



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS

**Departamento de Botánica, Ecología y
Fisiología Vegetal**

TESIS DOCTORAL

**“Estudio sobre el contenido del polen
aerovagante en el medio urbano, posible
contribución de la flora ornamental.”**

María José Velasco Jiménez

Córdoba, 2013

TITULO: *Estudio sobre el contenido del polen aerovagante en el medio urbano,
posible contribución de la flora ornamental*

AUTOR: *MARÍA JOSÉ VELASCO JIMENEZ*

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones
publicaciones@uco.es

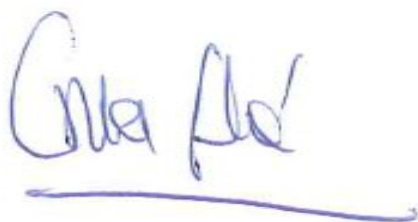
ESTUDIO SOBRE EL CONTENIDO DEL POLEN AEROVAGANTE EN EL MEDIO URBANO, POSIBLE CONTRIBUCIÓN DE LA FLORA ORNAMENTAL

Memoria presentada para optar al grado de Doctor.



Fdo: María José Velasco Jiménez
Licenciada en Biología
Universidad de Córdoba

Las Directoras:



Fdo: Carmen Galán Soldevilla
Catedrática del Departamento de Botánica,
Ecología y Fisiología Vegetal.
Universidad de Córdoba



Fdo: Purificación Alcázar Teno
Profesora Contratada Doctor del Departamento de
Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal.
Universidad de Córdoba



TÍTULO DE LA TESIS: “Estudio sobre el contenido del polen aerovagante en el medio urbano, posible contribución de la flora ornamental”

DOCTORANDO/A: María José Velasco Jiménez

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS

La citada Tesis Doctoral se ha realizado bajo nuestra dirección en el Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal de la Universidad de Córdoba, utilizando la metodología adecuada y reuniendo los requisitos necesarios para ser presentada a la comisión de esta Universidad para su exposición y defensa, habiéndose alcanzado los objetivos propuestos.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 28 de Mayo de 2013

Firma del/de los director/es

Fdo.: Carmen Galán Soldevilla

Fdo.: Purificación Alcázar Teno

AGRADECIMIENTOS

Una vez leí en una tesis que ésta era la parte que se escribía en último lugar, a pesar de encontrarse al principio de la misma. En mi caso no ha sido así pues, desde que comenzó a rondar por mi cabeza la idea de realizar esta tesis, he tenido siempre muy claro a quién debía agradecerse, aunque en ese momento aun no conocía a algunas de las personas que voy a nombrar a continuación.

Debo agradecer en primer lugar a mis directoras de tesis, Carmen y Pura, el haberme brindado la oportunidad de poder llevar a cabo este trabajo bajo su inestimable supervisión. Gracias a ellas me he iniciado en el camino de la investigación a través del mundo de la Aerobiología, permitiéndome asistir a congresos, cursos, estancias y un largo etcétera (aunque menos de las que ellas quisieran) para mejorar y desarrollar mi formación.

A Eugenio y Hermina, por contribuir de forma activa en el enriquecimiento de esta tesis con sus oportunos comentarios y recomendaciones.

A mis compañeros de laboratorio, con los que he compartido tantos momentos de trabajo, recreo y hasta de habitación en hoteles: a Eduardo, mi “Maestro Jedi”, y Marta, que en los primeros tiempos tuvieron la paciencia de enseñarme los entresijos de la metodología aerobiológica y fenológica; a Carmen, con quien aprendí a analizar alérgenos del aire; a José Antonio, que en los últimos años ha trabajado codo con codo conmigo. ¡Gracias por tu ayuda con los detalles de gráficas e imágenes!; a Manolo Arenas, que me mimaba como a una hija y me enseñaba política y filosofía en sus ratos libres; a Antonio y Paco, tan dispuestos a solucionar cualquier problema técnico/logístico con el ordenador, los captadores y hasta con la impresora; a Rafaela, Gabriela y Félix, siempre amables, haciendo del departamento un lugar más agradable.

A todas las personas que he tenido el placer de conocer a lo largo de estos años de doctorado, en especial a Lara y Krunica, que durante mi estancia en Camerino (Italia) me hicieron sentir como en casa, y a mis colegas aerobiólogos: Santi, María, Celia, Fani, Jose y José María, por los intercambios científicos y los buenos momentos vividos cada vez que nos vemos.

A todos los profesores del departamento, porque tuve la suerte de poder disfrutar de su docencia a lo largo de la licenciatura. A los profesores Jesús Muñoz y Jorge Alcántara, por su colaboración en el apartado de Paisaje Natural.

Agradecer de todo corazón a mis padres su apoyo incondicional en este proyecto. Desde el primer momento confiaron en mí y ahora sé que los dos estáis muy orgullosos de que haya llegado hasta aquí.

Gracias a Pepe, “mi Carmelita”, porque desde el principio estuvo a mi lado y me ha acompañado a lo largo de todo este viaje, a veces literalmente en más de un congreso, y ha sabido darme el tiempo que he necesitado para terminarla.

Tye-mela'ne.

A la pequeña personita que está creciendo dentro de mí, que también ha sabido esperar, a su manera, el tiempo necesario para terminar esta tesis.

“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado.”

Albert Szent-Györgyi (Premio Nobel de Fisiología y Medicina, 1937)

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. La Aerobiología.....	19
1.1.1. Reseña histórica y concepto de Aerobiología.....	19
1.1.2. La Aerobiología en España y Córdoba.....	23
1.2. Área de muestreo.....	27
1.2.1. Localización geográfica.....	27
1.2.2. Paisaje natural.....	28
1.2.3. Principales cultivos.....	33
1.2.4. Vegetación urbana: los parques y jardines de Andalucía.....	33
1.2.5. Clima.....	36
1.2.5.1. Temperatura.....	40
1.2.5.2. Humedad.....	40
1.2.5.3. Viento.....	41
1.2.5.4. Precipitación.....	43
1.2.6. Localización del captador.....	43
1.3. Justificación y objetivos.....	45
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	47
2.1. Muestreo aerobiológico.....	49
2.1.1. Tipo y localización de los captadores.....	49
2.1.2. Procesado de las muestras.....	52
2.1.3. Lectura de las muestras.....	54
2.1.4. Interpretación de los resultados y establecimiento de Categorías Polínicas.....	55
2.2. Datos meteorológicos.....	57
2.3. Tratamiento informático y análisis estadístico.....	57
2.4. Caracterización de la flora ornamental.....	58
3. RESULTADOS.....	61
3.1. Análisis meteorológico del periodo de muestreo.....	63
3.1.1. Temperatura.....	63
3.1.2. Precipitaciones.....	65
3.1.3. Humedad relativa.....	67
3.1.4. Velocidad y dirección del viento.....	68
3.2. Tipos polínicos seleccionados para el estudio.....	69
3.3. Estudio comparativo de los resultados obtenidos entre los dos captadores	71

localizados en la zona suroeste (captadores A y B).....	
3.4. Análisis de la estación polínica en los dos captadores localizados en zonas diferentes de la ciudad (captadores SO y NE).....	75
3.4.1. Cupressaceae.....	75
3.4.2. <i>Populus</i>	78
3.4.3. Urticaceae.....	81
3.4.4. <i>Pinus</i>	85
3.4.5. <i>Platanus</i>	88
3.4.6. <i>Morus</i>	91
3.4.7. <i>Rumex</i>	94
3.4.8. <i>Quercus</i>	97
3.4.9. <i>Plantago</i>	100
3.4.10. <i>Urtica membranacea</i>	103
3.4.11. Amaranthaceae.....	106
3.4.12. Poaceae.....	109
3.4.13. <i>Olea</i>	111
3.4.14. Asteraceae.....	115
3.5. Comparación de las categorías polínicas obtenidas en los dos captadores localizados en zonas opuestas de la ciudad.....	118
3.6. Influencia de los parámetros meteorológicos en el contenido de polen en el aire.....	119
3.7. Caracterización de la flora ornamental alergógena presente en las ciudades de Sevilla, Córdoba, Granada y Málaga.....	120
3.7.1. Forma biológica.....	122
3.7.2. Origen geográfico.....	123
3.7.3. Valores ecológicos.....	124
3.7.4. Contenido de polen en el aire.....	125
4. DISCUSIÓN.....	131
4.1. Variación estacional del contenido de polen registrado con dos captadores localizados en la misma zona: Captadores A y B.....	133
4.2. Variación del contenido polínico entre dos captadores localizados en zonas opuestas de la ciudad: Captadores SO y NE.....	133
4.2.1. Variación del índice polínico anual en las dos zonas de estudio.....	134
4.2.2. Comportamiento estacional del contenido de polen en el aire durante los años de estudio.....	135

4.2.3. Estudio comparativo de las categorías polínicas en las dos zonas de estudio.....	137
4.3. Estudio comparativo de las condiciones meteorológicas durante el periodo muestreado.....	138
4.3.1. Estudio comparativo de las condiciones meteorológicas durante el periodo de muestreo con respecto a los valores medios para la ciudad de Córdoba.	138
4.3.2. Comparación de los parámetros meteorológicos registrados en las dos zonas de estudio para el periodo 2006-2010.....	140
4.3.3. Resultados de la correlación entre los parámetros meteorológicos y el contenido de polen en el aire.....	141
4.4. Influencia de la flora ornamental en el contenido de polen en el aire en diferentes ciudades de Andalucía.....	143
4.4.1. Diferencias y similitudes entre las características ecológicas de la flora ornamental alergógena en cada ciudad.....	144
4.4.2. Diferencias en el contenido de polen aerovagante de cada ciudad.....	145
4.4.3. Recomendaciones para la futura planificación de espacios verdes urbanos.....	146
5. CONCLUSIONES.....	149
6. BIBLIOGRAFÍA.....	153

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. LA AEROBIOLOGÍA.

1.1.1. Reseña histórica y concepto de Aerobiología.

En la antigüedad no se tenía conocimiento sobre la reproducción sexual de los vegetales y aunque Anaxágoras de Clazomene (500-428 a.C.) consideró al viento como un factor de notable influencia en la “diseminación de las especies” (dispersión de las semillas), no sospechó el verdadero papel del polen aerovagante. Durante un tiempo se pensó que el viento podía provocar enfermedades al hombre, a los animales y a las plantas, especialmente las cosechas. De hecho, Hipócrates (460-377 a. C.), considerado el padre de la ciencia médica, sostenía que el hombre era atacado por fiebres epidémicas cuando inhalaba aire infectado de “contaminantes que son hostiles a la raza humana” (Gregory, 1973).

Los botánicos de Roma, entre los que pueden distinguirse Dioscórides (siglo I d. C.) y Plinio (23-79 d. C.), no se preocuparon demasiado de los aspectos fisiológicos de las plantas pero sí se interesaron por la estructura macroscópica y por las aplicaciones terapéuticas y bromatológicas de los vegetales. Esa tónica en la orientación de los estudios botánicos y en la forma de interpretar la vida vegetal perduró durante muchos siglos, de tal forma que hasta finales del siglo XV no se han encontrado referencias hacia distintos aspectos relacionados con el polen, momento en el que Monardi (1462-1536) comenzó a estudiar el papel que los estambres desempeñaban en las flores.

Fue entrado el siglo XVII cuando se comenzó a sospechar el papel de la antera como órgano masculino de la flor. Nehemiah Grew (1628-1711), médico y botánico inglés, realizó las primeras descripciones morfológicas de los granos de polen.

Por otro lado, durante aquel tiempo, P. A. Micheli (1679-1737), botánico del jardín público de Florencia, observó que las esporas de los mohos se dispersaban a través del aire. Estos resultados los obtuvo sembrando esporas de mohos en trozos frescos de melón, membrillo y pera, observando que éstos se reproducían durante varias generaciones, achacándolo a posibles contaminaciones (Gregory, 1973).

1. Introducción.

Durante este mismo siglo XVII, Van Helmont (1577-1644) observó que algunas flores podían tener influencia patológica sobre el organismo humano, describiendo el llamado “catarro de las rosas”.

A partir del siglo XVIII hubo un progreso importante en el conocimiento de la reproducción sexual en vegetales. José Teófilo Koelreuter (1733-1806) llegó a conseguir plantas híbridas a través de una polinización artificial de especies del mismo género. En su investigación sobre los posibles vectores de polinización descubrió que algunos granos de polen son transportados por los insectos, siendo quizás la primera vez que se reconoció la importancia de la polinización, tanto zoófila como anemófila o hidrófila.

En el siglo XIX comenzó un especial interés por la morfología polínica. Franz Bauer (1758-1840) y Johannes Evangelista Purkinje (1787-1869) describieron numerosos tipos polínicos y realizaron distintas clasificaciones utilizando caracteres como la polaridad, simetría, ornamentación, tamaño, etc, demostrando su utilidad en taxonomía.

Al mismo tiempo, durante este siglo hubo un importante avance en estudios sobre la aerobiología. El bacteriólogo francés Pierre Miquel (1850-1922) desarrolló el primer colector volumétrico capaz de succionar un volumen de 20 litros de aire por hora, realizando el primer muestreo largo y periódico de la atmósfera con un método volumétrico. A través de dicho estudio concluyó que el número de microorganismos en el aire variaba enormemente en el mismo sitio a diferentes horas del día, estaciones del año, así como a diferente altitud y latitud, llegando a muestrear el contenido de esporas en el aire en diferentes lugares del mundo. Una disminución de los microorganismos en altura también fue observada por Pasteur en base a un experimento que realizó en 1860 tomando muestras desde las orillas del Jura, cerca del Mont Blanc, hasta los 2000 m de altura (Gregory, 1973; Ariatti & Comtois, 1993).

En 1819, el médico y químico inglés Bostock, describió la enfermedad que le aquejaba, y que denominó como “fiebre del heno”. Desde que Van Helmont describió el “catarro de las rosas” no se había pensado en que las flores, en un momento de su

desarrollo, pudieran determinar alguna enfermedad, no siendo hasta 1837 cuando Blackley reconoció al polen como causante del catarro de Bostock, así como del “catarro de la rosas”.

A principios del siglo XX estudios sobre el polen se orientaron rápidamente hacia el campo médico-farmacológico, observándose fenómenos de hipersensibilidad producidos por los granos de polen, lo que dejó sentada la teoría de Blackley. Desde entonces, el polen quedó considerado como un elemento alergénico capaz de desencadenar fenómenos de hipersensibilidad en pacientes atópicos.

Ante la pregunta de qué es lo que contienen los granos de polen que los hacen actuar como agentes causantes de alergias, se abrieron las puertas a un nuevo campo, el de la bioquímica del polen. Se descubrió que el grano de polen contiene unas proteínas cuya función es el reconocimiento de las estructuras femeninas de la flor en el proceso de la polinización y que son las causantes de desencadenar una respuesta inmune en los individuos que sufren atopía o alergia polínica (Wolff-Eisner, 1906). Sin embargo, durante un tiempo prolongado los trabajos palinológicos se basaron en estudios de carácter morfológico y analítico, presentándose algunas obras que permitieron un mejor conocimiento sobre el polen, como las de Wodehouse (1926), Erdtman (1943) y Faegri & Iversen (1950), entre otros.

A mediados del siglo XX comienzan a realizarse distintos estudios sobre el contenido de partículas biológicas en la atmósfera, aunque estos estudios se llevaron a cabo de una forma muy aislada. El término “Aerobiología” como tal fue acuñado en los años 30 por Fred C. Meier con el fin de incluir bajo esta denominación los estudios que se estaban realizando sobre las esporas de hongos, granos de polen y bacterias que se pueden encontrar en la atmósfera (Gregory, 1973). Posteriormente, Pathirane (1975) consideró la Aerobiología como una ciencia multidisciplinaria que comprende la liberación, retención, dispersión, deposición e incidencia atmosférica de esporas, granos de polen y otros microorganismos aerovagantes.

En 1974, gracias al esfuerzo continuado del Grupo de Trabajo de Aerobiología constituido por J. G. ten Houten, E. Inoue, D. Walker, S. Nilsson, H. Ziegler, P. H.

1. Introducción.

Gregory, A. W. Frankland, J. Palti y R. L. Edmonds, se fundó la *International Association for Aerobiology* (IAA) en el Primer Congreso Internacional de Ecología, que se celebró en La Haya, Holanda (Benninghoff, 1980; Chanda, 1991). Desde su creación, la IAA ha ido fomentando la investigación y difusión de la Aerobiología con la celebración de sesiones plenarias, simposia y congresos internacionales, así como cursos de formación.

Con el objeto de facilitar intercambios de información entre varios países europeos sobre el contenido de polen de la atmósfera y el desplazamiento de lo que se llegó a nombrar como “nubes de polen”, se creó la *European Aeroallergen Network* (EAN). La EAN fue constituida durante la *III Internacional Conference of Aerobiology*, celebrada en Basilea (Suiza) en 1986. Desde 1987 se estableció en Viena (Austria) un Banco Central de Datos accesible por correo electrónico o telefax gracias al compromiso entusiasta del Dr. Jäger (Nilsson, 1991; Jäger, 1988). Este Banco de Datos tiene como finalidad estimular la investigación y facilitar la cooperación, así como simplificar el trabajo rutinario y, sobre todo, permite a los países integrantes disponer de información sobre la presencia de los principales tipos polínicos con un componente alérgico en la mayor parte de Europa. Posteriormente se estableció la *European Aeroallergen Network Server* (EANS), que difunde la información de este Banco de Datos a través de internet y de los medios de comunicación social (Jäger & Mandrioli, eds., 1991, 1992).

En agosto de 2008, durante el *IV European Symposium on Aerobiology*, se fundó la *European Aerobiology Society* (EAS, <http://eas.polleninfo.org/>), cuyo objetivo es ofrecer a todas las personas y asociaciones activas o interesadas en el campo de la aerobiología una plataforma común para apoyar las iniciativas y proyectos a nivel europeo a través de la *European Pollen Information* (EPI).

Hoy en día, la Aerobiología se considera como una ciencia interdisciplinar que estudia el contenido de microorganismos y partículas biológicas que se transportan de forma pasiva a través del aire, y su comportamiento en procesos de emisión, dispersión y/o transporte y deposición. A lo largo del tiempo esta disciplina ha ido cubriendo cada vez más campos y aplicaciones científicas, necesitando de la cooperación de diversas

áreas de conocimiento (agronomía, medicina, física de la atmósfera, botánica, zoología, ecología, etc.). Una de las aplicaciones más importantes de la Aerobiología es en el estudio sobre polinosis, es decir, la alergia al polen. El estudio de las variaciones temporales y espaciales de la concentración de polen en la atmósfera puede ayudar a paliar, en cierto modo, esta enfermedad, evitando exposiciones innecesarias y ajustando la medicación según las necesidades, es decir, una medicina preventiva. Tras un muestreo continuado de la atmósfera y con la aplicación de estudios estadísticos se han podido construir modelos de predicción sobre el contenido de polen en el aire. Este muestreo continuado de la atmósfera puede, además, revelar la posible influencia de polen procedente de flora alejada del captador ya que se han detectado casos de transporte de polen a larga distancia (Cecchi et al., 2007; Hernández-Ceballos et al., 2011a y b).

1.1.2. La Aerobiología en España y Córdoba.

Los inicios de la Aerobiología en España datan de principios del siglo XX. Los primeros trabajos fueron realizados en 1924 en la atmósfera de la ciudad de Santander con un trabajo sobre conidios de hongos (Jiménez-Díaz, 1932).

En décadas posteriores se empezaron a realizar diferentes estudios, poniendo de manifiesto el comportamiento estacional de distintos tipos polínicos. En 1945 se publicó un estudio sobre la atmósfera de Santiago de Compostela que dio lugar a uno de los primeros calendarios polínicos para una ciudad española (Vieitez, 1945). Al mismo tiempo, surgieron estudios que trataron de explicar una posible relación entre la presencia del polen atmosférico bajo distintas condiciones meteorológicas, además de su posible incidencia alérgica (Barrios, 1942; Surinyach et al., 1956; Pla Dalmau, 1958).

Subiza (1922-1998), médico con una amplia experiencia en el campo de la alergología desde los años 50, comenzó a recopilar información sobre polinación de diversas especies vegetales, estableciendo una red nacional de vigilancia aerobiológica, mediante la cual se elaboró el primer mapa polínico nacional.

1. Introducción.

En la década de los 80, la Aerobiología en España ya se encontraba en pleno desarrollo debido a que existían numerosos grupos de investigación estudiando la dinámica de las partículas aerovagantes (Subiza, 1980; Candau et al., 1981; Belmonte, 1988; Cambon, 1982; Sáenz & Gutiérrez, 1983; Suárez-Cervera & Seoane-Camba, 1983; Domínguez-Vilches et al., 1984; Iglesias et al., 1988).

En 1991, gracias a una acción integrada hispano-británica entre la Universidad de Córdoba y la Universidad Politécnica del Norte de Londres, se puso de manifiesto la importancia de crear una red de monitorizaje aerobiológico en España, con la posibilidad de integrarla en la EAN, con sede en la HNO-Klinik de la Universidad de Viena, Austria.

En 1992 se fundó la *Red Española de Aerobiología* (REA) en Zuheros (Córdoba), donde se determinó el esquema de trabajo y los objetivos a desarrollar de cara al futuro. El Centro Coordinador Nacional de la REA es, desde su inicio, la Unidad de Monitorizaje Aerobiológico de la Universidad de Córdoba. Una de las tareas que viene desarrollando este centro, desde su origen, es la de recibir, almacenar y organizar los datos obtenidos en las diferentes localidades muestreadas y difundir información acerca de los niveles del contenido polínico de la atmósfera a los medios de comunicación.

Tras la constitución de la REA, el crecimiento fue rápido, no sólo en cuanto al número de estaciones de monitorizaje, sino también en cuanto a las actividades realizadas, tanto por el Centro Coordinador como por los diferentes centros territoriales asociados a la red.

Uno de los primeros objetivos afianzados fue el desarrollo de una metodología estandarizada de aplicación por parte de todos los centros ya operativos, así como por los de nueva implantación. Esta metodología se ha ido validando a lo largo del tiempo gracias a distintos artículos científicos que evidencian la preocupación por el tema (Galán et al., 1995; Galán & Domínguez-Vilches, 1997; Alcázar et al., 1999a y b; Cariñanos et al., 2000; Alcázar et al., 2003; Galán et al., 2007; Šikoparija et al., 2011; Oteros et al., 2013a). De esta forma, los registros polínicos obtenidos en las 47

Unidades de Monitorizaje Aerobiológico actuales están homologados, permitiendo que se genere a partir de ellos una información comparativa y rigurosa.

La REA se ha conformado como una red académica, integrada por personal investigador con una alta cualificación en temas relacionados con la botánica, micología, palinología y dinámica de la atmósfera, materias indispensables en los estudios de Aerobiología. Desde la constitución de la *Asociación Española de Aerobiología* (AEA) en 1995, la REA figura como una Red Técnica dentro de dicha Asociación (<http://www.aea.aerobiologia.org>).



Figura 1.1. Mapa de localización de las estaciones de muestreo que integran la Red Española de Aerobiología (<http://www.uco.es/rea>).

La principal línea de trabajo entre los grupos integrantes de la REA es la aplicación de datos de polen atmosférico para la prevención de alergias polínicas. Para ello, semanalmente se publican las concentraciones polínicas detectadas en cada unidad de monitorizaje. Estas concentraciones polínicas están expresadas en una serie de Categorías Polínicas (nulo, bajo, moderado o alto) que facilitan su interpretación a los ciudadanos.

Actualmente, una de las principales tareas de la REA es el control de calidad de los recuentos polínicos. Por ello se ha realizado un estudio científico que certifica la calidad de los datos ofrecidos por la red (Oteros et al., 2013a).

1. Introducción.

Dado que la REA se presentó desde su inicio como una red federada, en 1992, se constituyó la *Red Andaluza de Aerobiología* (RAA), de forma paralela a la constitución de la REA.

La Unidad de Monitorizaje Aerobiológico de la Universidad de Córdoba comenzó a trabajar en este campo en el año 1982. Desde entonces, se cuentan con datos sobre el contenido de polen en el aire de la ciudad (captadores de Córdoba este y oeste), Sierra Morena cordobesa (captador de Hornachuelos), así como para estudios enfocados en el olivar de la Campiña y Sierra Súbbetica del sur de la Provincia (captadores de Baena y Priego).



Figura 1.2. Estaciones de muestreo en Córdoba (<http://www.uco.es/aerobiología>).

Al mismo tiempo, el grupo de investigación de la Universidad de Córdoba está realizando estudios sobre la fenología floral de diferentes especies presentes en nuestra zona, con un interés tanto forestal (encinas, quejigos, alcornoques y coscojas) (Gómez-Casero et al., 2007; García-Mozo et al., 2008) como agrícola (olivo) (García-Mozo et al., 2006; Oteros et al., 2012) o alergógeno (gramíneas) (García-Mozo et al., 2009; León-Ruiz et al., 2011). De manera puntual también se han realizado estudios de la fenología urbana, tanto en diferentes especies de *Cupressus* (Hidalgo et al., 2003) como de plátano de sombra (Alcázar et al., 2011). El área de muestreo se localiza en la Sierra

de Córdoba, Sierra de Hornachuelos, Sierra Subbética y alrededores de la ciudad de Córdoba.

En la actualidad se están realizando estudios sobre el contenido de aeroalérgenos polínicos, proteínas de reconocimiento de las estructuras reproductoras femeninas en el proceso de polinización. Estas proteínas pueden estar presentes en el aire, al ser liberadas desde el grano de polen, en partículas submicrónicas y paucimicrónicas, pudiendo penetrar hasta los alveolos provocando casos de asma. El grupo de trabajo de la Universidad de Córdoba cuenta con un laboratorio de inmunoensayo para el estudio del contenido de estos alérgenos en el aire. Como resultado de estos estudios se han publicado artículos científicos que relacionan el contenido polínico y alérgico en el aire (De Linares et al., 2007 y 2010; Buters et al., 2012; Galán et al., 2013).

Finalmente, recientes estudios basados en un análisis del paisaje urbano tratan de observar la influencia que ejerce la flora ornamental en el contenido de polen en el aire, así como los efectos locales de las especies ruderales urbanas (Cariñanos et al., 2011; Skjøth et al., 2012). Un análisis sobre las características ecológicas y aerobiológicas de estas especies resulta útil a la hora de gestionar el diseño de las zonas verdes de las ciudades, evitando aquellas especies que, desde un punto de vista alérgico, puedan resultar más perjudiciales a la población (Staffolani et al., 2011).

1.2. ÁREA DE MUESTREO.

1.2.1. Localización geográfica.

La provincia de Córdoba se encuentra situada entre los meridianos 5° 35' y 4° 00' de longitud Oeste y los paralelos 37° 11' y 38° 44' de latitud Norte. Tiene un perímetro de 696 kilómetros y limita con las provincias de Badajoz y Ciudad Real al Norte, con la de Jaén al Este, con la de Granada al Sureste, con la de Málaga al Sur y finalmente, con la provincia de Sevilla al Oeste. Tiene una extensión de 13.718 Km². El río Guadalquivir, en su tramo medio, cruza la provincia aproximadamente por la mitad.

Atendiendo a criterios geológicos y biológicos, Domínguez-Vílches (1982) divide la provincia en 8 “Unidades biogeográficas”: Comarca del Zujar, Sierra Norte, Valle de

1. Introducción.

los Pedroches, Sierra de Córdoba, Vega del Guadalquivir, Campiña Baja, Campiña Alta y Sierras Subbéticas.

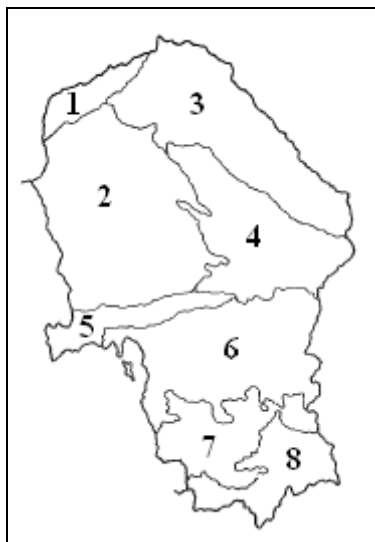


Figura 1.3. Unidades biogeográficas de la provincia de Córdoba: 1. Comarca de los Pedroches; 2. Sierra Norte; 3. Valle de los Pedroches; 4. Sierra de Córdoba; 5. Vega del Guadalquivir; 6. Campiña baja; 7. Campiña alta; 8. Sierras Subbéticas (Domínguez-Vílches, 1982).

El presente estudio se ha llevado a cabo en la ciudad de Córdoba, que se localiza aproximadamente en el centro de la provincia, con una latitud de 37° 53' Norte y una longitud 4° 46' Oeste, a una altitud media de 123 m sobre el nivel del mar. Córdoba se encuentra ubicada en la Vega del Guadalquivir, entre la Sierra de Córdoba y la Campiña Baja. Se trata de una ciudad de tamaño medio, con 329.249 habitantes, según el último censo de 2011.

1.2.2. Paisaje natural.

Desde el punto de vista biogeográfico (tabla 1.1), la provincia de Córdoba forma parte de la región Mediterránea, subregión Mediterránea Occidental, provincias Mediterránea-Ibérica Occidental y Bética. Se diferencian a su vez dos sectores: el Marianico-Monchiquense (perteneciente a la subprovincia Luso-Extremadureense) y el Hispalense, divididos por el río Guadalquivir (Rivas-Martínez et al., 2002).

<p>Región Mediterránea</p> <p>Subregión Mediterránea Occidental</p> <p>Provincia Mediterránea Ibérica Occidental.</p> <p>Subprovincia Luso-Extremadurensis</p> <p><u>Sector Marianico-Monchiquense</u></p> <p>Provincia Bética.</p> <p><u>Sector Hispalense</u></p>

Tabla 1.1. Caracterización biogeográfica de la provincia de Córdoba (Rivas-Martínez et al., 2002).

Según Esquivias et al. (1994), la provincia de Córdoba cuenta con una vegetación diversa, bastante extendida y muy bien conservada en algunas localizaciones. A grandes rasgos, puede clasificarse como vegetación típicamente mediterránea y termófila. Así lo confirman especies como *Pistacia lentiscus* L., *Myrtus comunis* L., *Nerium oleander* L., *Olea europea* var. *sylvestris* Brot., *Chamaerops humillis* L., *Cistus* sp., entre otras. Sin embargo también se encuentran diferencias en función de la geología y el clima.

La unidad de Sierra Morena se caracteriza por el dominio de una vegetación xerotermomediterránea, a base de bosques esclerófilos con *Quercus ilex* L. subsp. *ballota*, *Q. suber* L., *Q. coccifera* L., *Q. faginea* Lam., *Juniperus* sp., *Phyllirea* sp., *Rhamnus alaternus* L., *Pistacia* sp., etc. Actualmente, predominan las formaciones antropizadas o de dehesa, junto con extensiones considerables de monte bajo. Esto se complementa con un paisaje vegetal desolado en aquellas zonas históricamente cultivadas y de suelos con escasa fertilidad. El resto de masas vegetales acusan una menor termofilia debido a la mayor altura y continentalidad de esta zona. En su franja centro-occidental, la vegetación es más variada, con predominio de bosques o bosquetes residuales de *Quercus* sp., con formaciones de brezal y jaral. En determinados tramos de los cursos fluviales se forman alisedas compuestas por sauces, fresnos, alisos y lianas.

Aunque la vegetación potencial de la Campiña cordobesa es de carácter xeromediterráneo, debido a la fuerte presión humana, resulta muy difícil reconstruir su climax debido a una intensiva puesta en cultivo que determinó la pérdida de gran parte de la vegetación natural. Actualmente, junto con formaciones aisladas de encinar

1. Introducción.

y matorral mediterráneo, la vegetación más representativa de esta zona se localiza en los bordes de caminos, lindes y sotos fluviales en forma de vegetación ribereña de los ríos.

La Sierra Subbética ha podido conservar la vegetación natural debido a la topografía más quebrada y su menor fertilidad, perviviendo acebuchales, carrascales y coscojales, junto con matorrales variados de lentiscos, cornicabra, etc. Además, desde el punto de vista florístico, esta comarca cuenta con una gran riqueza.

Según Valle (2003), en la provincia de Córdoba se pueden encontrar 3 pisos bioclimáticos con 13 series de vegetación (figura 1.4):

- Piso supramediterráneo.
 - Serie supramediterránea bética basófila seca-subhúmeda de la encina (*Quercus rotundifolia*): Berberido hispanicae-Querceto rotundifoliae S. (**Bh-Cr**).
 - Serie supra-mesomediterránea bética basófila subhúmeda-húmeda del quejigo (*Quercus faginea*): Daphno latifoliae-Acereto granatensis S. (**DI-Ag**).

- Piso mesomediterráneo.
 - Serie mesomediterránea luso-extremadurensis húmeda y silicícola del roble melojo (*Quercus pyrenaica*): Arbuto unedonis-Querceto pyrenaicae S. (**Au-Cp**).
 - Serie mesomediterránea luso-extremadurensis seco-subhúmeda y silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae S. Faciación basófila. (**Pb-Qr.b**).
 - Serie mesomediterránea luso-extremadurensis seco-subhúmeda y silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae S. Faciación típica. (**Pb-Qr**).
 - Serie mesomediterránea luso-extremadurensis seco-subhúmeda y silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae S. Faciación termófila. (**Pb-Qr.t**).

- Serie mesomediterránea luso-extremadurensis y bética subhúmedo-húmeda y silicícola del alcornoque (*Quercus suber*): Sangisorbo agrimonioidis-Querceto suberis S. Faciación mesotrofa sobre calizas duras. (**Sa-Qs.ca**).
 - Serie mesomediterránea luso-extremadurensis y bética subhúmedo-húmeda y silicícola del alcornoque (*Quercus suber*): Sangisorbo agrimonioidis-Querceto suberis S. Faciación típica. (**Sa-Qs**).
 - Serie mesomediterránea bética seca-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae S. Faciación típica. (**Pc-Qr**).
 - Serie mesomediterránea bética seca-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae S. Faciación termófila bética con Pistacia. (**Pc-Qr.t**).
- Piso termomediterráneo.
 - Serie termimediterránea rifeña luso-extremadurensis y algarviense subhúmedo-húmeda y silicícola del alcornoque (*Quercus suber*): Myrto communis-Querceto suberis S. (**Mc-Qs**).
 - Serie termimediterránea rifeña bética y marianico-monchiquense seco-subhúmeda y silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): Myrto communis-Querceto rotundifoliae S. (**Mc-Qr**).
 - Serie termomediterránea bética, algarviense y mauritánica seco-subhúmedo basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae S. Faciación típica (**Sm-Qr**)

1. Introducción.

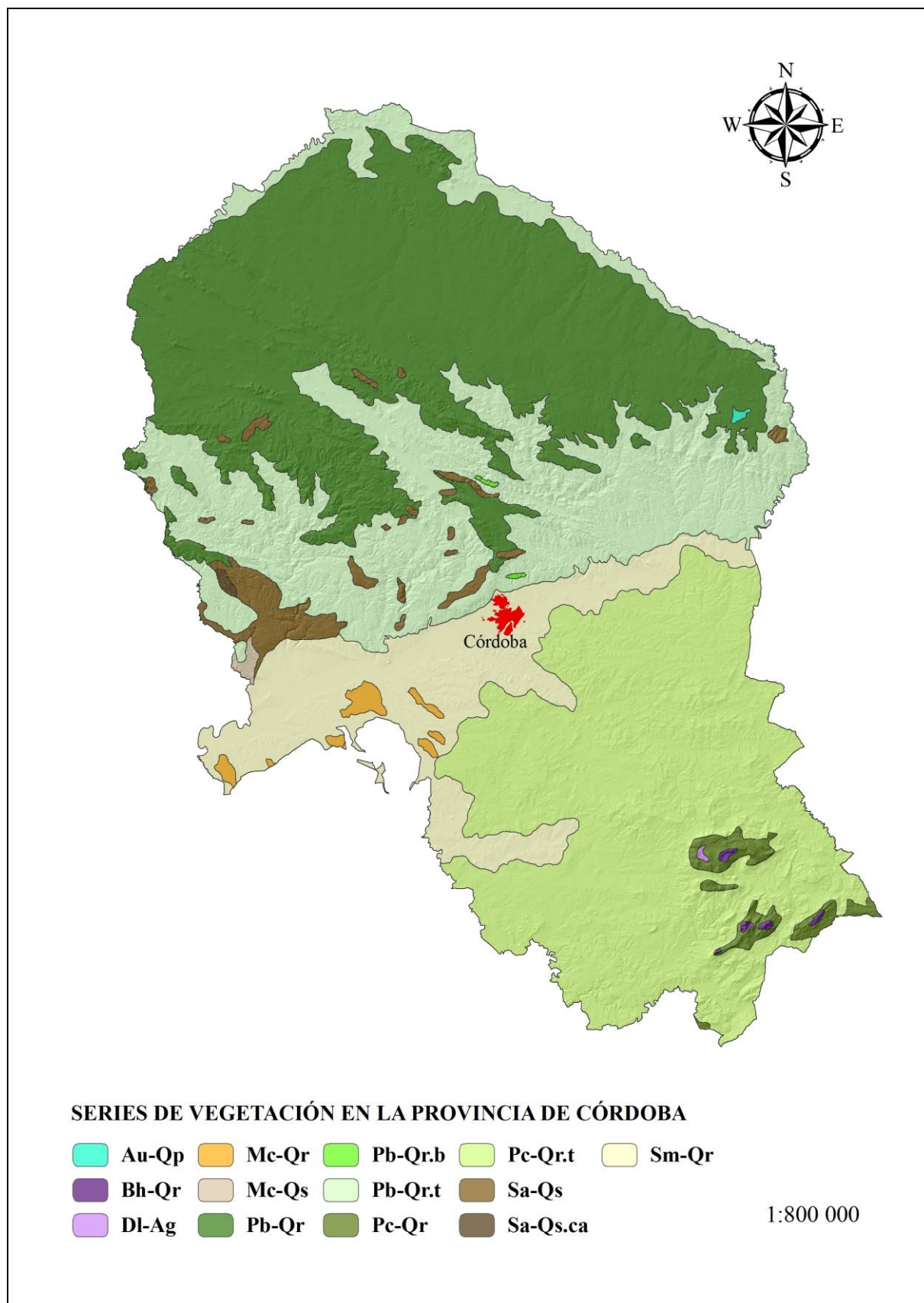


Figura 1.4. Series de vegetación presentes en la provincia de Córdoba (Elaboración propia a partir de Valle, 2003).

1.2.3. Principales cultivos.

Según el censo agrario del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía para 1999, los principales cultivos de la provincia de Córdoba, ordenados por el número de hectáreas empleadas en ellos, se muestran en la tabla 1.2.

Tipo cultivo	Superficie (Ha.)	%
Olivar	322.123	53,927
Cereales (avena, cebada, centeno, maíz, trigo, etc.)	150.901	25,262
Cultivos industriales (algodón, caña de azúcar, girasol, remolacha, soja, tabaco, etc.)	79.854	13,368
Legumbres y forrajeras (garbanzos, guisantes, judías, habas, alfalfa, etc.)	21.221	3,553
Viñedo	10.861	1,818
Hortalizas	6.812	1,140
Cítricos (limerio, mandarino, naranjo, etc.)	3.230	0,541
Frutales (melocotonero, manzano, peral, ciruelo, etc.)	1.463	0,245
Frutos secos (almendro, avellano, nogal etc.)	871	0,146

Tabla 1.2. Hectáreas ocupadas de los principales tipos de cultivos desarrollados en la Provincia de Córdoba (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía).

Como se puede observar en la tabla, el cultivo predominante es el olivar, llegando a ocupar más del 50% de la superficie cultivada, seguido de los cereales. Los otros cultivos incluyen a especies entomófilas, con escasa representación en los muestreos aerobiológicos.

1.2.4. Vegetación urbana: los parques y jardines de Andalucía.

El jardín andaluz tiene, como elemento esencial, su carácter mediterráneo y, en segundo término, haber sido crisol de influencias orientales y norteafricanas (Hernández-Bermejo et al., 2000).

Ya por los siglos IX y X, se reconoce que los jardines de la Andalucía Califal presentaban una clara influencia romana, pues aprovecharon las infraestructuras existentes: traídas de agua, acueductos, naturaleza domesticada en el entorno de la ciudad y especies orientales introducidas desde antaño (higueras, algarrobos, almezos, castaños, pinos piñoneros y almendros). Así mismo, se presenta un elemento

1. Introducción.

permanente que encuentra sus raíces en el interior del domo o mansión de la villa romana: el patio, con o sin peristilo, con un pequeño estanque o fuente en el centro, jugando el doble papel de ser lugar de distribución y encuentro de sus dependencias y habitantes.

El jardín andalusí cuenta, sin embargo, con una serie de componentes tradicionales de la jardinería árabe: división en cuatro cuarteles del espacio, organizados a través de arriates geométricos o plantación regular de frutales; manejo del agua, con fuentes octogonales, con acequias paralelas al camino y con la presencia, a veces, de una gran alberca; uso de azulejos, ladrillos y albero como materiales de construcción; cierre progresiva del jardín al exterior a través de muros y setos (Ruggles, 2008).

