

AEROPALINOLOGÍA DE LA CIUDAD DE YERBA BUENA, PROVINCIA DE TUCUMÁN (ARGENTINA)

María Elena GARCÍA

Laboratorio de Palinología, Área Botánica, Fundación Miguel Lillo
Miguel Lillo 251.CP 4000. Tucumán. Argentina.
megar53@yahoo.com.ar

Recibido el 2 de febrero de 2010, aceptado para su publicación el 2 de junio de 2010

RESUMEN. *Aeropalinoología de la ciudad de Yerba Buena, provincia de Tucumán (Argentina).* Durante los años 1999 - 2002 se llevó a cabo la primera caracterización aerobiológica de la ciudad de Yerba Buena. El muestreo atmosférico se realizó con un captador gravimétrico de tipo Durham. El análisis de las muestras permitió la identificación de 46 tipos polínicos. Los granos de polen más relevantes en el muestreo son de especies cultivadas como Cupressaceae, *Morus* sp., *Broussonetia* sp., *Fraxinus* sp., *Liquidambar* sp., *Salix* sp. y *Pinus* sp. Desde julio a octubre se obtuvo el mayor registro de polen atmosférico con el 70,84 % anual, con una predominancia de granos de polen de especies arbóreas, el 25,05 % de noviembre a abril con un aporte principalmente de granos de polen de especies herbáceas y el 3,57 % de mayo a junio sin contribuciones dominantes de algún tipo polínico. Se elaboró un calendario polínico basado en los 17 tipos de polen de mayor registro atmosférico y se lo comparó con calendarios polínicos obtenidos en ciudades del país. La floración en las Sierra del San Javier en Tucumán, es marcadamente estacional con una acumulación de más de 70% de las especies que florecen en el período primaveral. El muestreo continuado a lo largo de 3 años ha permitido observar que las variaciones polínicas estacionales de la atmósfera de la ciudad de Yerba Buena se hallan en relación con los factores fenológicos y meteorológicos propios de cada año.

Palabras clave. Contenido polínico, atmósfera, calendario polínico, Tucumán, Argentina.

ABSTRACT. *Aeropalinoology of Yerba Buena city, province of Tucumán, (Argentina).* The first aerobiologic characterization of Yerba Buena city in Tucumán (Argentina) was carried out for the period 1999-2002 using a Durham gravimetric spore trap. The analysis of samples allowed the identification of 46 pollen types. The most outstanding pollen grains in these samples came from cultivated species such as Cupressaceae, *Morus* sp., *Broussonetia* sp., *Fraxinus* sp., *Liquidambar* sp., *Salix* sp. and *Pinus* sp. From July to October the largest atmospheric pollen records were obtained with 70,84% in arboreal species predominantly. From November to April, an important contribution of 25,05% in herbaceous species mainly, and with a 3,57% from May to June without observing predominant contribution of any pollen type. A pollen calendar based on the most frequent 17 pollen types, containing the largest atmospheric records, was elaborated. We compared the pollen calendar obtained with those of other cities in the country. Flowering in the Sierra San Javier at Tucumán is markedly seasonal with an accumulation of over 70% of the species that bloom in the spring period. Continuous sampling during 3 years has revealed that the seasonal pollen variation in the atmosphere of the city of Yerba Buena, is in connection with the phenological and meteorological factors characteristic of every year.

Key words. Pollen content, atmosphere, pollen calendar, Tucumán, Argentina.

INTRODUCCIÓN

El polen atmosférico de una región refleja cambios estructurales y fenológicos de la vegetación que lo produce. La abundancia y diversidad de polen que se encuentra en la atmósfera depende de diversos factores, principalmente de la cantidad de polen producida por cada planta, también de las variaciones de las condiciones climáticas (velocidad y dirección del viento, temperaturas máximas y mínimas, humedad y precipitaciones), las cuales se modifican de un año a otro (Solomon, 1979). Al ser el aire el principal vehículo de dispersión del polen, el conocimiento de los principales tipos polínicos que se encuentran en la atmósfera facilita el tratamiento médico de los trastornos producidos (polinosis), a personas sensibles por la inhalación de los mismos (Rogers, 1987).

Los únicos antecedentes de estudios aerobiológicos para la región del Noroeste argentino, específicamente para la provincia

de Tucumán consisten en un primer monitoreo de polen atmosférico realizado en el período agosto-octubre de 1977 en la ciudad de San Miguel de Tucumán (García, 1978) con un captador gravimétrico Durham y el registro de la lluvia polínica en las Selvas Montanas de esta provincia con un captador de tipo Tauber (García, 2006). En la provincia de Santiago del Estero, también de la región Noroeste, se realizaron estudios de polen atmosférico con captador Durham (García, 1990a y b, 1992 y 1993).

Se han efectuado estudios sobre épocas de polinación de las especies vegetales, concentraciones polínicas y fluctuaciones de los granos de polen en la atmósfera de otras ciudades de Argentina, como Mar del Plata (Bianchi, 1992; Latorre & Pérez, 1997; Pérez *et al.*, 2001a y b, 2003); Buenos Aires (Majas & Romero, 1992; Majas *et al.*, 1992; Noetinger, 1993; Noetinger *et al.*, 1994; Noetinger *et al.*, 1997; Nitiu *et al.* 2003; Pérez *et al.*, 2007); La Plata (Nitiu & Romero, 2001,

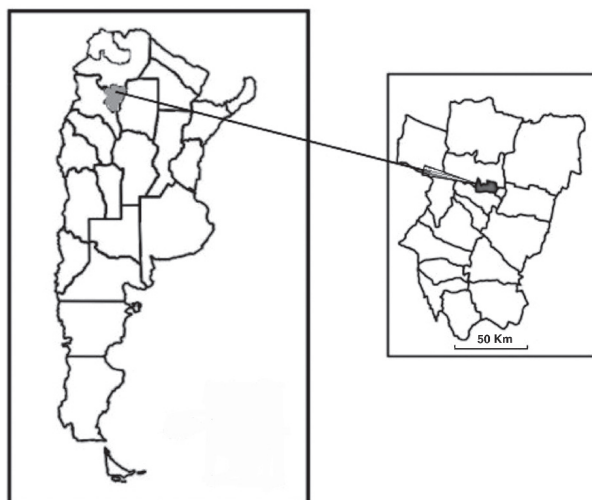


Figura 1. Ubicación geográfica de la ciudad de Yerba Buena (Tucumán, Argentina). *Geographical location of the city of Yerba Buena.*

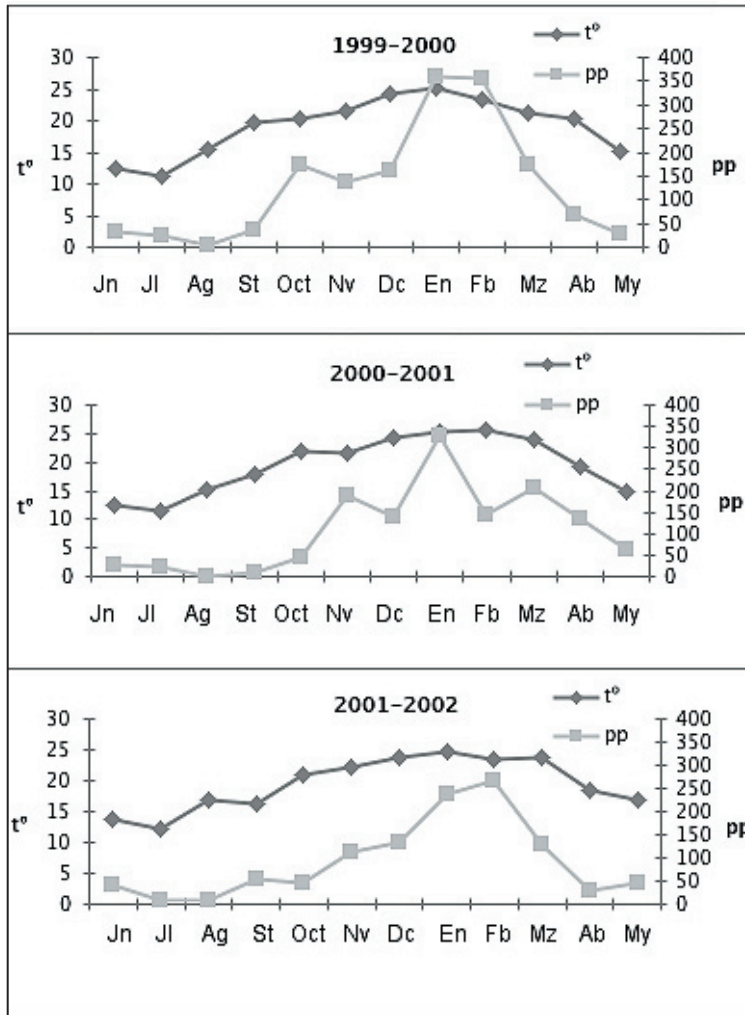


Figura 2. Climatogramas de los tres periodos analizados. *Climatographs of the analyzed periods.*

2002; Nitiu, 2009; Nitiu & Mallo, 2009); Bariloche (Bianchi *et al.*, 2004).

