 p/m³, y d) muy baja: <200 p/m³ (50 taxones que reúnen sólo

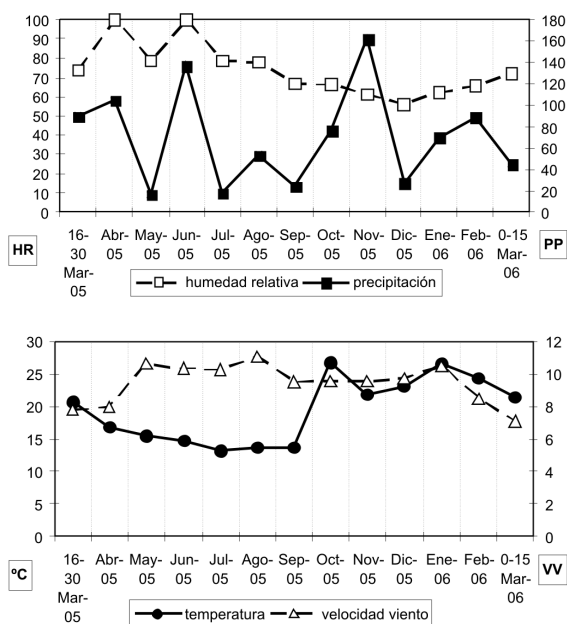


Fig.3: Monthly data of pollen concentration and meteorological variables.

Fig. 3: Datos mensuales de concentración polínica y variables meteorológicas.

effects on the growth and reproduction of herbaceous plants and, in this case, not so much on maintenance and transport of pollen grains in the air (Trigo *et al.*, 1996). In Mar del Plata, Latorre (1999a) found that tree pollen has a negative correlation with temperature and is associated with the floral phenology of trees that start to flower at winter's end with low temperatures and then progress as temperatures rise, although at maximum temperatures (summer) there are virtually no anemophilous trees in bloom. In Diamante, the tree species that contribute most to the pollinical spectrum do not typically flower early, and temperature could affect both production as well as pollen emission. On the other hand, temperature increases and relative humidity decreases not only favour the anthesis and the dehiscence of anthers (Recio *et al.*, 1997), but also the permanence of pollen in the air (O'Rourke, 1986).

In total, 68 pollinical types were recorded (37 pertaining to trees and 31 to herbs) (Table I). As in Diamante, the pollen spectrum in Mar del Plata is highly diverse, around 75 different taxa (Latorre *et al.*, 2008). Similar results were obtained in other Argentine cities: La Plata (Nitíu, 2006) with 79 pollen types, Buenos Aires (Nitíu *et al.*, 2003) with 54, Bariloche (Bianchi & Olabuenaga, 2006)

Table I: Pollen diversity in the atmosphere of Diamante.
Tabla I: Diversidad polínica en la atmósfera de Diamante.

| TAXON | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| <i>Acalypha</i> | <i>Echium</i> | <i>Phytolacca dioica</i> |
| <i>Acer</i> | <i>Ephedra</i> | Pinaceae |
| <i>Ailanthus</i> | <i>Erythrina crista-galli</i> | <i>Plantago</i> |
| <i>Alnus</i> | Fabaceae Mimosoideae (poliada) | <i>Platanus</i> |
| <i>Alternanthera</i> | Fabaceae Mimosoideae (tétrada) | Poaceae |
| <i>Ambrosia</i> | Fabaceae Papilionoideae | Pontederiaceae |
| Apiaceae | Fabaceae Papilionoideae (t. <i>Adesmia</i>) | <i>Populus</i> |
| <i>Artemisia</i> | <i>Fraxinus</i> | <i>Prosopis</i> |
| Asteraceae Asteroideae | <i>Heliotropium</i> | Ranunculaceae (<i>Clematis</i> type) |
| Asteraceae Cichoroideae | <i>Holocheilus hieracioides</i> | <i>Ricinus</i> |
| <i>Betula</i> | <i>Hovenia dulcis</i> | <i>Rivinia</i> type |
| Bignoniaceae (<i>Campsis</i> type) | <i>Juglans</i> | Rosaceae |
| Bignoniaceae (<i>Jacaranda</i> type) | <i>Juncus</i> | <i>Rumex</i> |
| <i>Brachychiton populneum</i> | Labiatae | <i>Salix</i> |
| Brassicaceae | <i>Ligustrum</i> | Sapindaceae (<i>Serjania</i> type) |
| Caryophyllaceae | <i>Melia</i> type | <i>Schinus</i> |
| <i>Casuarina</i> | Monocotiledoneae inaperturada | Solanaceae |
| <i>Celtis</i> | Monocotiledoneae monocolpada | <i>Typha angustifolia</i> |
| Chenopodiineae | Moraceae | <i>Typha latifolia</i> |
| <i>Cleome</i> | Myrtaceae | Ulmaceae |
| <i>Corylus</i> | <i>Nothofagus</i> | Urticaceae |
| Cupressaceae | <i>Nymphoides indica</i> type | Verbenaceae |
| Cyperaceae | <i>Olea</i> | |