La influencia de la jardinería renacentista es escasa. El jardín de este periodo, resultado combinado de la arquitectura, el agua y la vegetación, domina de nuevo el horizonte y se enriquece con escalinatas, juegos de agua, setos recortados, bancos y templetos. Este modelo de jardín pudo modificar ligeramente algunos jardines palaciegos, pero es, sin embargo, durante el Barroco cuando se produce el resurgir de la jardinería. Se utilizaron profusamente en esta época cítricos como arbolado de sombra y espalderas de mirto para construir laberintos.

El siglo XIX trae los primeros elementos relevantes de la jardinería pública: alamedas, paseos, ferias de ganado, jardines de recreo y distinción. Años más tarde, la influencia del romanticismo hace que los jardines construidos a finales del siglo XIX busquen el verdor en las especies dominantes, con jardines recoletos, cerrados sobre sí mismos, con tendencia a formar rincones y utilizar el agua en pequeñas fuentes con imágenes. Gustan también de lo exótico en construcciones, como pérgolas, y utilizan la piedra natural en estanques y fuentes (Páez de la Cadena, 1982).

El siglo XX consigue afianzar definitivamente la jardinería pública como un elemento determinante en la trama urbana de la ciudad. A partir de la década de los cincuenta se produce la gran expansión de la jardinería pública, que se centra en la instalación de pequeños jardines de entorno, plazas ajardinadas, glorietas y medianas,

que buscan la unión de lo verde en las calles y avenidas, pretendiendo satisfacer las necesidades de naturaleza que demandan los ciudadanos.

A finales del siglo XX la jardinería se impregna de nuevas ideas. De un lado aparece una tendencia que se muestra más respetuosa con el medio ambiente, se basa en el bajo consumo de agua y explora la utilización de especies autóctonas. Otra tendencia se inclina por los jardines arquitectónicos, donde la obra civil alcanza un alto grado de protagonismo en el diseño. La dureza de los pavimentos y materiales empleados aseguran el bajo coste de mantenimiento y su permanencia.

Actualmente, los jardines y parques públicos son un bien social, entendido y percibido por los ciudadanos como un elemento imprescindible para el nivel y calidad de vida exigidos en el ambiente urbano. Se espera que el jardín sea lugar de encuentro, paseo, ámbito para la práctica de deportes, juegos de niños y disfrute de todo tipo de grupos sociales (Chiesura 2004).

Las ciudades andaluzas presentan, por tanto, una gran variedad de especies ornamentales que ocupan sus parques, plazas, calles, avenidas y balcones. Desde la época romana y califal se encuentran especies como cipreses, almezos, palmeras, cítricos, olivos, higueras, plantas aromáticas y frutales. Tras el descubrimiento de América y la realización de los grandes viajes marítimos, se produce la incorporación de nuevas plantas de origen americano, asiático subtropical y africano a la jardinería tradicional, como es el caso de las magnolias, arces, ginkgo, aligustres y cactáceas, entre otras. Más recientemente se han incluido en la jardinería de la ciudad otras especies, como las catalpas, jacarandas y casuarinas, llegadas de otras partes del mundo como América tropical, Sudáfrica y Australia.

Actualmente, lo que el ciudadano requiere del paisaje urbano es, principalmente, la necesidad de contacto con la naturaleza y de una mayor interacción humana. Esta segunda necesidad subraya el papel potencial del diseño urbano en la mejora de las condiciones humanas (Matsouka & Kaplan, 2008). Además, algunos estudios muestran que la vegetación urbana puede actuar como una compensación a inconvenientes ambientales de la urbanización, como es el caso de la contaminación (Jim & Chen, 2008; Wania et al, 2012).

1. Introducción.

Algunos estudios señalan cómo la vegetación que rodea a la ciudad puede tener una influencia importante en el contenido de polen en el aire (Arobba et al, 2000; Cariñanos et al, 2002a; Gonzalo-Garijo et al, 2006), así como del uso y gestión que se hace de ella (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011). Algunas de las especies utilizadas como ornamentales pueden ocasionar incluso problemas en la salud de los ciudadanos, bien por la toxicidad de hojas, flores y/o frutos (Fernández-Rivas et al., 2008) o por la producción de granos de polen con capacidad alergógena (Dopazo et al., 2002; Cariñanos et al., 2007 y 2002a y b; Staffolani & Hruska, 2008).

En los últimos años se ha observado un aumento de las manifestaciones alérgicas causadas por los granos de polen (Lorenzoni-Chiesura et al., 2000; Linares et al., 2005; Carracedo et al., 2008; Cecchi et al., 2010), los cuales pueden provenir de plantas que crecen de forma espontánea en la superficie urbana, así como de especies introducidas como ornamentales. Este hecho pone de manifiesto un mayor interés en los espacios verdes, no solo valorando su valor estético o su importancia en el paisaje urbano, sino también su repercusión en la salud pública. De ahí que recientemente hayan aparecido estudios sobre la repercusión de la flora ornamental en la salud pública (Lavaud et al. 2006; Ribeiro et al., 2009; Aira et al., 2011; Staffolani et al., 2011).

La expansión de las áreas urbanizadas en las ciudades está agravando este problema ya que, en un intento de satisfacer las necesidades estéticas y recreativas de los habitantes, es frecuente que los proyectos sobre gestión de zonas verdes urbanas no tengan en cuenta el papel que juegan algunas especies introducidas como ornamentales en pacientes con atopía alérgica (Elvira et al., 2005; Sabariego et al., 2005).

1.2.5. Clima.

Aunque, si bien, el clima de la provincia de Córdoba puede definirse como subcontinental semihúmedo con inviernos templado-fríos y veranos secos y calurosos, la variedad topográfica determinada por el curso del río Guadalquivir y las zonas montañosas situadas al Norte y al Sur de la Provincia, confiere a las diferentes comarcas caracteres climáticos que se apartan bastante del término general. De acuerdo a la

clasificación climática de Köppen-Geiger, el clima de la provincia de Córdoba puede definirse como templado con verano seco y caluroso (**Csa**) (Agencia Estatal de Meteorología, 2011).

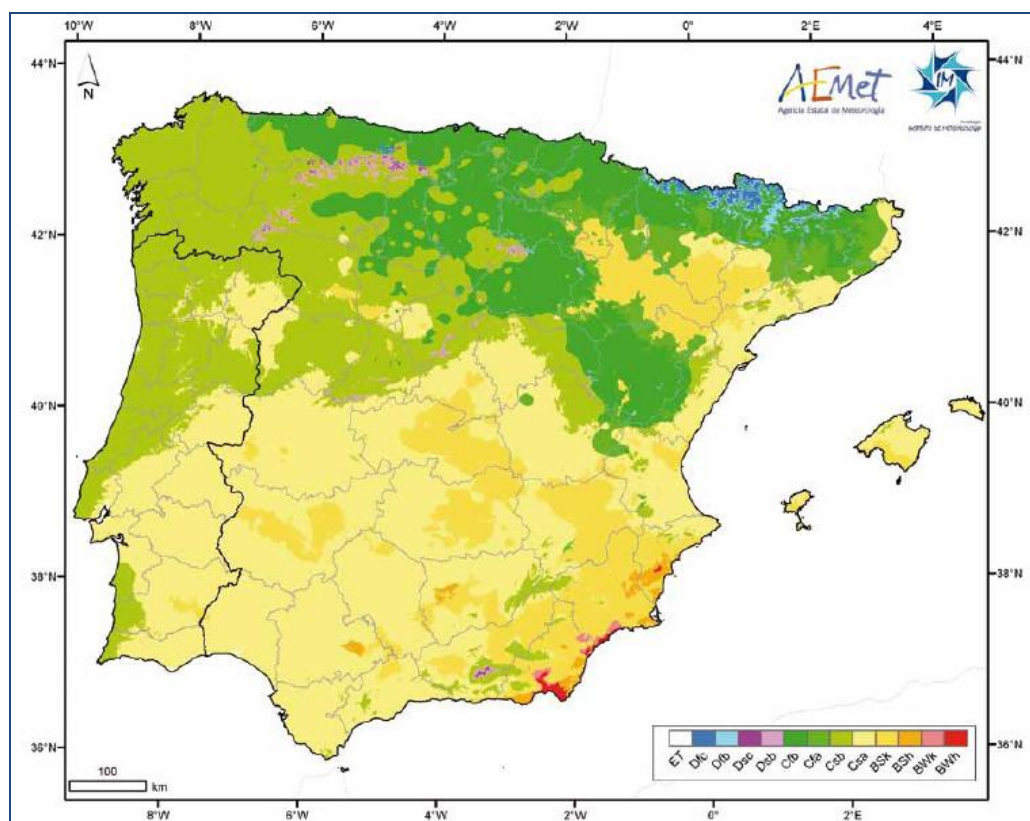


Figura 1.5. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la Península Ibérica e Islas Baleares (Atlas climático Ibérico, 2001).

Los vientos dominantes provienen del Oeste y del Suroeste, lo que se traduce en la disposición de las zonas de mayor precipitación hacia el poniente y de las secas hacia el levante.

La marcada estacionalidad hídrica, característica del ámbito mediterráneo, está condicionada por el anticiclón de las Azores que en invierno se desplaza hacia el ecuador, permitiendo la entrada de vientos cargados de humedad y frentes fríos provenientes del Atlántico. Mientras que durante el verano el anticiclón ocupa la Península impidiendo la entrada de frentes fríos y lluviosos y creando una situación de estabilidad atmosférica.

La provincia de Córdoba acusa un mayor grado de continentalidad que el resto de Andalucía Occidental, con inviernos más fríos y veranos más cálidos y secos como

1. Introducción.

consecuencia de su situación de interior en la Comunidad. Sin embargo, las circunstancias topográficas y, en especial, el carácter montañoso de extensas áreas situadas al norte y al sur del Guadalquivir, determinan una mayor abundancia de precipitaciones, que son asimismo más elevadas en las zonas próximas a la meseta castellana (Cebac, 1971).

Para un periodo de 30 años (1971 y 2000) en la ciudad de Córdoba la temperatura mensual media es de 17,6 °C y la precipitación anual media es de 535 mm (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, 2001). En la tabla 1.3 se representan los datos meteorológicos de la media de la temperatura así como la precipitación acumulada media (mensual y anual), para ese periodo de tiempo. En la figura 1.6 se muestra la curva ombrotérmica de la ciudad.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Tª media (°C)	9,2	10,9	13,5	15,4	19	23,5	27,2	27,2	24	18,5	13,2	10,2	17,6
Precipitación (mm)	64	53	40	61	34	17	3	3	24	62	85	89	535

Tabla 1.3. Valores medios (mensuales y anuales) de las temperaturas máximas y mínimas y de la precipitación acumulada para el periodo 1971-2000 (Instituto Nacional de Meteorología de España).

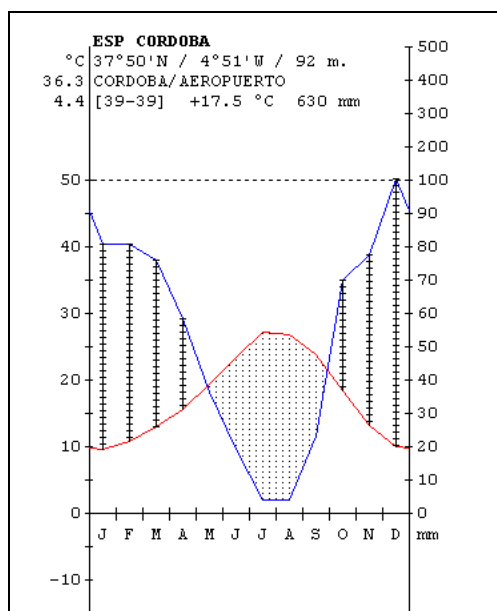


Figura 1.6. Diagrama climático para la ciudad de Córdoba, según datos del aeropuerto de Córdoba (Rivas-Martínez S. & Rivas-Sáenz S. 1996-2009. Centro de Investigaciones Fitosociológicas, España).

Las ciudades pueden presentarse como “células” que suelen encontrarse bajo condiciones climáticas diferentes de las que existen en el entorno rural que las rodea. Estas alteraciones microclimáticas quedan integradas dentro del espectro total de los cambios resultantes del crecimiento de las sociedades urbano industriales característico de nuestro tiempo.

La temperatura es uno de los elementos más importantes para determinar los cambios urbanos en el clima. En las ciudades el aporte de energía suplementario, producido fundamentalmente por la combustión, así como el desprendimiento gradual de calor almacenado durante el día, por las construcciones urbanas y por la radiación solar devuelta a la superficie terrestre por la reflexión en las impurezas atmosféricas, provoca un aumento de calor y un contraste térmico entre el centro y la periferia. Este efecto se conoce como “isla de calor” o “isla térmica”. En general, se sabe que la isla de calor es más marcada en las temperaturas mínimas que en las máximas.

Las características microclimáticas de una ciudad quedan perfectamente ejemplificadas en el caso de la ciudad de Córdoba. En Córdoba, el ritmo térmico de la “isla de calor” dibuja diariamente una curva sinusoidal con dos máximos en la temperatura del centro de la ciudad y la periferia, uno al comienzo de la mañana y otro a partir de la medianoche, este último ligeramente más marcado que el primero. Durante estos periodos máximos el diferencial térmico queda comprendido entre los 4°C y 5°C. Por otro lado, los menores contrastes de temperatura entre la ciudad y el entorno rural tienen lugar invariablemente a primeras horas de la tarde, cuando el diferencial térmico raras veces sobrepasa los 2°C, siendo con frecuencia nulo (Domínguez-Bascón, 2002).

Los diferentes factores meteorológicos influyen de distinta forma sobre los procesos aerobiológicos, como la emisión del grano de polen, dispersión y/o transporte, deposición y posibles fenómenos de resuspensión. Desde los comienzos de la aerobiología se han realizado numerosos trabajos sobre la relación existente entre los distintos parámetros meteorológicos y el contenido de polen en el aire. Su influencia es clara, si bien es diferente en función del parámetro analizado y de las características climáticas y topográficas de la zona de estudio.

1. Introducción.

Un mismo parámetro meteorológico puede ejercer diferente influencia sobre los diversos tipos polínicos, como es el caso de la humedad, presentando una correlación positiva con el polen aerovagante de Urticaceae, mientras que este comportamiento es diferente en otros tipos polínicos (Galán et al., 2000; Vega-Maray et al., 2003).

1.2.5.1. Temperatura.

Numerosos autores coinciden en señalar que un aumento de las temperaturas, unido a escasas precipitaciones, provoca un incremento de la intensidad y duración de la estación polínica (Emberlin et al., 1990, Fornaciari et al., 1992 Domínguez et al., 1993; Recio et al., 1996; Díaz de la Guardia et al., 1998; Spieksma & Nikkels, 1998; Moreno et al., 2000; Bartkova-Scevkova, 2003; Rodríguez Rajo et al., 2003; Sánchez Mesa et al., 2003).

Por otro lado, algunos autores sostienen que las máximas concentraciones polínicas se detectan cuando se alcanza un determinado umbral de temperatura (Fernández et al., 1993; Emberlin et al., 1994).

Un aumento de las temperaturas puede favorecer la aparición de fenómenos convectivos que posibilitan el transporte vertical de los granos de polen, aumentando su tiempo de permanencia en la atmósfera (Galán et al., 2000).

Estudios de variación intradiaria ponen en evidencia una mayor concentración de polen en la atmósfera durante las horas centrales del día (Galán et al., 1991; Alcázar et al., 1999b; Recio et al., 2002).

1.2.5.2. Humedad.

La humedad relativa es un factor que influye en el proceso de dehiscencia de la antera (Keijzer, 1987; Keijzer et al., 1996). Así mismo, juega un importante papel en la viabilidad y la germinación del polen. El rango de tolerancia es muy variable entre las diferentes especies, principalmente en el caso de las entomófilas. En estas plantas la

vida media de los granos de polen suele ser mayor debido a que las anteras se encuentran al abrigo de la corola, con unas condiciones de humedad más estables; mientras que en las plantas anemófilas, las anteras están más expuestas al ambiente exterior. En estas circunstancias el porcentaje de humedad es más fluctuante, lo que determinará el tiempo de viabilidad del grano de polen.

Es importante señalar que los granos de polen sufren una deshidratación antes de su emisión a la atmósfera y, posteriormente, una rehidratación al entrar en contacto con un estigma receptor. Para compensar este cambio de humedad, el polen de plantas presenta unas aperturas que permiten los cambios de volumen y juegan un papel importante en la formación del tubo polínico (Seoane-Camba & Suárez-Cervera, 1986).

En general, un incremento de la humedad provoca una disminución de la cantidad de polen emitido a la atmósfera, ya que dificulta la apertura de las anteras (Keijzer et al., 1996). Al mismo tiempo, los granos de polen absorben esta humedad ambiental, llegando a ser más pesados por su capacidad higroscópica, lo que dificulta su transporte (Galán et al., 1989; Emberlin et al., 1994). Sin embargo, en algunas especies de la familia Urticaceae se ha comprobado que es necesario un cierto aumento de la humedad para que se produzca una extensión de los filamentos de los estambres y se libere de forma activa el polen (Galán et al., 2000).

Por otro lado, es importante señalar el efecto que la humedad puede causar en los granos de polen al favorecer su rotura y provocar la presencia en el aire de partículas alergógenas de menor tamaño que el propio grano de polen. Estas partículas tienen mayor poder de penetración en las vías respiratorias, siendo responsables de casos de alergia polínica en la población sensible.

1.2.5.3. Viento.

El viento juega un importante papel en la dispersión y/o transporte de los granos de polen en el aire, especialmente en plantas anemófilas (Mandrioli et al., 1980; Cabezudo et al., 1997; Helbig et al., 2004; Cecchi et al., 2007). Estos estudios ponen de manifiesto la importancia de la forma, tamaño y densidad de los granos de polen, de

1. Introducción.

manera que la distancia recorrida será función, además de la velocidad del viento y de las turbulencias generadas, de las propias características del grano de polen. En general, el contenido de polen aerovagante varía en función de la velocidad del viento (McDonald & O'Driscoll, 1980, Bricchi et al., 1992). La dirección del viento es, asimismo, de gran importancia, aunque su estudio resulta aún más complejo, ya que otros factores como la topografía y el microclima juegan un importante papel. No obstante, recientemente se han publicado estudios que evidencian dinámicas de transporte del polen a través de retrotrayectorias, como los llevados a cabo por Hernández-Ceballos et al. (2011a y b) en la ciudad de Córdoba. Sin embargo, la complejidad de este factor hace que el estudio de la relación existente entre las partículas biológicas y el viento sea, a su vez, bastante complejo (Fernández-Rodríguez et al., 2013).

En cuanto a la posible presencia de distintos tipos polínicos, los resultados dependen de la ubicación del captador, de manera que aquellas especies que se encuentren en la misma dirección que el viento dominante estarán mejor representadas en el registro polínico que aquellas que estén en dirección contraria. Por otro lado, la altura a la que se encuentre situado el captador influye, de tal manera que un aparato colocado a poca altura, como puede ser la altura humana, presentará una mayor influencia por parte de los edificios cercanos y sus recuentos solo serán representativos de la zona colindante, que ejercerán un efecto pantalla e impedirán el flujo de aire (Alcázar et al., 1999a y b; Galán et al., 2005). De ahí que dentro de las mínimas recomendaciones para la instalación de los captadores se considere la de ubicar el muestreador por encima del edificio a una altura de entre 15-20 m que evite estos efectos y permita obtener recuentos indicativos de una zona más amplia (Galán et al., 2007).

Por otra parte, el viento puede favorecer la reflatación del polen ya sedimentado, incorporando a la atmósfera tipos polínicos de plantas que han finalizado su proceso de polinación. Este fenómeno, conocido como resuspensión, podría explicar en parte el registro de concentraciones de polen una vez finalizada la floración de la especie productora (Latorre, 1999).

1.2.5.4. Precipitación.

La precipitación limita el contenido de polen en el aire, bien realizando un lavado atmosférico (Silva-Palacios et al., 2000; Barnes et al., 2001; Pérez et al., 2009; Recio et al., 2010), bien bloqueando la emisión de la fuente productora. Dependiendo del momento del día en que se produzca la precipitación, y de la intensidad de la misma, su efecto será más o menos significativo en diferentes especies (Galán et al., 1991; Bricchi et al., 1992).

La época del año en que se producen las lluvias es, asimismo, importante de forma que su efecto de lavado de la atmósfera puede afectar especialmente a aquellas especies con periodo de floración corto.

En general, se puede afirmar que el tiempo seco y soleado favorece la dispersión y/o transporte de los granos de polen, siendo los días más favorables aquellos que presenten una humedad relativa baja y sin precipitación (Barnes et al., 2001; Jato et al., 2002; Sánchez-Mesa et al., 2003; Rizzi-Longo et al., 2004; Méndez et al., 2005; González-Parrado et al., 2009). De cualquier manera, aunque la temperatura, la insolación y el viento suelen favorecer la presencia de polen en la atmósfera, valores extremos pueden influir negativamente en el registro polínico (Cariñanos et al., 2004; Alba-Sánchez et al., 2010).

1.2.6. Localización del captador.

En cuanto a la localización del captador, se han llevado a cabo numerosos estudios comparativos del contenido de polen en el aire entre distintas zonas. Entre los más recientes, caben destacar el de Alcázar et al. (2009), que compara distintos tipos polínicos de especies herbáceas en Córdoba y Poznan (Polonia); Recio et al. (2009), estudiaron las diferencias entre el contenido polínico de Málaga y Vigo; Caeiro et al. (2007), comprobaron diferentes estaciones portuguesas, de norte a sur, desde Oporto

1. Introducción.

hasta Portimão; Sánchez-Mesa et al. (2005b), compararon los datos obtenidos entre las estaciones aerobiológicas de Córdoba y Évora (Portugal); Díaz et al. (2003), se centraron en el estudio del contenido de polen de *Olea* en cuatro ciudades andaluzas (Córdoba, Jaén, Málaga y Granada); Corden et al. (2002), realizaron un estudio comparando la estación polínica de *Betula* en Derby (Inglaterra) y Poznan (Polonia). En estos estudios, las variaciones observadas en el contenido de polen son más marcadas cuando se trata de grandes diferencias latitudinales, ya que en general, hay mayores cambios en el clima y tipo de vegetación.

Otros autores han realizado estudios centrándose en el contenido de polen en el aire en dos o más áreas de la misma ciudad. Frenz et al., (1997) estudiaron el contenido polínico en el aire de dos áreas de la ciudad de San Paul (Minnessota) sin encontrar diferencias significativas en cuanto a las características de las estaciones polínicas, aunque sí en la intensidad de la floración de las distintas plantas que contribuían a la curva polínica. A esta misma conclusión llegaron Arobba et al. (2000) al comparar el contenido polínico en dos zonas diferentes de la ciudad de Génova (Italia). Sin embargo, se han observado diferencias significativas a nivel local en cuanto a los tipos polínicos procedentes de especies ornamentales (Gonzalo-Garijo et al., 2006; Tormo et al., 2013).

Por otro lado, artículos científicos como los de Galán et al. (1995), Alcázar et al. (1999a y b) o Chakraborty et al. (2001) han puesto de manifiesto posibles diferencias entre captadores atribuibles a la altura, en función de la fuente de emisión, por ejemplo, especies arbóreas vs. herbáceas. Las diferencias podrían ser también debidas a la distancia entre el captador y la fuente de polen, flora cercana vs. lejana al captador, como indicaron Raynor et al. (1975).

Otros factores, como la topografía del terreno, pueden influir en el contenido de polen en la atmósfera (Díaz de la Guardia et al., 1999; Fornaciari et al., 2000; García-Mozo et al., 2002; Jato et al., 2002, Helbig et al., 2004, Nathan et al., 2005).

1.3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El conocimiento de la variación del contenido de polen en el aire constituye una herramienta útil en el análisis y diagnóstico en problemas de atopía y asma. Para realizar estos estudios, las unidades de monitorizaje aerobiológico utilizan captadores localizados generalmente en una ciudad. El captador suele estar situado a una altura considerable para evitar los efectos de rozamiento de las capas de aire ante distintos obstáculos. Sin embargo, a veces, la vegetación circundante, especialmente la ornamental, y la influencia de distintas condiciones meteorológicas, juegan un importante papel.

Por estos motivos, la justificación principal de este trabajo es realizar un estudio comparativo entre los datos sobre el contenido de polen en el aire detectado con dos captadores localizados en diferentes zonas de la ciudad de Córdoba, suroeste y noreste, separados entre sí una distancia de 8,5 km. Ambos captadores, pueden proporcionar una información algo diferente ya que la vegetación circundante varía ligeramente y la influencia de los parámetros meteorológicos en cada zona puede ser determinante en la recogida de datos. Se parte de la hipótesis de que un único captador es suficiente para dar una idea de la situación aerobiológica en una ciudad de tamaño medio como es el caso de Córdoba.

Con el fin de comprobar que las posibles diferencias encontradas entre los captadores anteriores no son debidas a la fiabilidad del funcionamiento del aparato, se ha llevado a cabo también un estudio comparativo entre dos captadores situados en la misma zona. Para ello se ha instalado un tercer captador localizado en la zona suroeste, a 8 m de distancia del anterior.

Por último, la flora ornamental ejerce una influencia clara en el contenido de polen en el aire. Un análisis de la presencia de especies potencialmente alergógenas, estudiando sus características ecológicas y aerobiológicas, puede resultar de utilidad a la hora de diseñar nuevas zonas verdes urbanas, así como la evaluación de su impacto en la población local.

1. Introducción.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Estudio comparativo de los resultados obtenidos con dos aparatos situados en la misma zona (Suroeste), con el propósito de comprobar la fiabilidad del captador.
- Estudio durante cinco años consecutivos de las fluctuaciones temporales y espaciales que experimenta el contenido de polen en el aire, para los principales tipos polínicos en dos zonas opuestas de la ciudad de Córdoba: Suroeste y Noreste.
- Comprobar si existen diferencias entre los datos obtenidos con los dos captadores localizados en zonas opuestas de la ciudad en el caso de que usen categorías polínicas.
- Estudio de la posible influencia de distintos parámetros meteorológicos sobre el contenido de granos de polen en el aire a nivel local.
- Analizar el papel de la flora ornamental como fuente emisora de polen aerovagante, aportando recomendaciones para futuras planificaciones de espacios verdes urbanos.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1. MUESTREO AEROBIOLÓGICO.

2.1.1. Tipo y localización de los captadores.

Para realizar este estudio se han utilizado tres captadores volumétricos basados en el principio del impacto (Hirst, 1952). Estos captadores permiten obtener datos homologables, independientemente de las características biogeográficas y bioclimáticas de la zona en la que se realice el muestreo. El método de muestreo cumple las mínimas recomendaciones propuestas en el Manual de Calidad y Gestión de la REA (Galán et al., 2007).

El captador consta básicamente de tres unidades: unidad de impacto, veleta y bomba de vacío.

- La unidad de impacto consta de un orificio de entrada, de 14 x 2 mm, y de un soporte circular (tambor) sobre el que quedan adheridas las partículas. Este soporte circular se encuentra conectado a un reloj con un mecanismo de giro que posibilita el movimiento del soporte a razón de 2mm cada hora. De esta forma, se puede realizar el muestreo continuo de la atmósfera durante una semana completa y obtener a partir de él datos diarios y horarios. Sobre el soporte circular se dispone un fragmento de cinta de Melinex® impregnada de sustancia adhesiva, para que las partículas que son succionadas desde el exterior a cierta velocidad puedan quedar adheridas, minimizando en lo posible los efectos de rebote.
- La veleta se encuentra adosada al exterior de la estructura metálica que protege la unidad de impacto y su función es la de mantener el orificio de entrada en la dirección del viento dominante. De esta manera, se favorece la eficacia de captación de las partículas aerovagantes.
- La bomba de vacío permite la succión de un volumen de aire determinado, regulable a partir de un sistema de ajuste. El caudal de succión ajustado para realizar el análisis de las partículas aerotransportadas en el aire es de 10 litros por minuto, similar al volumen de inhalación de aire por el pulmón humano.

2. Material y Métodos

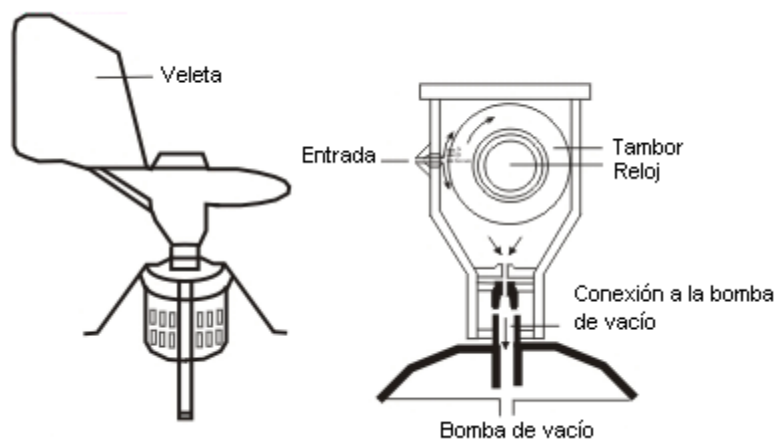


Figura 2.1. Aparato volumétrico tipo Hirst (Hirst, 1952).

En cuanto a su instalación, es preciso determinar unas mínimas recomendaciones para los estudios de Aerobiología (Galán et al., 2007):

- Se debe colocar sobre una superficie horizontal, plana, de fácil acceso.
- Evitar que los edificios colindantes hagan de pantalla e impidan el flujo libre del aire. Se recomienda ubicar el muestreador por encima de un edificio, a una altura que depende de la ciudad, y de la altura de los edificios circundantes al emplazamiento seleccionado.
- Es aconsejable ubicar el muestreador a cierta elevación sobre esta superficie de instalación, para evitar asimismo los efectos del rozamiento de las capas de aire, tratando de evitar las turbulencias a nivel del suelo.
- Debe evitarse en lo posible la proximidad del captador a fuentes de emisión masiva de partículas, tanto fijas como móviles, de material biológico y no biológico. La existencia de poblaciones vegetales monoespecíficas en el entorno inmediato al de ubicación del equipo de muestreo propiciará la sobrerrepresentación de algún tipo polínico sobre otros, lo que origina datos distorsionados y no representativos del radio de cobertura geográfica del muestreador. Por otro lado, la proximidad a fuentes de material no biológico, tanto fijas como móviles, puede favorecer una masiva presencia de residuos en las muestras, lo que incrementa de forma considerable la dificultad en la identificación.
- Evitar instalar el aparato cerca del borde del edificio para eliminar en lo posible las turbulencias generadas por el choque del viento contra el obstáculo.

2. Material y Métodos.

Para este trabajo se han utilizado dos captadores situados en zonas opuestas de la ciudad de Córdoba, separados una distancia de 8,5 km. Uno de ellos se localiza en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba, al oeste-suroeste de la ciudad, a 15 m de altura sobre el suelo y que llamaremos SO ($37^{\circ}52'12,38''N$, $4^{\circ}48'4,37''W$. Datum 50); el otro captador está situado en el Campus de Rabanales, en el edificio Celestino Mutis, al noreste de la ciudad, a 22 m de altura sobre el suelo y que llamaremos NE ($37^{\circ}54'54,93''N$, $4^{\circ}43'0,97''W$. Datum 50).

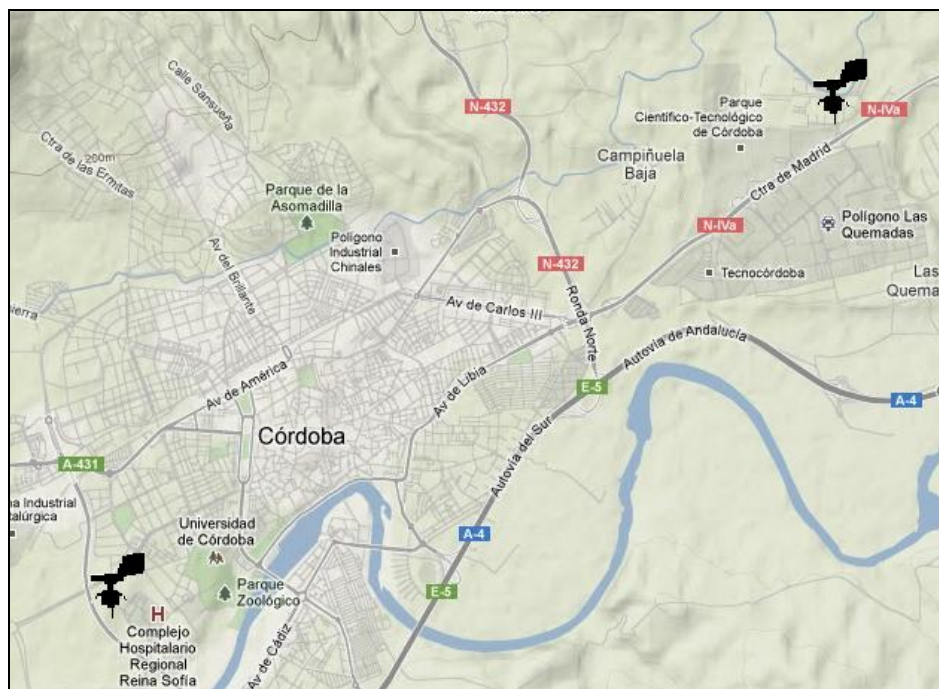


Figura 2.2. Localización de los dos captadores en la ciudad de Córdoba.



Figura 2.3. Captador instalado en la azotea de la Facultad de Ciencias de la Educación a unos 15 metros del nivel del suelo. Levantado del suelo de la azotea por una torreta metálica.



Figura 2.4. Captador instalado en el Edificio Celestino Mutis del Campus Universitario de Rabanales a unos 22 metros del suelo, en una prolongación de la escalera de incendios.

2. Material y Métodos

Durante el periodo comprendido entre el 30 de abril de 2010 y 26 de junio de 2011, se llevó a cabo un estudio experimental para comprobar la fiabilidad del funcionamiento del aparato. Para ello se colocó un tercer captador volumétrico, captador B, a una distancia de 8 m del captador ya existente en la azotea de la Facultad de Ciencias de la Educación, captador A, en el SO de la ciudad.



Figura 2.5. Captadores tipo Hirst instalados para el control en la zona suroeste.

2.1.2. Procesado de las muestras.

Previamente a la toma de muestras con el captador, se debe preparar el tambor de la unidad de impacto para la captura de las partículas. Para ello se coloca una cinta de Melinex® a lo largo del tambor, fijando sus extremos con una pegatina. Seguidamente, se impregna la cinta con un adhesivo transparente (fluido de silicona) que permita la fijación de las partículas aerovagantes.

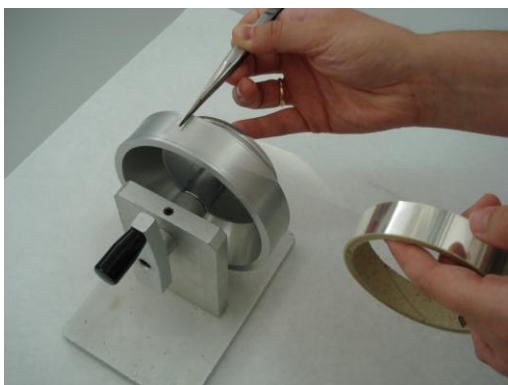


Figura 2.6. Montaje del tambor con la cinta de Melinex®.



Figura 2.7. Impregnación de la cinta de Melinex® con el adhesivo.

2. Material y Métodos.

Una vez preparado el tambor con el adhesivo utilizado, se introduce en la unidad de impacto del captador.

Tras el muestreo, se retira la cinta y se procede a la preparación de las muestras para su posterior identificación en el laboratorio, siguiendo la metodología descrita en el Manual de Calidad y Gestión de la REA (Galán et al., 2007). Se coloca la cinta de Melinex® sobre una regla de metacrilato que contiene una división máxima para 7 días muestreados. Con un bisturí se delimitan y cortan las muestras diarias de la cinta de Melinex®. Sobre un portaobjetos de 76 x 26 mm se coloca el trozo de cinta de Melinex® de dimensiones 48 x 24 mm (correspondiente a un día de muestreo). Sobre ésta se coloca un cubreobjetos de 24 x 60 mm impregnado con glicerogelatina teñida con fucsina para permitir la tinción de los granos de polen y su posterior reconocimiento. Con ayuda de unas pinzas se prensa la preparación para homogeneizar y facilitar la expulsión de la glicerogelatina excedente. Pasadas 24 horas, se limpian las preparaciones y se sella el borde del cubreobjetos con esmalte transparente.

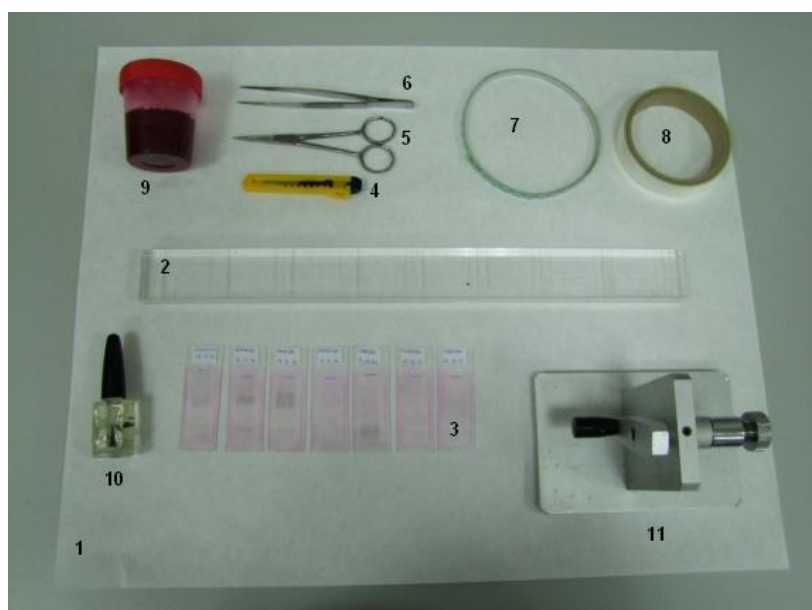


Figura 2.8. Material utilizado en la preparación de las muestras. 1 = pliego de papel secante; 2 = regla de metacrilato; 3 = portaobjetos para microscopio; 4 = cúter; 5 = tijeras; 6 = pinzas; 7 = adhesivo doble cara; 8 = cinta de Melinex®; 9 = gelatina glicerinada con fucsina; 10 = esmalte transparente; 11 = soporte para el tambor.

2. Material y Métodos

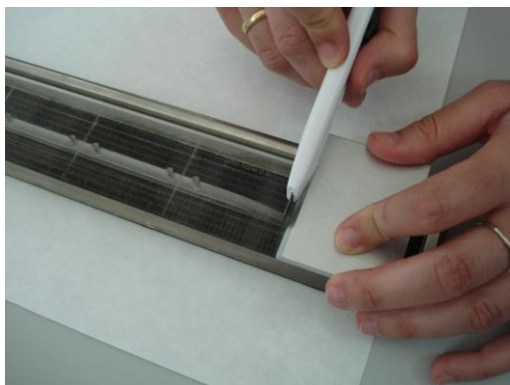
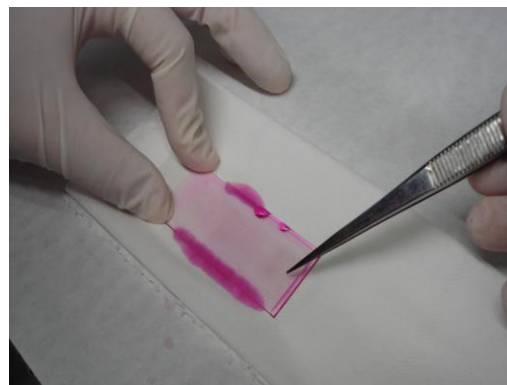


Figura 2.9. Corte de la cinta de Melinex® en 7 fragmentos correspondientes a los 7 días de la semana.



Figuras 2.10 Tinción de las muestras para su observación al microscopio óptico.

2.1.3. Lectura de las muestras.

La lectura de las muestras se ha llevado a cabo con microscopía óptica a 40x10 aumentos, realizando 4 barridos horizontales continuos a lo largo de toda la preparación, según las recomendaciones de Galán et al. (2007).

La identificación de los tipos polínicos se efectuó por comparación con los granos de polen contenidos en la palinoteca de la Unidad de Aerobiología de la Universidad de Córdoba, con fotografías propias, las monografías del “Atlas Polínico de Andalucía Occidental” (Valdés et al., 1987) y “Atlas Aeropalinológico de España” (Trigo et al., 2008) y el CD de la *Réseau National de Surveillance Aérobiologique* (RNSA) “The pollen content of the air: Identification key”.

La concentración polínica se ha expresado como una media diaria de granos de polen por metro cúbico de aire. Para ello, se ha multiplicado el número de granos de polen contabilizados por un factor que tiene en cuenta el volumen de succión de aire muestreado (10 litros/minuto) y la superficie del campo del microscopio a 40x10 aumentos (0.50 mm en nuestro caso).

- Volumen de succión: 10 l/min = 600 l/hora = 14400 l/día = 14,4 m³
- Diámetro medio del campo de visión al microscopio: 0,50 mm
- Área de 1 barrido horizontal= 48 mm x 0,50 mm = 24 mm²
- Superficie analizada = 24 x 4 barridos = 96 mm²
- Superficie total muestreada = 48 mm largo x 14 mm ancho = 672 mm²

Contenido de partículas por metro cúbico de aire = $(672 \text{ mm}^2/96 \text{ mm}^2) \times (1/14.4) \times N$

N = número de granos de polen en los cuatro barridos.