El objetivo de este trabajo es caracterizar la flora aeropalinológica de la ciudad de Yerba Buena, conocer sus fluctuaciones y la dinámica en las distintas estaciones a lo largo de tres años de muestreo ininterrumpido y elaborar un calendario polínico con los datos obtenidos.

Características del area de ubicación

Ubicación geografica. La provincia de Tucumán está ubicada en el NO argentino por debajo del Trópico de Capricornio. La localidad de Yerba Buena, donde se ha colocado el captador, se encuentra en el departamento homónimo (65° 16' O; 26° 49' S), al O de la capital de la provincia, (fig. 1).

Clima. El clima es subtropical con estación

seca, los veranos son cálidos y lluviosos, los inviernos, suaves y secos. La temperatura media anual es de 18° C, siendo la mínima y la máxima anual de 11° C y 24° C respectivamente. Temperaturas bajo cero se dan pocas veces al año, registrándose no más de 2 ó 3 heladas. Las precipitaciones son superiores a los 1000 mm anuales y en los faldeos orientales del Aconquija ciertos años se llega a 2000 mm. (Aceñolaza, 1997).

Utilizando los valores de precipitaciones y temperaturas medias mensuales, brindados por la Sección Agrometeorología de la Estación Experimental Agrícola Obispo Colombes, se confeccionaron 3 climatogramas para el período de funcionamiento del captador Durham (1999-2002).

En los 3 años de muestreo se observa un período seco desde junio a septiembre (invierno y principios de primavera) y se destaca la existencia de un máximo de precipitaciones a mediados de verano (enero y febrero) (fig. 2).

En cuanto a temperatura los meses más cálidos son diciembre, enero y febrero, siendo los más fríos junio y julio.

Ambiente urbano y vegetación. La localidad de Yerba Buena, fitogeográficamente pertenece a lo que Cabrera (1971) llama Bosque de Transición de la zona S de Tucumán. El único relicto actual de este bosque es el Parque Botánico Percy Hill (Aceñolaza, 1997) que cuenta con una superficie de aproximadamente 2 hectáreas.

Esta localidad es actualmente un área residencial, totalmente urbanizada, en la que se encuentra una gran cantidad de plantas cultivadas tanto nativas como exóticas. En el límite occidental de la misma se produce una brusca transición hacia un área natural que es el Parque Biológico Sierra de San Javier, donde la vegetación es la Selva Montana, caracterizada por la presencia de árboles de gran porte y abundancia de lianas y epífitas. Esta formación ha sido denominada “Provincia

Biogeográfica de las Yungas” por Cabrera y Willink (1973) y representa la expresión más austral de un ecosistema que acompaña a los Andes desde Colombia y Venezuela hasta las provincias de Tucumán y Catamarca en Argentina. Según las observaciones fenológicas de Meyer (1963) en esta región, las especies perennifolias comienzan a florecer a partir de octubre, mientras que las caducifolias lo hacen antes, a partir de agosto. En la zona NE de la reserva las plantaciones de *Eucalyptus* sp. y *Pinus* sp. y otras especies naturalizadas como el *Ligustrum lucidum*, llegan a constituir un importante bosque.

METODOLOGÍA

El muestreo se realizó con un captador gravitacional de tipo Durham (1946) (fig. 3) ubicado a 4 m de altura en la zona NE de la localidad de Yerba Buena desde junio 1999 hasta mayo 2002. Las muestras se tomaron en un portaobjetos etiquetado con la fecha en un extremo y sobre el cual se colocó glicerina teñida con fucsina básica cubriendo una superficie de 20 x 20 mm. Semanalmente se retiró el portaobjeto y se colocó sobre el mismo un cubreobjetos para su observación en el microscopio. La identificación de los granos de polen en forma cuali- y cuantitativa se realizó con un microscopio óptico Leitz (modelo Orthoplan) con una magnificación de 40X. Para este análisis se recorrió mediante barridos horizontales toda la superficie del preparado para obtener el conteo de todos los granos de polen presentes. Los taxones polínicos fueron identificados a nivel de familia, género o especie. Para esto se utilizó la colección de referencia realizada con material de la zona. Los preparados fueron elaborados según la técnica de Wodehouse (1935). Para cada especie se hicieron preparados con glicerina-gelatina teñida con fucsina básica y otros sin teñir. Esta colección está depositada



Figura 3. Captador de tipo Durham. *Durham pollen trap*.

en la Palinoteca de la Fundación Miguel Lillo (PAL-TUC). Para las determinaciones también se utilizó la bibliografía especializada (Erdtman, 1943, 1966; Faegri & Iversen, 1966; Heusser, 1971; Markgraf & D'Antoni, 1978; Moore *et al.*, 1991; Pire *et al.*, 1992, 1994, 1998, 2001). Los tipos polínicos fueron clasificados en las categorías de alergenicidad según Lewis *et al.* (1983) elaboradas a partir de test de sensibilización cutánea: altamente alergénico (H.A.), medianamente alergénico (M.A.), levemente alergénico (S.A.), no muy alergénico (N.V.A.).

RESULTADOS

El análisis de las muestras permitió la identificación de 46 tipos polínicos: *Acacia*, *Alnus acuminata*, *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Ambrosia*, *Anadenathera colubrina*, *Asteraceae*, *Blepharocalix*, *Bohemeria*, *Brassicaceae*, *Broussonetia papyrifera*, *Casuarina*, *Celtis*, *Citrus*, *Cupressaceae*, *Ephedra*, *Eucalyptus*, *Eugenia*, *Fraxinus*, *Heliotropium*, *Juglans australis*, *Lamiaceae*, *Lauraceae*, *Ligustrum lucidum*, *Liquidambar styraciflua*, *Monocoliledoneae*, *Morus alba*, *Myrcianthes*, *Myrtaceae*, *Parthenium hysterophorus*, *Peltophorum*,

Phenax, *Pinus*, *Plantago*, *Platanus*, *Poaceae*, *Populus*, *Prosopis*, *Pseudocaryophyllus*, *Rumex*, *Salix humboldtiana*, *Schinopsis*, *Schinus*, *Scirpus*, *Umbelliferae*, *Urtica* y *Vernonia fulva*.

De los tipos polínicos identificados en la atmósfera de Yerba Buena, Tucumán, se pueden considerar dos grupos “herbáceas” (PNA) y “arbustos y árboles” (PA).

El grupo de herbáceas está presente todo el año aunque no en grandes cantidades (25%), los tipos más representativos son: *Poaceae*, *Asteraceae*, *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*.

Poaceae: se encuentran como maleza en cultivos, jardines y sitios baldíos y otras como cultivadas. Los géneros más comunes son *Paspalum* sp., *Sorghum* sp., *Cynodon* sp., *Setaria* sp., *Eleusine* sp., *Chusquea* sp., *Cortaderia* sp. y *Bambusa* sp. Están presentes todo el año en el registro atmosférico con una marcada dominancia en marzo y abril. Es el grupo más representativo dentro de las herbáceas con el 20% del polen total y está clasificado como altamente alergénico (H.A.) (fig. 4A). En el primer año de muestreo se contaron sólo 1560 granos de polen, aumentó en el segundo a 2495 granos y se incrementó en el tercero, principalmente en los meses de marzo y abril, llegando a 4800 granos.