el 4% del total anual) (Fig. 4).

Los tipos polínicos que resultaron más abundantes en la atmósfera de Diamante fueron: *Ambrosia*, *Artemisia*, Asteraceae Asteroideae, *Celtis*, Chenopodiineae, Cupressaceae, Cyperaceae, *Fraxinus*, Moraceae, *Phytolacca dioica*, *Platanus*, Poaceae, *Ricinus*, *Salix* y Urticaceae. Cada uno de estos taxones, alcanzaron un mínimo de 5% del total polínico mensual en uno o más meses del año, dependiendo de cómo es su período de floración: breve, extensa o discontinua, y sumaron 95% del espectro (Fig. 5).

La hipótesis de sobrerrepresentación que Moraceae parece tener en este espectro polínico de Diamante, es similar al caso de Cupressaceae en el espectro atmosférico de Mar del Plata (Latorre, 1999b). Los motivos principales son: la cercanía con respecto al muestreador de sus fuentes emisoras y/o las numerosas plantas que aportan polen a la atmósfera, el tipo de grano de polen liviano y pequeño (especialmente en Moraceae), y a la copiosa productividad polínica que manifiestan.

with 66. Although these cities have a temperate climate, they are between 52 Km. and 1800 Km apart and the native vegetation of their areas of influence is very different, corresponding to distinct phytogeographic provinces (Cabrera, 1994). However, the historic urban tree planting tendency in these cities is similar, as is the use of ornamental plants which are mainly of European origin.

The taxa were classified according to their abundance: a) high: 26592 p/m³ (only includes Moraceae with 60% total annual pollen), b) medium: 1000-4000 p/m³, c) low: 200-1000 p/m³, and d) very low: <200 p/m³ (50 taxa which represents only 4% of the annual total) (Fig. 4).

The most abundant pollen types in the atmosphere of Diamante were: *Ambrosia*, *Artemisia*, Asteraceae Asteroideae, *Celtis*, Chenopodiineae, Cupressaceae, Cyperaceae, *Fraxinus*, Moraceae, *Phytolacca dioica*, *Platanus*, Poaceae, *Ricinus*, *Salix* y Urticaceae. Each of these taxa, reached a minimum of 5% of the monthly pollen total in one or more

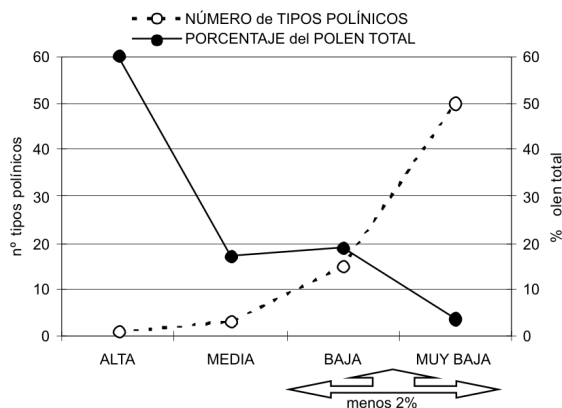


Fig. 4: Diversity and abundance in each category.
Fig. 4: Diversidad y abundancia en cada categoría.

