

Flora alergógena urbana y polen atmosférico de Diamante (Argentina)

Allergenic urban flora and airborne pollen in the air of Diamante (Argentina)

Fabiana Latorre¹, A.Anabella Sánchez²

1. Doctora en Ciencias Biológicas, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Pcia. de Buenos Aires. Laboratorio de Actuopalinología. CICyTTP-CONICET/FCyT-UADER, Diamante, Pcia. de Entre Ríos. 2. Licenciada en Biología, Laboratorio de Actuopalinología. CICyTTP-CONICET/FCyT-UADER, Diamante. Pcia. de Entre Ríos. Rep. Argentina.

Correspondencia: Dra. Fabiana Latorre: fabianalatorre@yahoo.com.ar

Financiamiento: subsidios a la investigación PIDP UADER Res. N° 550/08 y PIP 0358 CONICET, otorgados a FL.

ARCHIVOS DE ALERGI A E INMUNOLOGÍA CLÍNICA 2011;42(1):xx-xx

Resumen

El polen del aire produce rinitis, conjuntivitis y asma, lo que lleva a una disminución en la calidad de vida. Las especies más abundantes de la vegetación son en general, las que aportan mayoritariamente al registro atmosférico de polen. Sin embargo, esta relación puede variar dependiendo de la cercanía de las fuentes y de la estrategia reproductiva de las plantas emisoras. En este trabajo realizado en la ciudad de Diamante (Entre Ríos, Argentina), se analizó la vegetación arbórea en cuanto a abundancia, diversidad, distribución territorial, tipo de polinización y potencialidad alergénica, para luego evaluar su relación con el polen que se registró en la atmósfera durante un ciclo anual, utilizando un método aerobiológico volumétrico y continuo bajo estándares internacionales. Se observó que la vegetación analizada presenta una gran diversidad. Los representantes de las familias más abundantes en la vegetación tienen polinización entomófila, como *Tabebuia impetiginosa* y *Tecoma stans*. Por otra parte, el 34% de los árboles correspondió a familias de polinización anemófila. Los árboles cercanos al muestreador aerobiológico (dentro de las áreas local y extralocal) son las principales fuentes de polen que contribuyen al espectro atmosférico, especialmente los árboles anemófilos. Entre ellos cabe mencionar: *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus procera* y *Broussonetia papyrifera*. El polen de especies anemófilas en su mayoría tiene características alergénicas y son potencialmente perjudiciales para la salud. Los resultados obtenidos no sólo son importantes para ajustar el modelo aerobiológico de la ciudad, sino que sirven de fundamento para planificar el arbolado urbano.

Palabras clave: polen atmosférico, vegetación urbana, alergenidad.

Abstract

Airborne pollen produces rhinitis, conjunctivitis and asthma, leading to a decreased quality of life. In general, the most abundant vegetation species are also present in greater amounts in the pollen spectrum. However, this relationship can vary depending on the proximity of the sources and the plant reproductive strategy. This work was carried out in Diamante city (Entre Ríos, Argentina). Abundance, diversity, territorial distribution, type of pollination, and allergenic potential of vegetation were analyzed to finally assess the relationship with the pollen recorded in the atmosphere during one annual cycle. A volumetric and continuous aerobiological method under international protocols was used to sample the airborne pollen. It was observed that urban vegetation is diverse. Families more abundant in vegetation have insect-pollinated species as representatives: *Tabebuia impetiginosa* and *Tecoma stans*. On the other hand, 34% of the trees corresponded to wind-pollinated families. The trees near the aerobiological sampler (within local and extralocal areas) were the main pollen sources contributing to the atmospheric pollen spectrum, especially those wind-pollinated tree species as *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus procera* and *Broussonetia papyrifera*. Pollen from wind-pollinated species is most likely to be allergenic and so, potentially harmful to health. The results are important not only to adjust the aerobiological model of the city, but also as a basis to plan urban forest.

Key words: atmospheric pollen content, urban vegetation, allergenicity.

Introducción

El polen produce rinitis, conjuntivitis y asma en los períodos en que permanece suspendido en la atmósfera. Esto trae problemas de salud, muchas veces severos, e inconvenientes por pérdida de días laborales y disminución de la calidad de

vida. El polen de plantas de polinización anemófila es una de las causas más frecuentes de reacciones alérgicas, sobre todo respiratorias, en el mundo y también en la Argentina [1,2]. Los granos generalmente pequeños y producidos en cantidades abundantes, presentes en el aire y con amplia dispersión, adquieren importancia por la posibilidad de con-

tactar la mucosa de gran cantidad de personas, aún a cierta distancia de las fuentes emisoras; esto implica mayor relevancia como problemática en Salud Pública. El polen de plantas de polinización por animales, principalmente entomófilas, causa reacciones alérgicas básicamente en jardineros y manipuladores de flores, pero también puede ocasionar afecciones cuando se circula cerca de estas plantas. Para un diagnóstico y tratamiento más eficiente de las polinosis es de gran importancia conocer la flora alergógena local y cómo ella está representada en la atmósfera a través de la abundancia y estacionalidad de sus granos de polen [3]. Al respecto, la Aerobiología es la rama de la ciencia que aborda el estudio de las partículas biológicas transportadas por el viento, desde su producción y emisión en las fuentes emisoras (plantas) hasta la deposición o impacto en superficies, incluido el estudio de su transporte o dispersión por las masas de aire [4]. Actualmente es considerada como la ecología de la atmósfera [5].