Asteraceae: se encuentran como malezas. Se han identificado algunos tipos como: *Parthenium hysterophorus*, *Ambrosia* sp. y *Vernonia fulva*. Su presencia en la atmósfera, aunque es constante, no excede el 5,97% del total anual. Todas son altamente alergénicas (H.A). Están escasamente representados a lo largo de los 2 primeros años con 610 y 520 granos respectivamente (fig. 4B), y aumenta notablemente en el tercero llegando a 1640 granos. El incremento registrado en este último período se da durante los meses de febrero y marzo y se debe a la abundante captación de granos de polen de *Ambrosia*, la cual es muy importante como alérgeno.

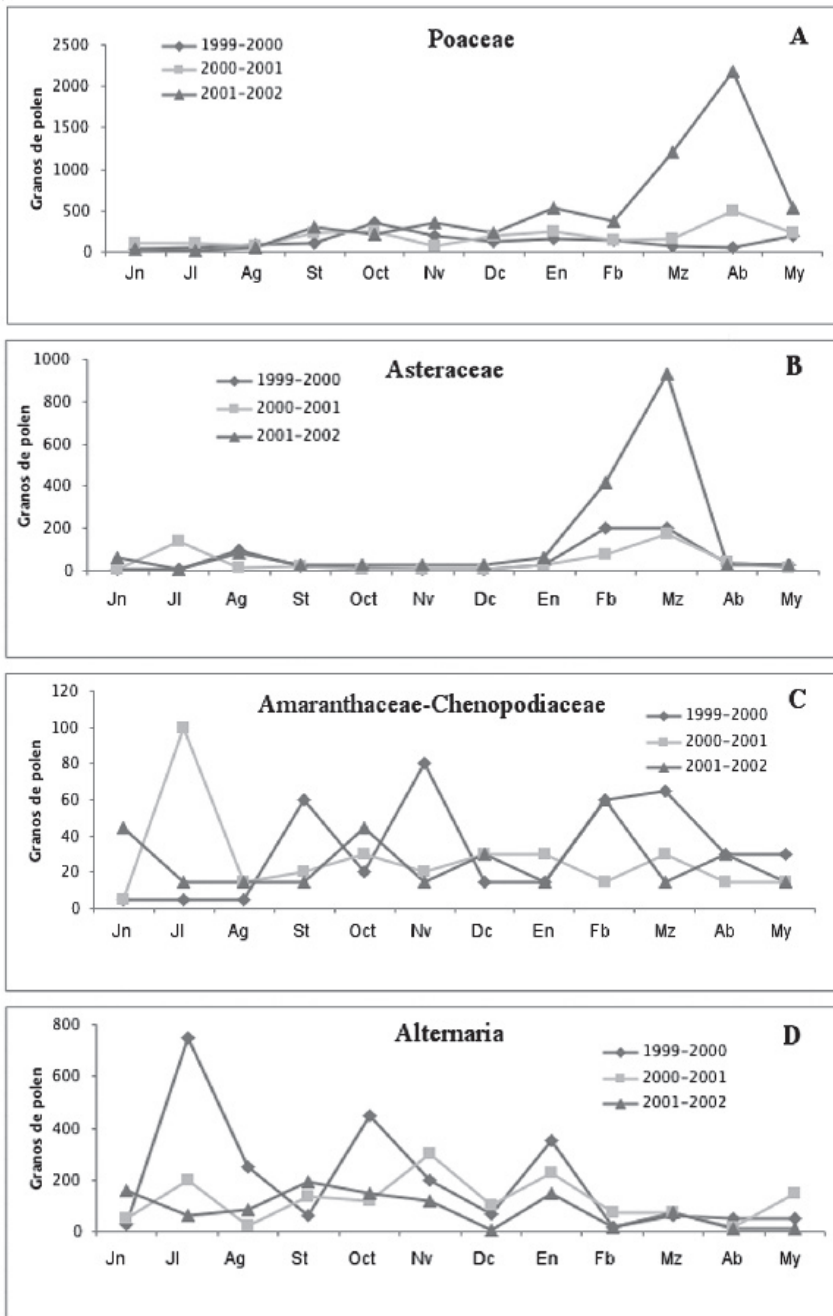


Figura 4. Diagramas polínicos de la ciudad de Yerba Buena. Cantidad mensual de granos de polen captados para cada tipo polínico en los 3 periodos estudiados. Polen Herbáceo (PNA): A, B y C. Alternaria (espora de hongo): D. *Pollen diagrams for the city of Yerba Buena. Monthly quantities of each pollen type trapped during the 3 periods studied.*

Amaranthaceae-Chenopodiaceae: conforman un conjunto de especies ruderales, anemófilas. Los géneros más comunes son: *Amaranthus* sp., *Chenopodium* sp., *Pfaffia* sp., *Gomphrena* sp. y *Atriplex* sp. Representan sólo el 2,29% del polen anual. Corresponden al tipo altamente alergénico (H.A). Se hallan en la atmósfera durante todo el año sin presentar picos significativos en algún mes en particular (fig. 4C). En el primer y segundo año de muestreo la cantidad de granos captada, 385 y 325 granos respectivamente, es levemente mayor que en el tercero, en el cual solo llegan a 315 granos.

El grupo de árboles y arbustos (PA) tiene altos niveles de presencia de polen en la atmósfera en un corto período de tiempo (julio a octubre). Los tipos más representativos son: Cupressaceae, *Pinus*, *Alnus acuminata*, *Celtis*, *Morus alba*, *Broussonetia papyrifera*, *Juglans australis*, *Fraxinus*, *Liquidambar styraciflua*, *Salix humboldtiana*, *Ligustrum lucidum*, *Andenantha colubrina* y Myrtaceae.

Cupressaceae: los géneros más comunes son *Cupressus* sp., *Juniperus* sp. y *Thuja* sp. Es el tipo dominante de este grupo, con un 18,44% del total. Corresponden al tipo levemente alergénico (S.A.) Estos géneros son ampliamente cultivados en los alrededores del muestreador y la aerodinamia de los granos, pequeños y livianos dan como resultado un elevado registro, 5105 granos, para el primer año de muestreo desde julio a septiembre, (fig. 5A). En el segundo año disminuye a 2145 granos y aún más en el tercero con solo 870 granos.