Contenido de partículas por metro cúbico de aire = $N \times 0.49$

2.1.4. Interpretación de los resultados y establecimiento de Categorías Polínicas.

Una vez se ha obtenido el número de granos de polen por metro cúbico de aire para cada tipo polínico, así como para el total de los identificados y no identificados, durante cada uno de los siete días de la semana, se procede a la actualización de la base de datos.

La REA propone una serie de categorías polínicas, considerando distintos umbrales, que posibilitan la clasificación de las concentraciones polínicas resultantes de los muestreos. Dichas categorías facilitan la expresión gráfica de los resultados en mapas sobre la situación actual y una posible previsión.

En el establecimiento de los umbrales para definir las diferentes categorías se han tenido en cuenta:

- El carácter anemófilo/entomófilo de las distintas especies.
- El Índice Polínico Anual (IPA).
- La posible capacidad alergógena de las distintas especies.

De acuerdo a estos factores, se han establecido cuatro grupos que incluyen diferentes tipos polínicos. En cada uno de ellos, se han delimitado cuatro categorías: nulo, bajo, moderado o alto, que hacen referencia a umbrales de concentración de polen necesarios para que un porcentaje bajo, medio o alto de la población sensible desarrolle los síntomas asociados a la presencia de estos tipos polínicos.

En base a estos criterios los diferentes tipos polínicos se han clasificado en 4 grupos con umbrales polínicos diferentes para cada categoría (Galán et al., 2007).

2. Material y Métodos

Grupo 1: *Parietaria*, *Urtica membranacea*, *Mercurialis*, *Echium*, Fabaceae, Apiaceae, *Cannabis*, Brassicaceae.

Categorías:	Nulo:	<1	grano/m ³
	Bajo:	1-15	granos/m ³
	Moderado:	16-30	granos/m ³
	Alto:	>30	granos/m ³

Grupo 2: Poaceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Plantago*, *Rumex*, *Artemisia*, *Ericaceae*, Asteraceae, *Helianthus*.

Categorías:	Nulo:	<1	grano/m ³
	Bajo:	1-25	granos/m ³
	Moderado:	26-50	granos/m ³
	Alto:	>50	granos/m ³

Grupo 3: *Betula*, *Casuarina*, *Corylus*, *Castanea*, *Eucalyptus*, *Alnus*, *Acer*, *Populus*, *Ulmus*, *Ligustrum*.

Categorías:	Nulo:	<1	grano/m ³
	Bajo:	1-30	granos/m ³
	Moderado:	31-50	granos/m ³
	Alto:	>50	granos/m ³

Grupo 4: *Olea*, *Cupressus*, *Platanus*, *Quercus*, *Pinus*.

Categorías:	Nulo:	<1	grano/m ³
	Bajo:	1-50	granos/m ³
	Moderado:	51-200	granos/m ³
	Alto:	>200	granos/m ³

2.2. DATOS METEOROLÓGICOS.

En este estudio se han utilizado los datos obtenidos de dos estaciones próximas a cada uno de los dos captadores de muestreo: la estación meteorológica del aeropuerto de Córdoba (37° 50' N; 4° 50' W), utilizada para el registro de los datos meteorológicos de la ciudad de Córdoba por la Agencia Estatal de Meteorología, situada al suroeste de la ciudad, y la estación meteorológica del SCAI del Campus Universitario de Rabanales (37° 54' N, 4° 43' W), cerca del captador de la zona noreste.

Las variables meteorológicas que se han considerado han sido: temperatura (máxima, mínima y media), precipitación, humedad relativa del aire y velocidad y dirección del viento.

2.3. TRATAMIENTO INFORMÁTICO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se ha calculado la estación polínica de cada tipo polínico teniendo en cuenta el inicio de la estación cuando se alcanza en un día determinado una concentración mínima, que varía en función de la intensidad y comportamiento de la floración (Jato et al., 2006; Velasco-Jiménez et al., 2013). En la tabla 2.1 se refleja la concentración mínima considerada para cada tipo polínico.

Tipos polínicos	Inicio	Final
Grupo A: Cupressaceae, <i>Olea</i> , <i>Quercus</i>	> 50 granos polen/m ³	< 50 granos polen/m ³
Grupo B: Poaceae	> 25 granos polen/m ³	< 25 granos polen/m ³
Grupo C: Urticaceae y <i>U. membranacea</i>	> 15 granos polen/m ³	< 15 granos polen/m ³
Grupo D: Asteraceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, <i>Morus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Plantago</i> , <i>Platanus</i> , <i>Populus</i> y <i>Rumex</i>	1 grano de polen/m ³ + 5 días con 1 o más granos polen/m ³	5 días seguidos con menos de 1 grano polen/m ³

Tabla 2.1. Concentraciones mínimas consideradas para el inicio y final de las estaciones polínicas de cada tipo polínico (Velasco-Jiménez et al., 2013).

A la hora de realizar el análisis estadístico, y dado que las concentraciones polínicas a lo largo del año no se ajustan a una curva normal, se han estandarizado los

2. Material y Métodos

datos expresados como media diaria de granos de polen por metro cúbico siguiendo la fórmula: $\text{Ln} (\text{granos}/\text{m}^3 + 1)$, con el fin de utilizar estadística paramétrica. En los estudios aerobiológicos se aconseja la suma de la unidad dado que contamos con ceros en las bases de datos, tratando así de evitar los infinitos. A la hora de estudiar la influencia de los factores meteorológicos sobre el contenido de polen en el aire, se ha utilizado estadística no paramétrica ya que los datos meteorológicos no se pueden ajustar a una curva normal.

Para la realización de los análisis estadísticos se ha utilizado el programa SPSS 15.0 mediante los siguientes protocolos:

- Análisis de correlación Pearson, para comprobar el grado de asociación entre las concentraciones obtenidas en cada aparato.
- Prueba t de Student, para observar si existen diferencias significativas entre las medias de ambos captadores.
- Análisis de correlación Spearman, para comprobar el grado de asociación entre las variables meteorológicas y la concentración polínica en cada zona.

2.4. CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA ORNAMENTAL.

Para comprender la influencia que ejerce la flora ornamental en el contenido de polen en el aire, se ha llevado a cabo un estudio sobre las plantas ornamentales presentes en los parques y jardines de cuatro capitales de provincia andaluzas: Sevilla, Córdoba, Granada y Málaga. A su vez, se ha estudiado el contenido de polen en el aire de los principales tipos polínicos encontrados en cada ciudad para determinar qué especies contribuyen de forma más clara al espectro polínico del aire.

La localización de las cuatro ciudades, así como sus principales características biogeográficas se muestran en la tabla 2.2 y figura 2.11.

2. Material y Métodos.

	Latitud	Altitud (m.s.l.)	Superficie (km ²)	Nº habitantes	Densidad (hab./km ²)	Sector biogeográfico	Piso bioclimático
Sevilla	37°22'59"W 5°59'47"N	7	140.8	704,414	5,002.94	Hispalense	Termomediterranean
Córdoba	37°53'05"N 4°46'45"W	120	290.23	329,249	1,134.44	Hispalense	Termomediterranean
Granada	37°10'27"N 3°35'55"W	738	88.02	240,099	2,727.78	Malacitano- Almijareense	Mesomediterranean
Málaga	36°43'10"N 4°25'12"W	6	395	576,725	1,406.06	Malacitano- Almijareense	Termomediterranean

Tabla 2.2. Datos biogeográficos de las ciudades estudiadas.

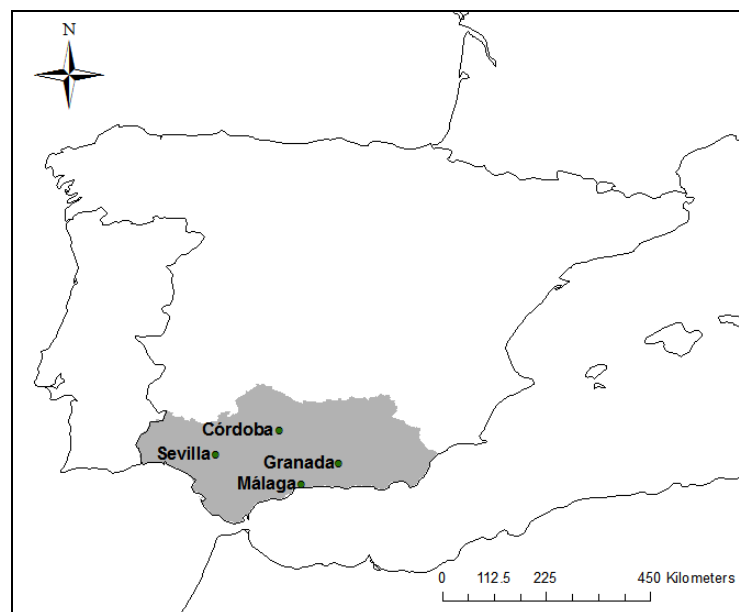


Figura 2.11. Localización de las ciudades de estudio.

La ciudad de Málaga, localizada en la Costa del Sol, presenta un clima mediterráneo subtropical, con inviernos suaves y veranos templados debido a la proximidad del mar; la temperatura anual media es de 18°C y las precipitaciones medias anuales son de 526 mm. Las ciudades interiores de Sevilla, Córdoba y Granada muestran un mayor grado de continentalidad, con inviernos más fríos y veranos más calurosos; las temperaturas medias anuales son 18,6°C, 17,6°C y 15,1°C, y las precipitaciones medias anuales son de 534 mm, 536 mm y 357 mm, respectivamente (Dirección General del Instituto Español de Meteorología, 2001).

El listado de especies de plantas ornamentales presentes en las ciudades estudiadas se ha generado a partir de las Unidades de Parques y Jardines de los Ayuntamientos, bases de datos de las Universidades y bibliografía específica (Staffolani et al., 2011; Candau & Pérez, 2000; Trigo et al., 1996; Díaz de la Guardia & Blanca; 1994; Ayora et al., 1988; Prieto et al., 1992).

2. Material y Métodos

Una vez obtenida la lista de flora ornamental de las ciudades, se procedió a una consulta de las bases de datos *Platform for Allergen Knowledge* (www.allergome.org), RNSA y el *Atlas Aeropalinológico de España* (Trigo et al., 2008) para destacar aquellas especies que producen polen con capacidad alergógena.

Teniendo en cuenta estas especies, se ha estudiado la forma biológica según Raunkiær (1934), así como su origen geográfico, consultando los trabajos de Sánchez de Lorenzo (2000-2010) y Pignatti (2005), y los valores ecológicos de Ellengberg para la temperatura, luminosidad, continentalidad, humedad, acidez, nutrientes y salinidad (Ellengberg, 1992).

Los datos sobre el contenido de polen en el aire de cada ciudad de estudio durante el periodo 2006-2009 se han obtenido de la base de datos de la REA, siguiendo la metodología descrita anteriormente (Galán et al., 2007).

3. RESULTADOS.

3.1. ANÁLISIS METEOROLÓGICO DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO.

La importancia del estudio de los parámetros meteorológicos por su influencia sobre el contenido de polen en el aire ha sido puesta de manifiesto previamente en el capítulo de Introducción. En este capítulo se presenta un análisis de aquellos factores meteorológicos que pueden tener una mayor contribución durante la estación polínica: temperatura, precipitación, humedad relativa y dirección y velocidad del viento.

Como se ha comentado en el capítulo de Material y Métodos, los datos meteorológicos se han obtenido de dos estaciones próximas a cada uno de los dos captadores de muestreo utilizados: Estación Meteorológica del Aeropuerto de Córdoba y Estación Meteorológica del Campus Universitario de Rabanales.

3.1.1. Temperatura.

Los valores medios de temperatura máxima, mínima y media en la ciudad de Córdoba son 24,6°C, 10,7°C y 17,6°C, respectivamente (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, 2001).

La temperatura media anual durante los cinco años estudiados obtuvo un valor promedio de 18,6 °C en el Aeropuerto (SO) y 17,2 °C en Rabanales (NE), siendo el año 2006 el que presentó los valores más altos en ambas estaciones, con un valor medio anual de 19,2 °C y 18,2 °C, respectivamente. Las temperaturas máximas más elevadas en la estación SO se registraron durante el año 2009, con 26,1 °C de temperatura máxima media anual, mientras que para la estación NE fue el año 2006, con 25,6 °C. Las temperaturas mínimas más bajas se registraron en ambas estaciones el año 2008, con 11,2 °C y 9,3 °C de temperatura mínima media anual para la estación SO y NE, respectivamente (Figura 3.1).

3. Resultados.

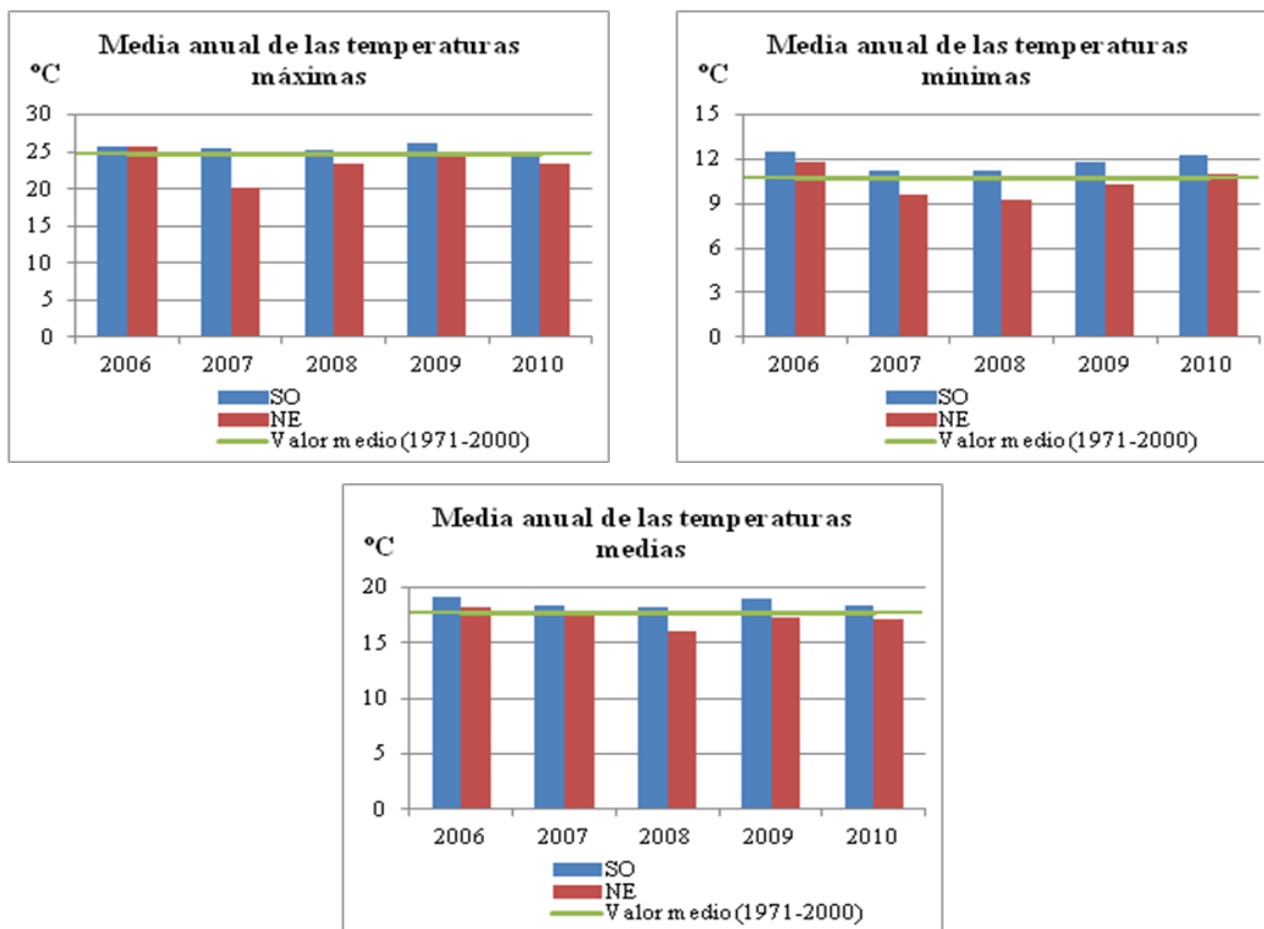


Figura 3.1. Evolución de las temperaturas máximas, mínimas y medias anuales a lo largo de los años de estudio en las dos estaciones meteorológicas.

T. media (°C)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
2006	SO	8,6	10,1	14,0	18,2	22,1	25,8	29,4	28,7	25,5	21,2	15,9	9,8	19,2
	NE	7,7	8,7	13,0	17,0	21,7	25,2	29,4	27,6	24,2	20,0	14,5	8,4	18,2
2007	SO	9,3	12,8	13,3	16,4	19,9	23,7	28,4	27,5	25,1	19,6	13,3	10,5	18,3
	NE	8,1	11,1	12,5	15,0	18,6	24,0	29,2	27,9	24,8	17,4	11,2	8,9	17,4
2008	SO	11,0	13,5	14,1	17,0	19,1	25,2	27,6	28,1	23,5	18,9	11,5	8,8	18,2
	NE	9,7	10,5	11,5	14,2	16,2	24,3	27,4	28,2	20,1	16,0	8,3	5,7	16,0
2009	SO	9,1	11,2	14,7	15,5	21,0	26,1	28,4	29,1	24,2	21,7	14,9	10,6	18,9
	NE	7,3	9,2	12,8	13,4	19,2	24,5	27,9	28,2	22,5	19,5	13,2	9,4	17,3
2010	SO	10,0	11,3	13,3	17,7	19,6	23,8	29,3	29,4	24,7	17,9	11,9	10,5	18,3
	NE	8,4	9,8	11,8	16,1	18,3	22,7	28,7	28,4	23,3	16,1	10,4	10,7	17,1
Promedio	SO	9,6	11,8	13,9	17,0	20,3	24,9	28,6	28,6	24,6	19,9	13,5	10,0	18,6
	NE	8,2	9,9	12,3	15,1	18,8	24,1	28,5	28,1	23,0	17,8	11,5	8,6	17,2

Tabla 3.1. Temperaturas medias mensuales y anuales registradas durante el periodo 2006-2010 en las dos estaciones meteorológicas.

Como promedio, los meses más fríos suelen ser enero y diciembre en ambas estaciones, llegándose a registrar temperaturas medias mensuales de 8,6 °C (enero 2006) en el SO y 7,3 °C

(enero 2009) en el NE. Por el contrario, los meses más cálidos fueron julio y agosto, con temperaturas medias mensuales de hasta 29,4 °C (julio 2006 y agosto 2010 en el SO, julio 2006 en el NE) (Tabla 3.1).

3.1.2. Precipitaciones.

La precipitación anual media para el periodo de estudio en la estación del SO fue de 701,15 mm frente a los 780,8 mm registrados en la estación del NE. El año 2010 fue el más lluvioso para ambas estaciones (1188 mm y 1368 mm, respectivamente) mientras que el año 2007 fue el más seco (506,1 mm y 490,2 mm, respectivamente). La media anual de precipitaciones observada por la Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología durante el periodo 1971-2000 para la ciudad de Córdoba es de 535 mm. Se puede observar, por tanto, que todos los años, excepto el 2007, superan esa cantidad en las dos estaciones (Figura 3.2).

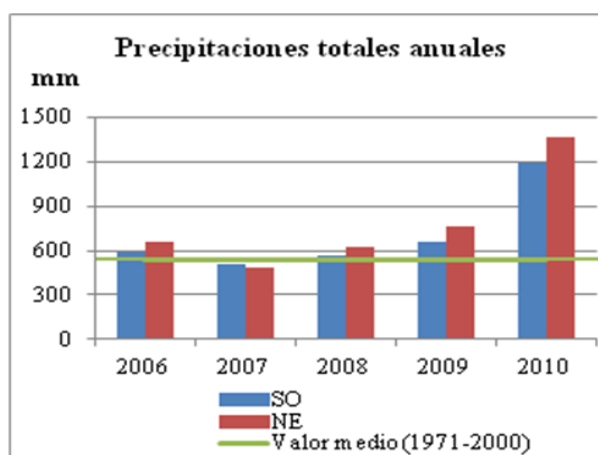


Figura 3.2. Evolución de las precipitaciones totales anuales a lo largo de los años de estudio en las dos estaciones meteorológicas.

Con respecto a la distribución de las lluvias a lo largo del año, el comportamiento observado en ambas estaciones es semejante, aunque los meses de máxima precipitación varían de un año a otro: en el año 2006 las mayores precipitaciones se registraron durante el mes de octubre (133,7 mm y 154 mm, en el SO y NE, respectivamente); durante el año 2007 las precipitaciones se repartieron entre los meses de primavera y otoño, llegándose a registrar hasta 120 y 114,8 mm en la estación del SO (mayo y noviembre) y 109,2 y 109,6 mm en la estación del NE (febrero y noviembre); durante el año 2008 se registraron las mayores precipitaciones

3. Resultados.

en el mes de abril en ambas estaciones (179,5 y 202,3 mm, respectivamente); finalmente, en los años 2009-2010, abundantes precipitaciones se concentraron en los meses invernales (386,2 mm en diciembre de 2009 en la estación del SO y 431 mm en diciembre de 2010 en la estación del NE) (Tabla 3.2).

Precipitación (mm)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
2006	SO	71,9	60,6	67,3	37,2	25,6	1,1	0,2	48,2	32,4	133,7	66,9	45,9	591
	NE	71,3	53,2	76,8	92,1	25,5	0	0,1	52,5	28,1	154	70,1	34	657,7
2007	SO	16,9	63,3	30,5	60,3	120,4	7,6	0	0,2	33,1	30,8	114,8	28,2	506,1
	NE	13,8	109,2	33,6	42,6	104,4	9,4	0,1	0	19,7	32,6	109,6	15,2	490,2
2008	SO	83,2	52	6,5	179,5	56,9	0,2	1	0	61	37,5	39	45,6	562,4
	NE	75,4	47,7	9,2	202,3	56,3	4,6	11,7	0	45,4	70,3	50,4	47,5	620,8
2009	SO	65,3	83,1	70,7	25,6	4,8	2	0	0	27,2	44,8	33,2	303,4	660,1
	NE	69,4	94,9	70,9	41,6	8,6	6,7	0,1	0,2	14,5	51,1	23,2	386,2	767,4
2010	SO	145,6	208,2	104	46,2	39,6	32,2	0	35,1	22	120,2	84,8	145,6	1188
	NE	172,6	195,9	154,4	40,8	112	22,7	39,6	8,5	16,3	78,2	95,4	431,6	1368
Promedio	SO	76,6	93,4	55,8	69,8	49,5	8,6	0,2	16,7	35,1	73,4	67,7	113,7	701,5
	NE	80,5	100,2	69,0	83,9	61,4	8,7	10,3	12,2	24,8	77,2	69,7	182,9	780,8

Tabla 3.2. Precipitaciones mensuales y anuales en las estaciones meteorológicas de muestreo durante los años de estudio.

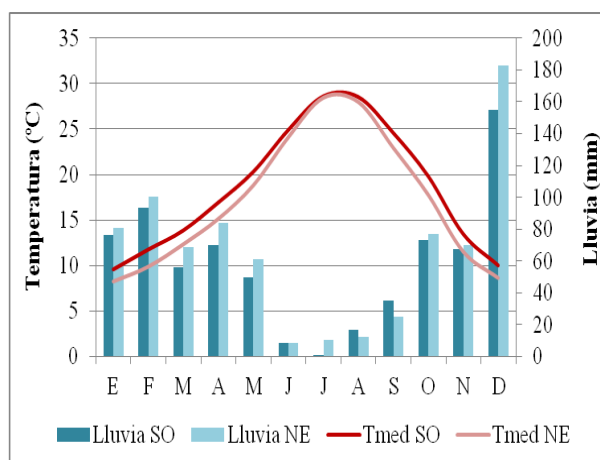


Figura 3.3. Temperaturas medias y precipitaciones totales mensuales de los años de estudio en las dos estaciones meteorológicas.

Como resumen de la distribución de temperaturas y precipitaciones, en la Figura 3.3 se muestran los valores medios mensuales registrados durante el periodo de estudio en las dos estaciones meteorológicas. Se observa que las temperaturas medias suelen ser ligeramente inferiores en la estación del NE, mientras que las precipitaciones registradas en esta zona son mayores a las recogidas en la estación del SO.

3.1.3. Humedad relativa.

La humedad relativa es ligeramente superior en la estación del NE. Al estar este parámetro relacionado con la precipitación, resulta lógico que sea superior en esta estación. La humedad relativa media observada por la Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología durante el periodo 1971-2000 para la ciudad de Córdoba (62,4%) resulta superior a los datos obtenidos en las dos estaciones meteorológicas, a excepción de los años 2006 y 2010 en la estación del NE (Figura 3.4).

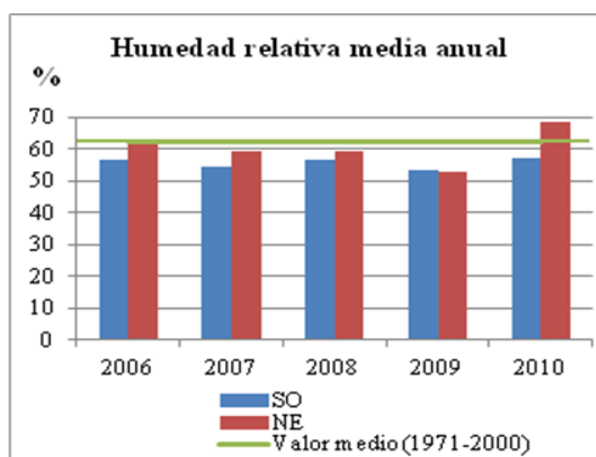


Figura 3.4. Evolución de la humedad relativa anual a lo largo de los años de estudio en las dos estaciones meteorológicas.

Humedad relativa (%)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
2006	SO	74,6	73,5	67,1	63,1	50,1	42,4	29,4	38,6	43,2	55,8	71,9	71,4	56,7
	NE	79,7	79,5	73,2	68,9	52,5	46,4	34,8	43,2	49,8	67,6	85,4	81	63,4
2007	SO	70,4	77,8	55,7	66,3	54,3	44,9	29,8	34,5	50,4	56,5	52,4	66,2	54,5
	NE	81,7	85,3	55,8	71,8	59,3	48,5	35	42,8	59,5	57,3	52,1	66,1	59,3
2008	SO	74,3	68,2	57,3	56,2	60	45,9	32	27,2	52,2	62,3	66	76,7	56,9
	NE	79,6	68,8	53,9	59,3	62,9	46	27,8	29,9	57,6	65	71,1	83,2	59,2
2009	SO	75,9	67,7	62,2	58,8	47,3	42,6	28,7	29,9	46,8	51,1	57,4	76,4	53,7
	NE	79,7	67,6	61,1	53,7	38,8	38,5	24,2	25,5	48	53,7	61,6	83	52,8
2010	SO	75,3	74,1	66,3	57,1	47,4	47,3	33,1	36,9	44,4	54,5	74,4	75,8	57,2
	NE	77,3	80,4	67,9	54	38,7	45,3	82,7	74,1	58,7	70,1	86,3	86,1	68,5
Promedio	SO	74,1	72,3	61,7	60,3	51,8	44,6	30,6	33,4	47,4	56,0	64,4	73,3	55,8
	NE	79,6	76,3	62,4	61,5	50,4	44,9	40,9	43,1	54,7	62,7	71,3	79,9	60,6

Tabla 3.3. Humedad relativa media mensual y anual en las estaciones meteorológicas de muestreo durante los años de estudio.

Para el periodo estudiado, la humedad relativa anual media fue de 55,8% y 60,7% en la estación del SO y NE, respectivamente. Durante el año 2009, la humedad relativa resultó ser la

3. Resultados.

más baja (53,7% y 52,8% en el SO y NE respectivamente), mientras que el año 2010 fue el más húmedo (57,2% y 68,5% respectivamente), coincidiendo con el año más lluvioso (Tabla 3.3).

Al estar este parámetro relacionado directamente con las precipitaciones e indirectamente con las temperaturas, se observa que los valores más altos se registran en los meses de otoño e invierno, y los más bajos durante el verano.

3.1.4. Velocidad y dirección del viento.

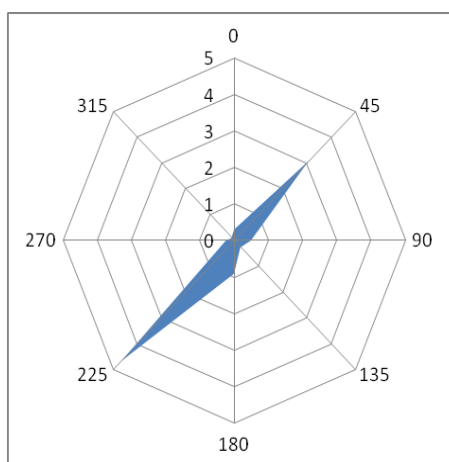


Figura 3.5. Rosa de los vientos para la ciudad de Córdoba.

La dirección predominante del viento en Córdoba es de componente suroeste con un porcentaje de 65,68% (Figura 3.5).

La velocidad del viento en ambas estaciones meteorológicas es muy similar, de 2,5 Km/h y 2,6 Km/h de media de los 5 años en la estación del SO y NE, respectivamente. Estos valores se mantuvieron constantes en la estación del SO durante todo el periodo de estudio mientras que en la estación del NE encontramos valores medios anuales que van desde los 1,9 km/h del año 2006 a los 3,1 km/h del año 2008 (tabla 3.4). Estos mayores valores en la velocidad del viento en la estación NE posiblemente son debidos a que esta estación se encuentra más cercana a la Sierra de Córdoba, pudiendo estar más sujeta a la brisa Valle-Montaña (Figura 3.6).

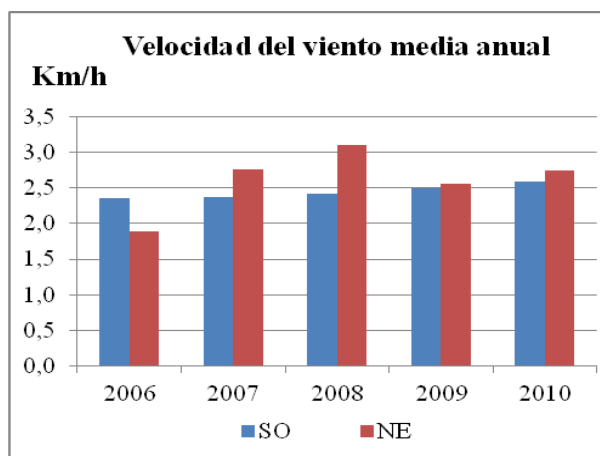


Figura 3.6. Evolución de la velocidad del viento media anual a lo largo de los años de estudio en las dos estaciones meteorológicas.

Velocidad viento(Km/h)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
2006	SO	1,5	1,9	2,5	2,6	2,4	2,9	2,8	2,6	2,3	2,8	1,8	2,1	2,4
	NE	1,3	1,8	1,9	2,4	1,5	2,1	1,7	3,5	1,8	1,8	1,2	1,9	1,9
2007	SO	2,0	2,4	2,8	2,5	3,0	3,2	2,7	2,7	2,1	2,0	1,5	1,5	2,4
	NE	1,8	3,0	2,5	2,0	2,6	3,1	2,7	2,6	2,1	4,2	3,4	3,1	2,8
2008	SO	1,4	1,9	2,4	3,3	3,1	2,6	2,9	3,0	2,8	2,4	2,0	1,6	2,4
	NE	1,8	3,0	2,5	2,0	2,6	3,1	2,7	2,6	2,1	4,2	3,4	3,1	3,1
2009	SO	2,3	2,1	2,1	2,9	2,9	3,4	3,1	2,3	2,3	1,4	1,8	3,1	2,5
	NE	2,4	2,4	3,0	3,2	2,5	4,0	6,0	4,4	2,6	2,5	2,3	2,0	2,6
2010	SO	2,6	3,4	2,2	2,4	3,4	3,4	2,6	2,3	2,0	1,7	2,1	3,1	2,6
	NE	2,4	3,3	2,6	2,2	3,6	5,1	2,4	2,2	2,4	2,2	2,2	2,6	2,8
Promedio	SO	2,0	2,3	2,4	2,7	3,0	3,1	2,8	2,6	2,3	2,1	1,8	2,3	2,5
	NE	1,9	2,7	2,5	2,4	2,6	3,5	3,1	3,1	2,2	3,0	2,5	2,5	2,6

Tabla 3.4. Velocidad del viento media mensual y anual en las estaciones meteorológicas de muestreo durante los años de estudio.

3.2. TIPOS POLÍNICOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO.

En este trabajo se ha considerado como tipo polínico el conjunto de caracteres morfológicos que presentan algunos granos de polen, siendo una combinación única que los hace distinguibles e identificables al microscopio óptico en cuanto a su morfología polínica. Los distintos tipos polínicos pueden representar una agrupación a nivel de familia, género o una única especie (Trigo et al., 2008).

En el presente estudio se han tenido en cuenta aquellos tipos polínicos que superan un 1% de representación en ambos captadores, en cada uno de los cinco años de estudio (2006-2010): Cupressaceae, *Olea*, *Platanus*, Poaceae, *Populus*, *Quercus*, Urticaceae y *Urtica*

3. Resultados.

membranacea. Así mismo, el estudio se ha completado con otros tipos polínicos que tienen una representación inferior al 1% en alguno o todos los años de estudio, considerando que pueden contribuir también de forma importante al espectro polínico de la ciudad: Asteraceae, Amaranthaceae, *Morus*, *Pinus*, *Plantago* y *Rumex* (Tabla 3.5).

Posición	SO	NE
1°	<i>Olea</i> (39,65%)	<i>Olea</i> (37,87%)
2°	<i>Quercus</i> (14,62%)	<i>Quercus</i> (18,39%)
3°	<i>Platanus</i> (10,43%)	Poaceae (10,24%)
4°	Poaceae (9,84%)	Cupressaceae (8,29%)
5°	Cupressaceae (7,81%)	<i>Platanus</i> (4,55%)
6°	<i>U. membranacea</i> (4,59%)	<i>U. membranacea</i> (3,45%)
7°	Urticaceae (2,25%)	Urticaceae (3,25%)
8°	<i>Morus</i> (1,27%)	<i>Morus</i> (2,42%)
9°	<i>Populus</i> (1,24%)	<i>Populus</i> (2,10%)
10°	<i>Pinus</i> (1,20%)	<i>Pinus</i> (1,49%)
11°	<i>Plantago</i> (0,94%)	<i>Plantago</i> (1,15%)
12°	Amanthaceae (0,81%)	Amanthaceae (0,98%)
13°	<i>Rumex</i> (0,54%)	<i>Rumex</i> (0,65%)
14°	Asteraceae (0,50%)	Asteraceae (0,59%)

Tabla 3.5. Porcentaje de representación medio en los cinco años de muestreo de los tipos polínicos considerados para el estudio en cada área (SO = zona suroeste, NE = zona noreste).

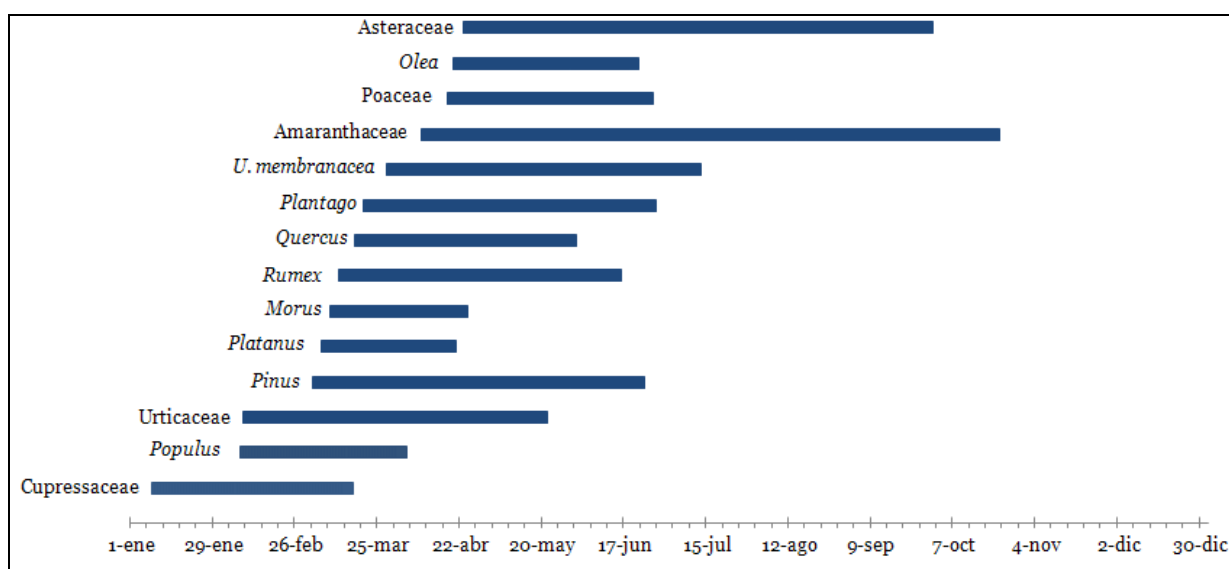


Figura 3.7. Estación polínica de los principales tipos polínicos en la ciudad de Córdoba (media durante los años 2006-2010).

En la figura 3.7 se ha representado la estación polínica de los tipos polínicos seleccionados, teniendo en cuenta la media de los cinco años de estudio.

3.3. ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ENTRE LOS DOS CAPTADORES LOCALIZADOS EN LA ZONA SUROESTE: CAPTADORES A Y B.

Durante el periodo 2010-2011, los resultados del estudio comparativo de los captadores situados en el mismo área de estudio (zona SO) han resultado ser muy similares (Figura 3.8).