CONCLUSIONES

Este trabajo es el primero en su tipo llevado a cabo en la región. Se presentan a continuación, las siguientes conclusiones:

-Diversidad biológica del espectro polínico atmosférico de Diamante: la riqueza es alta, aunque son pocos los tipos polínicos con una abundancia alta.

-Estacionalidad: el máximo polínico ocurre en octubre asociado a la floración principal de la vegetación, y el mínimo en junio junto con las más bajas temperaturas del año.

-Representación de la vegetación: se identificaron elementos de la flora: urbana, nativa y regional.

-Sobre-representación: del taxón Moraceae debido a su polinización anemófila y a la presencia de plantas tanto en el arbolado urbano como espontánea en la región.

-Relación polen-meteorología: se observa una mayor presencia de polen en el aire con baja humedad relativa, probablemente más asociado a la dispersión, y con alta temperatura, probablemente más asociada a la producción y emisión de polen.

-Relación polen-vegetación: se observa una importante representación de las plantas anemófilas locales como: *Platanus* y *Fraxinus*, y regionales como: *Salix*, *Celtis*, *Phytolacca dioica*. Sin embargo, no se registró polen (o en muy baja proporción relativa) de plantas entomófilas locales muy abundantes como: *Bignoniaceae* y *Lagerstroemia indica*.

Es de esperar continuar con el análisis de una serie de datos aerobiológicos más extensa para establecer un calendario polínico de la zona, que incluya la variabilidad interanual de la vegetación,

months of the year depending on its flowering period; brief, lengthy or discontinued, and added up to 95% of the spectrum. (Fig 5).

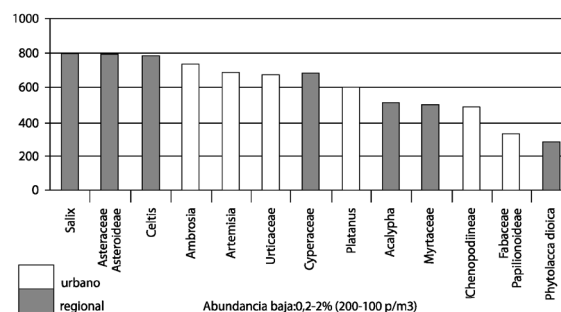
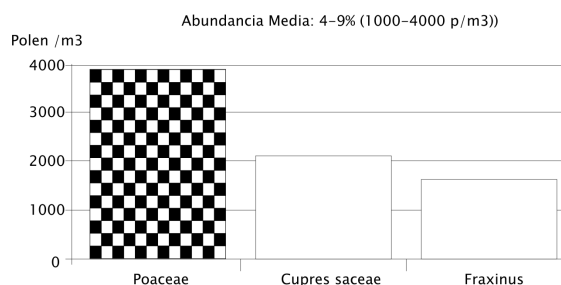


Fig. 5: Pollen abundance according to the origin of pollen sources.

Fig. 5: Abundancia polínica según el origen de las fuentes del polen.

The hypothesis of overrepresentation that Moraceae seems to have in Diamante's pollen spectrum is similar to the case of Cupressaceae in the atmospheric spectrum of Mar del Plata (Latorre, 1999b). The principal reasons are: the proximity of the sampling trap to its emitting sources and/or the numerous plants that contribute pollen to the atmosphere, the light and small type of pollen grain (specially Moraceae), and their copious pollen productivity.

CONCLUSIONES

This study is the first of its type carried out in the region. The conclusions are:

-Biological diversity of the atmospheric pollen spectrum of Diamante: highly rich, though the pollen types with high abundance are few.