La presencia de los tipos polínicos en la atmósfera es indicador de la existencia de sus fuentes emisoras, y es por ello que el análisis aerobiológico también se considera como un método que permite describir la vegetación existente en el área de influencia de los estudios [6,7]. La ubicación de la vegetación respecto del muestreador de polen tiene, además, marcada influencia en la cantidad y diversidad de tipos polínicos que se registran [6], en relación con las condiciones de la atmósfera prevalecientes durante la dispersión (dirección de los vientos predominantes). Se considera en principio que el polen más abundante proviene de fuentes cercanas [8] y que la concentración de polen de un taxón depende principalmente de la cantidad de individuos de ese taxón en la vegetación [9]. Lo anterior hace necesario determinar la composición florística de los alrededores del sitio de muestreo polínico, la abundancia de las potenciales fuentes emisoras y la distribución espacial de éstas, y así contribuir al ajuste del modelo aerobiológico del área en estudio. En este trabajo se analizó la vegetación emisora de polen en cuanto a abundancia, diversidad, distribución territorial, características reproductivas –como tipo de polinización– y potencial alergénico. El estudio se basó en que las especies más abundantes de la vegetación son las que estarían presentes mayoritariamente en el registro de polen atmosférico, aunque esta relación puede variar dependiendo de su tipo de polinización y la distancia a la fuente colectora. Específicamente, se planteó analizar la vegetación arbórea de la ciudad de Diamante y evaluar su relación con el polen que se registra en la atmósfera.

Caracterización general de la región

La ciudad de Diamante se encuentra ubicada en el centro-oeste de la provincia de Entre Ríos (Argentina) 32° 03'437 S – 60° 38'388 O, a orillas del Río Paraná (Figura 1). El departamento Diamante (según datos



Figura 1. Ubicación del área de estudio. Modificado de Aceñolaza et al. (2004).

del año 2003 - Catastro Municipal) tiene una superficie total de 2.536 km² y se encuentra distribuido en 3 porciones: tierra firme, islas y agua sobre el Río Paraná. La superficie de Diamante y el ejido es de 101 km², y su vez la superficie de la planta urbana es de 3 km². La ciudad se localiza en el ecotono de las provincias fitogeográficas del Espinal y Pampeana, con influencias de la provincia Paranaense [10]. La flora nativa circundante está representada por especies del ámbito ribereño e insular como *Salix humboldtiana*, *Tessaria integrifolia*, *Erythrina crista-galli* y *Acacia caven* [11]. El clima es templado-húmedo con temperatura media anual de 18 °C [12] y 900 mm anuales de precipitaciones [13].

Métodos

I. Relevamiento de la vegetación arbórea urbana

Se realizó el relevamiento de los árboles plantados en las calles y en las zonas parqueadas, que se complementó con datos previos [14], obteniéndose un censo de la ciudad de Diamante que incluyó a casi la totalidad del ejido urbano. La determinación taxonómica se realizó según Burkart [15] y Dimitri [16].

A partir del censo, se confeccionó una lista de especies con el número de individuos totales por zona. Estas zonas se describieron siguiendo el criterio de Janssen [17], en este caso de acuerdo con la cercanía a la fuente colectora del polen atmosférico ubicado en la torre de agua del Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CICyTTP-CONICET) de la ciudad de Diamante. Así, las fuentes potenciales del polen arbóreo (los árboles), se clasificaron en *locales* (hasta los 200 m), *extralocales* (de los 200 m a 2 km), *regionales* (de 2 km a 200 km), y *extrarregionales* (más de 200 km).

2. Análisis de la diversidad, abundancia y distribución territorial

Para cada área analizada, se calculó la abundancia de árboles y el índice de diversidad de Shannon & Weaver [18] corregido por Hutcheson [19]:

$$H = \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln(p_i) + (s - 1)/2N$$

donde s = número de géneros, p_i = frecuencia estimada del género i en la muestra, N = número de individuos en la muestra (tamaño de la muestra). La modificación se debe a que, para muestras chicas, el índice de Shannon & Weaver subestima la diversidad. Este índice de diversidad es transformado según Peet [20] y se interpreta como número efectivo de géneros $\text{Exp}(H)$, que es el número de géneros igualmente comunes que producirían la misma heterogeneidad como la observada en la muestra. Como el índice H no discrimina entre el “número de géneros” y la “uniformidad o igualdad”, se calculó el índice de uniformidad J [21]:

$$J = H/\ln(s)$$

Cabe aclarar que se utilizó el rango taxonómico de género, ya que es a este nivel al que generalmente se llega con las determinaciones morfológicas de los granos de polen al microscopio óptico a partir de muestras aerobiológicas que presentan su contenido celular intacto y están fijados a la superficie colectora junto con las demás partículas orgánicas e inorgánicas que se encuentran suspendidas en la atmósfera. El grupo denominado “Indeterminados” incluye a árboles que no pudieron ser identificados a nivel de especie por ser pequeños y no estar en edad reproductiva, o porque no presentaban, al momento del censo, otro carácter que posibilitara su identificación.