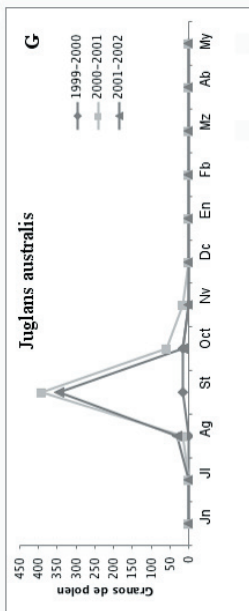
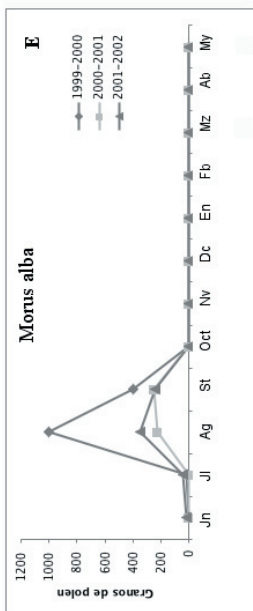
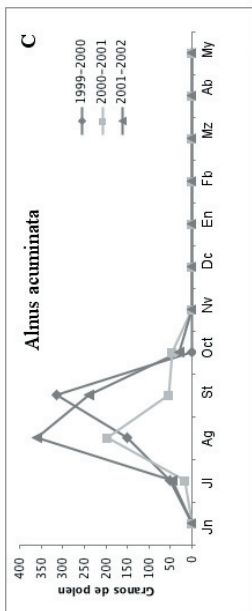
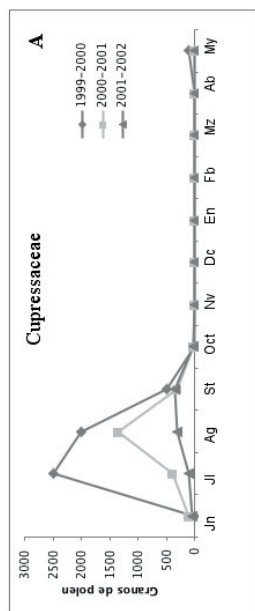
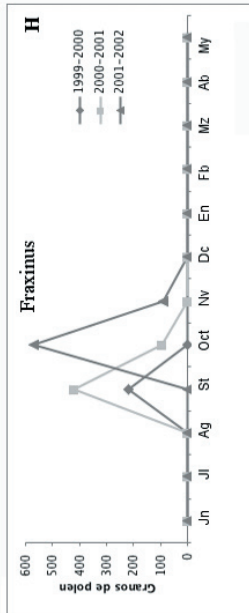
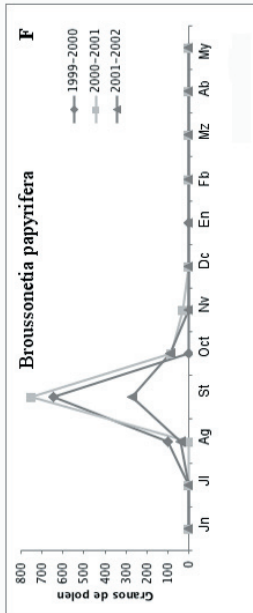
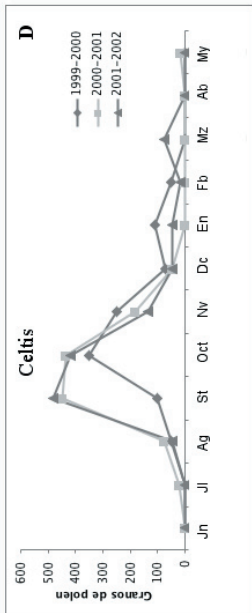
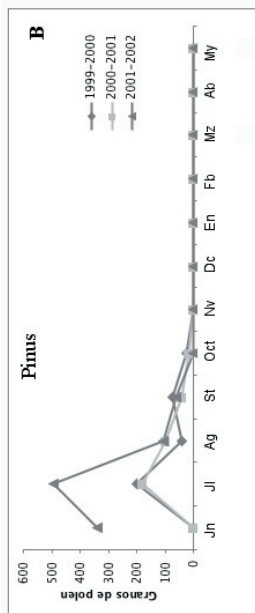
Pinus: son varias las especies del género *Pinus* que además de ser ampliamente cultivadas en la zona urbana se encuentran formando bosques al O de la ciudad de Yerba Buena. Representan el 3,67% del total. Es notable la cantidad de polen que emiten, sin embargo no producen alergia o son considerados del tipo no muy alergénico (N.V.A.). En los dos primeros años de muestreo se registran en la atmósfera

desde julio a octubre (fig. 5B), con 340 y 335 granos respectivamente. En el tercer año se observa un notable aumento llegando a los 1035 granos y una modificación y ampliación de su período de permanencia en la atmósfera desde mayo a septiembre.

Alnus acuminata: el “aliso” forma bosques puros entre los 1.500 y 2.000 m de altura en las laderas orientales del Aconquija y se caracteriza por presentar un amplio radio de dispersión (Salgado-Labouriau, 1979). Representa el 3,30% del total. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Comienza a detectarse en julio (fig. 5C), alcanza su óptimo de incidencia en agosto y septiembre y luego disminuye su presencia en el aire hacia fines de octubre y se mantiene en forma muy escasa el resto del año. En el primer año de muestreo se captaron 515 granos, disminuyó en el segundo a 310 y en el tercer año con 690 se registra la mayor cantidad de granos captados.

Celtis: se citan 4 especies del género *Celtis* para la provincia: *C. brasiliensis*, *C. chichape*, *C. ehrenbergiana* y *C. iguanaea* (Zuloaga, 2010). Son propias del Bosque Chaqueño Occidental y del Monte. Representan 7,79% del total. Corresponden al tipo altamente alergénico (H.A). Sus períodos de floración se superponen por lo que se registran en la atmósfera desde julio hasta mayo (fig. 5D). En los tres años de muestreo están ausentes en los meses de abril y junio por lo que la presencia en el mes de mayo se debería a un efecto de replot. Su pico máximo se presenta en septiembre y octubre y el mínimo en el mes de mayo (sólo 15 granos en 2000-2001). En el primer año de muestreo se captaron 980 granos, aumentado en el segundo y tercero a 1220 y 1260, respectivamente.

Morus alba: la “morera blanca” es un árbol dioico, ampliamente cultivado en las calles de Tucumán. Florece a fines de invierno antes de dar las hojas y produce una gran cantidad de polen. Representa un porcentaje del 5,64% del total. Corresponde al tipo altamente alergénico (H.A). Se registra desde mediados



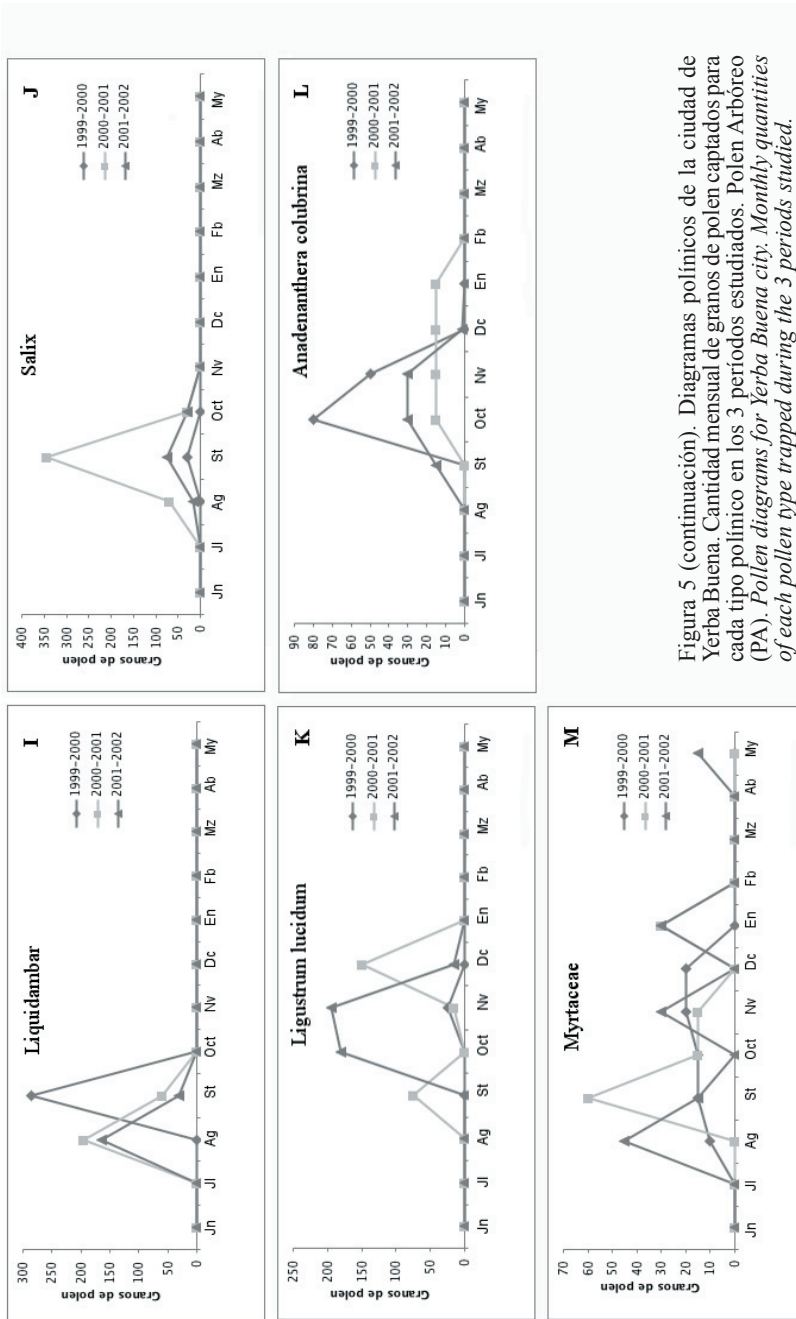


Figura 5 (continuación). Diagramas polínicos de la ciudad de Yerba Buena. Cantidad mensual de granos de polen captados para cada tipo polínico en los 3 periodos estudiados. Polen Arbóreo (PA). *Pollen diagrams for Yerba Buena city. Monthly quantities of each pollen type trapped during the 3 periods studied.*

de julio a octubre (fig. 5E). En el primer año de muestreo se captaron 1420 granos, disminuye notablemente en los 2 siguientes con 480 y 645 granos respectivamente.