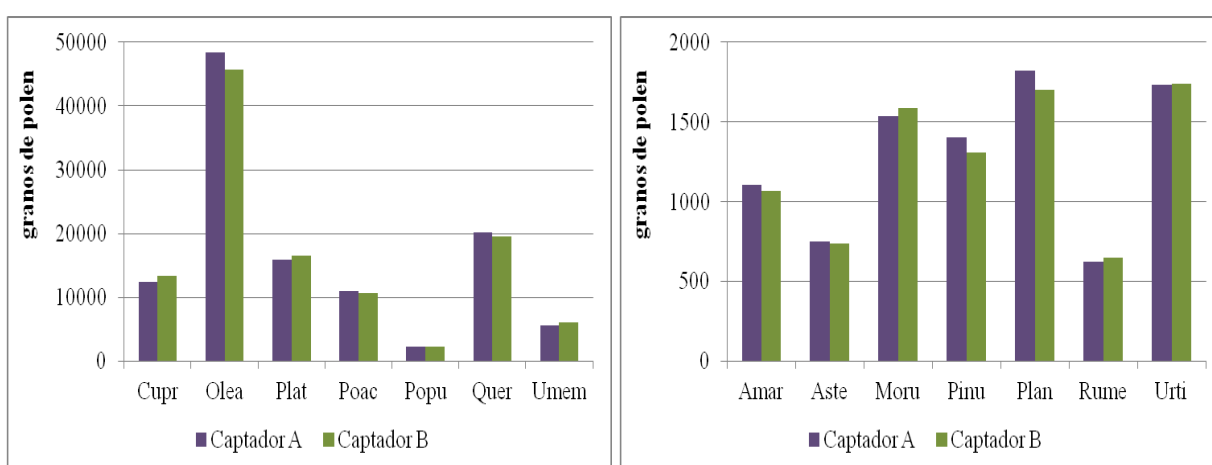
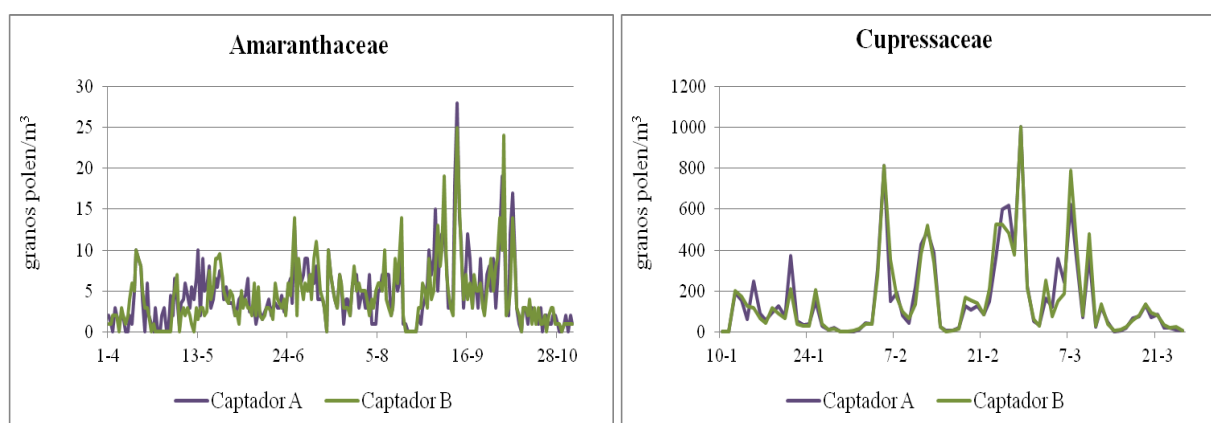
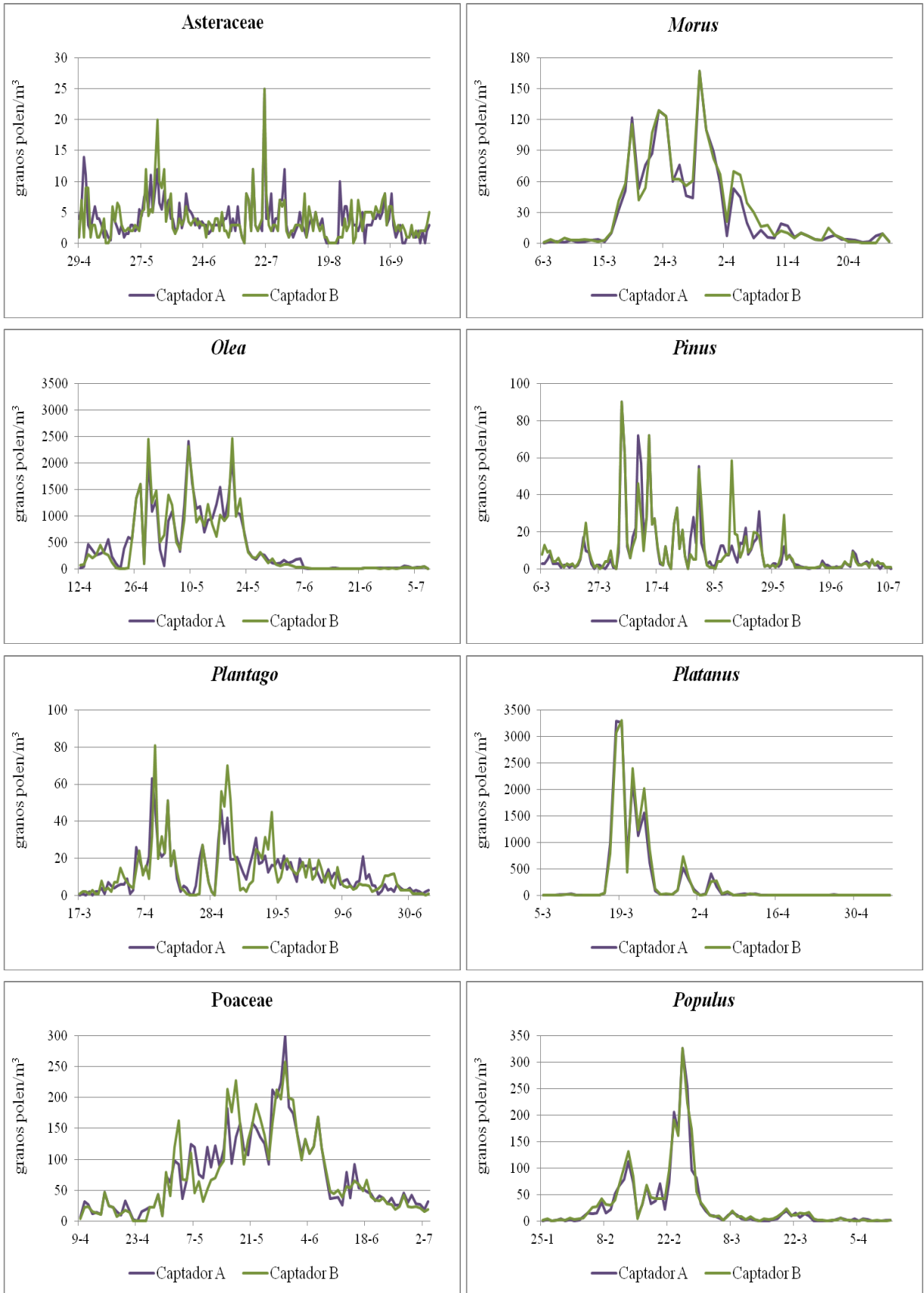


Figura 3.8. Índices polínicos totales registrados en cada captador (Cupr = Cupressaceae, Olea = *Olea*, Plat = *Platanus*, Poac = Poaceae, Popu = *Populus*, Quer = *Quercus*, Umem = *Urtica membranacea*, Aste = Asteraceae, Amar = Amaranthaceae, Moru = *Morus*, Pinu = *Pinus*, Plan = *Plantago*, Rume = *Rumex*, Urti = Urticaceae).

Del mismo modo, las curvas polínicas diarias también son muy similares en ambos captadores. (Figura 3.9).



3. Resultados.



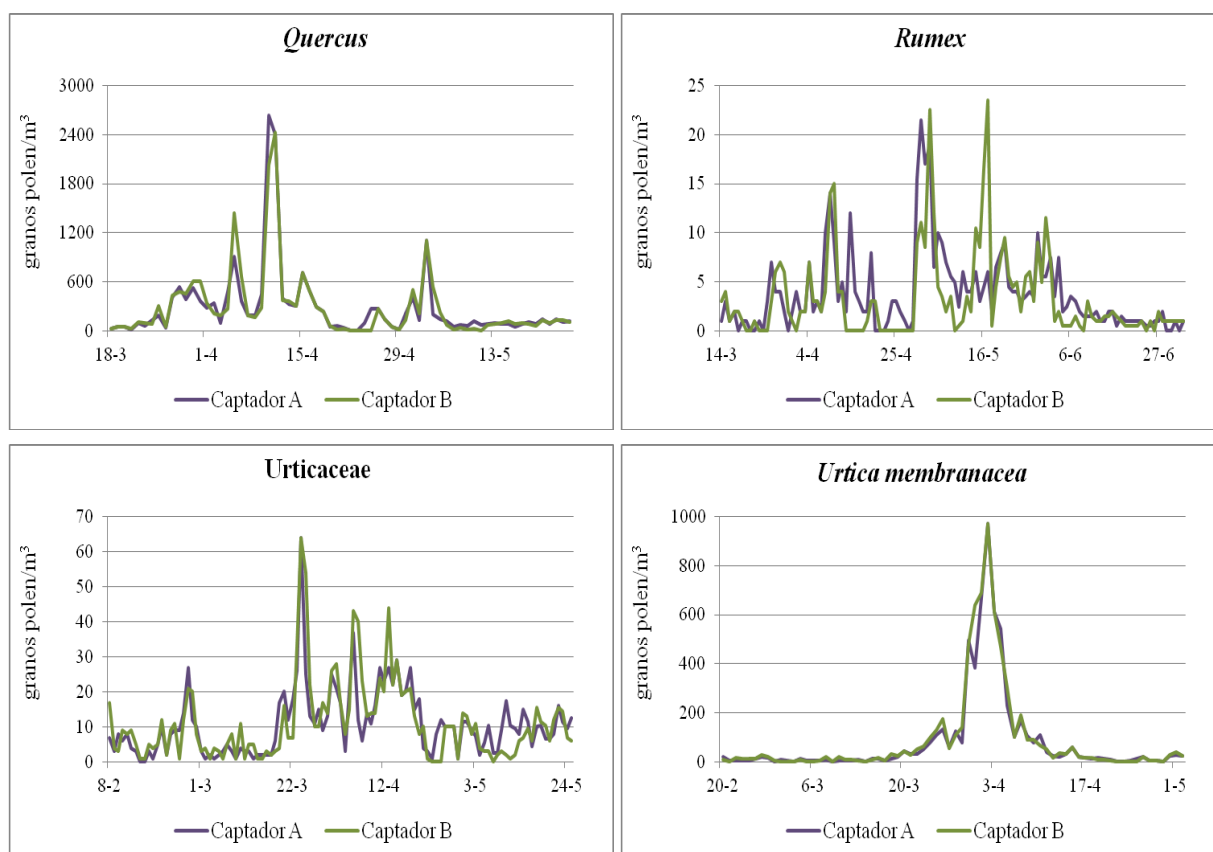


Figura 3.9. Evolución de las curvas polínicas de los tipos polínicos estudiados.

Tipo polínico	R	p	N
Amanthaceae.	0,677	0,000	124
Asteraceae	0,566	0,000	242
Cupressaceae	0,982	0,000	124
<i>Morus</i>	0,905	0,000	46
<i>Olea</i>	0,896	0,000	94
<i>Pinus</i>	0,744	0,000	165
<i>Plantago</i>	0,823	0,000	157
<i>Platanus</i>	0,972	0,000	54
Poaceae	0,875	0,000	125
<i>Populus</i>	0,941	0,000	85
<i>Quercus</i>	0,842	0,000	85
<i>Rumex</i>	0,713	0,000	113
<i>Urtica membranacea</i>	0,942	0,000	58
Urticaceae	0,734	0,000	110

Tabla 3.6. Coeficientes de correlación Pearson entre los captadores A y B para cada taxón estudiado en el año 2010. ($p < 0,001$ en todos los casos).

3. Resultados.

Los índices de correlación de Pearson y el grado de significación para cada tipo polínico quedan reflejados en la Tabla 3.6. El coeficiente de Pearson tiene en todos los casos un grado de significación del 99,9 %. Este resultado nos indica que existe una elevada asociación entre los datos obtenidos con los dos captadores situados en la misma zona.

Con la prueba t de Student se ha comprobado que las concentraciones medias diarias de los dos captadores situados en la misma zona de estudio son similares y por tanto se podrían considerar como una misma población, ya que en todos los casos la significación (p) es superior a 0,05 (Tabla 3.7).

Tipo polínico	Diferencia de medias	p
Asteraceae	0,716	0,476
Chenopodiaceae/Amaranthaceae.	-0,222	0,825
Cupressaceae	-0,473	0,637
<i>Morus</i>	0,898	0,374
<i>Olea</i>	-1,861	0,066
<i>Pinus</i>	-0,243	0,808
<i>Plantago</i>	-1,882	0,062
<i>Platanus</i>	-2,743	0,394
Poaceae	-1,624	0,107
<i>Populus</i>	2,871	0,948
<i>Quercus</i>	-1,626	0,108
<i>Rumex</i>	-0,529	0,598
<i>Urtica membranacea</i>	1,320	0,192
Urticaceae	-0,037	0,971

Tabla 3.7. Comparación de medias (T-Test) entre los captadores A y B para cada taxón estudiado en 2010.

3.4. ANÁLISIS DE LA ESTACIÓN POLÍNICA EN LOS DOS CAPTADORES LOCALIZADOS EN ZONAS DIFERENTES DE LA CIUDAD (CAPTADORES SO Y NE).

A continuación se expone un estudio detallado de los tipos polínicos más relevantes durante los años de estudio en las dos estaciones de muestreo, presentándolos según el periodo de floración expresado en la figura 3.7.

3.4.1. Cupressaceae.



El tipo polínico Cupressaceae, además de representar a esta familia, también incluye a otras familias botánicas, que son difíciles de distinguir por la similitud de sus granos de polen: Taxaceae y Taxodiaceae. Sin embargo, la mayor parte del polen de este tipo polínico procede de individuos del género *Cupressus*, muy abundantes en la ciudad de Córdoba. No obstante, en la ciudad también se encuentran representadas otras especies que, aun siendo menos numerosas, pueden contribuir al contenido de este tipo polínico en la atmósfera, como *Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin, *Chamaecyparis nootkatensis* (D. Don) Sudw, *Cupressocyparis leylandii* A. B. Jacks & Dallim., *Juniperus* sp., *Thuja* sp., *Taxus baccata* L., *Taxodium distichum* L. y *Tetraclinis articulata* L. La alergenicidad del polen de *Cupressus* es alta y se le considera la principal causa de polinosis invernal en el área mediterránea (D'Amato & Liccardi, 1994).

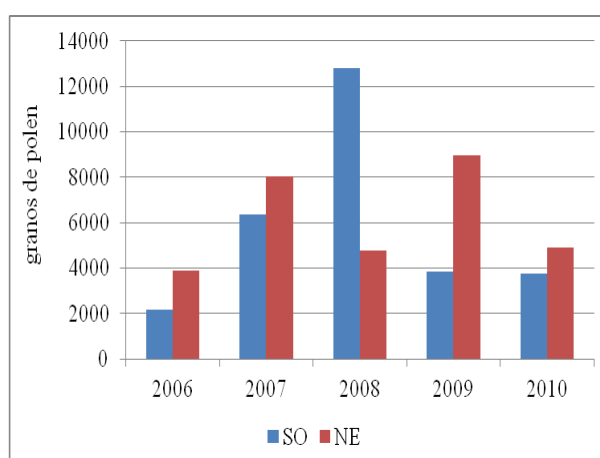


Figura 3.10. IPA registrados del tipo polínico Cupressaceae en las dos zonas de estudio.

3. Resultados.

Los registros de este tipo polínico en el aire representaron un 7,81% en el captador SO y un 8,29% en el captador NE del total del polen, llegando a ocupar el quinto y cuarto lugar en abundancia, respectivamente (Tabla 3.5). El Índice polínico anual (IPA) durante el periodo de estudio muestra un valor mayor en el captador de NE, excepto en el año 2008 (Figura 3.10).

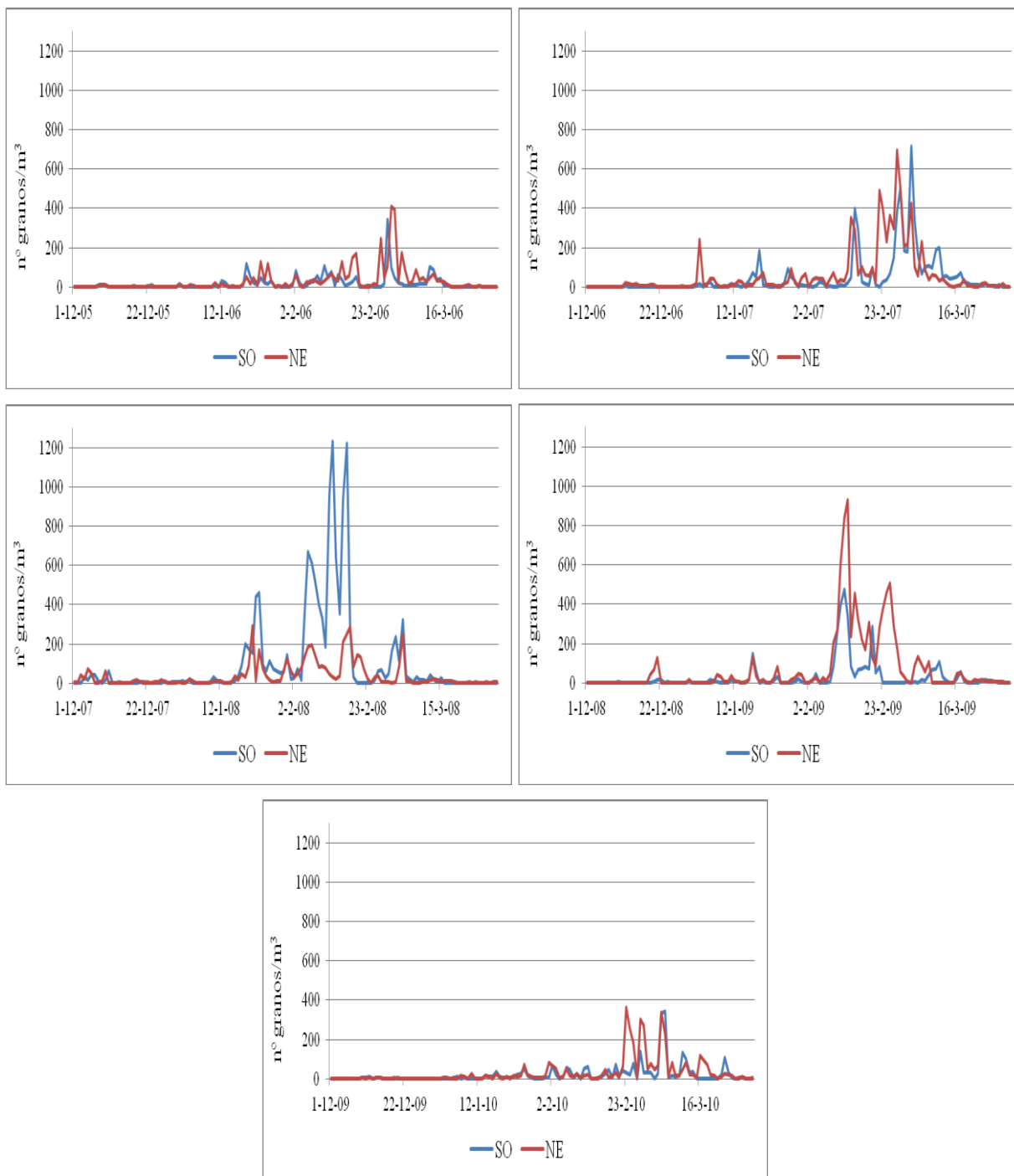


Figura 3.11. Estación polínica del tipo Cupressaceae para cada año de estudio.

Las diferentes especies incluidas en este tipo polínico florecen en diferentes periodos de tiempo, desde el invierno hasta la primavera temprana, por lo que se detectan granos de polen en la atmósfera durante los primeros y últimos meses del año, teniendo en cuenta una estación polínica representada por dos años naturales (diciembre-marzo). Un mayor contenido de polen en el aire se detectó desde finales de febrero a principios de marzo, durante los dos primeros años, mientras que, durante los otros años de estudio el día pico se adelantó a mediados de febrero. Las concentraciones diarias registradas en ambos captadores son similares, excepto para el año 2008, cuando se alcanzaron elevadas concentraciones de este tipo polínico en el captador SO, y para el 2009, siendo éstas superiores en el NE.

En general, se observa un adelanto y una mayor duración de la estación polínica en el captador NE respecto al SO en los años 2007, 2008 y 2009, mientras que la estación polínica comenzó el mismo día en ambos captadores en los años 2006 y 2010, teniendo mayor duración en el captador SO el año 2010. La fecha del día pico suele ser anterior en el captador de la zona NE, a excepción de los años 2006 y 2009. En cuanto a la concentración polínica obtenida en el día pico, suele ser superior en el captador NE, excepto en los años 2007 y 2008 (Tabla 3.8).

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	19 ene-13 mar	54	1.868	28-feb	344
	2007	17 ene-17 mar	60	5.405	03-mar	716
	2008	11 dic-4 mar	85	12.366	13-feb	1.231
	2009	17 ene-17 mar	60	3.206	12-feb	474
	2010	25 ene-23 mar	58	2.217	06-mar	346
	Media	16 ene-15 mar	59	5.012	24-feb	622
NE	2006	19 ene-13 mar	54	3.341	01-mar	409
	2007	2 ene-12 mar	70	7.012	27-feb	695
	2008	5 dic-4 mar	91	4.290	21-ene	294
	2009	20 dic-17 mar	88	8.500	13-feb	934
	2010	25 ene-18 mar	53	3.472	23-feb	366
	Media	10 ene-13 mar	63	5.323	16-feb	539

Tabla 3.8. Análisis de la estación polínica del tipo Cupressaceae a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla

3. Resultados.

3.9). Con la prueba t de Student se ha obtenido que hay diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores durante todos los años de estudio, siendo superior esta media en la zona NE, excepto en el año 2008 (Tabla 3.9).

	Pearson	T-Test
2006	0,584***	-4,200***
2007	0,527***	-2,626**
2008	0,719***	3,930***
2009	0,826***	-4,748***
2010	0,512***	-3,581***
Total años	0,625***	-3,868***

Tabla 3.9. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para Cupressaceae.

(*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$).

3.4.2. *Populus*.



El tipo polínico *Populus* representa a las distintas especies de este género, perteneciente a la familia Salicaceae. Las especies más frecuentes (*P. alba* L. y *P. nigra* L.) se localizan en comunidades de riberas fluviales. Así mismo, estas especies, junto con otras, son muy utilizadas como ornamentales en parques, paseos y carreteras, destacando *P. bolleana* Lauche. Recientemente se están usando en jardinería *P. simonii* Carrière, originaria del norte de China, *P. caroliniana* Hort. ex McMinn & Maino, procedente de América, *P. x canadensis* Moench y *P. x canescens* (Aiton) Sm., estas últimas hibridadas. La incidencia alérgica de este tipo polínico es baja en Córdoba, a pesar de que pueden llegarse a alcanzar concentraciones importantes.

El porcentaje de representación en las muestras es de 1,27% en el captador SO y 2,10% en el NE, ocupando el 9º lugar en ambos casos (Tabla 3.5). El IPA fue superior en el captador NE durante los años 2006, 2009 y 2010, mientras que durante los años 2007 y 2008 lo fue en el captador SO (Figura 3.12).

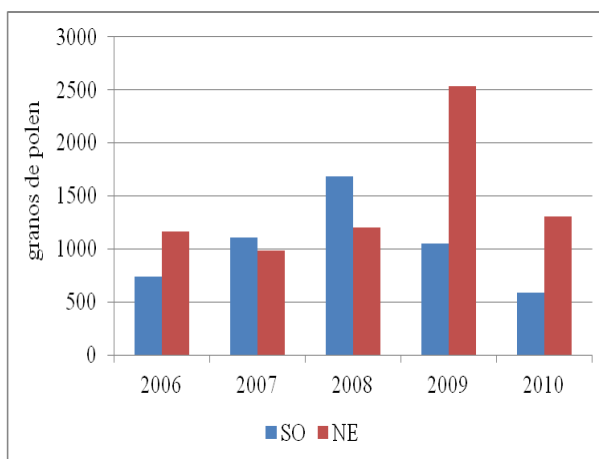
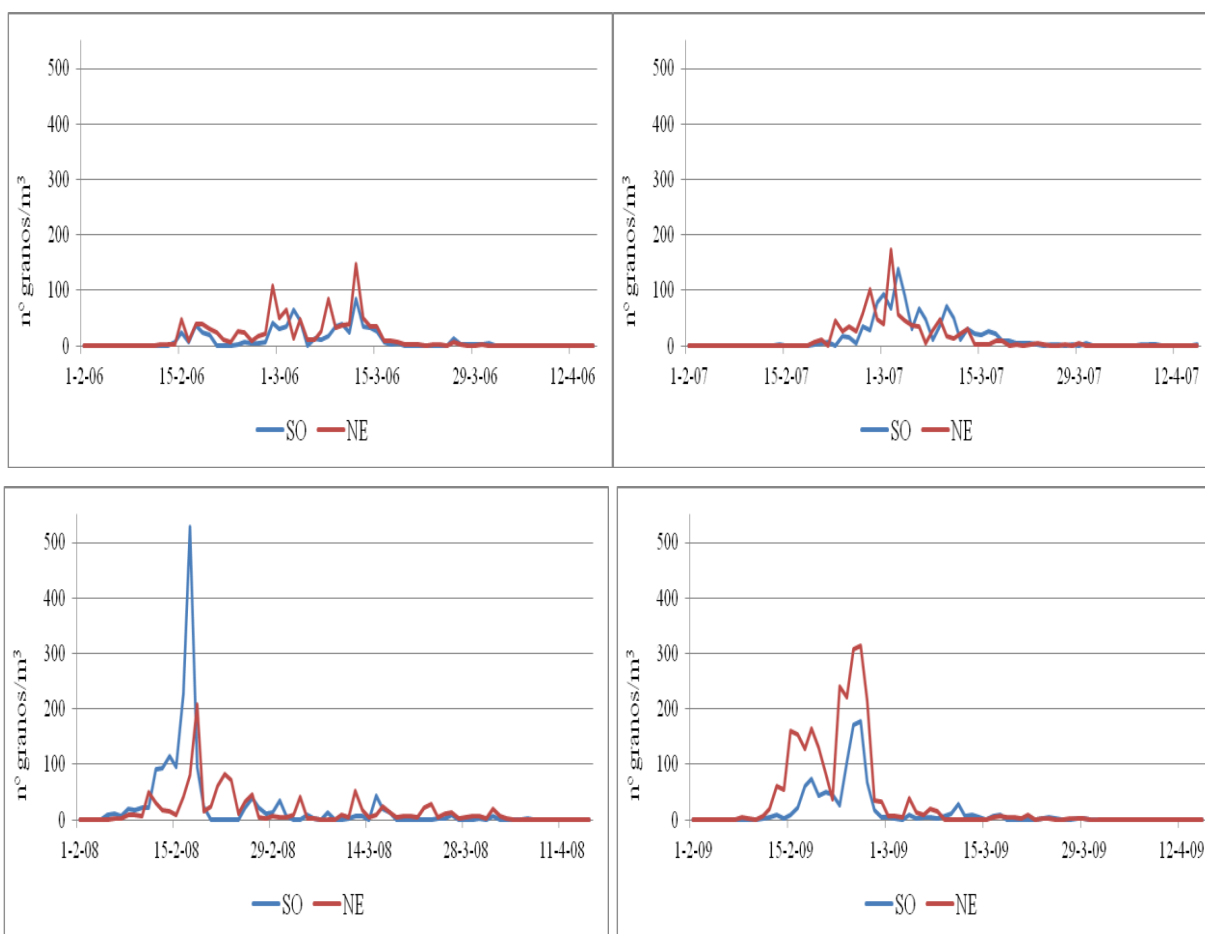


Figura 3. 12. IPA del tipo polínico *Populus* en las dos zonas de estudio.



3. Resultados.

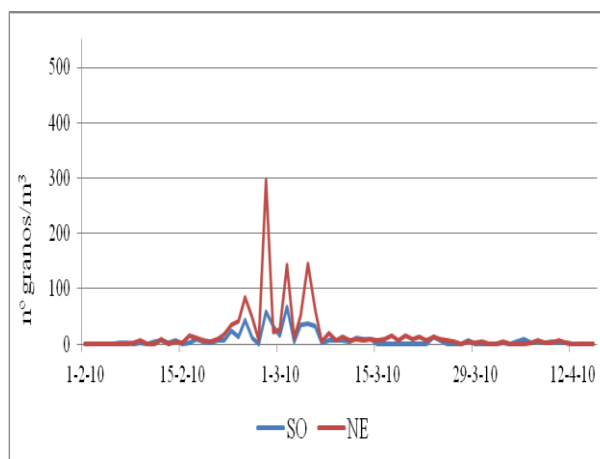


Figura 3.13. Estación polínica del tipo *Populus* para cada año de estudio.

La estación polínica de *Populus* comienza en febrero y finaliza a mediados de abril, con concentraciones máximas entre febrero y marzo (Figura 3.13). Aunque generalmente las concentraciones diarias suelen ser mayores en el captador NE, durante el año 2007, y sobre todo durante el 2008, se invierte esta tendencia, detectándose en el captador SO durante 2008 un pico de más de 500 granos de polen por m^3 de aire. Según la figura, los años 2008 y 2009 fueron los que presentaron mayores diferencias en sus curvas polínicas entre los dos captadores.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/ m^3)	
SO	2006	13 feb-31 mar	48	737	12-mar	85
	2007	18 feb-11 abr	53	1.097	03-mar	138
	2008	5 feb-17 mar	42	1.649	17-feb	528
	2009	7 feb-30 mar	52	502	18-feb	75
	2010	5 feb-12 abr	67	565	02-mar	67
	Media	10 feb-2 abr	52	1.019	28-feb	199
NE	2006	11 feb-28 mar	46	1.161	12-mar	147
	2007	18 feb-2 abr	44	966	02-mar	173
	2008	5 feb-3 abr	59	1.193	18-feb	209
	2009	7 feb-29 mar	51	2.527	25-feb	313
	2010	6 feb-12 abr	66	1.303	27-feb	296
	Media	9-feb-2 abr	53	1.430	28-feb	227

Tabla 3.10. Análisis de la estación polínica del tipo *Populus* a lo largo del estudio.

Las fechas de la estación polínica son prácticamente las mismas en ambos captadores, aunque suele terminar antes en la zona NE. La duración de la estación es mayor en la zona SO, excepto en el año 2008. El día pico suele coincidir en ambos captadores, con pocos días de diferencia, aunque las concentraciones alcanzadas suelen ser mayores en la zona NE (Tabla 3.10).

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas, aunque durante el año 2008 esta correlación fue inferior (tabla 3.11). Con la prueba t de Student se ha observado que hay diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores durante todos los años de estudio, excepto para el año 2007 cuando no se obtuvieron resultados significativos, siendo superior en la zona NE (tabla 3.11).

	Pearson	T-Test
2006	0,772***	-4,050***
2007	0,724***	1,344 ns
2008	0,273***	-2,263*
2009	0,876***	-5,868***
2010	0,667***	-4,515***
Total años	0,624***	-5,732***

Tabla 3.11. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Populus*.
(*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns= no significativo).

3.4.3. Urticaceae.



Este tipo polínico representa las distintas especies de los géneros *Parietaria* y *Urtica*, con la excepción de *U. membranacea* Poir. Las plantas del género *Parietaria* se encuentran principalmente sobre muros, rocas, fisuras y en caminos de suelo nitrificado. El género *Urtica* integra una serie de plantas de distribución cosmopolita que ocupan áreas incultas de caminos y terrenos baldíos algo húmedos y que se desarrollan sobre suelos nitrificados. Algunas de ellas se han utilizado antiguamente con fines terapéuticos y como productoras de fibra. En la provincia de Córdoba, las especies representadas son *U. urens* L., *P. judaica* L y *P. mauritanica* Durieu in Duchartre (Valdés et al., 1987). Según estudios, es el género *Parietaria* el que presenta mayor capacidad alergógena (D'Amato et al., 2007). En la

3. Resultados.

ciudad de Córdoba, un 11,59% de los pacientes dieron reacción positiva a extractos de polen de este género (Sánchez-Mesa et al., 2005a).

Este tipo polínico ocupa el séptimo lugar en ambos captadores, con un 2,25% en el captador SO y un 3,25% en el NE (Tabla 3.5). El IPA alcanzado en cada captador cada año de estudio se muestra en la figura 3.14. Este índice fue superior en el captador de la zona SO excepto para el año 2006.

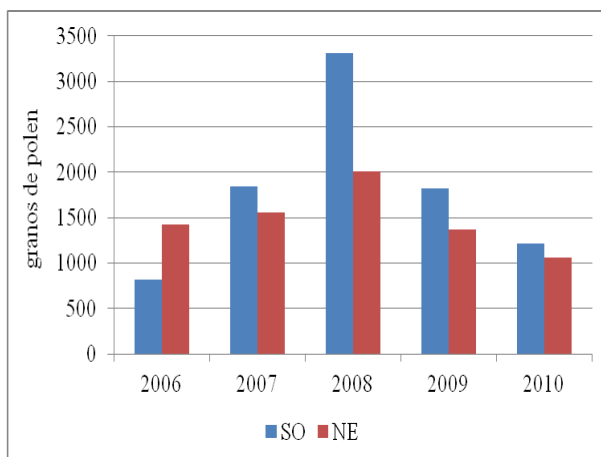
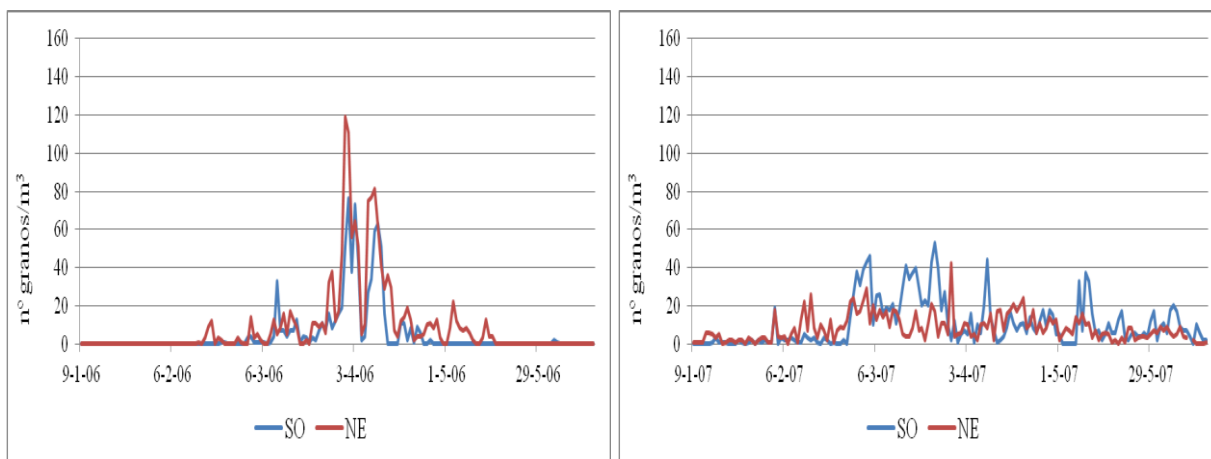


Figura 3. 14. IPA registrados del tipo polínico Urticaceae en las dos zonas de estudio.



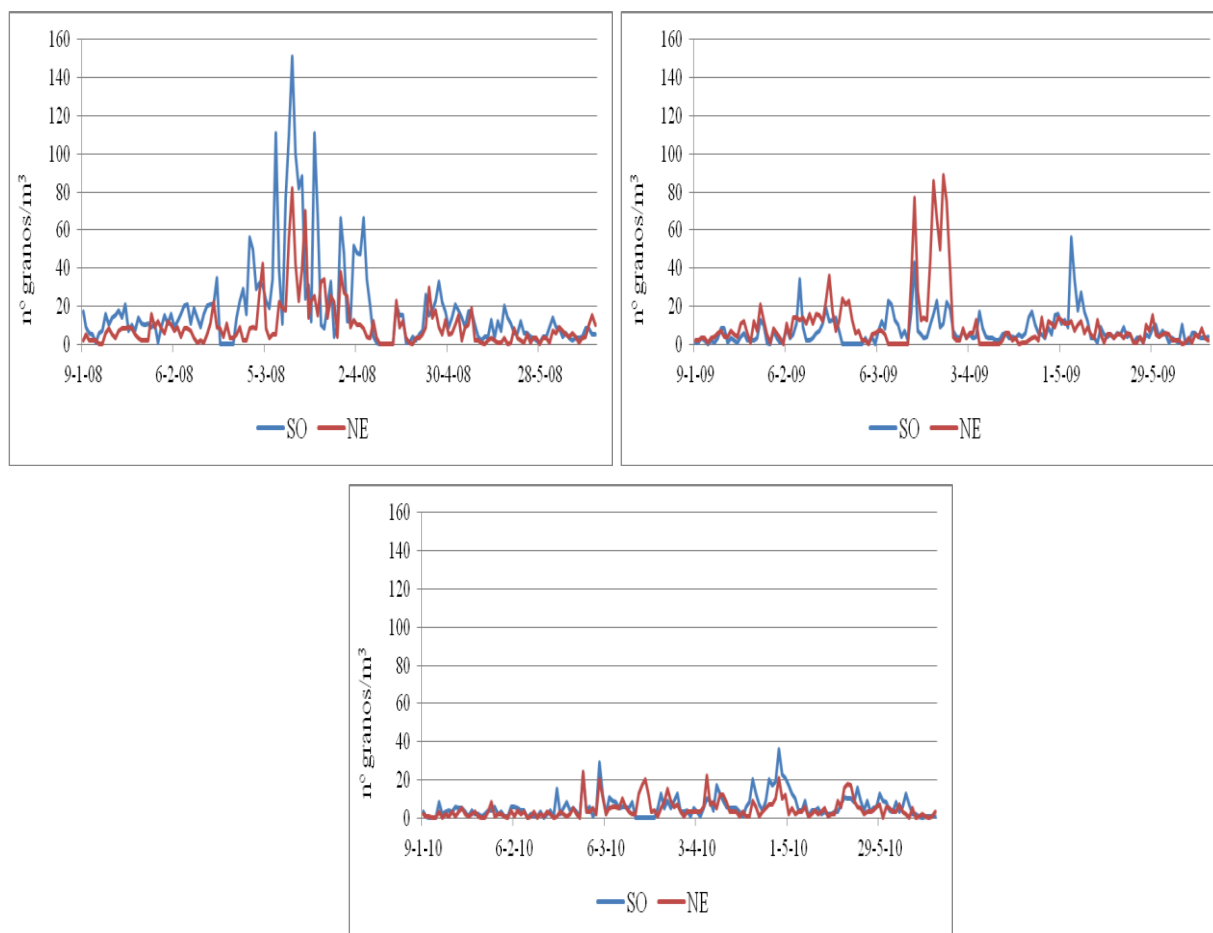


Figura 3. 15. Estación polínica del tipo Urticaceae para cada año de estudio.

La estación polínica de Urticaceae es bastante larga, con distintos picos entre marzo y abril. No obstante, en los años 2007 y 2010 no se aprecian picos claros en la curva (Figura 3.15).

La estación polínica comenzó antes en la zona SO en los años 2006, 2008 y 2010, mientras que el año 2009 lo hizo en la zona NE; por otro lado, en la zona SO finalizó antes en los años 2006, 2008 y 2009, mientras que en los otros años lo hizo en la zona NE. La duración de la estación polínica suele ser mayor en el captador de la zona NE. El día de máxima concentración polínica suele adelantarse en el captador de NE, alcanzándose la mayoría de los años un valor superior en el captador de SO (Tabla 3.12).

3. Resultados.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	10 mar-12 abr	34	725	01-abr	76
	2007	3 feb-6 jun	124	1.604	24-mar	53
	2008	9 ene-17 may	130	2.834	13-mar	151
	2009	10 feb-8 may	88	838	04-may	56
	2010	19 feb-22 may	93	705	28-abr	36
	Media	10 feb-12 may	94	1.341	07-abr	74
NE	2006	12 mar-05 may	53	1.253	31-mar	119
	2007	3 feb-8 may	95	1.074	29-mar	42
	2008	30 ene-13 jun	136	1.440	13-mar	82
	2009	29 ene-29 may	121	1.396	26-mar	89
	2010	27 feb-20 may	83	549	06-abr	22
	Media	13 feb-20 may	98	1.142	26-mar	71

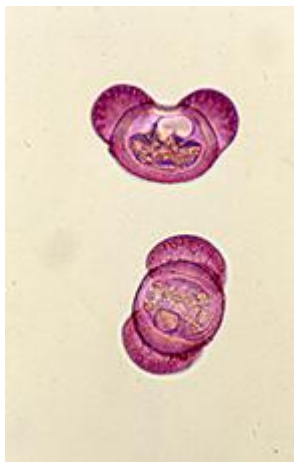
Tabla 3.12. Análisis de la estación polínica del tipo Urticaceae a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla 3.13). Con la prueba t de Student se ha observado que no hay diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores en la mayoría de los años de estudio, excepto para el año 2006, cuando la media fue significativamente superior en la zona NE, y el 2008, con mayores concentraciones detectadas en la zona SO (Tabla 3.13).

	Pearson	T-Test
2006	0,704***	-3,848***
2007	0,231***	-0,175 ns
2008	0,582***	7,156***
2009	0,287***	-0,429 ns
2010	0,317***	1,179 ns
Total años	0,448***	1,762 ns

Tabla 3.13. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para Urticaceae.

(*** $p < 0,001$; ns= no significativo).

3.4.4. *Pinus*.

El tipo polínico *Pinus* incluye, por su similitud morfológica, a los individuos de los géneros *Abies*, *Cedrus* y *Pinus*. Existen algunas especies que forman parte de la vegetación natural de Córdoba debido a reforestaciones, como *Pinus pinaster* Aiton., *P. halepensis* Miller. y *P. pinea* L. (Valdés et al., 1987). Además se pueden encontrar otras especies introducidas como ornamentales en parques y jardines, como *Abies alba* Miller., *A. nordmanniana* (Steven) Spach., *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière, *C. deodara* (Roxb) G. Don. *Pinus canariensis* Sweet. y *P. nigra* Arnold. Su capacidad alergógena es baja, debido a su gran tamaño y bajo contenido proteico (Pettyjonh & Levetin, 1997; Yu et al., 2000).

Este tipo polínico representa el décimo lugar en ambos captadores, con un 1,20% en el captador de la zona SO y un 1,49% en el de la zona NE (Tabla 3.5). El IPA fue algo mayor en el captador de NE, excepto en el año 2007 (Figura 3.16).

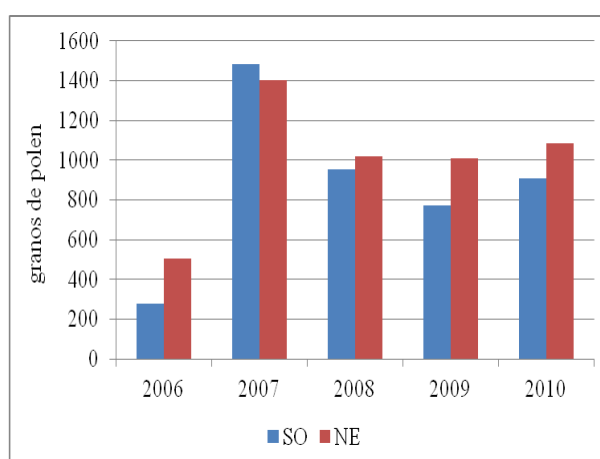


Figura 3. 16. IPA registrados del tipo polínico *Pinus* en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de *Pinus* abarca desde mediados de febrero hasta mediados de junio, con numerosos picos a lo largo de toda la estación polínica, por la posible contribución de las distintas especies (Figura 3.17). Cabe destacar el pico alcanzado en el captador SO el año 2007 (194 granos polen/m³) y el del captador NE en 2008 (366 granos polen/m³).