La información anteriormente descrita para la vegetación fue comparada posteriormente con la diversidad polínica de la ciudad.

3. Caracterización de la estrategia reproductiva y potencialidad alergénica

Para cada especie se consideró el tipo de polinización según bibliografía específica [22-25]. Se tuvo especial atención a las especies anemófilas, ya que se espera que sus granos de polen estén presentes en el registro atmosférico en mayor proporción.

Se caracterizó la potencialidad alergénica de cada especie según bibliografía específica [26,27].

4. Polen atmosférico

Se utilizaron los datos de polen atmosférico de un año de monitoreo, publicados en Latorre & Caccavari [28], los cuales fueron obtenidos con un muestreador

Lanzoni que sigue la metodología volumétrica y continua propuesta por Hirst [29]. Este captador está instalado en la torre de agua del CICyTTP-CONICET a 12 m de altura y consta de una bomba aspirante que genera un flujo de aire de 10 litros por minuto (como la respiración humana) que impacta sobre una cinta a la cual se le adiciona una sustancia con propiedades adhesivas (solución de silicona). La cinta está sujeta a un tambor que gira a una velocidad constante (2 mm por hora) y da una vuelta completa por semana, lo que permite detectar el momento exacto de la captura de material. La cinta se extrae del tambor y se fracciona en tramos de 48 mm, que corresponden a intervalos de 24 horas. Cada tramo se monta sobre un portaobjeto en glicerina-gelatina con fucsina para teñir los granos de polen presentes para su posterior análisis microscópico.

5. Análisis de la vegetación y del polen atmosférico en forma conjunta

Se compararon los datos de la diversidad de árboles y la diversidad de polen atmosférico, y se evaluaron estos resultados a la luz de la información referida a la estrategia reproductiva de las especies involucradas. Además, en base a la alergenicidad de los taxones representados en la atmósfera y/o presentes en las calles, se establecieron pautas para evaluar la potencialidad alergénica de la flora implantada en la ciudad y la calidad del aire para la población.

Resultados

El número total de árboles relevados en el área estudiada de Diamante fue de 3.419, que corresponden a 85 especies de 40 familias; el 4,9% de los árboles se incluyó en el grupo “Indeterminados” (Tabla 1).

Se agruparon los géneros de árboles en distintas categorías, según su estrategia reproductiva. El 34% de ellos son anemófilos; algunos se definen como muy anemófilos (*Platanus*, *Fraxinus*), otros presentan características tanto anemófilas como entomófilas (*Eucalyptus*), y el restante 61,2% corresponde a géneros entomófilos (*Tabebuia impetiginosa*, *Tecoma stans* y otros).

Los árboles más abundantes son los que pertenecen a la familia Bignoniaceae, ya que representan el 25,1% del total; se los considera entomófilos y no presentan alergenicidad potencial.

La familia Fabaceae presenta la mayor diversidad y está representada por 11 especies correspondientes a tres taxones diferentes según su tipo polínico; tienen polinización entomófila y su potencialidad en cuanto a alergenicidad es relativamente escasa.

Las especies que presentaron una abundancia relativa mayor del 2% pertenecen a las familias Bignoniaceae,

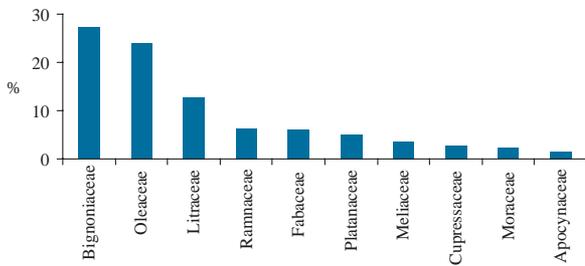


Gráfico 1. Abundancia de individuos dentro de cada familia de árboles plantados en la ciudad de Diamante (Entre Ríos). Se indican aquellas con más del 2% respecto del total de ejemplares censados.

Oleaceae, Lythraceae, Rhamnaceae, Fabaceae, Platanaceae, Meliaceae, Moraceae, Apocynaceae (**Gráfico 1**).

Los 386 árboles relevados en el área local pertenecieron a 31 especies. Sólo 5 especies (5,8% del total de árboles censados) son exclusivas, o sea que no se encontraron en el área periférica (**Tabla 1**). Ellas son *Manihot flabellifolia*, *Ginkgo biloba*, *Tabebuia chrysotrichia*, *Liquidambar styraciflua* y *Salix* sp. Además, el 40,7% de las especies locales

son anemófilas. Las especies representadas con más del 2% de abundancia de árboles fueron *Fraxinus pennsylvanica* y *Tabebuia impetiginosa*.