Broussonetia papyrifera: la “mora turca” es un árbol originario de la China y Japón, cultivado en calles y casas. Produce grandes cantidades de polen pequeño. Representa un porcentaje del 4,63% del total. Corresponde al tipo altamente alergénico (H.A). Aparece en el registro atmosférico (fig. 5F) desde fines de julio hasta octubre, siendo su pico en septiembre. En los 2 primeros años de muestreo se registra en forma abundante con 745 y 865 granos respectivamente y disminuye notablemente en el tercero con sólo 400 granos captados.

Juglans australis: el “nogal criollo” es un árbol abundante en los faldeos orientales de las sierras de San Javier. Representa el 2,03% del total. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Se registra principalmente desde agosto a octubre (fig. 5G). Está escasamente representado en el primer año de muestreo con sólo 30 granos y aumenta notablemente en el segundo a 470 y en el tercero a 390 granos.

Fraxinus: el “fresno” es un árbol exótico ampliamente cultivado en veredas y jardines. Constituye el 3,11% del total. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Los granos de polen se registran desde agosto hasta noviembre con un pico máximo entre septiembre y octubre. El aporte polínico en los 3 años de muestreo varía (fig. 5H), es menor en el primero con 220 granos captados, aumenta en el segundo a 515 granos y alcanza su máximo valor en el tercero con 660 granos.

Liquidambar styraciflua: el “liquidambar” es ampliamente cultivado en veredas y plazas. Representa el 1,65% del total. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Sus granos de polen se registran en la atmósfera desde fines de julio a octubre (fig. 5I). Son más abundantes el primer año de muestreo, con 285 granos captados y su máximo se da en septiembre. Disminuye en los 2 años siguientes con 255

y 195 granos, respectivamente, y su máximo registro se desplaza, respecto al primer año, adelantándose hacia agosto.

Salix humboldtiana: el “sauce criollo” florece desde fines de agosto a octubre. Su aporte atmosférico representa el 1,51% del total y su pico máximo es en septiembre. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Está escasamente representado en el primer año con sólo 30 granos (fig. 5J), el segundo año es el más abundante con 445 granos mientras que en el tercero sólo llega a 180 granos captados.

Ligustrum lucidum: el “ligustro” florece desde octubre a diciembre. Su aporte atmosférico representa el 1,91% del total y su pico máximo es en noviembre. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Está escasamente representado en el primer año con solo 120 granos (fig. 5K), el segundo año es el más abundante con 240 granos mientras que en el tercero llega a 390 granos captados.

Andenantha colubrina: el “cebil” florece desde septiembre a diciembre. Representa el 0,63% del total. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Sus granos de polen se registran en la atmósfera desde fines de agosto a enero (fig. 5L). Son más abundantes el primer año de muestreo, con 130 granos captados y su máximo se da en octubre. Disminuye en los 2 años siguientes con 60 y 45 granos respectivamente.

Myrtaceae: está representada por varias especies de los géneros *Blepharocalix*, *Eugenia*, *Myrcianthes*, *Pseudocaryophyllus* y *Eucalyptus*, que presentan períodos de floración sucesivos. El aporte polínico atmosférico de esta familia fue discontinuo. Representa el 0,92% del total y su pico máximo es en septiembre. Corresponde al tipo levemente alergénico (S.A.). Son más escasos en el primer año con 90 granos (fig. 5M), aumentan en el segundo año con 120 granos y en el tercero llegan a 135 granos captados.

En las muestras están presentes una gran

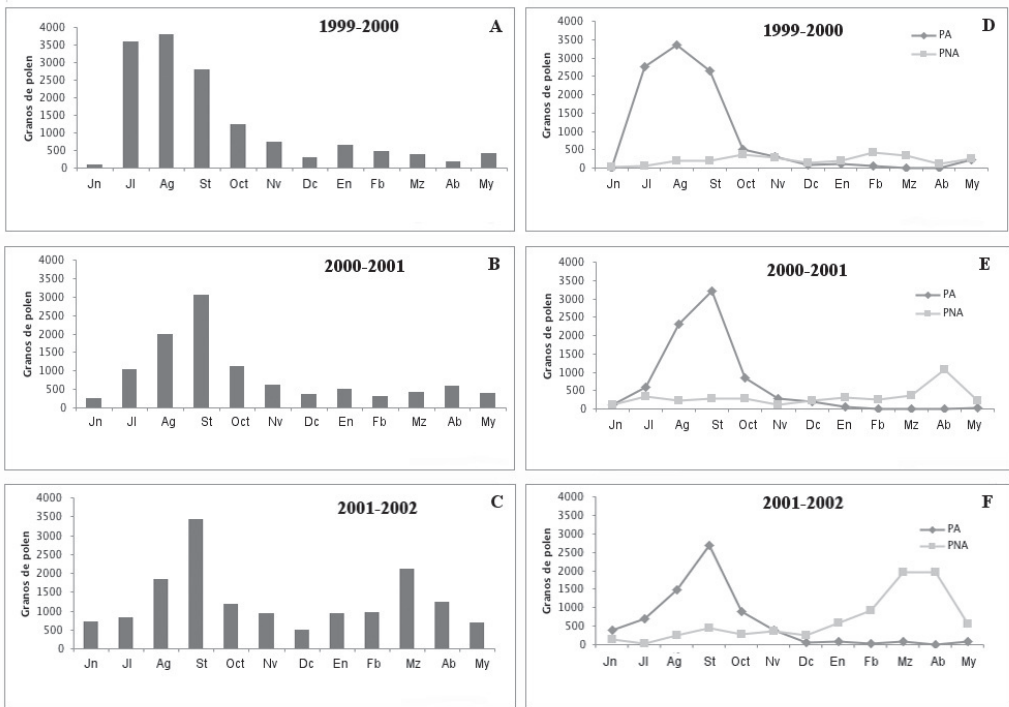


Figura 6. A, B y C: variación del aporte polínico total en los tres años de muestreo; D, E y F: relación entre polen arbóreo (PA) y polen herbáceo (PNA) en los tres años de muestreo. A, B and C: pollen distribution during the years studied; D, E and F: ratio arboreal pollen (PA)/non arboreal pollen (PNA).

cantidad de esporas de hongos y Pteridofitas las cuales no fueron tenidas en cuenta en este estudio. Entre las esporas de hongos captadas la única que se ha identificado es *Alternaria* sp. (Dematiaceae, Moniliales). Este hongo se registra en la atmósfera a lo largo de todo el año, alternando períodos de mayor y menor presencia en los 3 años muestreados (fig. 4D). Domínguez Santana & La-Serna Ramos (1998) mencionan un comportamiento similar de estas esporas en Tenerife, Islas Canarias. En el primer año de muestreo registra la mayor abundancia con 2335 esporas, siendo 1465 en el segundo y disminuye a 1034 en el tercero. *Alternaria* es considerado adecuado para hacer preparaciones de referencia para test clínicos porque produce todos los componentes alergénicos conocidos (Vijay *et al.*, 1989).