3. Resultados.

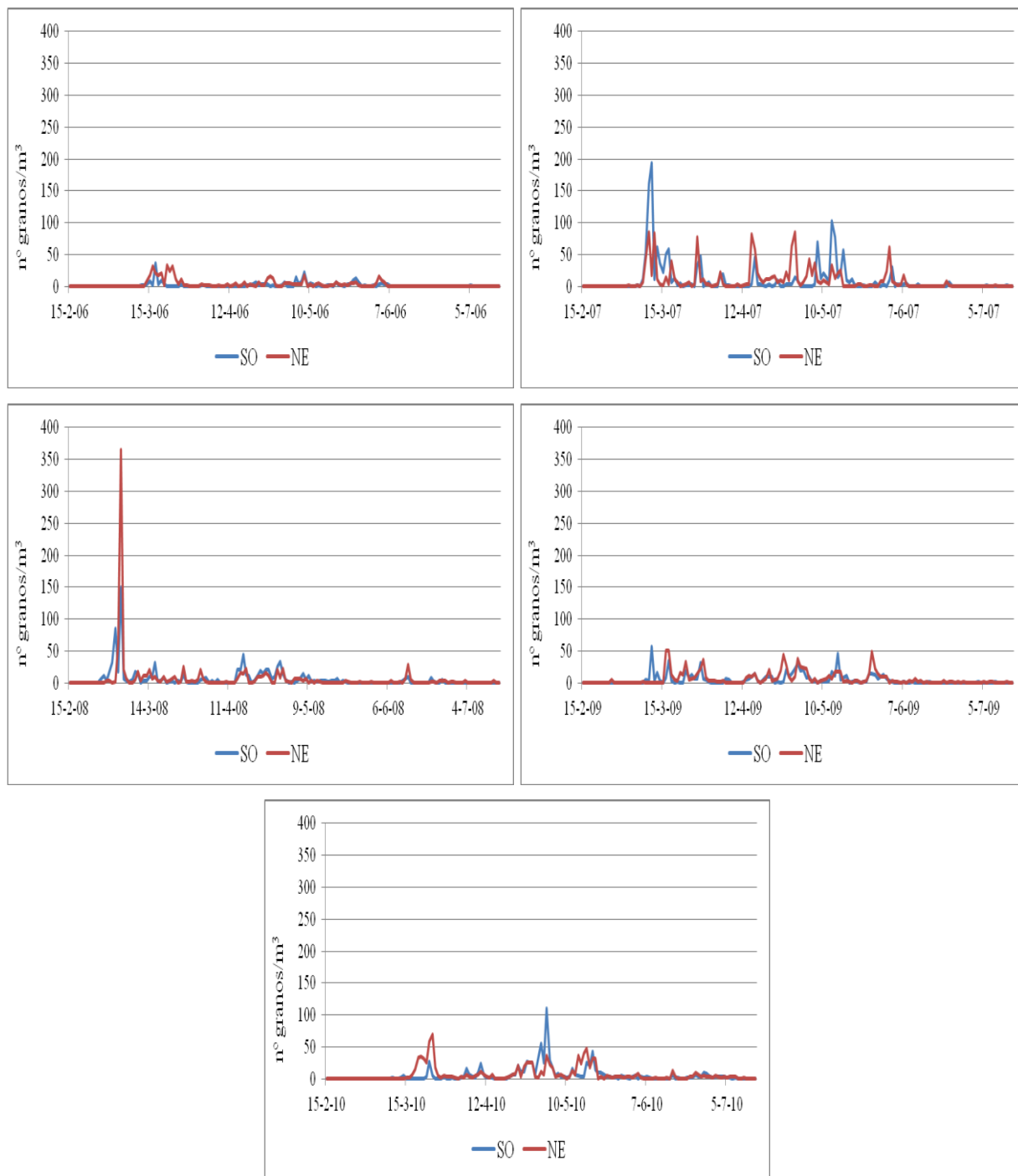


Figura 3.17. Estación polínica del tipo *Pinus* para cada año de estudio.

La estación polínica comienza y termina antes en el captador SO, con una duración media de la estación de 105 días. Las concentraciones alcanzadas en el día pico suelen ser mayores en la zona SO a excepción del año 2008 (Tabla 3.14).

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos/m ³)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	11 mar-7 jun	89	260	17-mar	36
	2007	4 mar-8 jun	97	1.453	11-mar	194
	2008	26 feb-14 jun	110	906	04-mar	149
	2009	6 mar-16 jun	103	714	11-mar	57
	2010	9 mar-10 jul	124	861	03-may	110
	Media	5 mar-16 jun	105	839	21-mar	109
NE	2006	13 mar-8 jun	88	480	21-mar	33
	2007	6 mar-9 jun	96	1.346	10-mar	86
	2008	2 mar-3 jul	124	968	04-mar	366
	2009	8 mar-16 jun	101	915	16-mar	50
	2010	14 mar-18 jul	127	1.042	24-mar	70
	Media	8 mar-22 jun	107	950	14-mar	121

Tabla 3.14. Análisis de la estación polínica del tipo *Pinus* a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas, aunque durante los dos primeros años esta correlación fue inferior (Tabla 3.15). Con la prueba t de Student se ha obtenido que hay diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, excepto para los años 2007 y 2008 cuando no se obtuvieron resultados significativos, siendo superior esta media en la zona NE (Tabla 3.15).

	Pearson	T-Test
2006	0,323***	-3,942***
2007	0,353***	-1,603 ns
2008	0,562***	1,129 ns
2009	0,643***	-4,351***
2010	0,542***	-2,662**
Total años	0,502***	-4,427***

Tabla 3.15. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Pinus*.

(*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; ns= no significativo).

3. Resultados.

3.4.5. *Platanus*.



El tipo polínico *Platanus* representa a una sola especie, *Platanus hispanica* Miller. Se trata de una especie obtenida por hibridación de *P. orientalis* L. y *P. occidentalis* L., siendo muy utilizada en las ciudades como árbol ornamental. A pesar de su alto poder aerovagante, presenta una capacidad alérgica moderada. En la ciudad de Córdoba, un 19,73% de los pacientes dieron reacción positiva a extractos de polen de este tipo polínico (Sánchez-Mesa et al., 2005a).

El tipo polínico *Platanus* representa el 10,43% en las muestras de la zona SO, ocupando el tercer lugar en importancia. Este porcentaje disminuye en las muestras de la zona NE, con un 4,55%, ocupando el quinto lugar en importancia (Tabla 3.5). En la Figura 3.18 se muestra el IPA alcanzado en cada captador cada año de estudio. Este índice fue siempre muy superior en el captador SO (casi 6 veces superior en el año 2008), aunque se aprecia un aumento progresivo cada año en la zona NE.

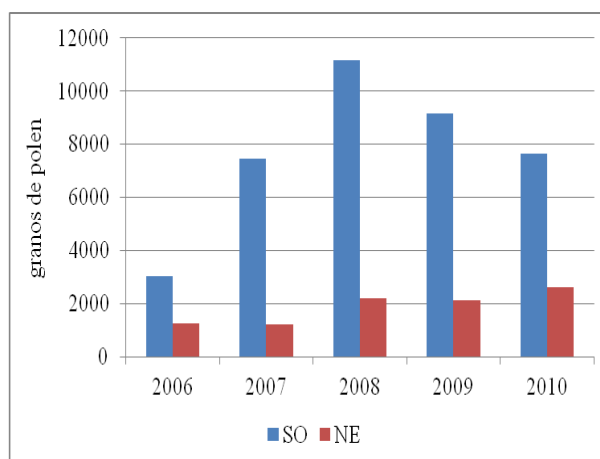


Figura 3.18. IPA registrados del tipo polínico *Platanus* en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de *Platanus* abarca los meses de marzo y abril, con concentraciones máximas a mediados de marzo (Figura 3.19). Se trata de una floración explosiva, donde partiendo de unas concentraciones bajas o nulas en el aire se alcanzan en pocos días concentraciones muy elevadas. En las curvas polínicas se observa la gran diferencia en cuanto a la concentración polínica alcanzada en cada captador, aunque los picos suelen coincidir en el tiempo.

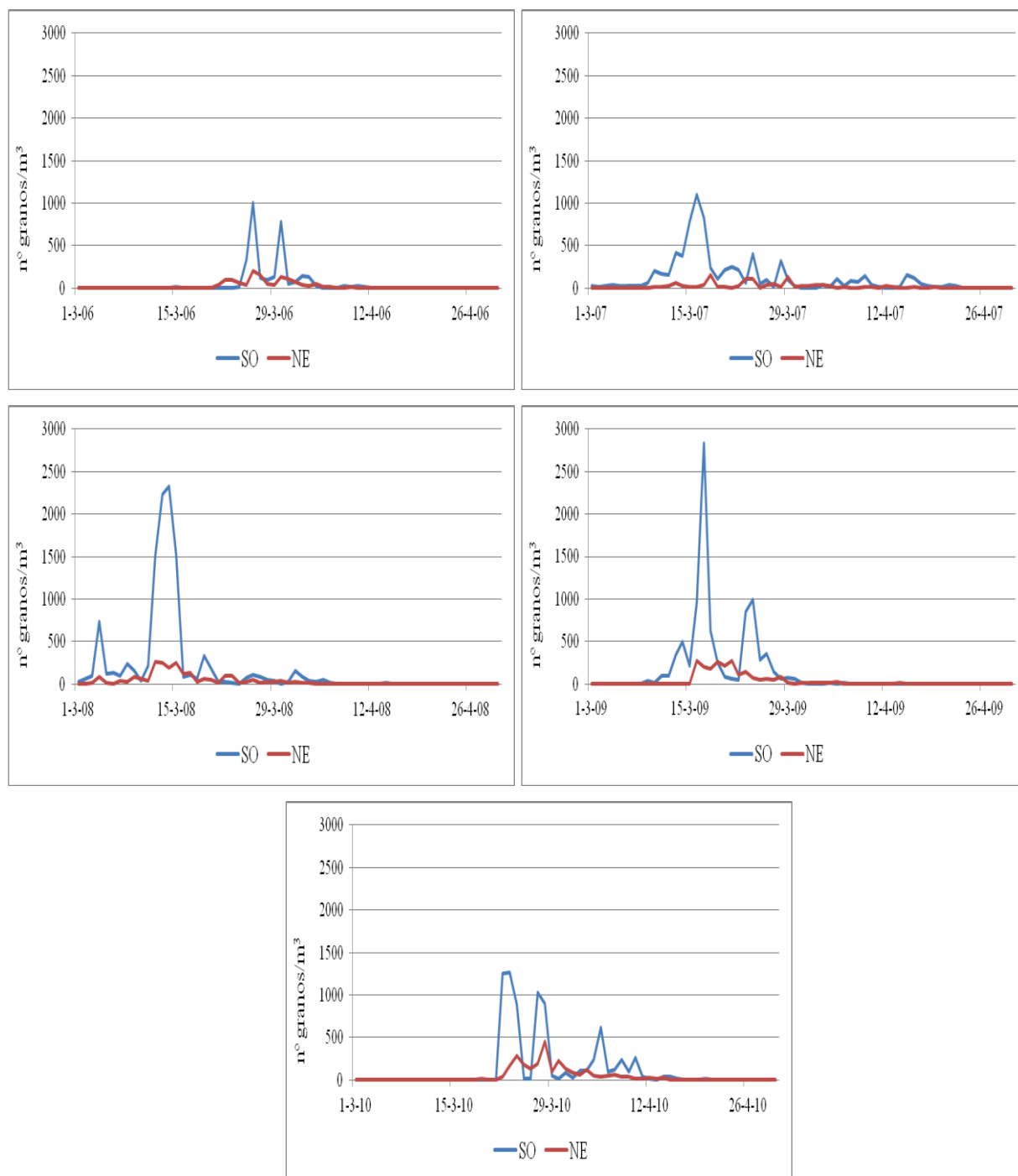


Figura 3.19. Estación polínica del tipo *Platanus* para cada año de estudio.

El inicio de la estación polínica se adelanta en una zona u otra dependiendo del año, aunque se suele retrasar el final de la estación en la zona NE. Las mayores concentraciones se registraron en la zona SO, donde la fecha del día pico suele ser también anterior (Tabla 3.16).

3. Resultados.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	9 mar-12 abr	35	3.040	26-mar	1.003
	2007	26 feb-25 abr	59	7.453	16-mar	1.103
	2008	29 feb-7 abr	39	11.134	14-mar	2.325
	2009	9 mar-14 abr	37	9.051	17-mar	2.828
	2010	22 mar-28 abr	38	7.619	23-mar	1.264
	Media	8 mar-17 abr	41	7.659	19-mar	1.704
NE	2006	15 mar-15 abr	32	1.260	26-mar	201
	2007	10 mar-30 abr	52	1.219	29-mar	135
	2008	3 mar-7 abr	36	2.186	12-mar	262
	2009	9 mar-17 abr	40	2.084	19-mar	264
	2010	17 mar-26 abr	41	2.560	28-mar	447
	Media	11 mar-19 abr	40	1.861	23-mar	261

Tabla 3.16. Análisis de la estación polínica del tipo *Platanus* a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla 3.17). Con la prueba t de Student se ha observado que, durante los años 2007 y 2008, así como para el dato total de años analizados, hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, resultando esta media superior en la zona SO (Tabla 3.17).

	Pearson	T-Test
2006	0,571***	0,416 ns
2007	0,395***	6,621***
2008	0,597***	5,282***
2009	0,785***	0,86 ns
2010	0,723***	0,939 ns
Total años	0,582***	6,484***

Tabla 3.17. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Platanus*.

(*** $p < 0,001$; ns= no significativo).

3.4.6. *Morus*.

El tipo polínico *Morus* representa a las distintas especies dentro de este género. En la ciudad de Córdoba este género está representado por las especies *M. alba* L. y *M. nigra* L. Así mismo, se han observado individuos de otras especies ornamentales de la familia Moraceae, como *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. y *Ficus* sp., presentes en la ciudad y cuyo tipo polínico es muy similar al de *Morus*, por lo que se han contabilizado conjuntamente a este tipo polínico. Estas especies, aunque en su mayoría son entomófilas, contribuyen al espectro polínico de la ciudad. Sin embargo, aunque muestran una presencia en el aire destacable, su capacidad alergénica es baja (Muñoz et al., 1995; Navarro et al., 1997).

Este tipo polínico ocupa el octavo lugar en cuanto a porcentaje de representación en ambos captadores, con un 1,27% en el captador de la zona SO y un 2,42% en el de la zona NE (Tabla 3.5). El IPA es generalmente mayor en el captador NE, excepto en el año 2006. Se ha observado también una tendencia al alza de las concentraciones polínicas registradas en ambos captadores a lo largo de los cinco años de estudio (Figura 3.20).

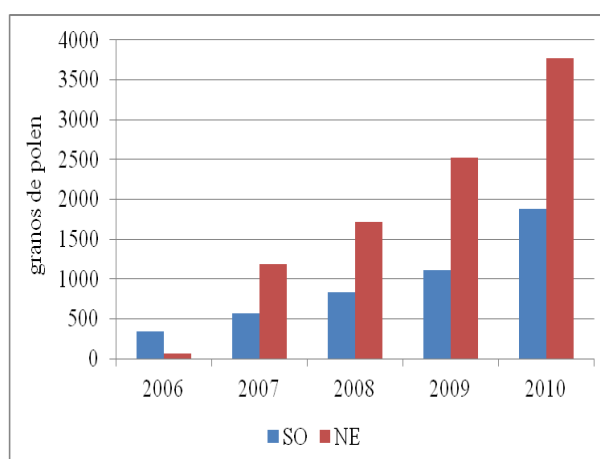


Figura 3. 20. IPA registrados del tipo polínico *Morus* en las dos zonas de estudio.

La estación polínica está delimitada entre los meses de marzo y mayo. En el año 2006 la estación fue muy corta, con concentraciones muy bajas en la zona NE. A partir del año 2007 las concentraciones van aumentando, alcanzándose mayores concentraciones en el captador NE, donde se observa una clara tendencia al alza a lo largo del periodo de estudio (Figura 3.21).

3. Resultados.

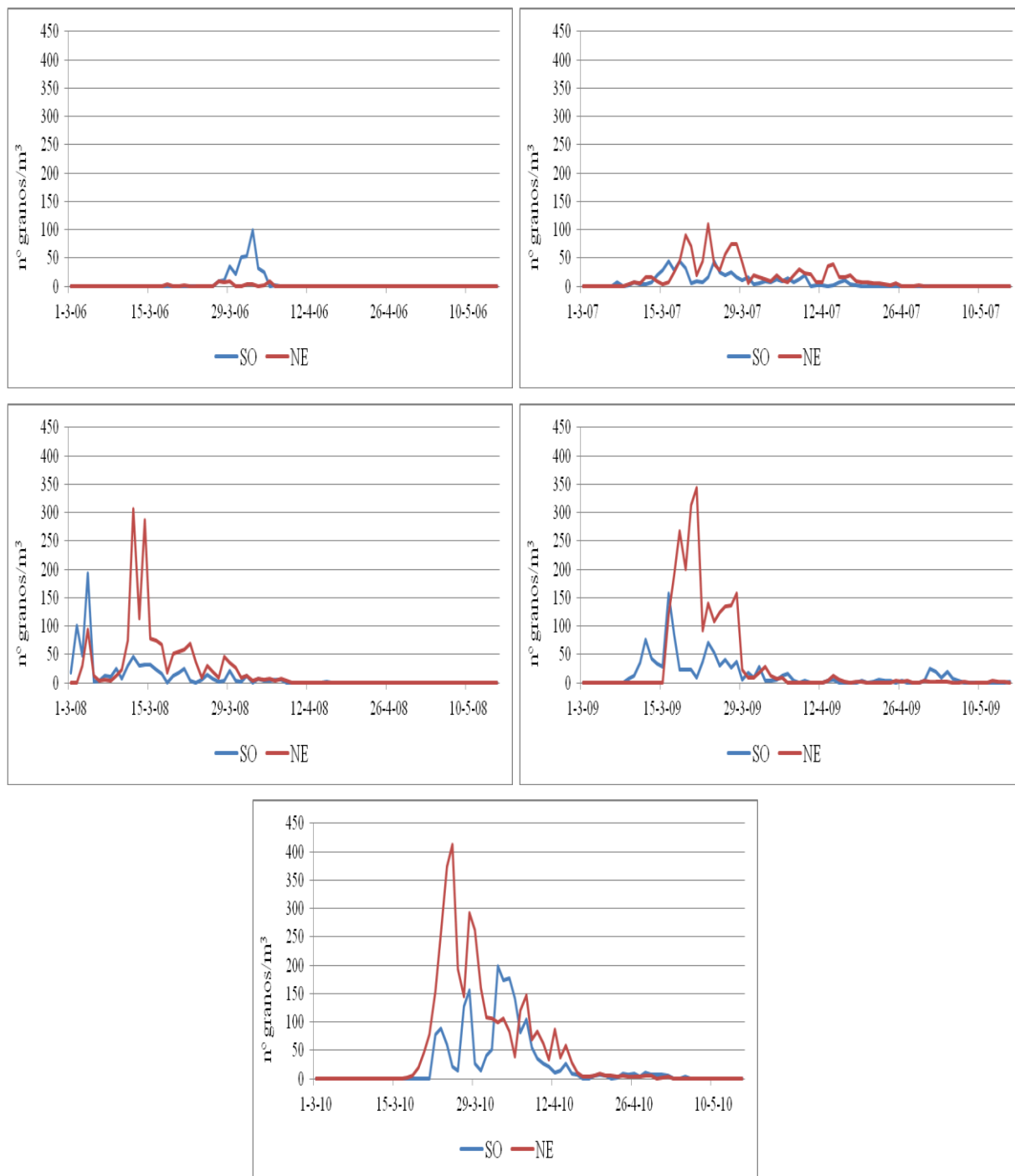


Figura 3.21. Estación polínica del tipo *Morus* para cada año de estudio.

La estación polínica comenzó antes en la zona SO durante los años 2007 y 2008 y durante los años 2009 y 2010 en la zona NE. Generalmente, la estación polínica suele durar más en la zona NE, donde se alcanzan las mayores concentraciones. La fecha del día pico suele ser anterior en el captador SO, aunque con niveles inferiores al NE (tabla 3.18).

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	27 mar-6 abr	11	342	02-abr	100
	2007	7 mar-18 abr	43	563	24-mar	45
	2008	25 feb-7 abr	43	824	04-mar	193
	2009	9 mar-7 may	60	1.095	16-mar	158
	2010	22 mar-2 may	42	1.862	02-abr	199
	Media	11 mar-19 abr	40	937	21-mar	139
NE	2006	27 mar-7 abr	12	49	05-abr	10
	2007	8 mar-25 abr	49	1.182	23-mar	110
	2008	3 mar-8 abr	37	1.714	12-mar	307
	2009	8 mar-14 may	68	2.515	21-mar	343
	2010	16 mar-3 may	49	3.759	25-mar	412
	Media	12 mar-23 abr	43	1.844	23 mar	236

Tabla 3.18. Análisis de la estación polínica del tipo *Morus* a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos, excepto para el año 2006, un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla 3.19). Durante la mayoría de los años hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, resultando esta media superior en la zona NE, excepto en el año 2006 cuando la media fue superior en la zona SO. No se obtuvieron resultados significativos en el año 2008 (Tabla 3.19).

	Pearson	T-Test
2006	0,025 ns	2,943*
2007	0,484***	-5,056***
2008	0,399***	-1,627 ns
2009	0,749***	-2,017*
2010	0,703***	-3,899***
Total años	0,570***	-4,572***

Tabla 3.19. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Morus*.

(*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns= no significativo).

3. Resultados.

3.4.7. *Rumex*.



El tipo polínico *Rumex* representa a las especies de este género, perteneciente a la familia Poligonaceae. Son plantas de naturaleza herbácea y viven perfectamente en los países templados del Hemisferio Norte. Las especies mejor representadas en Córdoba son *R. acetosa* L., *R. crispus* L., *R. conglomeratus* Murray., *R. pulcher* L. y *R. bucephalophorus* L. Aunque en la ciudad de Córdoba no se alcanzan altas concentraciones de polen en el aire, su alergenicidad es muy alta (Domínguez-Vilches et al., 1984; Frank et al., 1991; Arenas et al., 1996; Alba, 1997).

El tipo polínico *Rumex* ocupa el decimotercer lugar en ambos captadores, con un 0,54% en el captador de la zona SO y un 0,65% en el de la zona NE (Tabla 3.5). El IPA es mayor en el captador de NE durante todos los años excepto en el 2010, donde se alcanzaron concentraciones totales muy parecidas en ambos captadores (Figura 3.22).

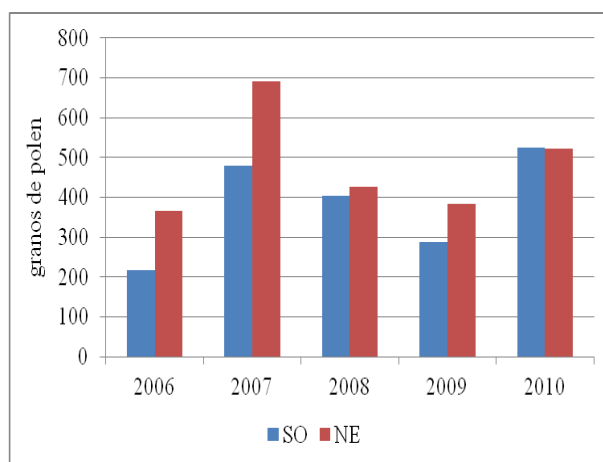


Figura 3.22. IPA registrados del tipo polínico *Rumex* en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de *Rumex* abarca desde mediados de febrero hasta mediados de junio, con numerosos picos a lo largo de toda la estación polínica, por la posible contribución de las distintas especies (Figura 3.23).

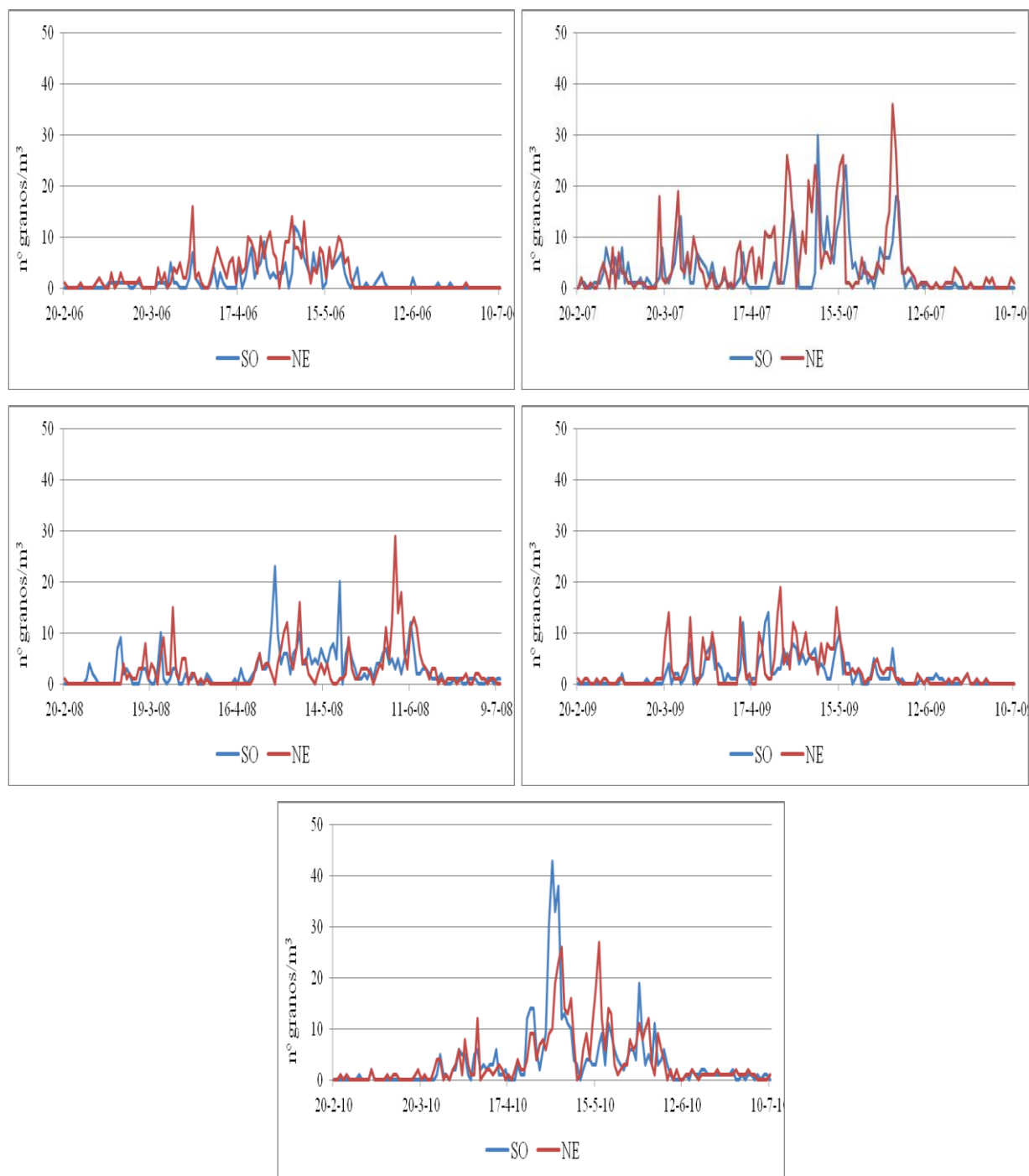


Figura 3.23. Estación polínica del tipo *Rumex* para cada año de estudio.

Para la mayoría de los años de estudio se ha observado una estación polínica más prolongada e intensa en el captador NE. El día pico se suele detectar con anterioridad en el captador SO, alcanzándose unas concentraciones similares en ambos captadores, cercanas a 25 gramos de polen por m^3 de aire como media diaria (Tabla 3.20).

3. Resultados.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	6 mar-22 may	78	200	05-may	12
	2007	25 feb-4 jun	89	462	08-may	30
	2008	8 mar-21 jun	106	376	28-abr	23
	2009	30 mar-2 jun	65	240	22-abr	14
	2010	30 mar-28 jun	91	496	01-may	43
	Media	14 mar-8 jun	86	355	30-abr	24
NE	2006	9 mar-23 may	76	347	02-abr	16
	2007	27 feb-23 jun	117	674	01-jun	36
	2008	10 mar-19 jun	102	388	06-jun	29
	2009	17 mar-3 jun	79	353	26-abr	19
	2010	30 mar-5 jul	98	494	16-may	27
	Media	12 mar-14 jun	94	451	10-may	25

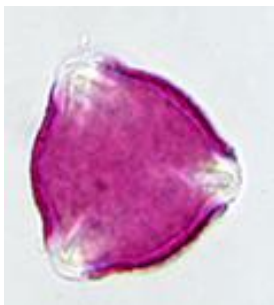
Tabla 3.20. Análisis de la estación polínica del tipo *Rumex* a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas, aunque durante los años 2007 y 2008 esta correlación fue inferior (Tabla 3.21). Con la prueba t de Student se ha obtenido que, durante los años 2006, 2007 y 2009, así como para el dato total de años analizados, hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, resultando esta media superior en la zona NE. No se obtuvieron resultados significativos en los años 2008 y 2010 (Tabla 3.219).

	Pearson	T-Test
2006	0,606***	-5,851***
2007	0,385***	-2,609**
2008	0,389***	0,617 ns
2009	0,527***	-2,095*
2010	0,723***	-0,811 ns
Total años	0,496***	-4,216***

Tabla 3.21. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Rumex*.

(*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; ns= no significativo).

3.4.8. *Quercus*.

El tipo polínico *Quercus* representa a todas las especies incluidas en este género. El género *Quercus*, perteneciente a la familia Fagaceae, cuenta con especies que forman parte de bosques ampliamente extendidos en Eurasia y América. En la Sierra de Córdoba se encuentran bien representadas algunas especies como *Q. ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp., *Q. coccifera* L., *Q. suber* L. y *Q. faginea* Lam. Recientemente se están incorporando individuos de estas especies en parques urbanos. La alergenicidad de este tipo polínico en la ciudad de Córdoba es baja (Domínguez-Vilches et al., 1984).

El polen de *Quercus* representa el segundo tipo polínico más abundante de la ciudad de Córdoba, con un 14,62% y 18,87% en las zonas SO y NE, respectivamente (Tabla 3.5). El IPA fue, durante todos los años de estudio, superior en el captador de la zona NE. En la figura 3.24 se aprecia un ascenso del índice a lo largo de los 4 primeros años, con un descenso en el año 2010 hasta alcanzar niveles similares a los del año 2007.

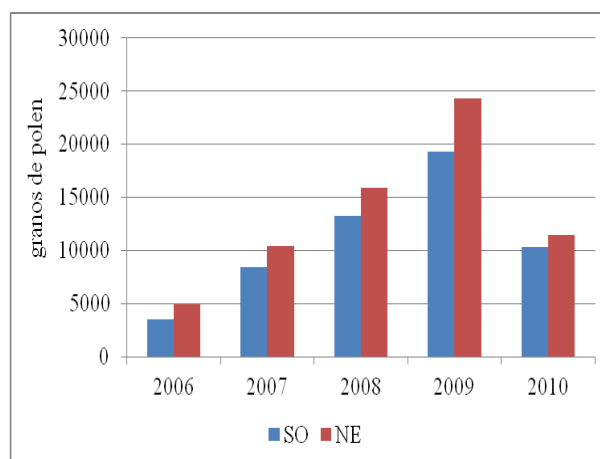


Figura 3. 24. IPA registrados del tipo polínico *Quercus* en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de *Quercus* suele comenzar a finales de marzo, extendiéndose hasta junio. Las curvas siguen una tendencia similar ambas zonas durante los cinco años de estudio, excepto en el año 2009, donde se observaron algunos desfases (Figura 3.25).

3. Resultados.

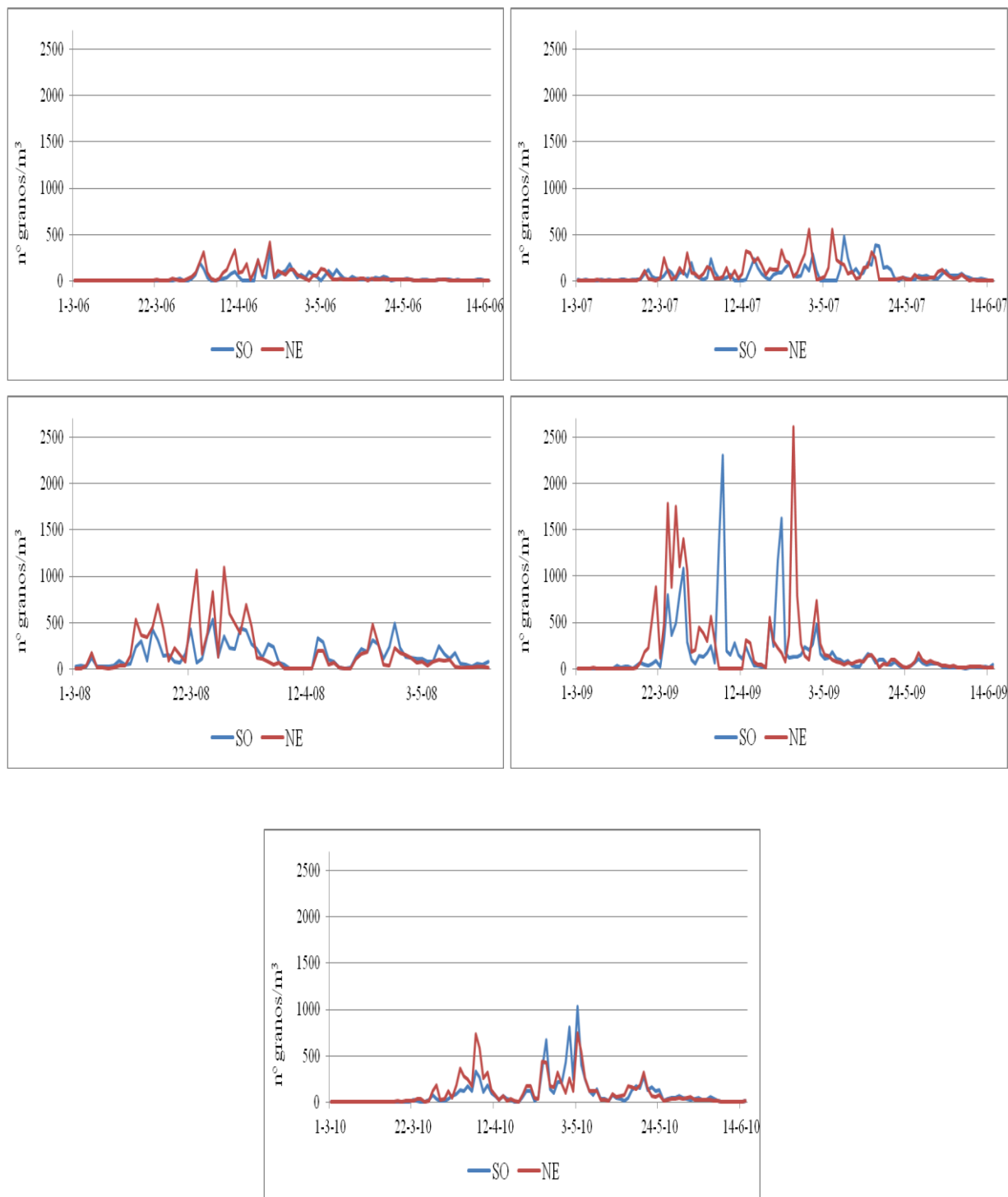


Figura 3.25. Estación polínica del tipo *Quercus* para cada año de estudio.

La estación polínica comienza al mismo tiempo en ambas zonas. En cuanto a la intensidad, se han detectado mayores concentraciones en el captador de NE, como ya se ha comentado anteriormente. El día pico ocurre en la mayoría de los años de estudio durante las mismas fechas en ambas zonas, aunque la concentración de polen alcanzada suele ser mayor en la zona NE.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	1 abr-8 may	38	2.681	20-abr	323
	2007	18 mar-7 jun	82	7.230	16-may	380
	2008	4 mar-22 may	80	12.213	28-abr	491
	2009	17 mar-1 jun	77	18.134	07-abr	2.301
	2010	27 mar-6 jun	72	9.634	03-may	1.032
	Media	19 mar-29 may	70	9.978	03-may	905
NE	2006	1 abr-5 may	35	4.000	20-abr	415
	2007	18 mar-7 jun	82	9.173	05-may	559
	2008	4 mar-13 jun	102	15.246	28-mar	1.096
	2009	17 mar-1 jun	77	22.956	25-abr	2.619
	2010	27 mar-1 jun	67	10.559	03-may	741
	Media	19 mar-30 may	73	12.387	28-apr	1.086

Tabla 3.22. Análisis de la estación polínica del tipo *Quercus* a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos, excepto durante el primer año, un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla 3.23). Con la prueba t de Student se ha observado que durante los años 2006, 2009 y 2010, así como para el dato total de años analizados, hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, resultando esta media superior en la zona NE. No se obtuvieron resultados significativos en los años 2007 y 2008 (Tabla 3.23).

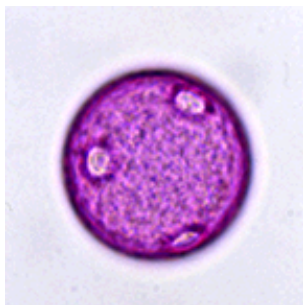
	Pearson	T-Test
2006	0,315 ns	-2,478*
2007	0,694***	-0,223 ns
2008	0,762***	0,997 ns
2009	0,699***	-4,004***
2010	0,857***	-2,336*
Total años	0,755***	-2,504*

Tabla 3.23. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Quercus*.

(*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns= no significativo).

3. Resultados.

3.4.9. *Plantago*.



El tipo polínico *Plantago* representa a las distintas especies de este género. Se trata de hierbas anuales o perennes con una amplia distribución, viviendo habitualmente en pastizales más o menos húmedos y con cierto grado de nitrofilia, por lo que suelen ser arvenses y/o ruderales. Las especies más frecuentes en Córdoba son *P. major* L., *P. coronopus* L. *P. serriaria* L., *P. lanceolata* L., *P. lagopus* L., *P. albicans* L., *P. bellardii* All. y *P. afra* L. Aunque sus concentraciones de polen en la atmósfera de Córdoba no son altas, causan polinosis en aquellos pacientes sensibles. Según el estudio de Sánchez-Mesa et al. (2005a), un 33,87% de los pacientes dieron reacción positiva a extractos de este polen.

Este tipo polínico ocupa el lugar decimoprimeros en ambos captadores, representando un 0,94% del total de polen registrado en el captador de la zona SO y un 1,15% en el de la zona NE (Tabla 3.5). El IPA alcanzado es mayor en un lugar o en otro dependiendo del año, sin seguir una tendencia clara. Cabe destacar el último año, donde se observa que el índice es prácticamente el mismo en ambos captadores y muy superior al de los otros años de estudio.

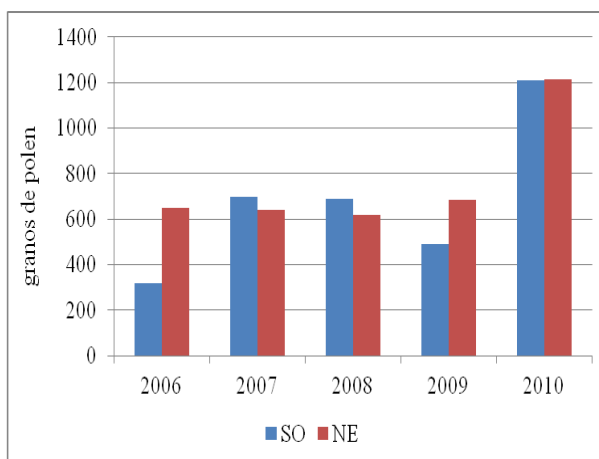


Figura 3. 26. IPA registrados del tipo polínico *Plantago* en las dos zonas de estudio.

La estación polínica está delimitada entre los meses de marzo y julio, con máximas concentraciones a principios de mayo (Figura 3.27).