Se registraron un total de 2.865 árboles extralocales correspondientes a 80 especies. El 63% de las especies totales (54 de las 85 relevadas) fueron exclusivas de esta área (**Tabla 1**). El 35,1% de las especies tienen características anemófilas. *Fraxinus pennsylvanica* (igual que en el área local) y *Tecoma stans* fueron las más abundantes (más del 2% del total de árboles censados).

El área extralocal presenta mayor diversidad de especies (80), mayor número efectivo de especies y menor equitatividad comparada con el área local, aunque las diferencias no fueron demasiado grandes (**Tabla 2**).

La información del censo de vegetación (**Tabla 1**) se agrupó en categorías comparables a las del registro polínico atmosférico (**Tabla 3**). Una alta proporción de tipos polínicos encontrados en la atmósfera pertenecientes a 16 familias se correspondieron con especies de árboles presentes en la vegetación local y extralocal. Por otra parte, una alta proporción de árboles (22 familias) no estuvo representada en el espectro de polen atmosférico. Finalmente, sólo 8 tipos polínicos (correspondientes a 7 familias de árboles) se registraron en la atmósfera pero no en la vegetación urbana.

Tabla 1. Relevamiento de los árboles de la ciudad de Diamante (Entre Ríos). Se indica la especie y familia a la que pertenecen, el nombre vulgar, el número de árboles de cada especie, la estrategia reproductiva (A: anemófila. E: entomófila.), si tienen potencial alergénico (PA *) y si están presentes en el área local (L) y/o extralocal (EL) respecto del muestreador de polen atmosférico.

Familia	Especie	Nombre vulgar	Número			
			A	A/E	PA	L/EL
Bignoniaceae			858			
	<i>Catalpa</i> sp	catalpa	9	E		EL
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	jacarandá	54	E		L/EL
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	lapacho rosado	314	E		L/EL
	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	lapacho amarillo	1	E		L
	<i>Tecoma stans</i>	guarán	480	E		L/EL
Oleaceae			780			
	<i>Fraxinus</i> (<i>F. americana</i> , <i>F. pennsylvanica</i>)	fresno	636	A	*	L/EL
	<i>Ligustrum lucidum</i>	ligustro	85	A/E	*	L/EL
	<i>Ligustrum lucidum</i> var. <i>aureo-marginatum</i>	ligustro	58	A/E	*	L/EL
	<i>Ligustrum sinensis</i>	ligustrina	1	A/E	*	EL
Littraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	crepón, espumilla	422	E		L/EL
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	palito dulce	223	E		L/EL
Fabaceae			213			
	<i>Enterolobium contortisilicium</i>	timbó colorado, oreja de negro	1	E		EL
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	acacia blanca	74	E		L/EL
	<i>Styphnolobium japonicum</i>	sófora	23	E		EL
	<i>Tipuana tipu</i>	tipa	89	E		L/EL
	<i>Erythrina crista-galli</i>	ceibo	10	E		L/EL
	<i>Cercis siliquastrum</i>	árbol de Judea	1	E		EL
	<i>Delonix regia</i>	chivato	8	E		L/EL

	<i>Bauhinia variegata</i>	pata de vaca	3	E		EL
	<i>Cassia spectabilis</i>	casia carnaval	1	E		EL
	<i>Acacia caven</i>	espinillo	2	E		EL
	<i>Albizia julibrissin</i>	acacia de Constantinopla	1	E		EL
Indeterminados			168			L/EL
Platanaceae	<i>Platanus acerifolia</i>	plátano	138	A	*	L/EL
Meliaceae			116			
	<i>Melia azedarach</i>	paraíso	110	E		L/EL
	<i>Melia azedarach var. umbraculifera</i>	paraíso	6	E		EL
Moraceae			67			
	<i>Broussonetia papyrifera</i>	morera de papel	7	A	*	L/EL
	<i>Ficus benjamina</i>	hícus	46	E		L/EL
	<i>Ficus benjamina disciplinado</i>	hícus disciplinado	4	E		EL
	<i>Ficus elastica</i>	gomero	1	E		EL
	<i>Morus sp</i>	mora	9	A	*	L/EL
Apocinaceae			58			
	<i>Nerium oleander</i>	laurel rosa	44	E		EL
	<i>Plumeria rubra</i>	alhelí	7	E		EL
	<i>Thevetia peruviana</i>	adelfa amarilla	7	E		EL
Malvaceae			48			
	<i>Hibiscus cisplatinus</i>	rosa de río	2	E		EL
	<i>Hibiscus rosa - sinensis</i>	rosa china	4	E		EL
	<i>Hibiscus syriacus</i>	rosa de Siria	42	E		L/EL
Esterculiaceae	<i>Brachychiton populneum</i>	brachichito	46	E		L/EL
Cupressaceae			45			
	<i>Libocedrus</i>	libocedro	1	A	*	EL
	<i>Cupressus sp</i>	ciprés	2	A	*	EL
	<i>Cupressus lusitanica</i>	ciprés	3	A	*	EL
	<i>Cupressus sempervirens</i>	ciprés común	14	A	*	EL
	<i>Juniperus virginiana</i>	enebro	2	A	*	EL
	<i>Thuja sp</i>	tuya	23	A	*	EL
Pinaceae			42			
	<i>Cedrus sp</i>	cedro	6	A	*	EL
	<i>Cedrus deodara</i>	cedro	13	A	*	EL
	<i>Pinus sp</i>	pino	7	A	*	L/EL
	<i>Pinus halepensis</i>	pino de alepo	15	A	*	EL
	<i>Pinus pinea</i>	pino piñonero	1	A	*	EL
Ulmaceae			32			
	<i>Ulmus procera</i>	olmo		A	*	EL
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffianum</i>	pindó	31	E		L/EL
Salicaceae			28			
	<i>Populus sp</i>	álamo	7	A	*	EL
	<i>Populus alba</i>	álamo plateado	2	A	*	EL
	<i>Salix sp</i>	sauce	3	A	*	L
	<i>Salix x erythroflexuosa</i>	sauce eléctrico	1	A	*	EL
	<i>Salix babylonica</i>	sauce llorón	15	A	*	L/EL
Myrtaceae			15			
	<i>Callistemon speciosus</i>	limpiatubos	11	A	*	EL
	<i>Eucalyptus camendulensis</i>	eucalipto	4	A		EL
Tiliaceae	<i>Tilia sp</i>	tilo	14	E	*	EL
Euphorbiaceae			12			
	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	lechero rojo	9	E		EL
	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	flor nochebuena	2	E		EL