Se elaboró un calendario polínico basado en los 17 tipos de polen de mayor registro atmosférico (fig. 7). El polen herbáceo (PNA) se presenta en forma homogénea casi todo el año, mientras que en el caso de polen arbóreo (PA) se destaca su marcada estacionalidad en Primavera. Las variaciones interanuales se observan en los diagramas individuales (figs. 4 y 5).

DISCUSIÓN

Variación estacional. La floración en las Sierra del San Javier en Tucumán, es marcadamente estacional con una acumulación de más de 70% de las especies que florecen en el período primaveral (Meyer, 1963). A pesar

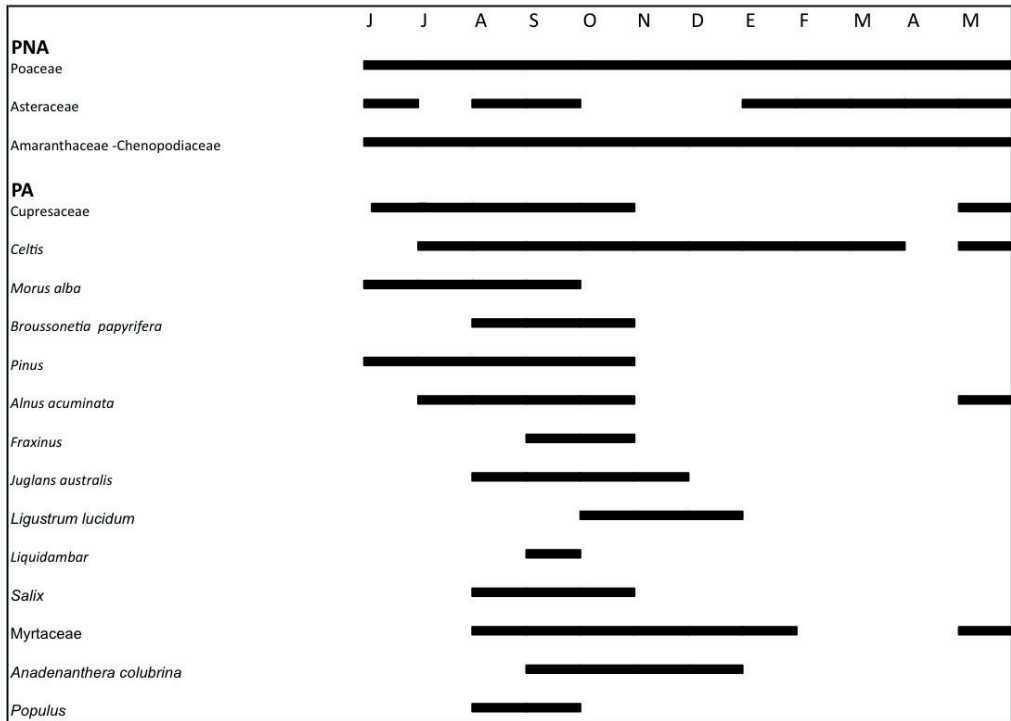


Figura 7. Calendario polínico de Yerba Buena (1999-2002). PNA: polen no arbóreo, AP: polen arbóreo. *Pollen calendar of Yerba Buena (1999-2002). PNA: non-arboreal pollen, AP: arboreal pollen.*

de esta sincronización del comportamiento fenológico con eventos mesoclimáticos es posible identificar desplazamientos temporales con el gradiente altitudinal tanto en los momentos como en la intensidad de la expresión fenológica (Brown, 1995). Las variaciones interanuales en la cantidad de lluvias caídas y principalmente la intensidad de la “época seca” deben ser responsables de la marcada ciclicidad observada (Boletta *et al.*, 1995). Estas fluctuaciones climáticas están documentadas desde hace aproximadamente 60 años en las estaciones meteorológicas del noroeste (Bianchi y Yáñez, 1992) y sabemos a partir de trabajos dendrocronológicos que no son un fenómeno reciente sino que han ocurrido en los últimos cientos de años (Villalba *et al.*, 1987, 1992). Los árboles cultivados en calles y plazas de la ciudad florecen también en el período

primaveral preferentemente.

El registro polínico atmosférico en tres años consecutivos muestra variaciones interanuales en la cantidad de polen captado, con un leve desplazamiento, atraso, de las estaciones polínicas del segundo y tercer año respecto al primero que estaría, en gran medida, relacionado con los factores fenológicos y meteorológicos (fig.6A, B y C).

Existen dos estaciones de aporte polínico en el registro anual del polen emitido a la atmósfera. En el primer año de muestreo (fig. 6A) se registra sólo una de ellas, de julio a octubre, la ausencia de la segunda se debe a que las muestras de marzo y abril de 2000 fueron afectadas por las lluvias. En el mes de enero se destaca un leve pico que corresponde al aporte de Poaceae. En los dos años siguientes se observan claramente las dos estaciones de

aporte polínico.

En la primera estación polínica se registra la mayor cantidad de granos de polen alcanzando el 70,84% del total y está dada principalmente por el aporte de especies arbóreas. Se extiende desde julio a octubre, o sea, desde mediados de invierno a principios de primavera. Esto coincide con la estación seca como también con el registro de temperaturas más bajas, con los porcentajes de humedad relativamente bajos y la mayor velocidad y constancia del viento. Desde el punto de vista fenológico es el comienzo de la floración de la mayoría de las especies (Brown, 1995).

En el primer año de muestreo el pico máximo de este período se da entre julio y agosto y se debe fundamentalmente a la gran cantidad de granos de polen de Cupressaceae captados. En los dos años siguientes el registro de este tipo polínico disminuye notablemente. En el segundo y tercer año de muestreo el mayor registro de polen atmosférico se da en el mes de septiembre y es consecuencia principalmente del aporte de polen arbóreo (PA) que en este mes alcanza su mayor cantidad y diversidad.

La segunda estación polínica corresponde a los meses de marzo y abril, está precedida por abundantes lluvias y temperaturas más o menos elevadas (fig. 2). La cantidad de polen captada, 25,05% es notablemente inferior a la de la primera y corresponde principalmente a la contribución de especies herbáceas. El aporte polínico principal en marzo-abril del ciclo 2000-2001 está dado por *Ambrosia*, mientras que en el ciclo 2001-2002 se debe a la abundante presencia de Poaceae.

En el período 2001-2002 el máximo de precipitaciones se da en el mes de febrero (fig. 2) y no en enero como en los dos años anteriores lo que podría explicar la gran cantidad de Poaceae captadas en marzo y abril de ese ciclo. Según Andersen (1980), las precipitaciones y el calor estimulan la producción de polen en esta familia.

Las variaciones de un año a otro del aporte

polínico de los principales tipos analizados (fig. 4 y 5), se deben principalmente a la cantidad de granos emitidos por cada especie y también a las condiciones climáticas. Andersen, (1980) en un estudio lo largo de 10 años, determina para *Alnus*, *Betula*, *Quercus* y *Fagus* un diseño de floración bianual y considera que la interrupción del mismo por dos años seguidos de alta polinación se debe a una falla en la producción de polen del año anterior. Es posible decir que la concentración de polen de árboles probablemente será alta en años que siguen a otros años con baja intensidad de floración, y será particularmente alta si el año previo ha tenido bajas precipitaciones en primavera o un alto promedio de temperaturas en verano.

Relación entre polen arbóreo (PA) y no arbóreo (PNA). La relación entre el contenido atmosférico de PA y PNA a lo largo de cada año fue similar en los tres ciclos. No obstante se observan algunas diferencias respecto a la cantidad de polen captado así como a las fechas en que se produjeron los picos.

En el caso de los granos tipo PNA, su presencia es escasa (entre el 3 y el 6% del total) pero constante a lo largo del primer año de muestreo (fig. 6D) sin picos destacables debido a las lluvias mencionadas anteriormente (marzo y abril). En el segundo año de muestreo (fig. 6E) se produce un marcado pico en marzo - abril, por la abundancia de *Ambrosia* (en marzo) y Poaceae (en abril) y en el tercer año de muestreo (fig. 6F) este pico se acentúa aún más debido al elevado aporte de Poaceae en marzo y abril, en cambio el de *Ambrosia* se mantiene igual en febrero y marzo.