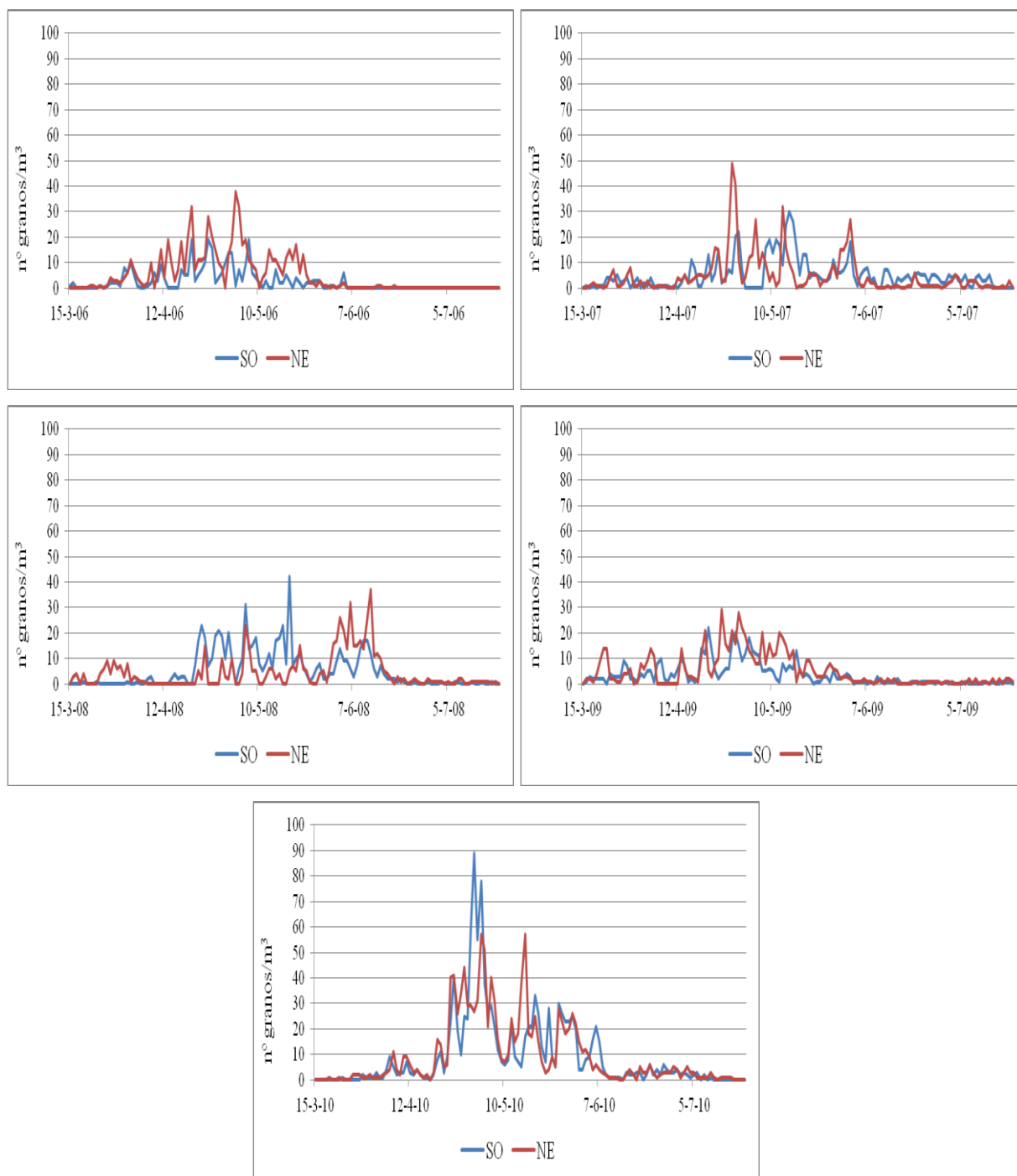


Figura 3.27. Estación polínica del tipo *Plantago* para cada año de estudio.

No hay muchas diferencias en cuanto al inicio y final de la estación polínica en ambas zonas, a excepción del año 2008, que empezó casi un mes antes en la zona NE. El total de granos de polen registrados para la estación fue mayor en la zona SO para los años 2007, 2008 y 2009. También en esta zona se observó un adelanto del día pico respecto a la zona NE. Sin embargo, las mayores concentraciones para el día pico suelen alcanzarse en la zona NE durante los años estudiados (Tabla 3.24).

3. Resultados.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	26 mar-28 may	64	301	20-abr	19
	2007	20 mar-14 jul	117	652	15-may	30
	2008	21 abr-22 jun	63	639	19-may	42
	2009	16 mar-16 jun	93	972	21-abr	22
	2010	29 mar-6 jul	100	1181	01-may	89
	Media	28 mar-22 jun	87	749	2-may	40
NE	2006	26 mar-30 may	66	635	03-may	38
	2007	22 mar-4 jul	105	599	28-abr	49
	2008	24 mar-17 jul	116	567	12-jun	37
	2009	16 mar-8 jun	85	633	25-abr	29
	2010	26 mar-16 jul	113	1198	03-may	57
	Media	22 mar-26 jun	97	726	8-may	42

Tabla 3.24. Análisis de la estación polínica del tipo *Plantago* a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas, aunque los primeros años mostraron un coeficiente inferior (Tabla 3.24). Con la prueba t de Student se ha observado que, a excepción de los años 2008 y 2010 en los que no se obtuvieron resultados significativos, hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, resultando esta media superior en la zona NE durante los años 2006 y 2009 y en la zona SO en el año 2007 (Tabla 3.24).

	Pearson	T-Test
2006	0,338***	-5,510***
2007	0,260***	1,986*
2008	0,438***	1,026 ns
2009	0,543***	-3,629***
2010	0,857***	-1,763 ns
Total años	0,514***	-2,084*

Tabla 3.25. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Plantago*.

(*** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns= no significativo).

3.4.10. *Urtica membranacea*.



El tipo polínico *Urtica membranacea* representa a una única especie, *Urtica membranacea* Poir in Lam. Es una planta ruderal nitrófila que vive en cultivos, caminos y terrenos baldíos algo húmedos y sombreados. Se encuentra ampliamente distribuida por toda la Península Ibérica.

Este tipo polínico ocupa el sexto lugar en ambos captadores en cuanto a su abundancia, representando un 4,59% en el captador de la zona SO y un 3,45% en el NE del total de polen registrado (Tabla 3.5). El IPA alcanzado fue superior en el captador SO, excepto en los años 2006 y 2009. Durante el año 2006 se detectó en los dos captadores un IPA muy inferior respecto a los otros años de estudio en los que los valores totales superaron, e incluso doblaron algún año, los 15.000 granos de polen anuales.

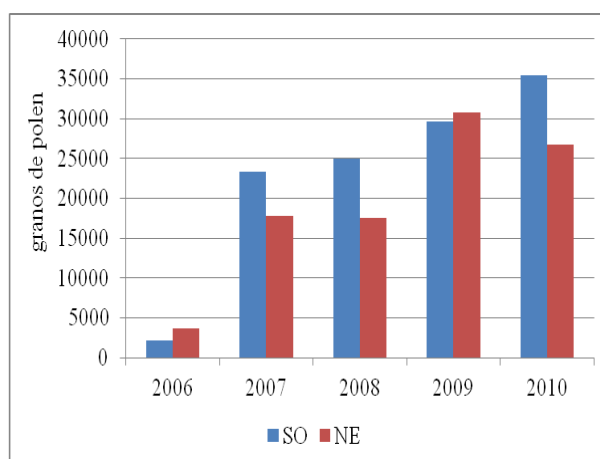


Figura 3. 28. IPA registrados del tipo polínico *Urtica membranacea* en las dos zonas de estudio.

Los primeros granos de polen de *U. membranacea* comienzan a detectarse en abril, excepto en el año 2006 que comenzó en enero, extendiéndose la estación hasta agosto en algunos años, con picos máximos a final de abril o mediados de mayo, según el año. En estas curvas polínicas se puede observar también como se registraron mayores niveles de polen en el captador de la zona SO (Figura 3.29).

3. Resultados.

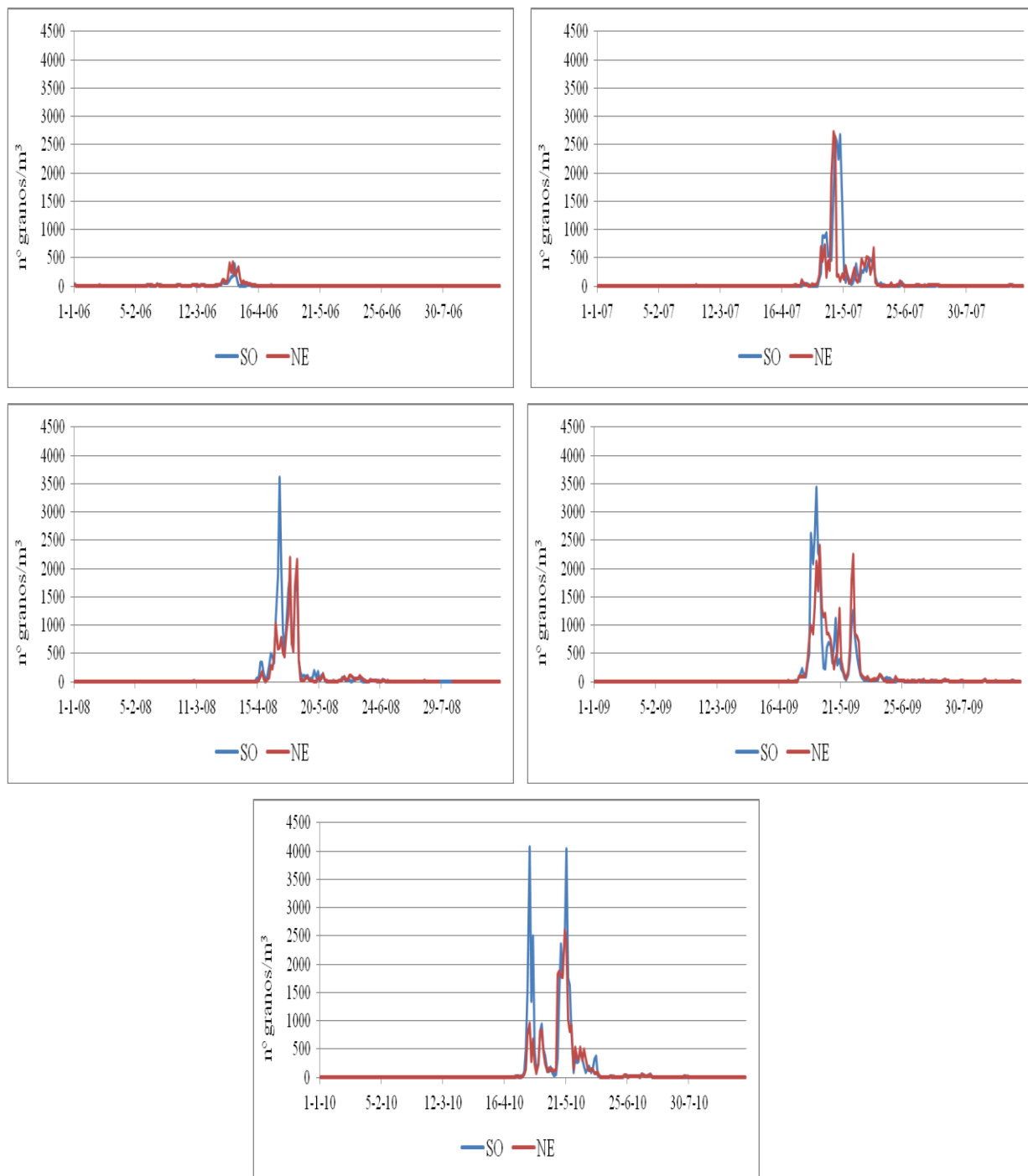


Figura 3. 29. Estación polínica del tipo *Urtica membranacea* para cada año de estudio.

La estación polínica comienza y finaliza prácticamente al mismo tiempo en ambos captadores. Suelen detectarse mayores concentraciones de polen en el captador del SO, como ya se ha comentado con anterioridad. Las fechas de la estación polínica son muy variables de un año a otro, así como su longitud, destacando que durante el año 2006 comenzó la estación polínica antes en ambos captadores, durante el mes de enero y terminó en abril, mientras que el resto de años no se detectan granos de polen hasta el mes de abril, finalizando la estación

polínica entre junio y agosto. El día pico se localiza entre abril y mayo, adelantándose en los últimos tres años de estudio en la zona SO, dónde se detectaron también mayores concentraciones de polen para ese día.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	1 en-10 abr	100	1.943	02-abr	400
	2007	28 abr-25 ago	120	23.081	19-may	2.670
	2008	14 abr-26 jun	74	24.521	27-abr	3.618
	2009	25 abr-26 ago	124	29.202	07-may	3.445
	2010	23 abr-29 jul	98	35.049	03-abr	4.081
	Media	30 mar-11 jul	110	22.775	23-abr	2.843
NE	2006	1 ene-14 abr	104	3.441	01-abr	420
	2007	23 abr-24 ago	124	17.446	15-may	2.725
	2008	15 abr-26 jun	73	16.919	03-may	2.200
	2009	27 abr-11 ago	107	30.079	28-may	2.248
	2010	23 abr-27 jul	96	26.260	25-may	2.613
	Media	30 mar-8 jul	112	18.839	08-may	2.041

Tabla 3.26. Análisis de la estación polínica del tipo *Urtica membranacea* a lo largo del estudio.

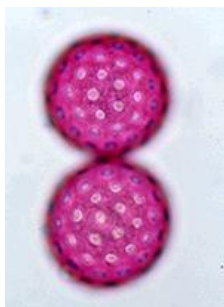
Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla 3.27). Con la prueba t de Student se ha observado que, a excepción de los dos últimos años en los que no se obtuvieron resultados significativos, hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, resultando esta media superior en la zona NE, excepto para el año 2008 que fue mayor en la zona SO (Tabla 3.27).

	Pearson	T-Test
2006	0,640***	-4,577***
2007	0,849***	-3,726***
2008	0,844***	2,811**
2009	0,913***	-1,881 ns
2010	0,937***	-1,596 ns
Total años	0,878***	-4,216***

Tabla 3.27. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *U. membranacea*. (***) $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; ns= no significativo).

3. Resultados.

3.4.11. Amaranthaceae.



La familia Amaranthaceae, que engloba recientemente a la antigua familia Chenopodiaceae (Izco et al., 2004) está representada por un único tipo polínico por la semejanza morfológica de sus granos de polen, de ahí que con anterioridad se haya nombrado a este tipo polínico como Chenopodiaceae/Amaranthaceae. Comprende especies silvestres ampliamente representadas en todo el territorio, aunque también son utilizadas como ornamentales, como *Amaranthus caudatus* L., y por la industria alimenticia, como *Beta vulgaris* L. Aunque la presencia de estos granos de polen en la atmósfera de Córdoba es baja, presenta una importante capacidad alergénica. Según el estudio de Sánchez-Mesa et al. (2005a), un 32,65% de los pacientes dieron reacción positiva a extractos de este polen.

Este tipo polínico ocupa el lugar decimosegundo en ambos captadores, representando un 0,81% del total de polen registrado en el captador de la zona SO y un 0,98% en la NE (Tabla 3.5). El IPA fue superior en el captador NE para todos los años de estudio, con una diferencia mayor durante los dos primeros años (Figura 3.30). En esta figura también se aprecia un ascenso de este índice a lo largo de los años de estudio.

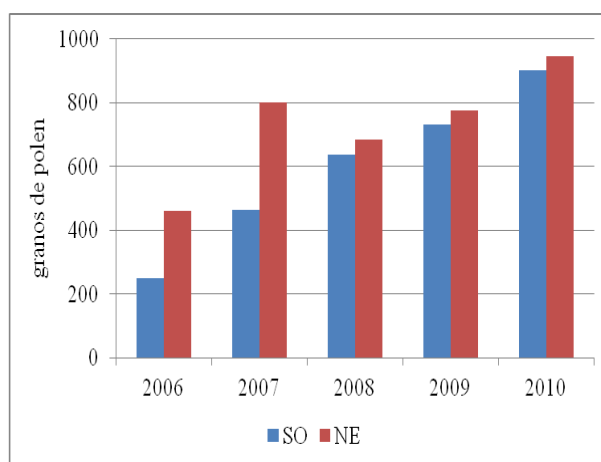


Figura 3. 30. IPA registrados del tipo polínico Amaranthaceae en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de Amaranthaceae es muy prolongada, desde marzo hasta octubre. Las curvas son muy irregulares, ya que son varias las especies que se incluyen en este tipo polínico. De ahí que surjan distintos días pico, aunque poco importantes si se tiene en cuenta

que la media diaria nunca es superior a 35 granos/m³. Las mayores concentraciones suelen detectarse desde mayo a septiembre (Figura 3.31).

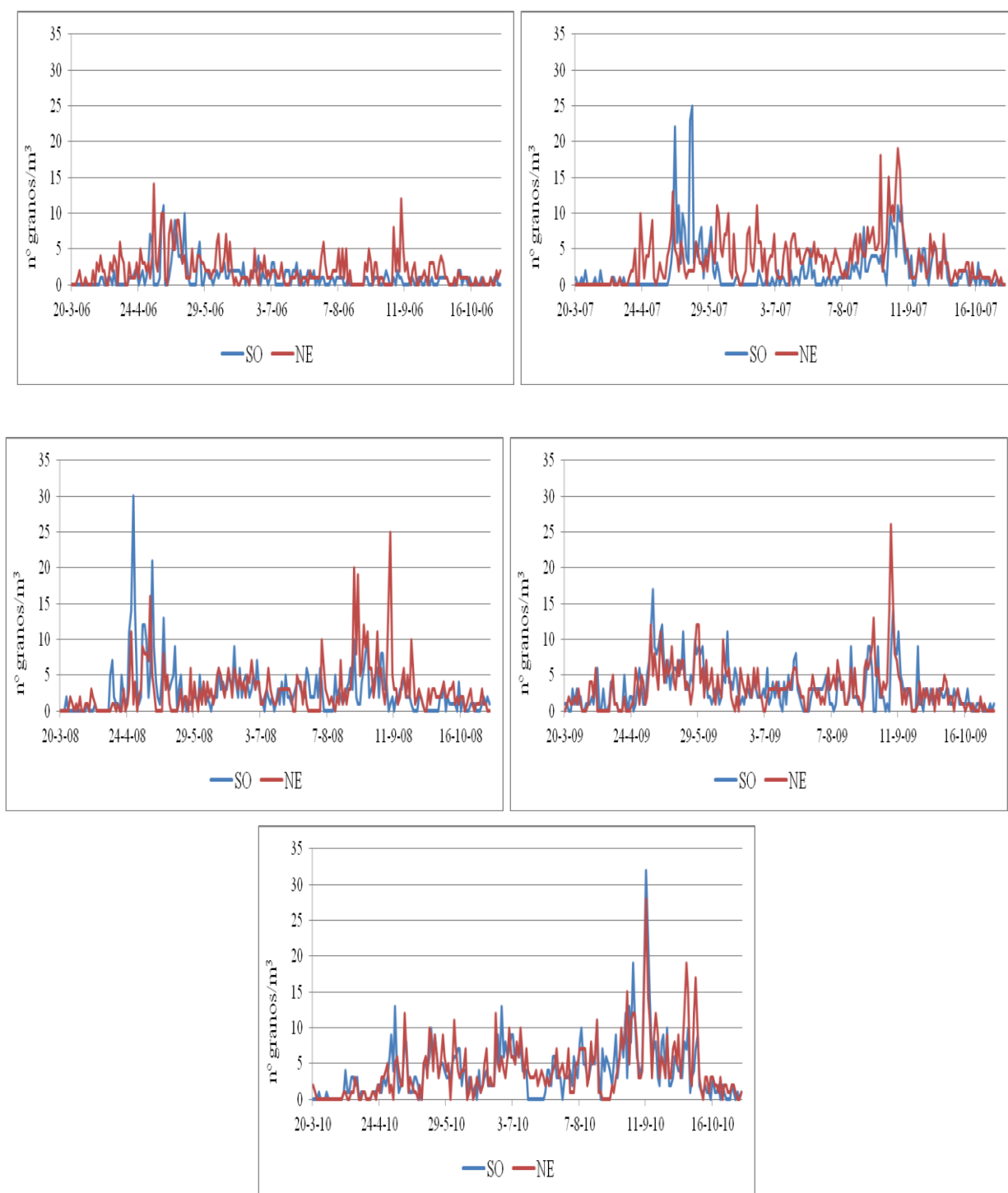


Figura 3.31. Estación polínica del tipo Amaranthaceae para cada año de estudio.

La estación polínica comenzó con anterioridad en la zona NE durante los años 2006, 2007 y 2009, mientras que los otros años lo hizo en la zona SO. El final de la estación ocurrió

3. Resultados.

antes en la zona SO, a excepción del año 2009. La fecha del día pico se localizó en mayo o septiembre, dependiendo del año y la zona de estudio. Sin embargo, la media diaria para ese día suele ser baja, no superando la media de los años estudiados los 22 granos/m³ diarios en ninguno de los dos captadores (Tabla 3.28).

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	19 abr-3 oct	167	226	07-may	11
	2007	8 may-11 oct	157	434	20-may	25
	2008	15 abr-20 sep	159	582	27-abr	30
	2009	24 mar-19 oct	210	694	08-sep	14
	2010	5 abr-14 oct	193	878	11-sep	32
	Media	13 abr-7 oct	177	563	07-may/09-sep	22
NE	2006	2 abr-14 oct	196	445	02-may	14
	2007	23 abr-23 oct	184	768	05-sep	19
	2008	24 abr-29 oct	189	646	09-sep	25
	2009	21 mar-15 oct	209	732	07-sep	26
	2010	20 abr-28 oct	192	911	11-sep	28
	Media	11 abr-21 oct	194	700	02-may/07-sep	22

Tabla 3.28. Análisis de la estación polínica del tipo Amaranthaceae a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas, aunque los tres primeros años mostraron un coeficiente inferior (Tabla 3.29). Con la prueba t de Student se ha observado que, durante los dos primeros años, así como al analizar los cinco años de estudio en total, hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, resultando esta media superior en la zona NE. Para los tres últimos años de estudio no se encontraron diferencias significativas entre las medias (Tabla 3.29).

	Pearson	T-Test
2006	0,244***	-7,511***
2007	0,323***	-9,631***
2008	0,309***	-1,096 ns
2009	0,511***	-1,304 ns
2010	0,590***	-0,628 ns
Total años	0,420***	-8,907***

Tabla 3.29. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para Amaranthaceae.

(*** $p < 0,001$; ns= no significativo).

3.4.12. Poaceae.



El tipo polínico Poaceae representa a toda la familia botánica. Aunque algunas especies son cultivadas, los granos de polen detectados pertenecen a plantas silvestres que crecen en praderas y pastos, así como en solares abandonados, bordes de caminos y canales. Según León-Ruiz et al. (2011), las especies que más contribuyen al espectro polínico de la ciudad de Córdoba son: *Dactylis glomerata* L., *Lolium rigidum* Gaudin., *Trisetaria panicea* (Lam.) Paunero y *Vulpia geniculata* (L.) Link. Los granos de polen de gramíneas tienen una alta capacidad alergénica, de hecho, en la ciudad de Córdoba, un 73% de los pacientes dieron reacción positiva a extractos de polen de este tipo (Sánchez-Mesa et al., 2005a).

Este tipo polínico representa el 9,84% y 10,24% del total de polen registrado en las muestras de las zonas SO y NE, respectivamente, ocupando el cuarto y tercer lugar de importancia (Tabla 3.5). El IPA fue superior en la zona NE los años 2006, 2009 y 2010, mientras que los años 2007 y 2008 lo fue en la SO (Figura 3.32).

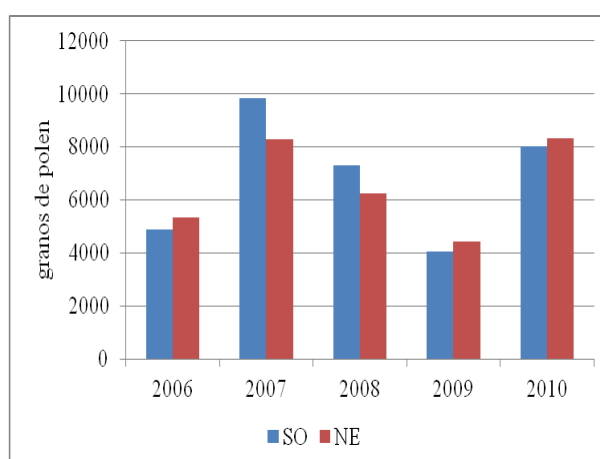


Figura 3.32. IPA registrados del tipo polínico Poaceae en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de Poaceae comprende de marzo a julio, detectándose concentraciones máximas a mediados de mayo. Según esta figura, durante el 2008 se detectaron las mayores diferencias en la curva polínica de ambos captadores (Figura 3.33).

3. Resultados.

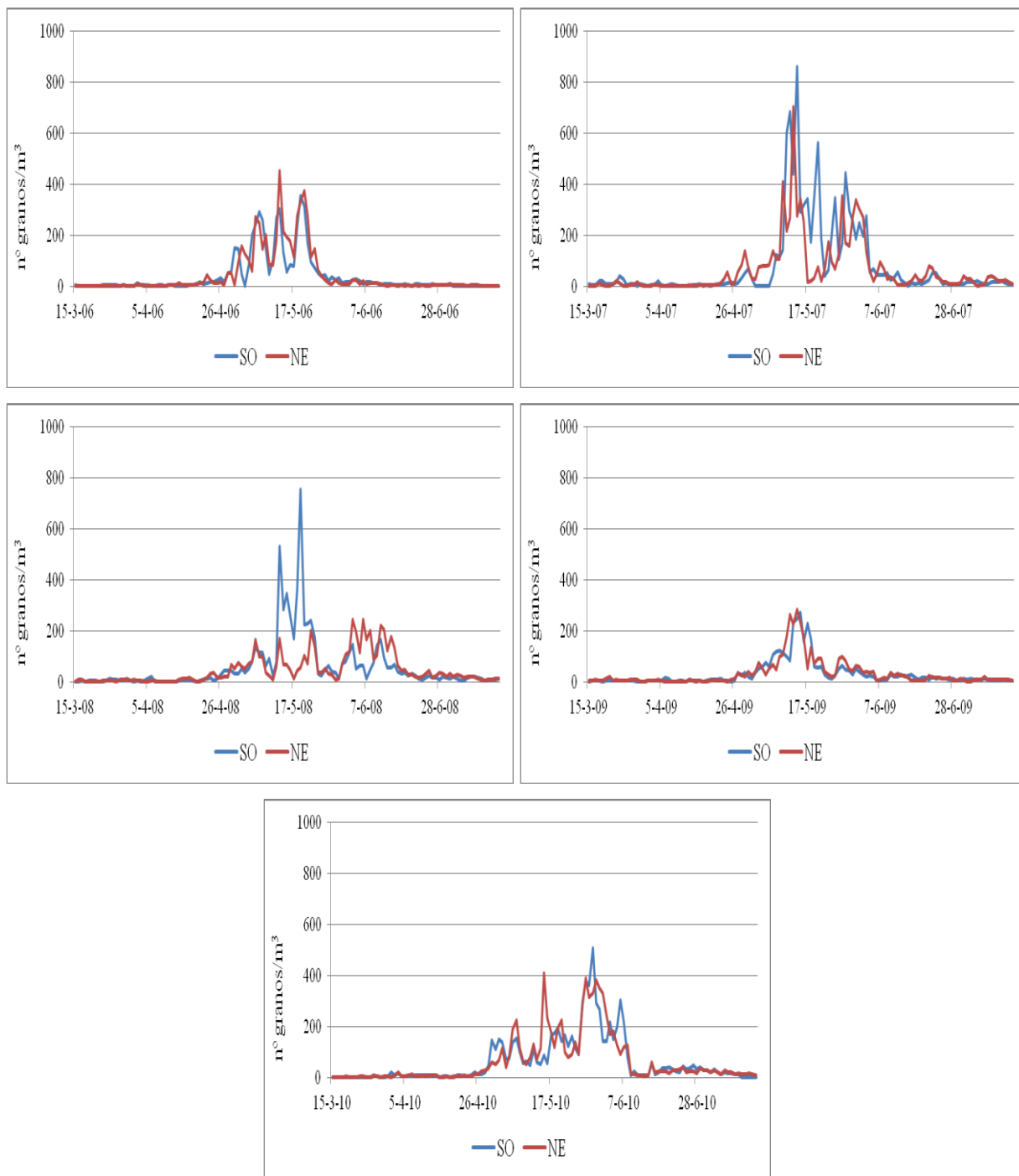


Figura 3.33. Estación polínica del tipo Poaceae para cada año de estudio.

La estación polínica comienza antes en el captador de la zona NE, excepto los años 2007 y 2009, mientras que acaba con anterioridad en la zona SO, a excepción del año 2009, con lo cual la duración de la estación polínica suele ser mayor en la zona NE. La fecha del día pico suele ser anterior en el captador NE, sin embargo, se suelen detectar concentraciones superiores ese día en la zona SO (Tabla 3.30).

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (nº días)	Total (nº granos)	Día pico	Media diaria (nº granos/m ³)	
SO	2006	25abr-4 jun	41	4.408	19-may	356
	2007	24 mar- 24 jun	63	9.187	14-may	863
	2008	26 abr-25 jun	61	6.467	13-may	757
	2009	27 abr-16 jun	51	3.244	14-may	248
	2010	29 abr-3 jul	66	7.245	29-may	510
	Media	20 apr-20 jun	62	6.110	18-may	546
NE	2006	22 abr-4 jun	44	4.920	13-may	454
	2007	23 abr-10 jul	79	7.428	10-may	411
	2008	23 abr-3 jul	72	5.337	03-jun	246
	2009	27 abr-14 jun	49	3.458	14-may	282
	2010	27 abr-6 jul	71	7.495	15-may	410
	Media	24 apr-25 jun	63	5.727	23-may	360

Tabla 3.30. Análisis de la estación polínica del tipo Poaceae a lo largo del estudio.

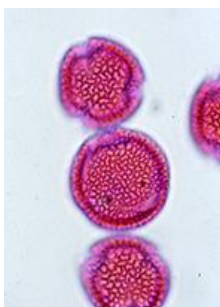
Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla 3.31). Con la prueba t de Student se ha observado que no hay diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores en los años de estudio (tabla 3.31).

	Pearson	T-Test
2006	0,650***	0,115 ns
2007	0,684***	-0,359 ns
2008	0,534***	-0,109 ns
2009	0,825***	-1,539 ns
2010	0,892***	0,467 ns
Total años	0,732***	-0,501 ns

Tabla 3.31. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para Poaceae.

(*** $p < 0,001$; ns= no significativo).

3.4.13. *Olea*.



El tipo polínico *Olea* representa a una única especie, *Olea europaea* L. El polen de esta especie procede en su mayor parte de los cultivos de olivar, ya que, como se comentó en el apartado de Material y Métodos, numerosas hectáreas de terreno del sur de la provincia son ocupadas por extensos olivares para la obtención de aceite. *Olea europaea* var. *sylvestris* Brot.

3. Resultados.

(acebuche) se puede encontrar acompañando a los encinares y alcornocales, o formando parte de las comunidades arbustivas de degradación en el norte de la provincia. Por otro lado, se ha observado recientemente la introducción de individuos de esta especie en glorietas, medianas y parques dentro de la ciudad con carácter ornamental. El polen de olivo presenta una elevada capacidad alergógena, hasta un 80,26% de los pacientes en Córdoba dieron reacción positiva a extractos de polen de este tipo polínico (Sánchez-Mesa et al., 2005a).

Este tipo polínico es el más abundante de la ciudad de Córdoba, representando un 39,65% y 37,87% en las áreas SO y NE, respectivamente (Tabla 3.5). Se han observado valores del IPA más altos en el captador SO, excepto durante los años 2006 y 2009 (Figura 3.34). Este índice polínico es bastante alto, llegándose a superar los 30.000 granos de polen anuales en algunas ocasiones, como ocurrió en el año 2009 en el captador NE y el 2010 en el SO.

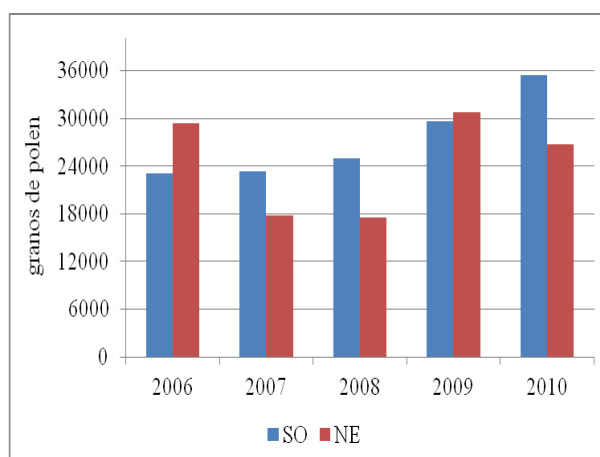


Figura 3.34. IPA registrados del tipo polínico *Olea* en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de *Olea* comprende los meses de abril a julio, alcanzándose las mayores concentraciones durante el mes de mayo (Figura 3.35). Durante los dos primeros años se observa una tendencia similar en los dos captadores. Sin embargo, en los tres años siguientes se observa una mayor concentración polínica durante los días pico en la zona SO.

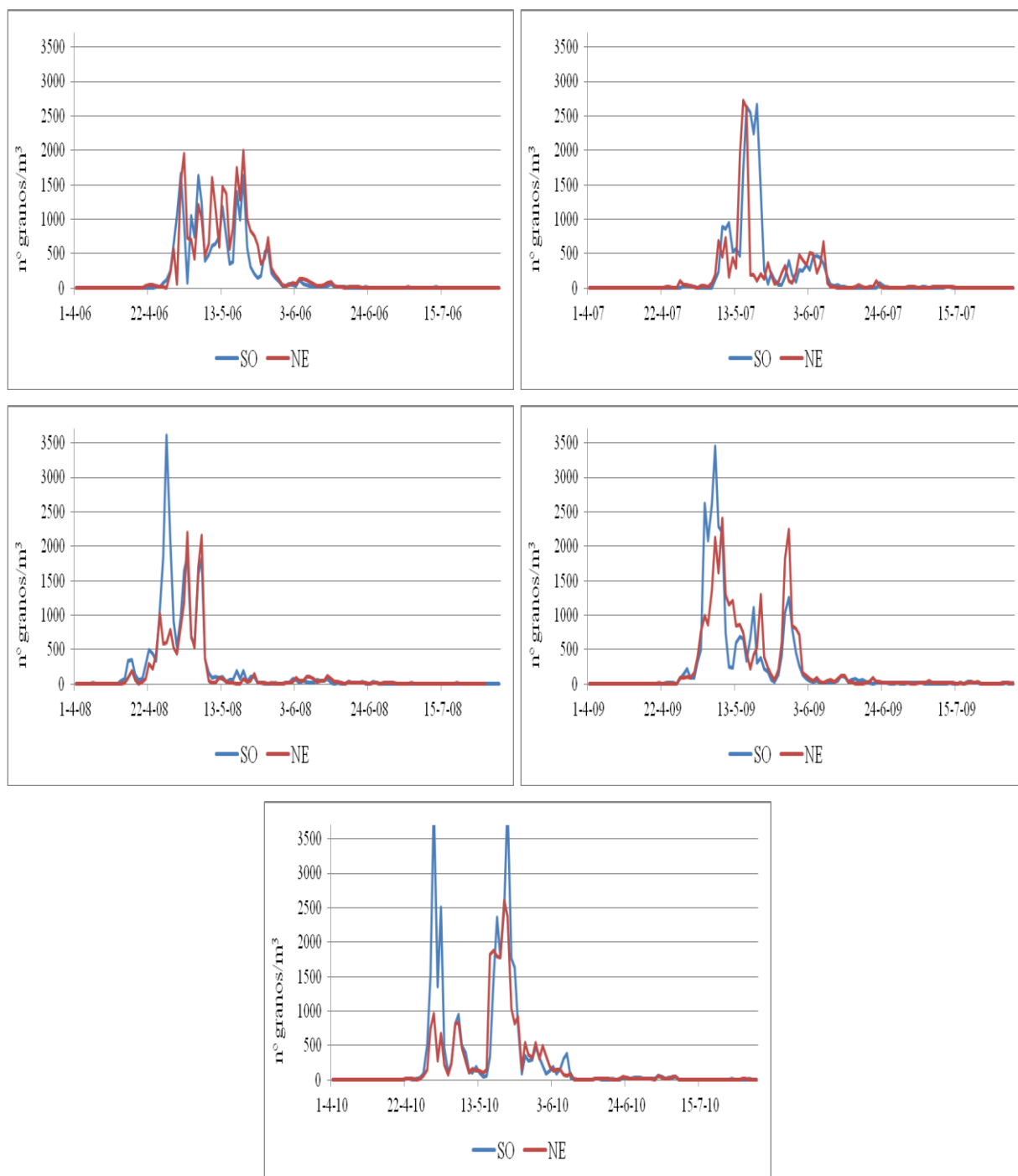


Figura 3.35. Estación polínica del tipo *Olea* para cada año de estudio.

La estación polínica tuvo un adelanto en el captador de la zona SO durante los tres primeros años de estudio, comenzando el mismo día en los dos últimos años, aunque la duración media de la estación suele ser igual en ambos captadores. La fecha del día pico fue anterior en el captador NE en el año 2007, alcanzándose una mayor concentración de polen, mientras que para los tres últimos años de estudio el día pico se adelantó en la zona SO, detectándose mayores concentraciones en esta zona (tabla 3.32).

3. Resultados.

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (nº días)	Total (nº granos)	Día pico	Media diaria (nº granos/m ³)	
SO	2006	26 abr-13 jun	49	22.671	19-may	1.639
	2007	27 abr-23 jun	58	22.698	16-may	2.638
	2008	14 abr-12 jun	43	24.298	27-abr	3.618
	2009	20 abr-21 jun	63	28.517	07-may	3.445
	2010	27 abr-3 jul	68	34.730	30-abr	4.081
	Media	22 abr-20 jun	57	26.582	08-may	3.084
NE	2006	28 abr-13 jun	47	28.663	19-may	1.999
	2007	7 may-22 jun	47	16.919	15-may	2.725
	2008	16 abr-13 jun	59	16.661	03-may	2.200
	2009	20 abr-15 jul	87	29.384	09-may	2.407
	2010	27 abr-3 jul	68	25.924	20-may	2.613
	Media	25 abr-19 jun	57	23.510	13-may	2.388

Tabla 3.32. Análisis de la estación polínica del tipo *Olea* a lo largo del estudio.

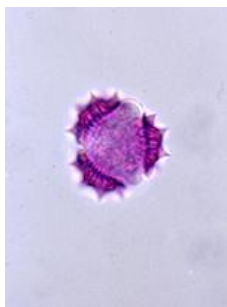
Los coeficientes de correlación Pearson tienen en todos los casos un grado de significación del 99,9%, lo cual indica una alta correlación entre las curvas polínicas (Tabla 3.33). Con la prueba t de Student se ha observado que, en la mayoría de los años de estudio, no hay diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores. Sin embargo, en el año 2008 se observó una variación significativa de estas medias, resultando superior en la zona SO (Tabla 3.33).

	Pearson	T-Test
2006	0,799***	-1,724 ns
2007	0,739***	-0,777 ns
2008	0,840***	3,344***
2009	0,841***	-1,325 ns
2010	0,945***	0,750 ns
Total años	0,833***	0,045 ns

Tabla 3.33. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para *Olea*.

(*** $p < 0,001$; ns= no significativo).

3.4.14. Asteraceae.



El tipo polínico Asteraceae comprende todas las especies de la familia Asteraceae, excluyendo los géneros *Artemisia* y *Helianthus*. Se trata por tanto de un grupo muy heterogéneo y que engloba a numerosas especies, la mayoría silvestres aunque algunas se utilizan como ornamentales, como *Chrysanthemum* sp y *Senecio* sp. Debido a su condición entomófila, las concentraciones de este tipo polínico en el aire son bajas. No obstante, se han descrito casos de polinosis en trabajadores de la industria floral, jardineros y agricultores (Schubert et al., 1990; Jong et al., 1998).

Este tipo polínico ocupa el lugar decimocuarto en ambos captadores, representando un 0,5% del total de polen registrado en el captador de la zona SO y un 0,59% en el de la zona NE (Tabla 3.5). El IPA alcanzado en el captador NE fue superior para todos los años de estudio (Figura 3.36). En la figura se aprecia un ascenso de este índice el último año en ambos captadores, alcanzando valores similares en ambas zonas de estudio.

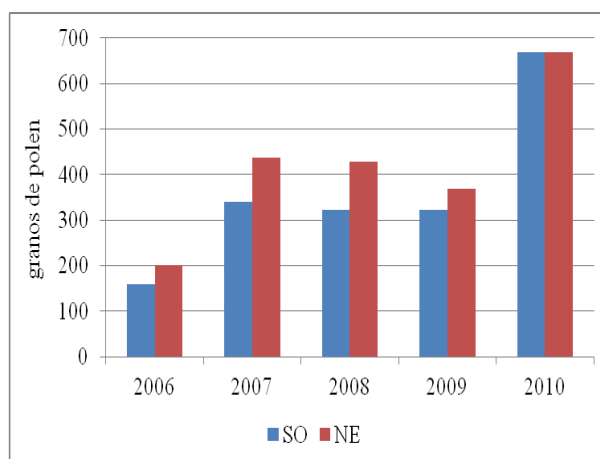


Figura 3. 36. IPA registrados del tipo polínico Asteraceae en las dos zonas de estudio.

La estación polínica de Asteraceae es prolongada, desde abril hasta octubre. Las curvas son muy irregulares, ya que son varias las especies que contribuyen a la curva polínica. Por tanto, se detectan varios picos en la curva, aunque poco importantes si tenemos en cuenta que apenas se supera una media diaria de 20 granos de polen por m³ de aire (Figura 3.37).