-Seasonality: the maximum airborne pollen concentration occurred in October, associated to the flowering of the principal vegetation, and the minimum, in June at the time of the lowest annual

y aplicar los resultados para prevenir alergias respiratorias en la población.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Edgardo J. Romero, quien gentilmente nos prestó el muestreador aerobiológico Lanzoni; a Guillermo Martínez, Técnico CONICET; a Carolina Páez y Anabella Sánchez, Tesistas de Licenciatura UADER; y a Estela Rodríguez. Subsidio PIDA-UADER Res. 555/05 y UNMDP EXA 374/07. FL y MAC son miembros de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

REFERENCIAS

- Aceñolaza, P. G., Povedano, H. E., Manzano, A. S., Muñoz J. d. D., Areta J. I. & Ronchi Virgolini, L. 2004. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta. INSUGEO. *Miscelánea*. 12:169-184.
- Bassett, I.J., Crompton, C.W. & Parmelee, J.A., 1978. *An Atlas of Airborne Pollen Grains and Common Fungus Spores of Canada*. Ottawa. Thorne Press Ltd.
- Bianchi, M. M. & Olabuenaga, S. 2006. A three-year airborne pollen and spores record in San Carlos de Bariloche, Patagonia, Argentina. *Aerobiología*. 22: 247-257.
- Cabrera, A.L., 1994. *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo 2(1). ACME. Buenos Aires. 85 pp.
- Edmonds RL, & Benninhoff WS. 1973. *Aerobiology and its modern applications*. US/IPB Aerobiology Report n° 3. Botany Department. University of Michigan. Ann Arbor. Michigan. 18 pp.
- Erdtman, G., 1971. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Hafner Publishing Co. New York.
- Galán Soldevilla, C.; Cariñanos González, P.; Alcázar Teno, P. & Domínguez Vilches, E. 2007. *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*. Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba. Córdoba. España. 61 pp.
- Heusser, C.J., 1971. *Pollen and spores of Chile*. Univ. Arizona Press, Tucson, pp. 167.
- Hirst, J.M., 1952. An automatic volumetric spore trap. *Ann. Appl. Biol.* 39:57-265.
- INTA, 1991. Plan de mapa de suelos; Carta de Suelos de la Republica Argentina. Departamento Diamante. *Serie relevamiento de recursos naturales N° 9*.
- Kapp, R.O. 1969. *How to Know Pollen and Spores*. W. C. Brown Co., Dubuque Iowa. 249 pp.
- Latorre, F. 1999a. Differences between airborne pollen and flowering phenology of urban trees with reference to production, dispersal and interannual climate. *Aerobiología*. 15:131-141.
- Latorre, F. 1999b. *El polen atmosférico como indicador de la vegetación y de su fonología floral*. Tesis Doctoral

temperatures.

-Representation of the vegetation: elements of the flora -urban, native and regional- were identified.

-Over-representation: of the Moraceae taxon due to its anemophilous pollination and to the presence of plants as the urban trees as well as spontaneous plants in the region.

-Relation pollen-meteorology: a greater pollen presence was observed in the air with low relative humidity, probably associated with dispersion, and with high temperature, probably associated with pollen production and emission.

-Relation pollen-vegetation: An important representation of local anemophilous plants such as: *Platanus* and *Fraxinus*, and regional native plants such as: *Salix*, *Celtis*, *Phytolacca dioica* was observed. However, no pollen was recorded (or at very low relative proportion) in the very abundant entomophile local plants such as Bigoniaceae and *Lagerstroemia indica* L.

Continued analysis of aerobiological data from longer series (including the inter-annual variability of the vegetation) to establish a pollen calendar of the zone is envisaged. Application of the results to prevent respiratory allergies in the population can be expected.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Dr. Edgardo J. Romero, who kindly lent us the aerobiological sampler Lanzoni; to Guillermo Martínez, Technician CONICET; to Carolina Páez and Anabella Sánchez, undergraduate students UADER working on a diploma thesis; and to Estela Rodríguez. Grant PIDA-UADER Res. 555/05 and UNMDP EXA 374/07. FL and MAC are members of the Carrera del Investigador Científico of CONICET.