Las curvas correspondientes a PA, son bastante similares en los 3 períodos de muestreo. En el primero se destaca desde julio a octubre y se observa un leve desplazamiento de agosto a octubre en el segundo y tercero. En el primer año de muestreo (fig. 6D) el máximo corresponde a julio- agosto y se debe principalmente a la gran cantidad de granos

Periodos	P.A.	P.N.A.	Total
1 ^{er} Período (1999-2000)	10070	2585	12655
2 ^o Período (2000-2001)	7610	3865	11475
3 ^{er} Período (2001-2002)	6861	7025	13886

Tabla 1. Cantidad total de polen arbóreo (PA) y polen herbáceo (PNA) captado en cada año de muestreo. *Total and annual quantities of arboreal and herbaceous pollen trapped during the different years of sampling.*

de Cupressaceae captados, sin embargo la diversidad es muy baja (*Pinus*, *Alnus*). En el segundo y tercer año de muestreo (fig. 6B y C) el máximo corresponde a septiembre y, si bien influye la cantidad de granos aportados por cada individuo, es importante sobre todo la gran diversidad de especies que están en flor (*Morus*, *Celtis*, *Eucalyptus*, *Liquidambar*, *Prosopis*, *Juglans*, *Broussonetia*, *Fraxinus*, *Platanus*, *Populus*, *Salix*, *Acacia*, *Anadenanthera*, etc.) Esto coincide con las observaciones fenológicas realizadas por Meyer (1963) sobre el período de floración de las especies arbóreas de la Selva Montana.

En cuanto a la cantidad total de polen captado en cada año de muestreo (Tabla 1) la cifra más elevada corresponde al tercer período y coincide con el aumento de granos PNA, estando éste último valor relacionado con la abundante presencia de Poaceae y *Ambrosia* captadas en el período marzo-abril. El comportamiento de los granos PA fue inverso ya que el aporte polínico más alto de este grupo corresponde al primer período y está relacionado con el elevado número de granos de polen de Cupressaceae captados en el mes de julio de 1999.

Comparación con otros calendarios polínicos. El calendario polínico de la localidad de Yerba Buena refleja la vegetación urbana predominantemente exótica (fig. 7).

Su composición indica que los principales productores son especies introducidas o de hábitat condicionado por el hombre. Tal es el caso de los tipos dominantes como Cupressaceae y Poaceae, seguidos por Asteraceae, *Morus alba*, *Broussonetia papyrifera*, *Pinus*, *Fraxinus*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, *Ligustrum lucidum*, *Liquidambar styraciflua*, y *Populus*.

La presencia de *Alnus acuminata*, *Juglans australis*, *Salix humboldtiana*, *Andenathera colubrina* y *Celtis* muestran la influencia de la vegetación nativa de las laderas orientales de las sierras de San Javier.

A pesar de ser áreas disímiles en sus características florísticas y urbanas, el comportamiento de las curvas de polen atmosférico total y de las fracciones PA y PNA son similares a las que se observan en los espectros polínicos de las ciudades de Mar del Plata (Bianchi, 1992; Pérez *et al.*, 2001 a y b, 2003), de Buenos Aires (Noetinger *et al.*, 1993, 1994 y 1997; Nitiu *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2007), y La Plata (Nitiu & Romero, 2001, 2002; Nitiu, 2009; Nitiu & Mallo, 2009). Existe semejanza también respecto a los tipos polínicos más relevantes Cupressaceae (PA) y Poaceae (PNA). Además, a pesar de los bajos valores registrados, Amaranthaceae-Chenopodiaceae se destacan por su presencia casi constante en la atmósfera.

CONCLUSIONES

El muestreo realizado durante estos tres años ha permitido determinar la existencia de dos estaciones polínicas en el registro anual del polen emitido a la atmósfera. La primera estación polínica, de julio a octubre, es la de mayor aporte de polen y está dado principalmente por el de especies arbóreas. La segunda estación polínica, de marzo a abril con menor cantidad de polen captado, el cual corresponde principalmente al aporte de especies herbáceas.

La presencia de polen arbóreo (PA) prevalece en fines de invierno y primavera determinando un período corto con el registro polínico atmosférico más alto.

El polen herbáceo (PNA) está presente todo el año, pero se registra poca cantidad y en forma más homogénea. En los dos últimos años de muestreo se destacó su presencia en fines de Verano y comienzos de Otoño, lo que determinó la segunda estación polínica.

El número de taxones que alcanzan registros polínicos relevantes es bajo, ellos son: Poaceae, Cupressaceae, *Celtis*, Asteraceae, *Morus alba*, *Broussonetia papyrifera*, *Pinus*, *Alnus acuminata*, y *Fraxinus*.

El registro polínico atmosférico de la localidad de Yerba Buena refleja la vegetación urbana predominantemente exótica. Sin embargo a través de *Alnus acuminata*, *Juglans australis*, *Salix humboldtiana*, *Andenantha colubrina* y *Celtis* también está presente, aunque en menor medida, la vegetación nativa de las laderas orientales de las sierras de San Javier.

Existen variaciones de un año a otro, en la cantidad de granos de polen colectados por cada tipo. Se profundizará el estudio con el fin de determinar si esto se debe a un diseño de floración bianual o a la influencia de las condiciones climáticas o de ambas.

AGRADECIMIENTOS. Deseo expresar mi agradecimiento a la Dra. Daniela Nitiu (Investigador CONICET, UNLP.) por la lectura crítica del manuscrito así como por sus valiosas sugerencias. También agradezco al ingeniero Cesar Lamelas por los datos meteorológicos brindados.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEÑOLAZA, P.G. -1997- Propuesta de acción para el "Parque botánico Percy Hill". *Serie monográfica y Didáctica* 34. Fac. Cs. Naturales e Ins. Miguel Lillo. U.N.T.
- ANDERSEN, S. TH. -1980- Influence of climatic variation on pollen season severity in wind-pollinated trees and herbs. *Grana* 19: 47-53.
- BIANCHI, A. y C. YAÑEZ -1992- Las precipitaciones en el noroeste argentino. INTA EEA Salta.
- BIANCHI, M.M. -1992- Calendario polínico de la ciudad de Mar del Plata. *Archivos Arg. Alergia e Inmunología Clínica* 23 (2): 73-86.
- BIANCHI, M.M., S. OLABUENAGA, M.A. DZENDOLETAS y E.S. CRIVELLI -2004- El registro polínico atmosférico de San Carlos de Bariloche: setiembre 2001 – setiembre 2002. *Rev. Mus. Argentino Ciens. Nat., n.s.* 6(1): 1-7. Buenos Aires ISSN 1514-5158.
- BOLETTA, P.E., R. VIDES ALMONACID, R.E. FIGUEROA y M.T. FERNÁNDEZ -1995- Cambios fenológicos de la Selva Basal de Yungas en Sierra de San Javier (Tucumán, Arg.) y su relación con la organización estacional de las comunidades de aves. En *Investigación, conservación y desarrollo en selvas subtropicales de montaña*: 103-114.
- BROWN, A.D. -1995- Las selvas de montaña en la Argentina: problemas ambientales e importancia de su conservación. En: *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña*. (Brown, A.D. y H.R. Grau, Eds.) Pag. 53-58. Proyecto de Desarrollo Agroforestal / L.I.E.Y.: 9-18.
- CABRERA, A. -1971- Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Arg. Bot.* XIV (1-2): 1-42.
- CABRERA, A. y A. WILLINK -1973- Biogeografía de América Latina. *Monografía N° 13. Primera serie biológica*. Secretaría general de la OEA. Washington D.C.
- DOMINGUEZ SANTANA, M. D. e I. LA SERRA RAMOS, -1998- Variación anual y diaria del contenido en esporas de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* y *Stemphylium* en la atmósfera de La Laguna (Tenerife: islas Canarias). *Bot. Macaronésica* 23: 105-117.
- DURHAM, O.C. -1946- The volumetric incidence of airborne allergens. *J. Allergy* 17: 79-86.
- ERDTMAN, G. -1943- An introduction to pollen analysis. Chronica Botánica Company, Waltham, Massachusetts, U.S.A.
- ERDTMAN, G. -1966- Pollen and spore morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Hafner Pub. Co. New York.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN -1966- *Textbook of pollen analysis*. Scandinavian University books,