	<i>Manihot flavelifolia</i>	falso café	1	E	L
Anacardaceae	<i>Schinus molle</i>	molle	10	E	L/EL
Magnoliaceae	<i>Magnolia grandiflora</i>	magnolia	8	E	L/EL
Aceraceae			5		
	<i>Acer negundo</i>	arce	2	A	* L/EL
	<i>Acer palmatum</i>	arce japonés	3	A	* EL
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	roble sedoso	5	E	EL
Araliaceae	<i>Aralia sp</i>	aralia	4	E	EL
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp</i>	campanilla	4	E	EL
Araucariaceae			3		
	<i>Araucaria balansae</i>	araucaria bunya-bunya	2	A	* EL
	<i>Araucaria bidwillii</i>	araucaria australiana	1	A	* EL
Agavaceae	<i>Yucca sp</i>	yuca	3	E	EL
Cicadaceae	<i>Cyca revoluta</i>	cica, palma	3	E	L/EL
Verbenaceae			2		
	<i>Duranta erecta</i>	flor celeste	1	E	EL
	<i>Lantana camara</i>	lantana	1	E	EL
Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	palo borracho	2	E	EL
Fagaceae	<i>Quercus robur</i>	roble	2	A	* EL
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	santa rita	2	E	EL
Rutaceae	<i>Citrus sp</i>	naranja	2	E	EL
Solanaceae	<i>Brunfelsia sp</i>	jazmín del Paraguay	2	E	EL
Amarilidaceae	<i>Amaryllis sp</i>	amarilis	1	E	EL
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>	ginkgo, árbol de cuarenta escudos	1	A	* L
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	liquidámbar	1	A	* L
Liliaceae	<i>Cordyline sp</i>	drasena	1	E	EL
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	níspero	1	E	EL
Taxodiaceae	<i>Taxodium distichum</i>	ciprés calvo	1	A	* EL

Tabla 2. Índice de diversidad (H), número efectivo de géneros Exp (H) e índice de uniformidad en cada una de las áreas de distribución (local y extralocal).

	Local	Extralocal
H	2,64	2,84
Exp (H)	14	17
J	0,77	0,65

Tabla 3. Taxones que se registraron tanto en el polen atmosférico como en la vegetación urbana (V y P), solo en el espectro polínico (P) y solo en la vegetación urbana (V).

V y P	P	V
<i>Acer</i> (Aceraceae)	<i>Celtis</i> (Celtidaceae)	Agavaceae
<i>Jacaranda type</i> (Bignoniaceae)	<i>Corylus</i> (Betulaceae)	Amarilidaceae
<i>Brachychiton populneum</i> (Esterculiaceae)	<i>Nothofagus</i> (Nothofagaceae)	Apocinaceae
Cupressaceae	<i>Phytolacca dioica</i> (Phytolaccaceae)	Araliaceae
<i>Erythrina crista-galli</i> (Fabaceae/Papilionoideae)	<i>Prosopis</i> (Fabaceae/Mimosoideae)	Araucariaceae
Fabaceae Mimosoideae (poliada)	<i>Rivinia type</i> (Phytolaccaceae)	Arecaceae
Fabaceae Mimosoideae (tétrada)	Sapindaceae	Bombacaceae
Fabaceae Papilionoideae	Solanaceae	Cycadaceae
<i>Fraxinus</i> (Oleaceae)		Convolvulaceae
<i>Hovenia dulcis</i> (Rhamnaceae)		Euphorbiaceae
<i>Ligustrum</i> (Oleaceae)		Fagaceae
<i>Melia</i> (Meliaceae)		Ginkgoaceae
Moraceae		Hamamelidaceae
Myrtaceae		Liliaceae