3. Resultados.

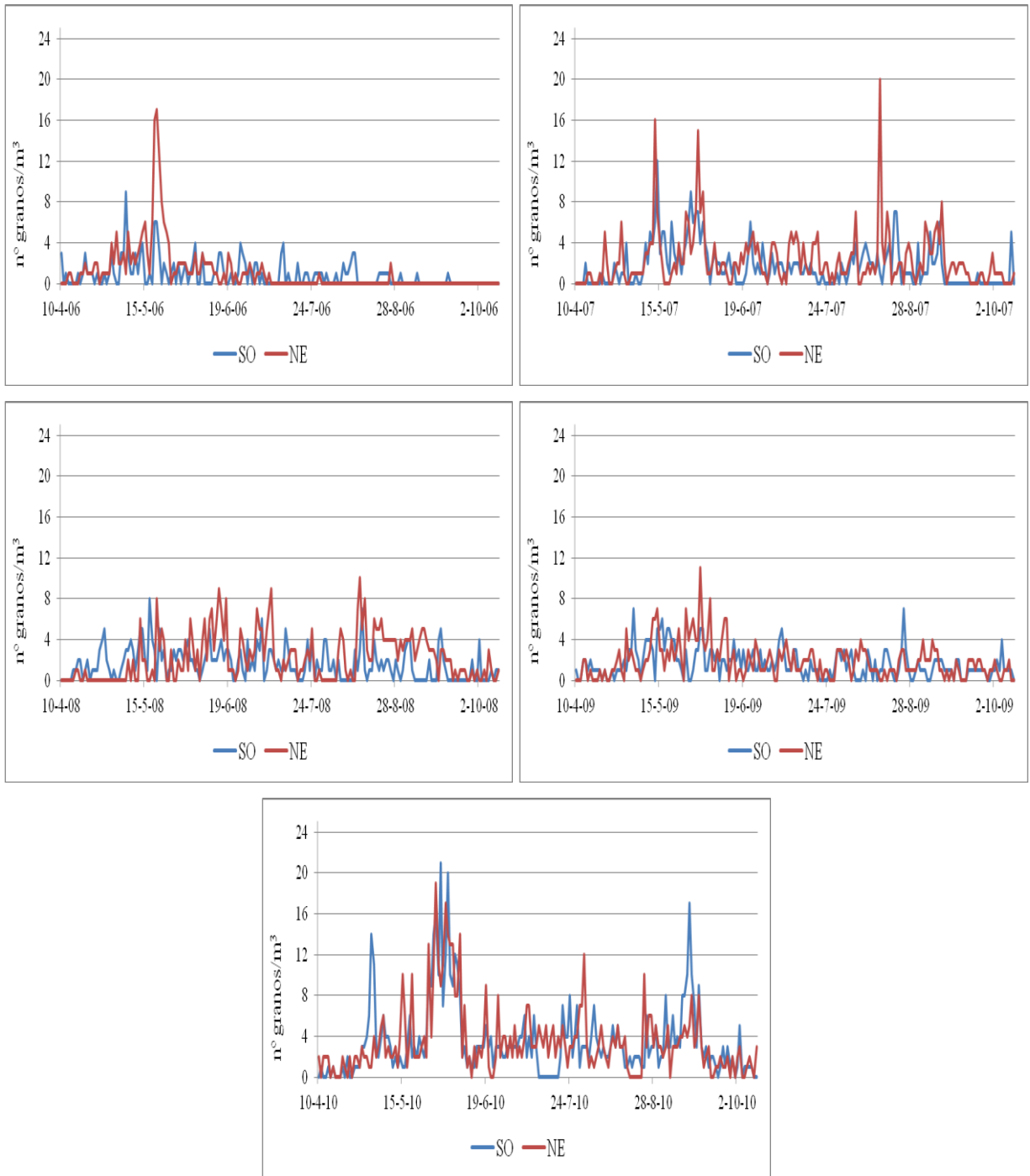


Figura 3.37. Estación polínica del tipo Asteraceae para cada año de estudio.

La estación polínica comienza antes en el captador de la zona NE en los dos primeros años de estudio, y en la zona SO en los dos siguientes. Suele finalizar con anterioridad en la zona SO, con una duración mayor en esta zona. La fecha del día pico se sitúa en mayo para el captador SO, con un retraso importante en el captador NE, llegando a ocurrir en agosto durante algunos años de estudio. El contenido de polen durante el día pico es bajo, no superando los 10

granos de polen por m³ de aire en el captador SO y los 15 granos de polen por m³ de aire en el NE (Tabla 3.34).

	Estación polínica			Valores máximos		
	Periodo	Duración (n° días)	Total (n° granos)	Día pico	Media diaria (n° granos/m ³)	
SO	2006	19 abr-26 jun	69	102	07-may	9
	2007	8 may-10 sep	126	291	14-may	12
	2008	23 abr-4 sep	135	267	17-may	8
	2009	13 abr-28 sep	169	287	04-may	7
	2010	25 abr-30 sep	159	633	31-may	21
	Media	25 abr-17 sep	132	316	14-may	11
NE	2006	18 abr-29 jun	73	186	20-may	17
	2007	26 abr-5 oct	163	410	15-ago	20
	2008	13 may-20 sep	131	385	13-ago	10
	2009	25 abr-28 sep	157	328	01-jun	11
	2010	25 abr-28 sep	157	619	29-may	19
	Media	27 abr-28 sep	136	386	27-jun	15

Tabla 3.34. Análisis de la estación polínica del tipo Asteraceae a lo largo del estudio.

Los coeficientes de correlación Pearson tienen en los años 2007, 2009 y 2010 un grado de significación del 99,9%, mientras que en los años 2006 y 2008 no se han encontrado valores significativos (Tabla 3.35). Con la prueba t de Student se ha observado que solo durante los dos primeros años, junto con el dato total del periodo de estudio, hubo diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias de ambos captadores, siendo esta media superior en el captador NE. No se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones medias diarias en los tres últimos años de estudio (Tabla 3.35).

	Pearson	T-Test
2006	0,218 ns	-3,861***
2007	0,405***	-3,885***
2008	0,124 ns	-1,922 ns
2009	0,315***	-1,605 ns
2010	0,411***	0,116 ns
Total años	0,355***	-4,703***

Tabla 3.35. Coeficientes de correlación Pearson y comparación de medias (T-Test) para Asteraceae.

(*** $p < 0,001$; ns= no significativo).

3. Resultados.

3.5. COMPARACIÓN DE LAS CATEGORÍAS POLÍNICAS OBTENIDAS EN LOS DOS CAPTADORES LOCALIZADOS EN ZONAS OPUESTAS DE LA CIUDAD.

Como se ha comentado en el apartado de Material y Métodos, la REA ha definido una serie de categorías polínicas a la hora de realizar previsiones sobre la calidad aerobiológica del aire a nivel nacional (Galán et al., 2007).

Uno de los objetivos de este trabajo ha sido comprobar si existen diferencias entre los datos obtenidos con los dos captadores, localizados en zonas opuestas de la ciudad, en el caso de que se utilicen estas categorías polínicas. Se ha calculado para cada día y para cada tipo polínico el umbral que representa (0=nulo, 1=bajo, 2=moderado, 3=alto), dependiendo del grupo al que pertenezca cada uno de ellos. Posteriormente se compararon los umbrales obtenidos en los dos captadores y se calculó el porcentaje de días en que estos umbrales han coincidido.

En la tabla 3.36 se muestran los porcentajes de similitud entre las categorías obtenidas para ambos captadores. Este porcentaje ha resultado ser para todos los casos superior al 70%.

Tipo polínico	% Similitud	Tipo polínico	% Similitud
Asteraceae	92,33	<i>Platanus</i>	88,77
Amanthaceae.	94,52	Poaceae	84,93
Cupressaceae	82,47	<i>Populus</i>	94,79
<i>Morus</i>	89,32	<i>Quercus</i>	79,45
<i>Olea</i>	72,88	<i>Rumex</i>	91,51
<i>Pinus</i>	93,70	<i>Urtica membranacea</i>	73,42
<i>Plantago</i>	93,15	Urticaceae	75,89

Tabla 3.36. Porcentajes de similitud de los niveles polínicos entre los captadores.

3.6. INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS EN EL CONTENIDO DE POLEN EN EL AIRE.

Los resultados del análisis de correlación de Spearman entre las medias diarias de ambos captadores y los parámetros meteorológicos se muestran en las tablas 3.37 y 3.38.

Tipo polínico	T. max	T. min	T. med	Humedad	Viento	Precipitación
Asteraceae	-0,096*	-0,101*	-0,104**	0,020ns	0,057ns	0,007ns
Chenopod./Amant.	0,015ns	-0,024ns	-0,003ns	-0,026ns	-0,036ns	-0,069ns
Cupressaceae	0,633**	0,105ns	0,477**	-0,465**	-0,026**	-0,301ns
<i>Morus</i>	0,146*	-0,147*	0,008ns	-0,094ns	-0,218**	-0,204**
<i>Olea</i>	0,123*	-0,336**	-0,052ns	-0,221**	-0,251**	-0,204**
<i>Pinus</i>	0,137**	-0,122**	0,026ns	-0,283**	0,008ns	-0,145**
<i>Plantago</i>	0,154**	-0,010ns	0,111*	-0,217**	-0,017ns	-0,205**
<i>Platanus</i>	0,187**	-0,356**	-0,075ns	-0,363**	-0,213**	-0,327**
Poaceae	0,268**	0,058ns	0,212**	-0,350**	-0,033ns	-0,270**
<i>Populus</i>	0,109ns	-0,197**	-0,049ns	-0,174**	0,009ns	-0,228**
<i>Quercus</i>	0,235**	-0,195**	0,066ns	-0,379**	-0,167**	-0,352**
<i>Rumex</i>	0,304**	0,144**	0,273**	-0,329**	-0,033ns	-0,264**
<i>U. membranacea</i>	0,087ns	-0,145ns	-0,011ns	-0,100ns	-0,192ns	-0,164ns
Urticaceae	0,446**	0,037ns	0,295**	-0,422**	-0,140**	-0,401**

Tabla 3.37. Correlación Spearman entre los datos polínicos del captador de la zona SO y los datos meteorológicos del Aeropuerto de Córdoba (** p<0,01; * p<0,05; ns = no significativo).

Tipo polínico	T. max	T. min	T. med	Humedad	Viento	Precipitación
Asteraceae	0,068ns	-0,022ns	0,027ns	-0,024ns	0,156**	-0,070ns
Chenopod./Amant.	0,162**	0,127**	0,221**	-0,123**	0,050ns	-0,148**
Cupressaceae	0,454**	0,212**	0,447**	-0,298**	0,158**	-0,111*
<i>Morus</i>	-0,234**	-0,248**	-0,314**	0,080ns	0,086ns	-0,006ns
<i>Olea</i>	0,204**	-0,241**	0,048ns	-0,356**	-0,442**	-0,106ns
<i>Pinus</i>	-0,123**	-0,241**	-0,135**	-0,174**	-0,037ns	-0,121**
<i>Plantago</i>	0,096*	-0,049ns	0,027ns	-0,201**	-0,140**	-0,154**
<i>Platanus</i>	0,034ns	-0,319**	-0,240**	-0,257**	0,050ns	-0,207**
Poaceae	-0,017ns	-0,265**	-0,093ns	-0,206**	-0,119*	-0,067ns
<i>Populus</i>	0,052ns	-0,033ns	-0,063ns	0,118ns	0,029ns	-0,008ns
<i>Quercus</i>	0,384**	0,050ns	0,244**	-0,410**	-0,067ns	-0,230**
<i>Rumex</i>	0,191**	0,059ns	0,211**	-0,221**	-0,105*	-0,147**
<i>U. membranacea</i>	0,016ns	-0,164**	0,052ns	-0,067*	-0,151**	-0,166**
Urticaceae	0,226**	-0,029ns	0,199**	-0,207**	-0,088ns	-0,267**

Tabla 3.38. Correlación Spearman entre los datos polínicos del captador de la zona NE y los datos meteorológicos del C.U. Rabanales (** p<0,01; * p<0,05; ns = no significativo).

3. Resultados.

A primera vista, los resultados indican que hay una cierta influencia de estos parámetros en el contenido de polen en el aire, aunque en ocasiones estos coeficientes son bajos o no son significativos estadísticamente.

La temperatura máxima y media suele presentar una correlación positiva con respecto al contenido de polen en el aire, excepto para el caso de Asteraceae en la zona SO y para *Morus* y *Pinus* y *Platanus*, en este caso solo con la temperatura media, en la zona NE. La temperatura mínima, sin embargo, suele tener una influencia negativa, excepto en el caso de *Rumex* en la zona SO, y Amaranthaceae en la zona NE. La humedad media, la velocidad del viento y precipitación ejercieron una influencia negativa en todos los casos donde se han obtenido resultados significativos, excepto en el caso de Asteraceae y Cupressaceae en la zona NE al correlacionar con el viento.

3.7. CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA ORNAMENTAL ALERGÓGENA PRESENTE EN LAS CIUDADES DE SEVILLA, CÓRDOBA, GRANADA Y MÁLAGA.

Un total de 208 especies ornamentales con potencial carácter alergógeno se han observado en las cuatro ciudades de estudio. Estas especies, pertenecientes a 33 familias, ofrecen una idea de la diversidad de nuestros parques y jardines. Se ha observado mayor diversidad en la ciudad de Málaga, con 178 especies, mientras que la de menor diversidad ha sido Sevilla, con 131 especies. Córdoba y Granada cuantan con 154 y 158 especies ornamentales alergénicas respectivamente (tabla 3.39). En esta tabla, se puede observar también que las familias mejor representadas, en cuanto al número de especies, son: Arecaceae, Asteraceae, Cupressaceae, Fabaceae, Liliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Oleaceae, Pinaceae, Rosaceae y Salicaceae.

3. Resultados.

Familia	Sevilla	Córdoba	Granada	Málaga	Familia	Sevilla	Córdoba	Granada	Málaga
Amaranthaceae	0	0	0	3	Moraceae	11	8	4	14
Anacardiaceae	1	2	0	1	Myrtaceae	4	6	3	10
Araliaceae	1	1	1	1	Oleaceae	13	15	13	9
Arecaceae	9	9	6	28	Pinaceae	7	8	13	4
Asteraceae	4	2	2	17	Platanaceae	1	1	1	1
Betulaceae	0	1	4	0	Poaceae	4	1	1	9
Brassicaceae	0	0	0	3	Rosaceae	13	22	31	9
Buxaceae	1	1	1	3	Rutaceae	7	6	4	3
Casuarinaceae	2	1	1	2	Salicaceae	5	9	8	2
Cupressaceae	7	11	14	8	Sapindaceae	2	3	7	1
Cyperaceae	1	1	0	2	Simaroubaceae	1	1	1	1
Euphorbiaceae	1	2	1	4	Tamaricaceae	0	1	2	1
Fabaceae	21	21	18	20	Taxaceae	0	1	1	0
Fagaceae	1	5	4	2	Taxodiaceae	0	1	4	1
Ginkgoaceae	0	1	1	1	Tiliaceae	1	3	4	1
Juglandaceae	1	3	2	2	Ulmaceae	4	5	3	2
Liliaceae	8	2	3	13	Total	131	154	158	178

Tabla 3.39. Número especies por familia y total de especies de la flora ornamental alergénica en cada ciudad.

<i>Acacia dealbata</i> Link.	<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.
<i>Acer negundo</i> L.	<i>Morus alba</i> L.
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	<i>Morus nigra</i> L.
<i>Aloe arborescens</i> Miller	<i>Myrtus comunis</i> L.
<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.	<i>Olea europaea</i> L.
<i>Buxus sempervirens</i> Dallim.	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.
<i>Cedrus deodara</i> (Roxb) G. Don	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud
<i>Celtis australis</i> L.	<i>Phoenix dactylifera</i> L.
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	<i>Pinus canariensis</i> Sweet ex Sprengel
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	<i>Pinus halepensis</i> Miller
<i>Chamaerops humilis</i> L.	<i>Platanus x hispanica</i> Miller ex Münchh.
<i>Citrus aurantium</i> L.	<i>Populus alba</i> L.
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. Fil.	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. var. <i>pissardii</i> Kochne
<i>Cortaderia selloana</i> Asch.	<i>Prunus pérsica</i> (L.) Batsch.
<i>Cupressus arizonica</i> Green	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>Ilex</i> L.
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartweg	<i>Ricinus communis</i> L.
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
<i>Eriobotria japonica</i> (Thunb.) Lindl.	<i>Spiraea cantonensis</i> Lour
<i>Ficus carica</i> L.	<i>Thuja orientalis</i> L.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	<i>Ulmus minor</i> Miller
<i>Hedera helix</i> L.	<i>Washingtonia filifera</i> Wendl.
<i>Jasminum orimulinum</i> Backer	<i>Washingtonia robusta</i> Wendl.
<i>Juglans regia</i> L.	
<i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	

Tabla 3.40. Especies con carácter alergógeno, comunes en las cuatro ciudades estudiadas.

Un significativo número de géneros se han repetido en las cuatro ciudades: *Acer*, *Casuarina*, *Cupressus*, *Eucalyptus*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Morus*, *Olea*, *Platanus*, *Populus*,

3. Resultados.

Quercus, *Salix* y *Ulmus*, todos ellos reconocidos como alergógenos por numerosos estudios científicos (Tabla 3.40).

A continuación, se muestran las características ecológicas tenidas en cuenta en el apartado de Material y Métodos de las distintas especies alergógenas encontradas en cada ciudad.

3.7.1. Forma biológica.

En la figura 3.38 se muestran los porcentajes de las distintas formas biológicas para cada una de las ciudades de estudio.

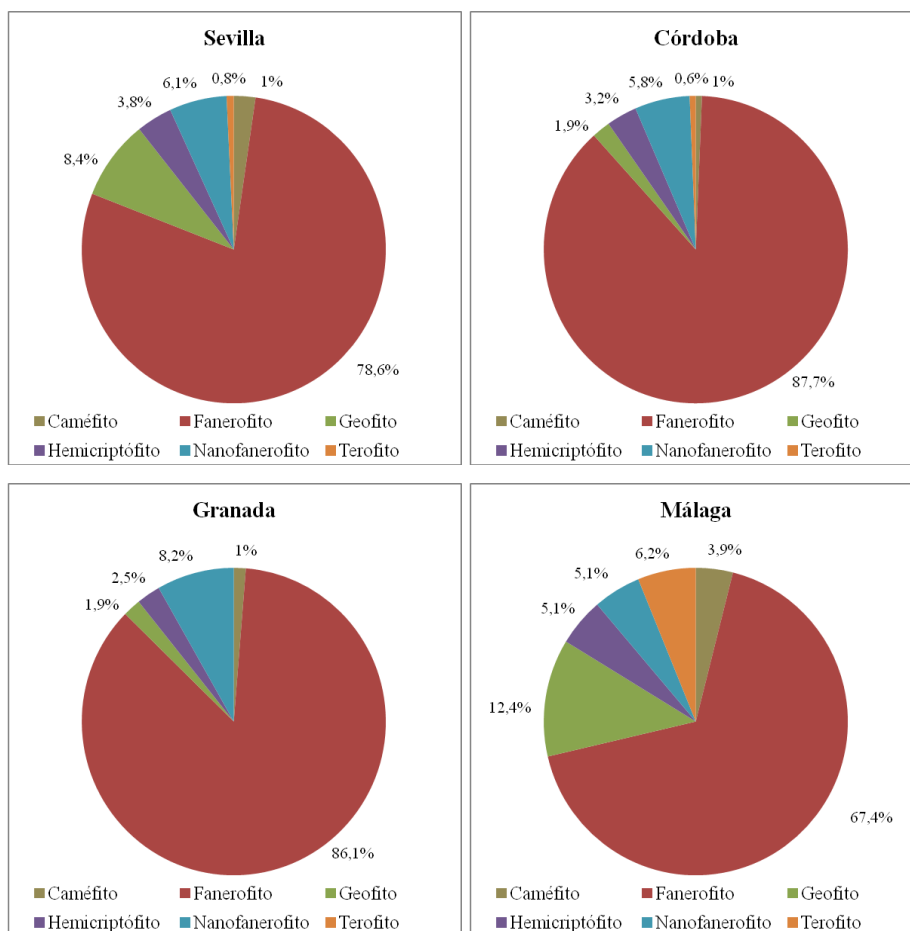


Figura 3.38. Formas biológicas de la flora ornamental alergógena en las ciudades estudiadas.

La mayoría de especies ornamentales son fanerófitas (más del 65% en las cuatro ciudades). Las formas geófitas están mejor representadas en Málaga y Sevilla, con un

porcentaje del 12,4% y 8,4%, respectivamente, que en Córdoba y Granada, con un porcentaje del 1,9% en ambos casos. Las especies nanofanerófitas fueron ligeramente más abundantes en Granada, con un 8,2% de representación, contando con un 6,1% y 5,8% en Sevilla y Córdoba, respectivamente, y un 5,1% en Málaga. Las formas hemicriptófitas alcanzaron un porcentaje de representación del 5,1% en la ciudad de Málaga, un 3,8% en Sevilla y un 3,2% y 2,5% en Córdoba y Granada, respectivamente. Finalmente, las terófitas y caméfitas son las formas biológicas menos abundantes, excepto en el caso de la ciudad de Málaga, que alcanzaron un 6,2% y 3,9% de representación, respectivamente. La ciudad de Málaga muestra así una mayor diversidad de formas biológicas que el resto de ciudades estudiadas.

3.7.2. Origen geográfico.

Como se observa en la figura 3.39, la mayoría de las especies estudiadas son de origen asiático, seguidas por especies mediterráneas y de origen americano.

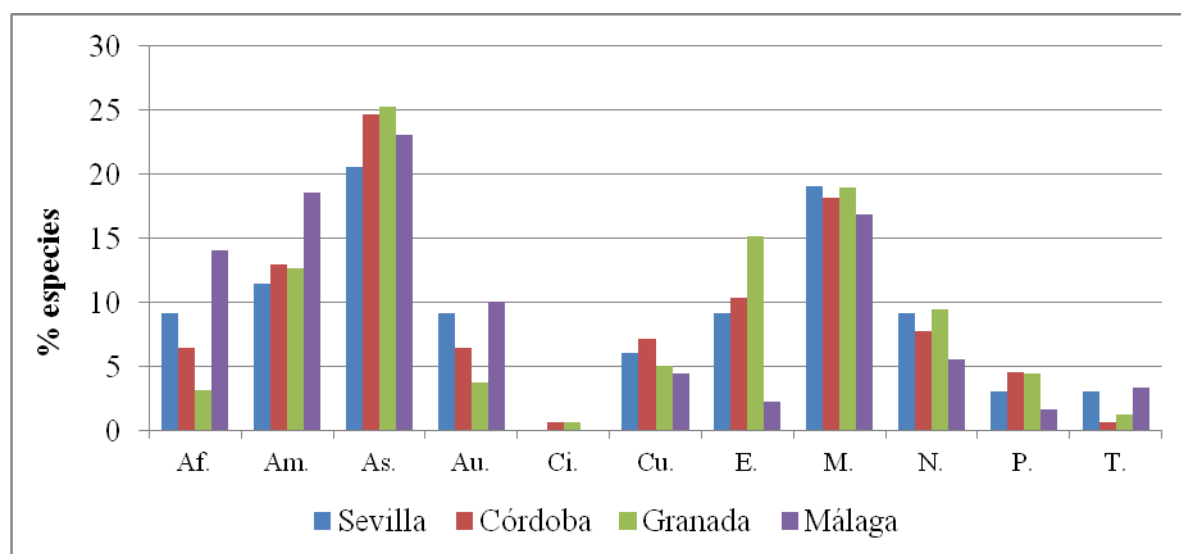


Figura 3.39. Origen geográfico de la flora ornamental alergógena en las ciudades de estudio (Af.=África; Am=América; As.= Asia; Au.=Australia; Ci.=Circumboreal; Cu.=Cultivada; E.=Europa; M.=Mediterráneo; N.=Naturalizada; P.=Paleotemplado; T.=Tropical).

Las especies naturalizadas, que crecen de forma espontánea en las ciudades, están igualmente bien representadas en las cuatro ciudades. Otras especies presentes en las ciudades se han obtenido mediante hibridación y se les ha denominado “cultivada”. Un importante número de especies de origen africano y australiano se ha observado en la ciudad de Málaga,

3. Resultados.

mientras que en Córdoba y Granada abundan en mayor medida las de origen europeo y circumboreal.

3.7.3. Valores ecológicos.

Las gráficas representadas en la figura 3.40, realizadas tomando la media de los valores ecológicos de Ellenberg (Ellenberg et al., 1992) de cada especie con carácter alergígeno en cada ciudad, revelan una considerable similitud entre las ciudades estudiadas.

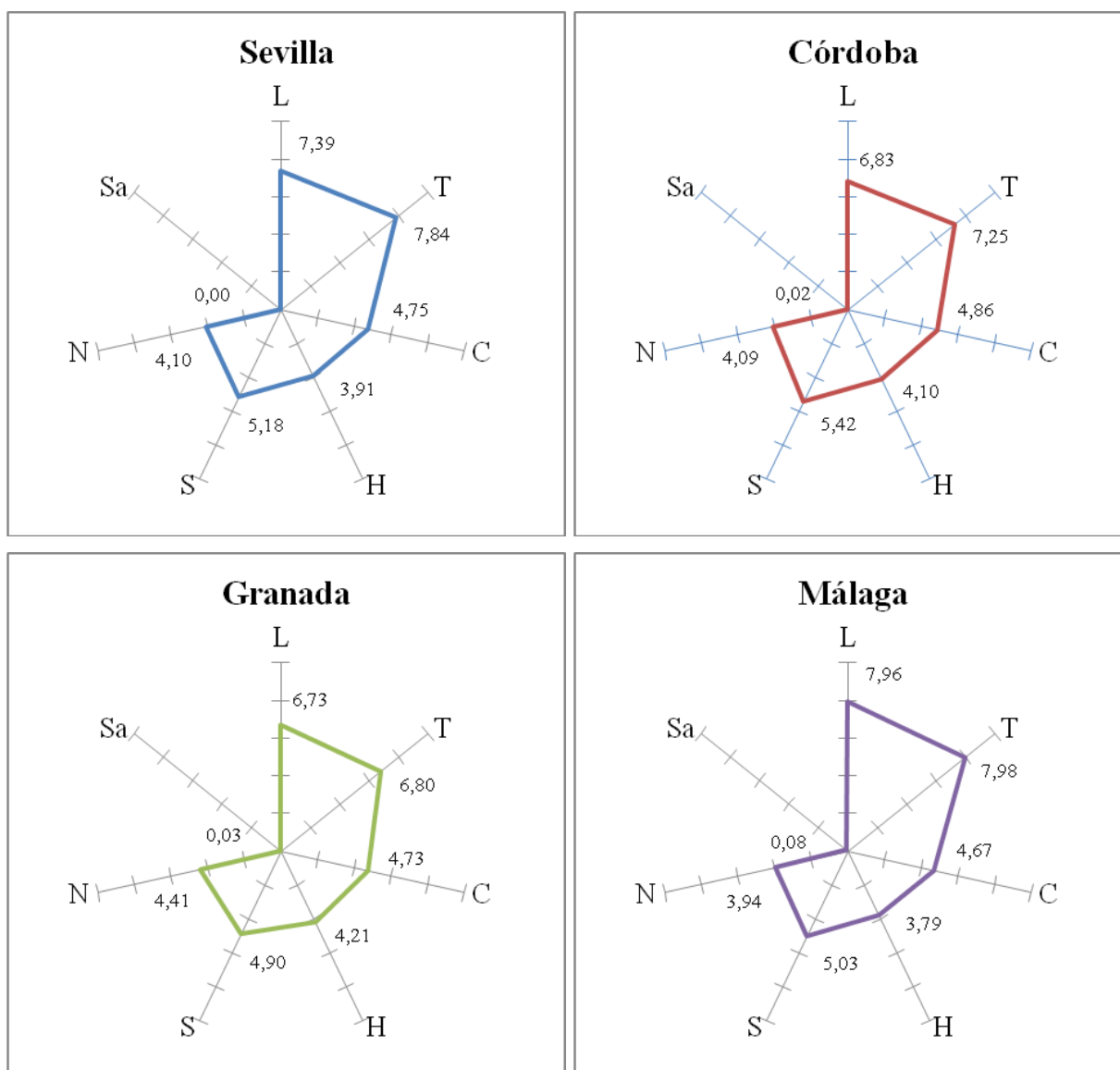


Figura 3.40. Valores ecológicos de Ellenberg para la flora ornamental alergígena en las ciudades de estudio (L= Luminosidad, T= Temperatura, C=Continentalidad, S= Reactividad con el suelo, N=Nutrientes, Sa= salinidad).

Sin embargo, se han observado ligeras diferencias que se comentarán a continuación. Los valores para la luminosidad y temperatura han sido superiores en Málaga (7,96 y 7,98, respectivamente) y Sevilla (7,39 y 7,84, respectivamente) que en las otras ciudades (6,73 y 6,8 en Granada; 6,83 y 7,25 en Córdoba). Sin embargo, los valores para la humedad han resultado mayores en Granada (4,21) y Córdoba (4,1). Los valores de continentalidad, reacción con el suelo y nutrientes fueron muy similares en las cuatro ciudades. Málaga mostró valores ligeramente más altos para la salinidad que en las otras ciudades (0,08).

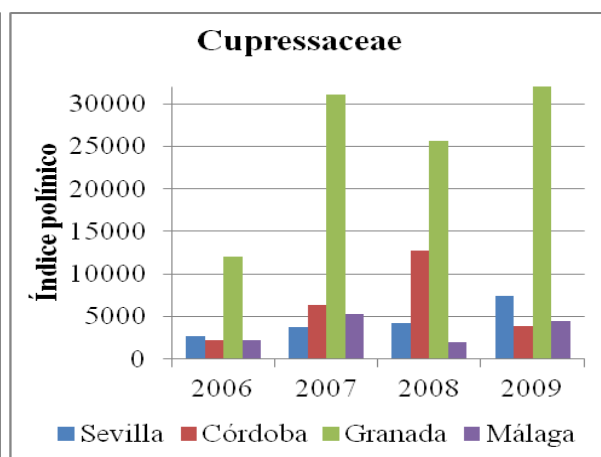
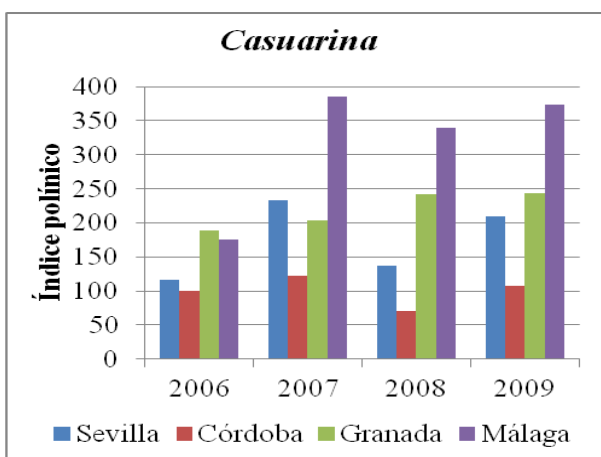
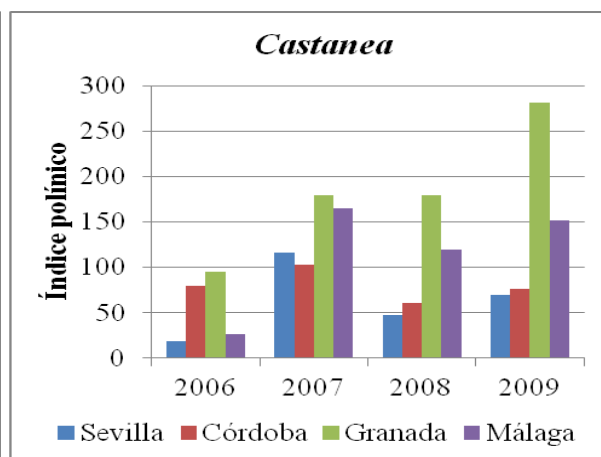
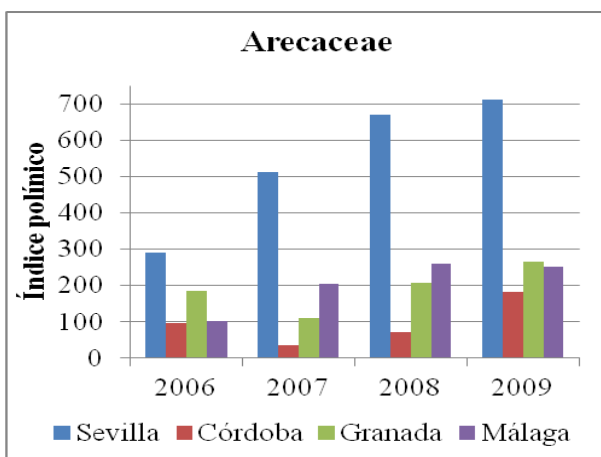
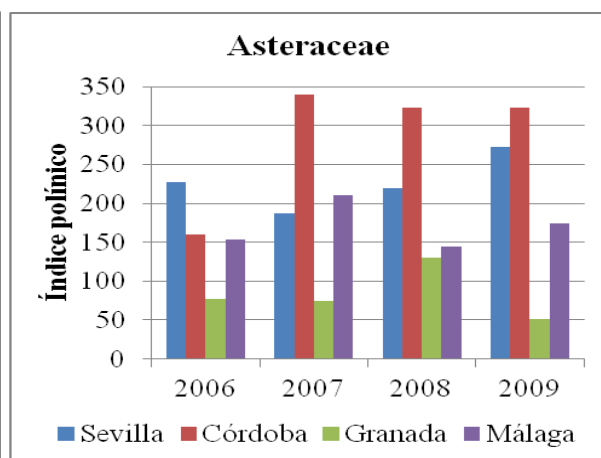
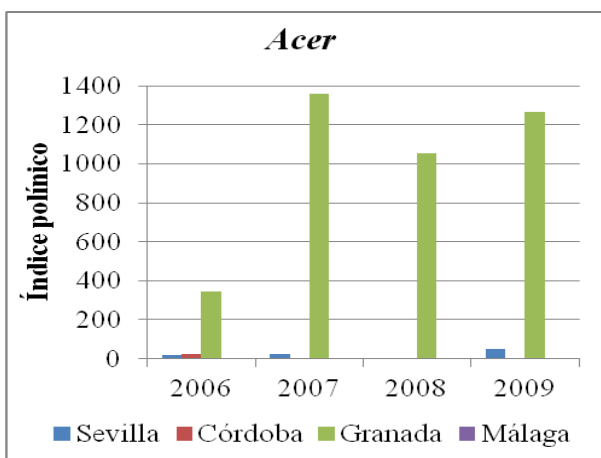
3.7.4. Contenido de polen en el aire.

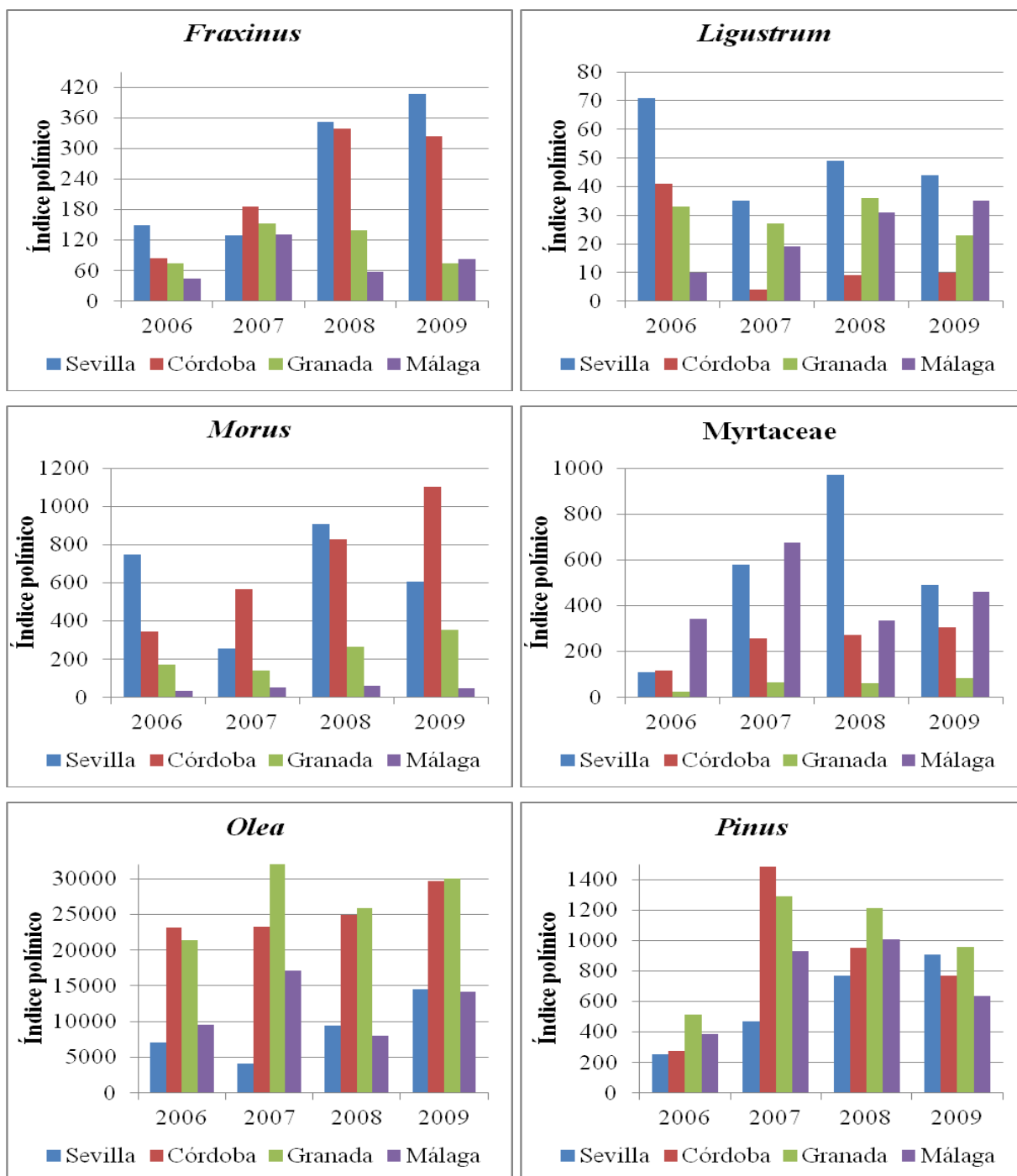
El análisis del contenido de polen aerovagante durante el periodo 2006-2009 se ha centrado solo en los tipos polínicos que corresponden a especies de flora ornamental de las que se tienen registros de polen aerovagante: *Acer*, *Asteraceae*, *Castanea*, *Casuarina*, *Cupressaceae*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Olea*, *Palmae*, *Pinus*, *Platanus*, *Poaceae*, *Populus*, *Quercus*, *Rosaceae*, *Salix* y *Ulmus*.

No se han tenido en cuenta los tipos polínicos de las familias *Anacardiaceae*, *Araliaceae*, *Brassicaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Ginkgoaceae*, *Juglandaceae*, *Liliaceae*, *Rutaceae*, *Sapindaceae*, *Simaroubiaceae*, *Tamaricaceae* y *Tiliaceae* por carecer de datos aerobiológicos en las estaciones de muestreo. Tampoco se han considerados los tipos polínicos de las familias *Amaranthaceae*, *Betulaceae*, *Brassicaceae* y *Cyperaceae* por no encontrarse estas familias presentes en la flora ornamental de algunas de las ciudades de estudio.