- Copenhagen, Denmark.
- GARCÍA, M.E. -1978- *Polen Alergígeno de Tucumán*. Trabajo de seminario, inédito. Fac. Cs. Naturales. Universidad Nacional de Tucumán.
- GARCÍA, M.E. -1990a- Aeropalinología de Santiago del Estero I. *Archivos Argentinos de Alergia e Inmunología Clínica*, 22 (1): 6-12
- GARCÍA, M.E. -1990b- Aeropalinología de Santiago del Estero (1ª parte). Resumen, publicado en: publicación oficial del colegio de Médicos de Santiago del Estero. *Boletín informativo* 185.
- GARCÍA, M.E. -1992- Aeropalinología de Santiago del Estero. *Asociación Paleontológica Argentina* 2: 59-62. Buenos Aires.
- GARCÍA, M.E. -1993- Aeropalinología de Santiago del Estero II. *Archivos Argentinos de Alergia e Inmunología Clínica* 24: 76-78.
- GARCÍA, M.E. -2006- Lluvia polínica en Selvas Montanas de la provincia de Tucumán (Argentina). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 8 (2): 159-164.
- HEUSSER, C.J. -1971- Pollen and spores of Chile. Univ. Arizona Press, Tucson.
- LATORRE, F. & C. PEREZ -1997- One year of airborne pollen sampling in Mar del Plata (Arg.). *Grana* 36: 49-53.
- LEWIS, W.H., P. VINAY & V.E. ZENGER -1983- *Airborne and allergenic pollen of North America*. The Johns Hopkins University Press, Bar-sur-Aube.
- MAJAS, F., M. NOETINGER & E. ROMERO -1992- Airborne pollen and spores monitoring in Buenos Aires city: a preliminary report Part I Trees and shrubs. (AP). *Aerobiologia* 8(2): 285-296.
- MAJAS, F., & E. ROMERO -1992- Aeropalinological research in the Northeast of Bs. As. Province Arg. *Grana* 31: 143-156.
- MARKGRAF, V. & H. L. D'ANTONI -1978- *Pollen Flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*, University of Arizona Press, Tuxon.
- MEYER, T. -1963- Estudios sobre la Selva Tucumana. "La Selva de Mirtáceas de Las Pavas". *Opera Lilloana* X, U.N.T. Tucumán.
- MOORE, P.D., J.A. WEBB & M.E. COLLINSON -1991- *Pollen Analysis*. Backwell Scientific Publ., Oxford.
- NITIU, D.S. y E.J. ROMERO -2001- Contenido polínico en la atmósfera de la ciudad de La Plata. *Polen* 11: 79-85.
- NITIU, D.S. y E.J. ROMERO -2002- Caracterización aeropalinológica de la ciudad de La Plata. Vinculación con alergias respiratorias. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 37 (1-2): 79-85.
- NITIU, D.S., A. MALLO & E. ROMERO -2003- Quantitative aeropalinology in the atmosphere of Buenos Aires City, Argentina. *Journal International of Aerobiology. Aerobiologia* 19 (1): 1-10.
- NITIU, D.S. -2009- Estudio del polen atmosférico y su relación con la vegetación local. La Plata, Argentina. *Acta Bot. Malacitana*. 34: 1-11.
- NITIU, D.S. y A.C. MALLO -2009- Pólenes potencialmente alergénicos del arbolado urbano de la ciudad de la Plata. *Ameghiniana* 46 (4). Suplemento. Resúmenes: 132.
- NOETINGER, M. -1993- Tres años de monitoreo de la lluvia polínica en la ciudad de Buenos Aires. *Arch. Arg. Alerg. Inmunol. Clín.* 24(2): 65-75.
- NOETINGER, M., E. ROMERO & F. MAJAS -1994- Airborne pollen and spores monitoring in Buenos Aires city: A preliminary report Part II Herb, weeks (NAP) and spores. General discussion. *Aerobiologia* 10: 129-139.
- NOETINGER, M., E. ROMERO y F. MAJAS -1997- Monitoreo diario y volumétrico del polen atmosférico en la ciudad de Buenos Aires. *Bol Soc. Arg. Bot.* 32 (3-4): 185-194.
- PÉREZ, C.F., J.M. GARDIOL & M.M. PAEZ -2001a- Comparison of intradiurnal variation of airborne pollen in Mar del Plata (Argentina). Part I. Non-arboreal pollen. *Aerobiologia* 17: 151-163.
- PÉREZ, C.F., J.M. GARDIOL & M.M. PAEZ -2001b- Difusión atmosférica de polen en el sistema urbano-rural de la ciudad de Mar del Plata (Argentina), en los tres últimos meses del año 1995. *Polen* 11: 87-98.
- PÉREZ, C.F., GARDIOL, J.M. & PAEZ, M.M. -2003- Comparison of diurnal variation of airborne pollen in Mar del Plata (Argentina). 2 Arboreal pollen. *Grana* 42: 1-7.
- PÉREZ, C.F., S. STUTZ, F. LATORRE y S. PASTORINO -2007- Depósito polínico en la laguna de Mar Chiquita Buenos Aires. *Bol. Soc. Argentina de Botánica* 42(2): 125.
- PIRE, S.M., L.MANZOTEGUI, y G.ACUADRADO -1992- Atlas polinológico del nordeste argentino.

- D'Orbigniana* 7. 75 pp.
- PIRE, S.M., L.MANZOTEGUI y G.A.CUADRADO
-1994- Atlas polínico del nordeste argentino.-
D'Orbigniana 8. 82 pp.
- PIRE, S.M., L.MANZOTEGUI y G.A.CUADRADO
-1998- *Flora polínica del nordeste argentino*.
EUDENE - UNNE (Corrientes, Argentina)
- PIRE, S.M., L.MANZOTEGUI y G.A. CUADRADO
-2001- *Flora polínica del nordeste argentino II*.
EUDENE - UNNE (Corrientes, Argentina)
- ROGERS, C. -1989- Seasonal patterns of allergenic
pollen at Toronto, *Aerobiology, Health,*
Environment. A Symposium, Paul Comtois Ed.
Université de Montréal.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. -1979- Modern
pollen deposition in the Venezuela Andes. *Grana*
18: 53-58.
- SOLOMON, A.M. -1979- Sources and characteristics
of airborne materials: Factors in the production,
release and viability of biological particles
(pollen). Pag. 41-54. In R.L. Edmonds, editor.
Aerobiology: The Ecological Systems Approach.
Dowden Hutchinson, and Ross. Inc., Stroudsburg,
Pennsylvania.
- VIJAY, H.M., M., BURTON, N.M., YOUNG, D.F.
COPELAND, E. DAVIES & , M. GIRARD -
1989- *The allergenic properties of eight isolates*
of Alternaria alternata, candidates for inclusion
in a reference standard. *Aerobiology, Health,*
Environment. A Symposium. Paul Comtois Ed.
Université de Montréal.
- VILLALBA, R., A BONINSEGNA & A. RIPALTA
-1987- Climate, tree growth and site conditions
in subtropical Northwestern Argentina. *Can. J.*
Fr. Res. 17: 1527-1539.
- VILLALBA, R., R. HOLMES & A. BONINSEGNA
-1992- Spatial patterns of climate and tree growth
variations in Northwestern Argentina. *Journal of*
Biogeography 19: 631-649.
- WODEHOUSE, R.P. -1935- *Pollen grains*. Mc
Graw-Hill Book Company, Inc. New York and
London.
- ZULOAGA, F. y O. MORRONE, (eds.) -2010-
Catálogo de las Plantas Vasculares de la
República Argentina. Instituto de Botánica
Darwinion, San Isidro, Buenos Aires. Web
on line: [http://darwin.edu.ar/Proyectos/Flora
Argentina /FA.asp](http://darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp)