Pinaceae	Litraceae
Platanus (Platanaceae)	Magnoliaceae
Populus (Salicaceae)	Malvaceae
Rosaceae	Nyctaginaceae
Schinus (Anacardiaceae)	Proteaceae
Ulmus (Ulmaceae)	Rutaceae
Salix (Salicaceae)	Taxodiaceae
	Tiliaceae

Discusión

Los árboles de la ciudad de Diamante pertenecen a un amplio número de especies (85), de las cuales 30%, al menos, se encuentran distribuidas en toda su superficie. Si bien la flora urbana es diversa, no es equitativa, ya que hay pocas especies (o taxones) que dominan por ser las más abundantes. En algunas zonas predominan determinadas especies, por ejemplo, calles típicamente arboladas con *Brachychiton populneum* o con *Platanus acerifolia*. Además, el área periférica presenta una proporción relativamente importante de especies exclusivas. A pesar de ciertas diferencias entre las áreas local y extralocal, el índice de diversidad fue aproximadamente igual; por otra parte, no presentaron diferencias notorias en cuanto a diversidad de especies, número efectivo de géneros y uniformidad o equitatividad, siendo estos dos elementos, los dos factores fundamentales que definen la diversidad de una comunidad. Tampoco hubo diferencias importantes con respecto a los géneros más abundantes. Estos índices se compararon con los calculados en la ciudad de Mar del Plata (Argentina) [25]. De la comparación surge que la vegetación de Diamante no es tan diversa como la de esa ciudad en general, aunque se asemeja a la diversidad específica que se presenta en las zonas residenciales no céntricas de Mar del Plata, con bajo índice de diversidad y de equitatividad.

La mayoría de las especies de Diamante (en las dos áreas, local y extralocal) presenta polinización entomófila, por lo que en principio, sería menos frecuente encontrar este tipo de polen en el espectro atmosférico de la ciudad. Por otra parte, las especies exclusivas de la zona extralocal también son mayoritariamente, entomófilas. Una de las especies con mayor abundancia es *T. impetiginosa*, en el área local, y *T. stans* en el área extralocal o periférica, ambas pertenecientes a la familia Bignoniaceae.

Comparando los datos del censo de la vegetación arbórea y el registro polínico de Diamante, se observó que más de la mitad de los taxones no estuvieron presentes en el espectro atmosférico de la ciudad. Estos taxones, que presentan alta frecuencia y abundancia de árboles pero un número escaso o nulo de granos de polen en la atmósfera, son considerados como de polinización entomófila [31,32]. Ejemplos de ellos son *Catalpa* sp, *T. impetiginosa*, *T. stans*,

Jacaranda mimosifolia, *Lagerstroemia indica*, *Hovenia dulces*, *Melia azedarach* y especies de la familia Fabaceae. Las características principales de las plantas con polinización biótica (zoofilia) es que tienen flores atractivas y generalmente un perianto grande y conspicuo; sus granos de polen presentan un tamaño variable, aunque la mayoría son grandes y pesados, ofrecen en su superficie formas escamosas, reticuladas o esquinadas, son pegajosos, húmedos y en algunas ocasiones son descargados en forma agregada [22,23]. Estos rasgos dificultan la emisión y el transporte por las masas de aire. Además, estas especies producen menos polen, comparadas con las especies de polinización anemófila, y se encuentra en menor proporción en la atmósfera. Es de notar que no todas las especies entomófilas de la vegetación están representadas en el polen atmosférico; sin embargo, cuando sí lo están, la concentración es relativamente baja por lo que su aporte al espectro no está en proporción directa al número de fuentes emisoras. Los resultados encontrados aquí entonces, apoyan la hipótesis planteada inicialmente, y coinciden con lo señalado por Donini & Sutra [33] en Francia, por Zerboni et al. [6] en Italia, y por Latorre & Bianchi [30] y Latorre et al. [9] en Argentina (Mar del Plata).

Por otra parte, si bien los árboles de polinización anemófila son minoría (34%), son éstos precisamente los que tienen importancia fundamental como fuentes del polen atmosférico y son responsables de las altas concentraciones que se registran en el aire. Ejemplo de este tipo de polinización ocurre en *Fraxinus* spp., *Platanus acerifolia* y en representantes de la familia Moraceae. El viento es responsable de la transferencia de polen de estos taxones que tienen un alto grado de anemofilia según la escala de Pla Dalmau [23]. Presentan el "síndrome de anemofilia": flores unisexuales (diclino-monoicas), expuestas antes de que salgan las hojas o fuera de la masa de hojas, perianto insignificante, pequeño o ausente, anteras y estigmas expuestos, granos de polen pequeños (entre 20 y 30 micrones), relativamente lisos y producidos en grandes cantidades [22]. Aunque hay otros que presentan características intermedias entre anemofilia y entomofilia como: *Eucalyptus* spp. y *Ligustrum* spp.. De la comparación de los datos del polen registrado en la atmósfera y de los árboles relevados en las calles de la ciudad, surge que los mayores valores de concentración atmosférica corresponden justamente a polen de