- UBA, 244 pp.
- Latorre, F. Romero, E. J. & Mancini, M. V. 2008. Comparative study of different methods for capturing airborne pollen, and effects of vegetation and meteorological variables. *Aerobiologia*. 24:107-120.
- Li, D-W & Kendrick, B. 1995. A year-round study on functional relationships of airborne fungi with meteorological factors. *Int. J. Biometeorol.* 39: 74-80.
- Markgraf, V. & D'Antoni, H.L. 1978. *Pollen flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. Univ. Arizona Press, Tucson, AZ., 208 pp.
- Moore, P.D. & Webb, J.A. 1978. *An Illustrated Guide to Pollen Analysis*. Hodder and Stoughton. London - Sydney Auckland - Toronto. Pags. 133.
- Moore, P.D., Webb J.A. & Collinson M.E., 1991. *Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications: London. 216 pp.
- Muñoz, J. d. D. 1991. Vegetación natural. En INTA Plan de mapa de suelos; Carta de Suelos de la Republica Argentina. Departamento Diamante. Serie relevamiento de recursos naturales N° 9.
- Nitiu, D. 2006. Estudio aeropalinológico de la ciudad de La Plata. Tesis Doctoral. UNLP, 176 pp.
- Nitiu, D.S.; Mallo, A. & Romero, E. 2003. Quantitative aeropalinology in the atmosphere of Buenos Aires City, Argentina. *Aerobiologia*. 19(1):1-10.
- O'Rourke, M. K. 1986. *The implication of atmospheric pollen rain for fossil pollen profiles in the arid southwest*. PhD Thesis, University of Arizona.
- Recio, M., Cabezudo, B. Trigo, M. M. & Toro, F. J., 1997. Accumulative air temperature as a predicting parameter for daily airborne olive pollen (*Olea europaea* L.) during the prepeak period in Málaga (Western Mediterranean area). *Grana*, 36 (1):44-48.
- Rizzi Longo, L. & Cristofolini, G. 1987. Airborne Pollen Sampling in Trieste (Italy) (1987). *Grana*. 26:91-96.
- Roubik, D.W. & Moreno, J.E. 1991. *Pollen and Spores of Barro Colorado Island*. Missouri Botanical Garden, Vol. 36, 270 pp.
- Pire S. M., Anzótegui L. M. & Cuadrado, G.A. 1998. *Flora polínica del nordeste argentino*. Vol. I (EUDENE UNNE) Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, 152 pp.
- Pire S. M., Anzótegui L. M. & Cuadrado, G.A. 2001. *Flora polínica del nordeste argentino*. Vol. II (EUDENE UNNE) Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, 172 pp.
- Pire S. M., Anzótegui L. M. & Cuadrado, G.A. 2006. *Flora polínica del nordeste argentino*. Vol. III (EUDENE UNNE) Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, 172 pp.
- Rogers, C. A. & Muilenberg, M. 2001. *Pan-American Aerobiology Association Standardized Protocols – Comprehensive guidelines for the operation of Hirst-type suction bioaerosol samplers*. The Pan-American Aerobiology Association. Disponible en: <http://www.paaa.org>.
- Rojas, A.E. & Salusso. J.H. 1987. *Informe climático de la provincia de Entre Ríos*. Publicación técnica n° 14. INTA. Paraná. 20 pp.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1979. *Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones, Madrid. 832 pp.
- Trigo, M. M., Cabezudo, B., Recio, M. & Toro, F. J. 1996. Annual, daily and diurnal variations of Urticaceae airborne pollen in Málaga (Spain). *Aerobiologia*. 12: 85-90.
- Wodehouse, R.P. 1959. *Pollen Grains*. Hafner Pub. Co. New York. 574 pp.

Recibido: 26 de Julio 2010.

Aceptado: 05 de septiembre 2010.