estas especies anemófilas, cuyas características mencionadas anteriormente favorece que una gran cantidad de polen sea emitido al aire y que se mantenga en suspensión. Otro factor que favorece el registro de un elevado número de granos anemófilos es la cercanía de las fuentes emisoras con respecto al muestreador polínico. Ejemplos de estos taxones son representantes de: Cupressaceae, Moraceae, *Ulmus*, Salicaceae, *Fraxinus* y *Platanus*, que en su mayoría se encuentran en el área local. Los taxones anemófilos que presentaron bajos valores relativos de concentración polínica provienen de árboles ubicados en el área extralocal. El polen registrado en mayor porcentaje y que correspondió a especies locales, demuestra que las especies anemófilas concentradas en el área que rodea al muestreador aerobiológico, son las fuentes principales del polen arbóreo de la atmósfera de la ciudad. De lo anterior se infiere que la vegetación anemófila local es representativa del espectro urbano [9,30]. Además, como las especies compartidas con el área extralocal son en su mayoría anemófilas, podemos considerar que este espectro de polen atmosférico representa a la ciudad, especialmente a su flora anemófila.

Es muy importante destacar que, si bien fue en baja proporción, también se registró polen proveniente de fuentes que no se encuentran en el área censada, es decir de la vegetación regional/extrarregional. Estos granos de polen provienen de medias o largas distancias. Dentro de estos casos, se puede mencionar a modo de ejemplo a *Nothofagus*, cuyo transporte es de larga distancia y proviene de los bosques subantárticos, por lo que representa un aporte extrarregional [9].

Como representante del transporte de media distancia se encuentran los granos de polen de *Phytolacca dioica* y de *Prosopis*, que pertenecen a la vegetación autóctona de la región (zona de islas y barranca) [11,34], y *Casuarina*,

que se utiliza como cortinas rompevientos en el área suburbana de la ciudad. En el caso de *Coylus*, el polen se registró en muy baja proporción y si bien no se censaron árboles dentro del área local o extralocal, al ser un árbol cultivado, es posible que exista algún ejemplar dentro de los jardines internos privados.

Finalmente, la composición del polen de la atmósfera de un área determinada responde principalmente a la vegetación anemófila; las especies entomófilas cercanas y las plantas anemófilas alejadas pueden aportar también al registro aunque en menor proporción. En el caso particular de los árboles ornamentales plantados en las calles de la ciudad de Diamante, en su mayoría, no se encuentran representados en el registro polínico atmosférico porque corresponden a especies entomófilas. Sin embargo, los ejemplares anemófilos, aunque menos abundantes, son los que proporcionan una mayor cantidad de polen que en mu-

chos casos tienen potencialidad alérgica, lo que lleva a riesgo potencial para la salud de la población sensible.

Conclusiones

- La vegetación arbórea urbana presenta una gran diversidad de especies; Fabaceae es la familia más diversa.
- El 34% de los árboles corresponde a especies de polinización anemófila.
- Las especies más abundantes en la vegetación son de polinización entomófila y están representadas por *Tabebuia impetiginosa* y *Tecoma stans*, entre otras. Estas dos son las especies con mayor abundancia en el área local y extralocal, respectivamente.
- Las principales fuentes de polen, es decir que aportan más a la atmósfera de la ciudad, se encuentran ubicadas en las áreas local y extralocal.
- Las fuentes más importantes de polen arbóreo son árboles de especies anemófilas, y dentro de ellas algunas de las más abundantes son: *Fraxinus pennsylvanica*, *Platanus acerifolia* y las especies de la familia Cupressaceae y las anemófilas de Moraceae.

Finalmente, se concluye en forma general que las especies más abundantes de la vegetación están presentes mayoritariamente en el registro de polen atmosférico, especialmente cuando estas especies presentan polinización anemófila. Los resultados obtenidos en este trabajo son de suma importancia para ajustar el modelo aerobiológico de la ciudad y sirven de fundamento para establecer criterios en el uso de árboles ornamentales dentro la ciudad, planificando y diseñando el arbolado urbano, y de esta forma evitando el uso de especies que se presentan como potenciales fuentes de polen anemófilo y que pueden ocasionar polinosis.

Agradecimientos

Los autores agradecen a G. Martínez, técnico del CICyTTP-CONICET, por su permanente colaboración. El desarrollo de esta investigación fue parcialmente financiada por el subsidio PIDP UADER otorgado a FL (Res. 550/08). FL es miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

Bibliografía

1. Valero Santiago AL, Picado Vallés C. Polinosis: pp. 17-21. En: Valero Santiago AL, Cadahía García A (Eds). Polinosis. Polen y alergia. MRA Ediciones S.L. España, 2002.
2. Marcó LN, Pirovani M. Relevamiento de flora alérgica en Concepción del Uruguay. Arch Alergia Inmunol Clin 2009;40(2):44-50.
3. Lusardi M, Scandizzi A, McCargo J, et al. Calendario de floración de especies frecuentes en la ciudad de Rosario (Santa Fe), Argentina. Arch. Alergia Inmunol Clin 2001;32:3:93-97.

4. Edmonds R. *Aerobiology*. Dowden, Hutchinson and Ross. Stroudburg, 386 p, 1979.
5. Comtois P. *Aerobiología o Ecología en movimiento*. 9th ICA. Conference. 2010, p. 98.
6. Zerboni R, Arrigoni PV, Manfredi M, Rizzotto L, Paoletti L, Ricceri C. Geobotanical and phenological monitoring of allergenic pollen grains in the Florence area. *Grana* 1991;30:357-363.
7. Prentice C. Pollen representation, source area and basis size: unified theory of pollen analysis. *Quaternary Research* 1985;23:76-86.
8. Halwagy MH. Concentration of airborne pollen at three sites in Kuwait. *Grana* 1988;27:53-62.
9. Latorre F, Romero E, Mancini MV. Representatividad de la vegetación en el espectro de polen atmosférico de la ciudad de Mar del Plata (Argentina). *Ameghiniana* Pub. Especial 8 2001;16:313-316.
10. Cabrera AL. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* (1). Ed. ACME. Buenos Aires. 1984, pp. 85.
11. Aceñolaza PG, Povedano HE, Manzano AS, Muñoz JD, Areta JI, Ronchi Virgolini AL. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta. *INSU-GEO. Miscelánea* 12. Aceñolaza FG. (ed.) 2004, pp. 169-184.
12. Brizuela A. Síntesis climática de Entre Ríos. Descripción y efectos. El arroz, su cultivo y sustentabilidad en Entre Ríos. Tomo I. Ed. UNL-UNER 2006:185-202.
13. Rojas AE, Salusso JH. Informe climático de la provincia de Entre Ríos. *Publicación Técnica* n° 14. INTA. 20 pp. Paraná. Entre Ríos, 1987.
14. Sánchez AA. Estudio de la vegetación arbórea y de la floración en relación al polen atmosférico de la ciudad de Diamante (Entre Ríos, Argentina). Tesis de Licenciatura UADER. 2009, pp. 54.
15. Burkart A. *Flora Ilustrativa de Entre Ríos (Argentina)*. Dicotiledóneas Metaclámideas (Gamopétalas). Colección científica del INTA. Parte III y V. Edición 1979, pp. 50, 504. Parte IV. Edición 2005. Buenos Aires. pp. 70, 333, 1969.
16. Dimitri MJ. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Ed. Acme S.A.C.I., 3ª Edición. Tomo I. 2º Volumen. 1980, pp. 679, 749, 873, 973, 974.
17. Janssen CR. Local and regional pollen deposition. In: Gordon HBJ, West RG (eds). *Quaternary plant ecology*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 1973, pp. 31-42.
18. Shannon C, Weaver C. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 1949.
19. Hutcheson K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J Theor Biol* 1970;29:151-154.
20. Peet RK. The measurement of species diversity. *Ann Rev Ecol Syst* 1974;5:285-307.
21. Pielou EC. *Population and community ecology: Principles and Methods*. New Cork: Gordon and Beach, 1974.
22. Faegri K, van der Pijl L. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press. 1979, pp. 244.
23. Pla Dalmáu JM. *Polen. Estructura y características de los granos de polen. Precisiones morfológicas sobre el polen de especies recolectadas en el NE de España. Polinización y Aeropalinología*. 1961, pp. 509.
24. Latorre F, Bianchi MM. Relación entre la concentración polínica atmosférica y la vegetación arbórea de Mar del Plata (Argentina). *Polen* 1997;8:43-53.
25. Latorre F. El polen atmosférico como indicador de la vegetación y de su fenología floral. Tesis doctoral UBA. 1999, pp. 244.
26. Lewis WH, Vinay P. North American pollinosis due to insect-pollinated plants. *An Allergy* 1983;42:309-318. En: *Aerobiology, Health, Environment. A Symposium*. Paul Comtois Ed. Université de Montréal.
27. Red Española de Aerobiología <http://www.uco.es/rea>; <http://www.arbolesornamentales.com>.
28. Latorre F, Caccavari M. Diversidad polínica en el aire de Diamante (Entre Ríos, Argentina). *Scientia Interfluvius* 2009;1:9-20.
29. Hirst JM. An automatic volumetric spore trap. *Ann Appl Biol* 1952;39:257-265.
30. Latorre F, Bianchi MM. Relación entre la concentración polínica atmosférica y la vegetación arbórea de Mar del Plata (Argentina). *Polen* 1997;8:43-53.
31. Caramiello Lomagno R, Polini V, Simiscalco C. I pollini aerodiffusi di specie arboree ed arbustive in Torino (1981, 82, 83) nel periodo di massima concentrazione. *Allonia* 1983-84;26:97-101.
32. Latorre F. Relación entre la concentración de polen en la atmósfera y la vegetación arbórea de la ciudad de Mar del Plata. Tesis de la Licenciatura. Universidad Nacional de Mar del Plata. 1993, pp 74.
33. Donini D, Sutra J. *Récherches aéropalynologiques a Paris et dans sa banlieu: Nouveaux résultats. Etude préliminaire*. Grana 1987;26:81-90.
34. Rodríguez EE. *Catálogo florístico del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina)*. Tesis de Licenciatura, UADER. 2007, pp. 94.