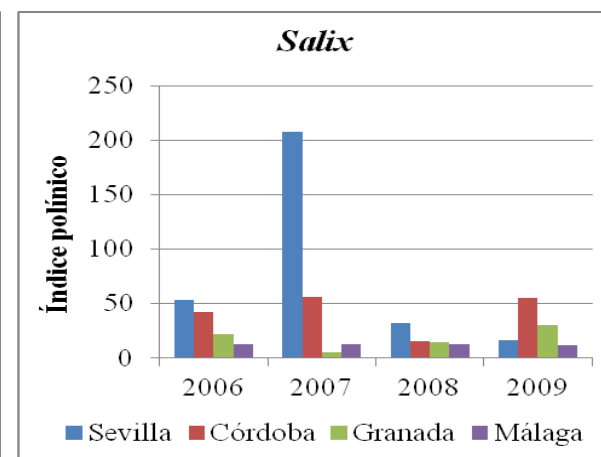
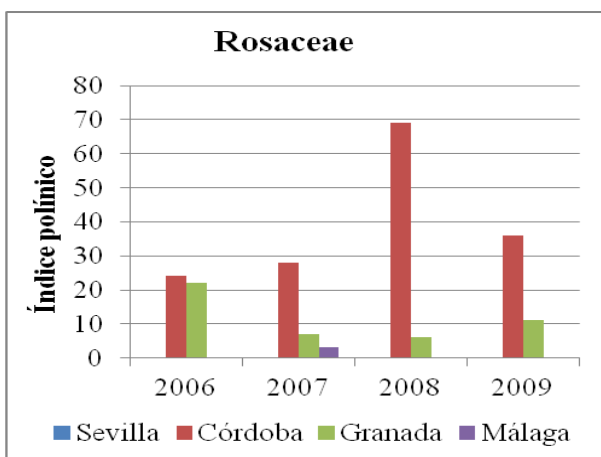
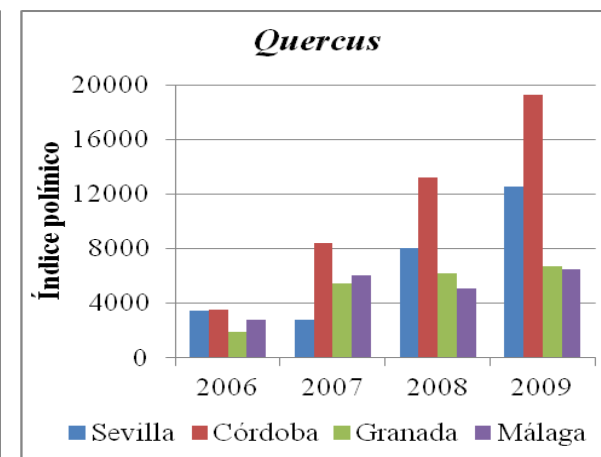
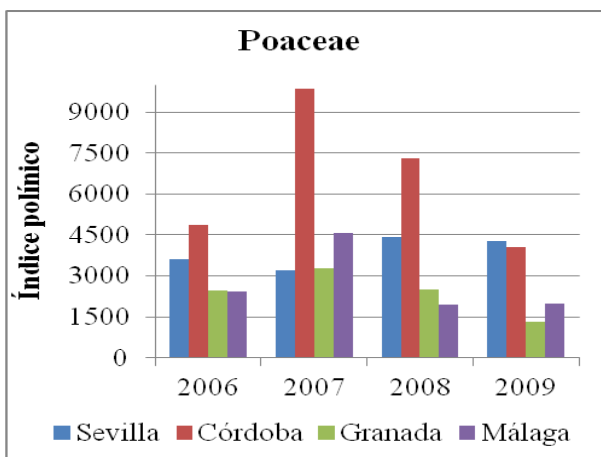
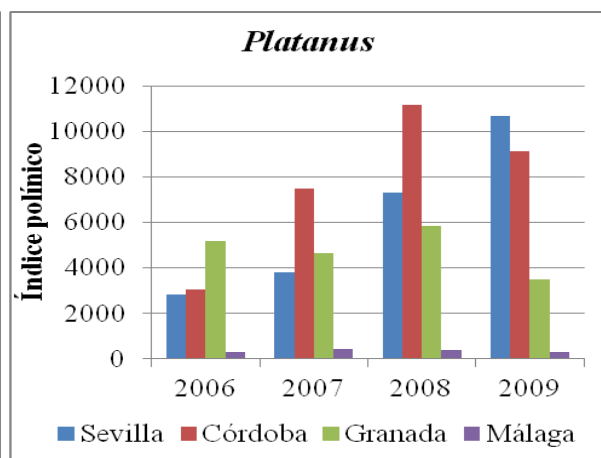
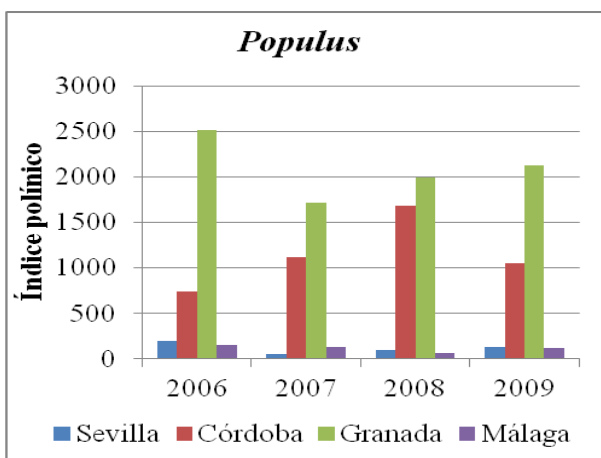
En la figura 3.41 se observan los índices polínicos alcanzados de cada tipo polínico en cada ciudad y en cada año de estudio.

3. Resultados.





3. Resultados.



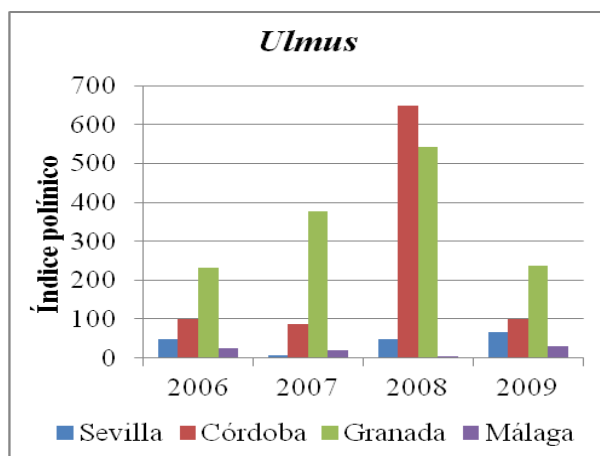


Figura 3.41. Índices polínicos alcanzados de cada tipo polínico en las ciudades estudiadas (periodo 2006-2009).

En esta figura se pueden observar diferencias en el contenido polínico anual de las ciudades estudiadas. Los tipos polínicos que alcanzan mayores concentraciones en la ciudad de Sevilla son *Arecaceae*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Morus*, *Myrtaceae*, *Platanus* y *Salix*; en la ciudad de Córdoba, destacan los tipos polínicos *Asteraceae*, *Morus*, *Olea*, *Platanus*, *Poaceae*, *Populus*, *Quercus*, *Rosaceae* y *Ulmus*; en la ciudad de Granada se han encontrado importantes concentraciones anuales de polen de *Acer*, *Castanea*, *Cupressaceae*, *Olea*, *Populus* y *Ulmus*; finalmente, Málaga es la ciudad en la que están mejor representados otros tipos polínicos como *Casuarina* y *Myrtaceae*.

4. DISCUSIÓN.

4.1. VARIACIÓN ESTACIONAL DEL CONTENIDO DE POLEN REGISTRADO CON DOS CAPTADORES LOCALIZADOS EN LA MISMA ZONA: CAPTADORES A Y B.

Uno de los objetivos de este trabajo se centra en estudiar las posibles diferencias en los resultados obtenidos con captadores localizados en el mismo punto de muestreo con la posibilidad de comparar la fiabilidad del captador. Para ello, se han utilizado dos captadores volumétricos tipo Hirst ubicados en la zona suroeste de la ciudad, a 8 m de distancia.

Los resultados obtenidos han mostrado una correlación positiva entre los datos, con valores significativos en todos los casos. Del mismo modo, se ha observado una similitud en cuanto a la comparación de las medias diarias, pudiéndose considerar ambas series de datos como una única población.

Teniendo en cuenta que, tanto la tendencia que presentan las curvas polínicas, así como las medias diarias registradas, ha sido similar en ambos captadores, se confirma que las diferencias observadas en los captadores localizados en las dos zonas opuestas de la ciudad no se deben a la eficacia en el funcionamiento del aparato, sino a diferencias reales en el contenido de polen aerovagante en ambas zonas de estudio.

Estos resultados coinciden con otros estudios comparativos realizados en otras localidades que tratan de confirmar la fiabilidad de los aparatos, como en las ciudades de Copenhague, Dinamarca (Pedersen & Moseholm, 1993), Pittsburgh, EEUU (Irdi et al., 2001) o Badajoz, España (Tormo et al., 2013). Estos autores demostraron que las diferencias entre las concentraciones polínicas diarias registradas con distintos aparatos localizados en la misma zona de muestreo, a menos de 10 metros de distancia, no eran significativas.

4.2. VARIACIÓN DEL CONTENIDO POLÍNICO ENTRE DOS CAPTADORES LOCALIZADOS EN ZONAS OPUESTAS DE LA CIUDAD: CAPTADORES SO y NE.

Varios estudios comparativos de los datos polínicos obtenidos entre distintas estaciones de monitorizaje aerobiológico ponen de manifiesto que, cuando se comparan distintas

4. Discusión.

estaciones, es posible identificar ciertas tendencias, siempre que se cuente con varios años de estudio (Leuschner & Boehm, 1981; Jäger et al., 1996). Se puede admitir que hay mayores diferencias entre los captadores cuanto más separados estén (Frenz, 2000), aunque existen otra serie de factores que pueden condicionar la existencia de divergencias, más o menos severas, en el contenido polínico registrado en dichos captadores, como la proximidad a las fuentes de emisión (Cariñanos et al., 2002a) o la influencia del transporte de granos de polen a media o larga distancia (Frenz et al., 1997, Frenz, 2000; Galán et al., 2013).

Los tipos polínicos que se han tenido en cuenta en este trabajo han sido comunes en las dos zonas de estudio, con algunas diferencias claras en cuanto al porcentaje de representación en cada una de ellas, como ha sido el caso de *Platanus*, con una mayor representación en el captador de la zona suroeste, y Poaceae y Cupressaceae en el captador de la zona noreste.

Estos tipos polínicos han sido considerados como los más representativos también en trabajos previos realizados en la zona suroeste de la ciudad de Córdoba (Domínguez-Vílches et al., 1984; Cariñanos et al., 2002b y 2007; Sánchez-Mesa et al., 2005a, entre otros), habiéndose observado similitudes en cuanto a las fechas del año en que se detectan las mayores concentraciones de polen de estos tipos polínicos.

4.2.1. Variación del Índice Polínico Anual en las dos zonas de estudio.

Durante el periodo de estudio se han observado algunas diferencias entre los índices polínicos registrados en cada zona y para cada año. Estas diferencias suelen responder, en la mayoría de las ocasiones, a una distinta distribución de la vegetación en cada zona, especialmente en el caso de especies ornamentales (Cariñanos et al., 2002a; Gonzalo-Garijo et al., 2006). Según estos estudios, las concentraciones de algunos tipos polínicos, como Cupressaceae, *Platanus* o *Ligustrum*, podrían ser bastante elevadas a nivel local, lo que reflejaría la influencia de la proximidad de la fuente al captador.

En cuanto a las diferencias entre las zonas de la ciudad estudiadas, en el suroeste se ha observado que los numerosos ejemplares de plátano de sombra presentes en los alrededores del edificio de Ciencias de la Educación han provocado unos registros polínicos superiores en esta zona. Por otro lado, una mayor cercanía de esta zona de estudio a los olivares de la Vega del

Guadalquivir y la presencia cercana de solares sin edificar en sus alrededores, favoreciendo la presencia de diferentes especies de urticáceas, hacen que los tipos polínicos *Olea* y *Urticaceae* presenten un mayor índice polínico en esta zona. Del mismo modo, la mayor proximidad de la Sierra de Córdoba al captador de la zona noreste ha permitido una mayor captura de polen procedente de la vegetación natural, como *Asteraceae*, *Pinus*, *Quercus* y *Rumex*. La cercanía del arroyo de Rabanales, donde individuos del género *Populus* se encuentran formando parte de la vegetación típica de ribera, es motivo de que este tipo polínico sea también generalmente más abundante en esta zona de estudio.

No obstante, se ha observado que el IPA, en determinados casos, también puede responder a diferencias en las prácticas de manejo en aquellas especies que se utilizan como ornamentales (Cariñanos & Casares-Porcel, 2011). Este hecho se ha puesto de manifiesto de forma especial en el caso de los índices polínicos de *Morus* en el año 2006 y *Cupressaceae* en el año 2008, habiendo sido superiores en la zona suroeste, cuando el resto de los años lo fue en la zona noreste. Estas diferencias podrían deberse a podas localizadas que afectaron de forma significativa al contenido total de granos de polen detectado en las cercanías de cada captador.

4.2.2. Comportamiento estacional del contenido de polen en el aire durante los años de estudio.

El comportamiento estacional de los diferentes tipos polínicos estudiados en las dos zonas de estudio ha sido generalmente similar, aunque se han observado ciertas diferencias a lo largo de los cinco años de estudio en cuanto a las fechas de inicio y fin de las estaciones polínicas y la intensidad alcanzada durante el día pico.

Los ligeros desfases en cuanto a los días de inicio y final en las estaciones polínicas de ambos captadores, dentro del mismo año de estudio, así como al contenido de polen detectado durante el día pico, pueden ser atribuibles a la mayor o menor cercanía del captador a las plantas productoras de polen. Los granos de polen de aquellas especies que están cercanas al captador se suelen detectar de forma inmediata una vez que florecen, mientras que, si están alejadas del captador, hay un pequeño desfase entre el comienzo de la floración y los registros polínicos en el captador, dependiendo de la capacidad de transporte por el viento de cada tipo polínico. Así, los tipos polínicos *Cupressaceae*, *Populus*, *Rumex*, *Plantago*, *Poaceae* y

4. Discusión.

Asteraceae suelen detectarse con anterioridad en el captador de la zona noreste, mientras que los tipos polínicos Urticaceae, *Platanus* y *Olea* lo hacen antes en la zona suroeste.

Por otro lado, se ha observado que a lo largo de los años de estudio, las concentraciones polínicas de algunos tipos como Amaranthaceae y *Platanus* presentan una tendencia a la alza. En el caso particular de Amaranthaceae, algunos estudios como el de Cariñanos et al. (2004) sugirieron que el aumento de la aridificación en la región mediterránea está favoreciendo el crecimiento y expansión de estas especies, lo que podría explicar el aumento paulatino de las concentraciones de este tipo polínico a lo largo del tiempo. En el caso de *Platanus*, el incremento de las concentraciones de polen en aire que se ha observado es debido al aumento del número de individuos que se están utilizando en el diseño de espacios verdes de la ciudad (Alcázar et al., 2011).

El análisis de correlación de Pearson entre el contenido de polen diario captado por ambos captadores ha mostrado resultados estadísticamente significativos para todos los tipos polínicos, lo que indica que un aumento en los registros polínicos de un aparato se puede traducir en un aumento en el otro. Estos resultados son similares a los observados por otros autores que estudiaron el contenido de polen en el aire en zonas diferentes de una misma ciudad, como es el caso de Fornaciari et al. (1996) en Perugia (Italia), Gottardini & Cristofolini (1997) en Trento (Italia), Frenz et al. (1997) en San Paul (EE.UU.) y Arobba et al. (2000) en Génova (Italia).

Sin embargo, sí se han encontrado diferencias significativas en cuanto a las concentraciones medias de polen alcanzadas en ambas zonas de estudio, con la excepción de los tipos polínicos *Olea*, Poaceae y Urticaceae. Frenz et al. (1997) también encontró diferencias en cuanto a las concentraciones medias diarias en dos captadores separados entre sí 5,6 km en un muestreo realizado en St. Paul (EE.UU.) en 1993, sobre todo cuando estos valores superan los 100 granos de polen por m³. No obstante, la conclusión del trabajo fue que un solo captador era representativo para su área de estudio.

4.2.3. Estudio comparativo de las categorías polínicas en las dos zonas de estudio.

Como se comentó en el apartado de Material y Métodos, las concentraciones diarias de granos de polen en el aire se pueden expresar mediante una serie de categorías polínicas que facilita la expresión gráfica de los resultados en mapas que muestren tanto el contenido de polen actual como una posible previsión. Estos rangos hacen referencia a umbrales de polen aerovagante que, una vez que superan un determinado nivel, pueden provocar que un porcentaje bajo, medio o alto de la población sensible a uno o varios tipos polínicos desarrolle los síntomas asociados a la presencia de estos granos de polen en el aire (Galán et al., 2007).

Tras calcular los umbrales para cada dato diario obtenido con cada captador y compararlos entre sí, se ha puesto de manifiesto una gran similitud entre ambos captadores, superior al 70% en todos los casos. Este elevado grado de similitud indica que si se tienen en cuenta estas categorías, los pacientes que sufren alergia van a estar expuestos a síntomas similares aunque el contenido real de polen en el aire sea diferente.

En otro estudio similar, llevado a cabo en St. Paul (EE.UU.) en 1993, usando las categorías polínicas propuestas por Burge (1992), similares a las recomendadas por Galán et al. (2007), se observó que las diferencias numéricas en dos captadores separados 5,6 km en la misma ciudad no conducían generalmente a diferencias en la caracterización de los niveles de polen (Frenz et al., 1997). En el caso de otro estudio en el que se compararon datos polínicos entre captadores de dos ciudades cercanas de la Costa del Sol, Málaga y Estepona, concluyeron que, a pesar de las diferencias encontradas entre ambas estaciones, se podría considerar la posibilidad de usar los datos de una sola de estas estaciones a la hora de evaluar los niveles polínicos en la zona costera de la provincia de Málaga (Trigo et al., 2000).

Por tanto, este estudio evidencia que los resultados obtenidos con un solo captador serían suficientes para conocer la situación del contenido de polen en el aire de la ciudad de Córdoba, permitiendo establecer categorías polínicas que, al darlas a conocer a los pacientes de alergia, les permitiera tomar medidas preventivas y a los alergólogos para planificar sus tratamientos.

4. Discusión.

Otros autores como Eversmeyer & Kramer (1987) y El-Ghazaly et al. (1993) afirmaron lo mismo, siempre que el captador esté situado a más de 12,2 metros de altura (Hirst, 1994) y que el punto de muestreo no se encuentre en un área muy heterogénea desde el punto de vista de la vegetación existente (Fornaciari et al., 1996).

4.3. ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO.

4.3.1. Estudio comparativo de las condiciones meteorológicas durante el periodo de muestreo con respecto a los valores medios para la ciudad de Córdoba.

Durante el periodo de estudio, se ha observado un ligero aumento de las temperaturas medias mensuales con respecto al periodo 1971-2000 (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, 2001), sobre todo durante los meses de primavera y verano, donde la diferencia de temperatura media mensual superó aproximadamente los 1,5°C. Las precipitaciones acumuladas, mensuales y anuales, también han sido generalmente superiores durante el periodo estudiado con respecto al periodo 1971-2000, especialmente durante los años 2009 y 2010. Sin embargo, los valores de humedad relativa, tanto mensuales como anuales, se mantuvieron por debajo de la media establecida por la AEMET para el periodo 1971-2000. El hecho de que no se haya observado un aumento de la humedad relativa en los dos últimos años de estudio, mientras que sí lo hizo la precipitación, nos indicaría el carácter torrencial de estas lluvias.

Debido a que la temperatura y precipitación han sido las variables meteorológicas que mayor grado de variabilidad han mostrado con respecto a los valores medios que se vienen registrando en la ciudad de Córdoba, se comentará a continuación la influencia que estos parámetros han ejercido en el contenido de polen en el aire a lo largo de los años de estudio.

Con respecto a las temperaturas registradas durante el periodo de estudio 2006-2010, se ha observado que a lo largo de los tres primeros años, los meses de enero, febrero y marzo han sido ligeramente más cálidos, favoreciendo un adelanto de la floración en especies arbóreas invernales (*Cupressus* y *Populus*) y de primavera temprana (*Morus*, *Pinus*, *Platanus* y *Quercus*).

El papel de la temperatura en el periodo de floración de distintas especies arbóreas ha sido observado con anterioridad en otros estudios, como los realizados sobre *Cupressus* (Galán et al., 1998 y Reyes et al., 2007), *Betula* (Rodríguez-Rajo et al., 2003) o *Quercus* (García-Mozo et al., 2007). Estos estudios ponen en evidencia la necesidad que presentan las especies arbóreas de acumular una determinada cantidad de calor fisiológico para romper la dormancia de sus yemas e iniciar el periodo de floración (Heide, 1993; Frenguelli & Bricchi, 1998; Wielgolaski, 1999; Chuine, 2000; Galán et al., 2001b, Aguilera et al., 2013). En el caso de las especies herbáceas, los estudios que relacionan la temperatura con la floración son menos numerosos y los resultados obtenidos son menos satisfactorios que los resultados con especies arbóreas (Clot, 1998; Huang et al., 2000; Craufurd & Qi, 2001).

Por otro lado, a lo largo de los años de estudio se han observado temperaturas más suaves al final de la primavera y principios de verano, favoreciendo una prolongación de la estación polínica de especies que florecen durante mayo y junio, como gramíneas y olivo (Vázquez et al., 2003; García-Mozo et al., 2009). De este modo, unas temperaturas moderadas durante el periodo principal de polinización han favorecido una prolongación en las estaciones polínicas en la mayoría de tipos polínicos.

Las precipitaciones juegan un papel diferente a la temperatura, ya que suelen provocar una disminución del contenido de polen en el aire por su efecto de lavado de la atmósfera que hace que los granos de polen sedimenten, en el caso de que éstas coincidan con la estación polínica (Silva-Palacios 2000; Barnes et al., 2001; Pérez et al., 2009; Recio et al., 2010).

Sin embargo, las precipitaciones que se producen durante la fase previa a la estación polínica, favorecen el aumento de las concentraciones polínicas en la atmósfera al proporcionar una mayor disponibilidad de agua para las plantas, sobre todo en el caso de especies herbáceas (Díaz de la Guardia et al., 1998; Galán et al., 2000; Vega-Maray et al., 2003; García-Mozo et al., 2009; Oteros et al., 2013b). Por esta razón, el aumento de las precipitaciones durante el invierno e inicios de la primavera registrado durante los dos últimos años de estudio ha podido aportar una mayor disponibilidad de agua a aquellas plantas que florecen en los meses siguientes, y por consiguiente favorecer una mayor intensidad en su floración. Este hecho se ha puesto de manifiesto con un aumento del contenido polínico de los tipos *Plantago*, *Urtica membranacea*, *Amaranthaceae*, *Olea* y *Asteraceae* una vez pasadas las lluvias. Sin embargo,

4. Discusión.

estas mismas lluvias provocaron un efecto de lavado de la atmósfera durante el periodo de floración de especies de floración invernal y de primavera temprana, disminuyendo el índice polínico durante estos dos últimos años en los tipos polínicos Cupressaceae, *Populus*, Urticaceae, *Platanus* y *Quercus*.

No obstante, el efecto que la lluvia produce sobre las concentraciones de polen en la atmósfera, varía dependiendo del momento del día y de la estación en la que ésta se produzca. Así, durante la primavera, es frecuente que se produzcan lluvias durante la noche o primeras horas de la mañana. En este caso puede ocurrir que a mediodía o por la tarde, las anteras hayan eliminado la humedad ocasionada por la precipitación, y se produzca liberación de granos de polen.

Algunos autores sostienen que la duración de la estación polínica se alarga cuando durante su transcurso son numerosas las precipitaciones. Según estos estudios, la lluvia interrumpiría la emisión polínica y evitaría el debilitamiento de las flores, justo lo contrario que ocurriría durante los periodos de sequía (Keynan et al., 1989). Esta puede ser la causa de que se hayan registrado estaciones polínicas más largas en los últimos años de estudio para los tipos polínicos *Populus*, *Pinus*, *Platanus*, *Plantago* y *Poaceae*.

4.3.2. Comparación de los parámetros meteorológicos registrados en las dos zonas de estudio para el periodo 2006-2010.

Los datos meteorológicos obtenidos en la estación del aeropuerto, al suroeste de Córdoba, y del SCAI, en la zona noreste, para el periodo 2006-2010 han mostrado una tendencia similar. Sin embargo, se ha observado que los valores para la temperatura máxima, mínima y media mensual y anual fueron ligeramente superiores en la estación de la zona suroeste con respecto a la de la zona noreste, en ocasiones con diferencias de hasta 1°C. Por otro lado, la humedad, velocidad del viento y precipitación registrada durante los años de estudio fue mayor en la estación meteorológica ubicada en la zona noreste.

Sin embargo, los valores superiores para la temperatura e inferiores para la precipitación y humedad en la zona suroeste no se han traducido en un mayor contenido polínico ni en un adelanto en la floración en esta zona de estudio. De hecho, los tipos polínicos Cupressaceae,

Populus, *Pinus*, *Morus*, *Rumex*, *Quercus*, *Amaranthaceae* y *Astearceae* alcanzaron generalmente un mayor índice polínico en la zona noreste.

Se podría pensar, por tanto, que el mayor o menor contenido de polen en el aire de los distintos tipos polínicos en las estaciones de muestreo estudiadas no se ve influenciado de manera decisiva por las pequeñas diferencias meteorológicas entre las dos zonas de muestreo.

4.3.3. Resultados de la correlación entre los parámetros meteorológicos y el contenido de polen en el aire.

Los resultados del análisis de correlación Spearman aplicado al contenido diario de polen en el aire y los factores meteorológicos en cada estación de muestreo han puesto de manifiesto que, en general, los parámetros relacionados con la temperatura han presentado una correlación positiva sobre los niveles de polen atmosférico mientras que la precipitación, la velocidad del viento y la humedad han presentado generalmente una correlación negativa. Sin embargo, es de señalar que, en ocasiones, estos coeficientes no son significativos estadísticamente.

La temperatura máxima presentó una correlación positiva en la mayoría de los tipos polínicos estudiados. Esta influencia positiva de la temperatura máxima sobre el contenido de polen en el aire se ha corroborado por otros autores como Sánchez-Mesa et al. (2003) y Bartkova-Scevkova (2003), para el tipo polínico *Poaceae*, o Alcázar et al. (2009) para los tipos polínicos *Amaranthaceae*, *Plantago* y *Rumex*. Sin embargo, para el tipo polínico *Asteraceae*, se ha obtenido una correlación negativa en la zona suroeste y resultados no significativos en la zona noreste. Estos resultados se deben probablemente a la longitud de su estación polínica y a las bajas concentraciones registradas para este tipo polínico. Del mismo modo, se han obtenido correlaciones negativas entre este parámetro y las concentraciones de polen diarias de *Morus* y *Pinus* en la zona noreste.

En el caso de la temperatura mínima no se han obtenido resultados concluyentes, observándose correlaciones diferentes en cada tipo polínico y para cada zona de estudio. Se ha observado una correlación negativa en la mayoría de los tipos polínicos analizados, excepto para *Rumex* en la zona suroeste y para *Amaranthaceae* y *Cupressaceae* en la zona noreste. Estos

4. Discusión.

resultados podrían deberse al hecho de que las temperaturas mínimas en la ciudad de Córdoba sufren numerosas fluctuaciones, con días intermitentes de heladas nocturnas, y que dificultan el establecimiento de una correlación clara con el contenido de polen en el aire.

Si se tiene en cuenta la temperatura media, se ha observado una correlación significativa y positiva en todos los casos excepto para Asteraceae en la zona suroeste y para *Morus*, *Pinus* y *Platanus* en la noreste, con una correlación negativa en estos casos. Jato et al. (2002), en un estudio realizado en la ciudad de Santiago de Compostela (España) encontraron correlaciones positivas entre la temperatura media y los tipos polínicos *Pinus*, *Platanus*, *Quercus* y Poaceae. Del mismo modo, Moreno et al. (2000), en un estudio en la ciudad de Cartagena, obtuvieron correlaciones positivas con la temperatura media en los tipos polínicos *Amaranthaceae*, *Quercus* y *Olea*.

En cuanto al papel de la humedad, un incremento de ésta en la atmósfera suele provocar una disminución de la concentración de polen en el aire, ya que se dificulta la apertura de las anteras (Keijzer et al., 1996). Al mismo tiempo, los granos de polen suelen absorber esta humedad ambiental, haciéndose más pesados por su capacidad harmomégata, lo que entorpece su transporte (Galán et al., 1989; Emberlin et al., 1994). Sin embargo, en algunos casos, como en especies de la familia Urticaceae, se ha observado que este factor puede jugar un papel importante en la fisiología de las plantas ya que favorece la pérdida de tensión que mantiene los estambres doblados, permitiendo la liberación de los granos de polen de forma explosiva (Galán et al., 2000; Alcázar et al., 1998). Este hecho no se ha evidenciado en este estudio, donde la humedad relativa ha jugado un papel negativo en todos los tipos polínicos estudiados.

La velocidad del viento ha mostrado una correlación negativa para las concentraciones polínicas de ambas zonas de muestreo, en aquellos casos en los que se han obtenido valores significativos. Este hecho podría ser explicado por una mayor diferencia entre la velocidad del viento y la capacidad de succión del aparato, de manera que el aumento de la velocidad del aire dificulte la entrada de polen por el orificio del captador disminuyendo su eficacia. Varios autores han puesto de manifiesto que el efecto de esta variable va a depender de las condiciones meteorológicas y del tipo polínico, obteniendo resultados diferentes para cada año de estudio (Bricchi et al., 1992; Tormo et al., 2001).

Como se ha señalado anteriormente, la precipitación limita la concentración polínica atmosférica, realizando un lavado de la atmósfera. En nuestro estudio, se han observado también correlaciones negativas entre el contenido de polen atmosférico y la precipitación en todos los tipos polínicos estudiados, aunque para algunos tipos, como Asteraceae, no se han obtenido valores significativos en ninguna de las áreas de muestreo. Teniendo en cuenta que este tipo polínico es el que menor porcentaje de representación ha mostrado en las muestras analizadas, es probable que estos resultados se deban a las bajas concentraciones de polen registradas.

4.4. INFLUENCIA DE LA FLORA ORNAMENTAL EN EL CONTENIDO DE POLEN EN EL AIRE EN DIFERENTES CIUDADES DE ANDALUCÍA.

Para analizar la influencia de la flora ornamental de las ciudades sobre el contenido de polen aerovagante, se llevó a cabo un estudio de las especies de plantas ornamentales presentes en las cuatro capitales andaluzas: Sevilla, Córdoba, Granada y Málaga. A su vez, se estudió el contenido de polen en el aire de los principales tipos polínicos encontrados en cada ciudad para determinar qué especies contribuyen de forma más clara a ese contenido de polen en el aire.

La flora ornamental urbana contribuye de manera relevante en el contenido de polen en la atmósfera. Distintos estudios científicos señalan cómo la vegetación que rodea al captador puede tener una influencia importante en los datos aerobiológicos (Arobba et al, 2000; Cariñanos et al, 2002a; Gonzalo-Garijo et al, 2006).

Algunas de las especies utilizadas como ornamentales pueden ocasionar problemas en la salud de los ciudadanos por la producción de granos de polen con capacidad alergénica (Dopazo et al., 2002; Cariñanos et al., 2007 y 2002a y b; Staffolani & Hruska, 2008). Por este motivo, un análisis de la presencia de las especies vegetales potencialmente alergénicas en las ciudades, estudiando sus características ecológicas y aerobiológicas, resulta de utilidad a la hora de diseñar nuevos espacios verdes en las ciudades, mejorar la gestión de los ya existentes, así como evaluar su impacto en la población local (Staffolani et al., 2011).

Tras el estudio de la flora ornamental presente en las ciudades andaluzas de Sevilla, Córdoba, Granada y Málaga, se ha detectado un importante número de especies con capacidad

4. Discusión.

alergógena, hecho que ya se puso de manifiesto en trabajos anteriores como los de Staffolani et al. (2011) para la ciudad de Córdoba o el de Cariñanos & Casares-Porcel (2011) para Granada.

Los resultados de este estudio han puesto de manifiesto que algunas de las especies consideradas como alergógenas son utilizadas de forma recurrente en las cuatro ciudades. Entre estas especies, caben destacar *Olea europea* L, *Cupressus* sp. y *Platanus x hispanica* Miller ex Münchh por el carácter alergógeno de sus granos de polen, como ya expusieron los estudios de Guerra et al. (1996), Torrecillas et al. (1998) y Sánchez et al (2005a), entre otros.

4.4.1. Diferencias y similitudes entre las características ecológicas de la flora ornamental alergógena en cada ciudad.

Desde el punto de vista de la forma biológica, resulta lógico observar cómo la mayoría de las especies detectadas en las cuatro ciudades estudiadas son arbóreas y arbustivas, ya que estas especies persisten durante más tiempo y no es necesaria su reposición cada año. El hecho de que la ciudad de Málaga presente, sin embargo, una mayor proporción de terófitos y geófitos probablemente se deba a su clima, con inviernos más suaves y veranos más templados por su proximidad al mar, que permite un mejor mantenimiento de estas especies en parques y jardines.

En cuanto al origen geográfico de la flora ornamental, se han apreciado rasgos comunes que responden a la influencia que han tenido estas ciudades a lo largo de su historia romana, árabe, europea, asiática, americana, tropical, etc., fruto de los intercambios culturales que han tenido lugar (Hernández-Bermejo et al., 2000). A pesar de estos aspectos comunes, se han observado algunas diferencias atendiendo al porcentaje de especies de cada tipo, que ponen de manifiesto de forma indirecta la influencia del clima en cada ciudad (Staffolani et al., 2011). De esta manera, Málaga presenta una mayor abundancia de especies originarias de climas tropicales (África, Australia y América Central), debido a su clima subtropical. Por el contrario, el clima más continental de Córdoba y Granada, con frecuentes noches de heladas durante el invierno, explicaría la mayor representación de especies de origen europeo y un menor porcentaje de especies tropicales. Por otro lado, el hecho de que en la ciudad de Sevilla no se cuente con tanta frecuencia con noches de heladas, debido a la influencia termorreguladora que ejerce el río Guadalquivir, ha podido permitir que en esta ciudad se aclimaten especies de

origen australiano, africano y tropical en general, con porcentajes similares, aunque ligeramente inferiores a los de Málaga.

Los requerimientos ecológicos de la flora de las ciudades estudiadas son muy similares entre sí, poniendo de manifiesto que las especies que forman parte de sus espacios verdes están bien adaptadas a las condiciones climáticas presentes en las ciudades. El valor medio de 7,23 para la luminosidad y 7,47 para la temperatura es indicador de taxones con requerimientos medios de luz y calor, es decir, plantas que soportan bien la luz directa pero también la sombra. El valor medio de 4,75 para la continentalidad y 5,13 para la reactividad con el suelo indica que estas plantas soportan un grado de continentalidad intermedia, débilmente sub-oceánica hasta continental, y una tolerancia a la acidez moderada. El valor medio de 4 para la humedad y 4,13 para nutrientes indica una tolerancia intermedia a éstos. Finalmente, el valor medio de 0,03 para la salinidad expresa su no tolerancia a ésta por parte de las especies estudiadas (Ellenberg, 1992). Se han observado ligeras diferencias en estos valores, sobre todo en la ciudad de Málaga, donde los valores para luminosidad, temperatura y salinidad fueron ligeramente más altos que en el resto. Este hecho corrobora los resultados anteriores, en los que se ha podido apreciar como esta ciudad presenta una flora ornamental más propia de clima tropicales y con una ligera tendencia a la salinidad, al tratarse de una ciudad costera.

4.4.2. Diferencias en el contenido de polen aerovagante de cada ciudad.

Las diferencias en cuanto al contenido de polen de los distintos tipos polínicos estudiados en cada ciudad responden, en gran medida, a los diferentes diseños de los espacios verdes y a las especies empleadas en cada uno de ellos. Asimismo, estas diferencias pueden ser debidas a los usos de tierras de cultivo que rodean cada ciudad y a la vegetación natural de la zona.

Se han encontrado tipos polínico cuyas concentraciones son muy elevadas en las cuatro ciudades de estudio, como es el caso de Cupressaceae, Olea, *Platanus*, Poaceae y *Quercus*. Por otro lado, no siempre se han llegado a detectar en el aire niveles de polen representativos correspondientes a las especies con capacidad alergógena en las distintas ciudades de estudio. Las razones de este hecho son, por un lado, la presencia de escasos individuos dentro de la ciudad (como podría ocurrir en el caso del género *Acer* en algunas ciudades), y por otro el

4. Discusión.

carácter entomófilo de algunas especies (como es el caso de la familia Rosaceae). La cantidad de polen que estas últimas especies emiten al aire va a ser mucho menor que las que se polinizan a través del viento, lo que se traduce finalmente en una presencia más reducida de estas especies en el espectro polínico (Kasprzyk, 2004).

Analizando las especies anemófilas con carácter alergógeno que son responsables en mayor medida del contenido de polen en el aire, se ha observado la presencia de especies en las ciudades como consecuencia de su uso histórico, como es el caso de especies de la familia Cupressaceae en la ciudad de Granada, o individuos de la familia Arecaceae en la ciudad de Sevilla, presentes desde la época romana y árabe en el conjunto de flora ornamental andaluza (Mas-Candela & Salmerón de Diego, 1991; Ruggles 2008; Ramón-Laca 2003; Martín-Consuegra & Ubera, 1996).

Otras especies, como *Pinus* sp. y *Quercus* sp., muy frecuentes en los espacios naturales andaluces, han sido introducidas recientemente en los parques y jardines de la ciudad, en un intento de hacer llegar a los ciudadanos el valor de esta flora natural. Estas especies, en principio, no suponen un gran riesgo para la población ya que sus granos de polen presentan una capacidad alergénica baja (Harris & German, 1985; Kornuták & Ostrolucká, 1992).

Sin embargo, es de destacar el caso especial de *Olea europea* L., una especie de origen mediterráneo que concentra el 30% del suelo cultivable en Andalucía, según datos de la Junta de Andalucía. Esta especie constituye la principal causa de polinosis en la región mediterránea (Trigo et al., 2008). A pesar de ello, desde hace unos años, se están introduciendo individuos de esta especie en las ciudades para decorar parques, jardines y rotondas.

4.4.3. Recomendaciones para la futura planificación de espacios verdes urbanos.

Dado que la presencia de algunos de estos ejemplares no debe eliminarse por motivos históricos y culturales, sería importante al menos no incrementar su número en los nuevos planes urbanísticos para no agravar los efectos que causan en la población.

En este sentido, se propone controlar la introducción de especies alóctonas en las áreas urbanas (Lorenzoni-Chiesura et al., 2000). Como ejemplo, *Casuarina equisetifolia* L., es una

especie de origen australiano que produce polen alergógeno, alcanzando unos niveles en el aire de la ciudad de Málaga que provocan reacción alérgica al 2,85% de la población sensible (García et al., 1997). Por otro lado, individuos del género *Ligustrum*, de origen asiático y de introducción relativamente reciente en parques y avenidas, son también responsables de casos de alergia en barrios y zonas de la ciudad donde son especialmente abundantes. Estos problemas se presentan de forma más localizada ya que la capacidad de dispersión de este tipo polínico es menor debido al mayor tamaño de los granos de polen (Cariñanos et al., 2002a).

Como recomendación, se propone un mayor incremento de la biodiversidad en los parques y jardines, tratando de reducir la influencia de especies con capacidad alergógena que tradicionalmente se han venido utilizando a lo largo del tiempo, como es el caso del plátano de sombra. Un reciente estudio ha puesto de manifiesto cómo el aumento del número de individuos de esta especie en la ciudad de Córdoba a lo largo de los últimos años ha provocado un aumento en los casos de sensibilidad a este tipo polínico (Alcázar et al. 2011).

Así mismo, estudios como el de Cariñanos & Casares-Porcel (2011) proponen una serie de estrategias encaminadas a disminuir el impacto que la flora ornamental tiene sobre los ciudadanos. Algunos ejemplos serían: utilizar ejemplares femeninos en el caso de especies dioicas, ya que éstos no producen granos de polen; adoptar unas medidas adecuadas de jardinería que disminuyan el número de flores por individuo, así como evitar las podas en época de plena floración para disminuir la liberación y resuspensión de los granos de polen a la atmósfera (Charpin et al., 2005). Por otro lado, el uso de especies entomófilas, que producen menor cantidad de polen que las especies anemófilas, podría ser otra estrategia válida a seguir (Aira et al., 2011).

5. CONCLUSIONES.

1. El estudio comparativo llevado a cabo entre los dos captadores localizados en la misma zona de muestreo (zona suroeste de la ciudad) ha puesto de manifiesto que tanto la tendencia que presentan las curvas polínicas como las medias registradas han sido similares en ambos captadores. Por tanto, las diferencias observadas en los captadores localizados en las dos zonas opuestas de la ciudad (suroeste y noreste) no se deben a la eficacia en el funcionamiento del aparato, sino a diferencias reales en el contenido de polen aerovagante en ambas zonas de estudio.
2. El estudio comparativo llevado a cabo entre los dos captadores localizados en zonas opuestas de la ciudad ha reflejado que la concentración polínica sigue una tendencia similar en ambas zonas, sin desfases acentuados en las fechas de inicio y final de las estaciones polínicas.
3. Se han observados diferencias entre los índices polínicos registrados en cada zona de estudio, en cada año, y en las concentraciones medias diarias de polen alcanzadas en ambas zonas de estudio. Estas diferencias suelen responder, en la mayoría de las ocasiones, a una distinta distribución de la vegetación en cada zona y a prácticas de manejo, especialmente en el caso de especies ornamentales.
4. El elevado grado de similitud obtenido al comparar las categorías polínicas alcanzadas con cada captador evidencia que la información proporcionada por un solo captador sería suficiente para conocer la situación del contenido de polen en el aire de la ciudad, permitiendo establecer niveles que sirven a los pacientes de alergia para tomar medidas preventivas y a los alergólogos para planificar sus tratamientos.
5. Los parámetros meteorológicos que muestran un mayor grado de correlación estadísticamente significativa en las zonas estudiadas han sido la temperatura máxima, humedad relativa y precipitación.
6. La flora ornamental urbana contribuye de manera relevante en el contenido de polen en la atmosfera. Los resultados del estudio llevado a cabo en las cuatro ciudades andaluzas han puesto de manifiesto que algunas de las especies consideradas como alergógenas son utilizadas de forma recurrente en todas las ciudades.

5. Conclusiones.

7. La forma biológica predominante de las especies ornamentales en las cuatro ciudades estudiadas es la fanerofita. La mayoría de las especies encontradas son de origen asiático y mediterráneo. También son frecuentes especies tropicales procedentes de África y Australia en Málaga y Sevilla, mientras que en Córdoba y Granada son más frecuentes las especies de origen europeo. Los requerimientos ecológicos de la flora de las ciudades estudiadas son muy similares entre sí, poniendo de manifiesto que las especies que forman parte de sus espacios verdes están bien adaptadas a las condiciones climáticas presentes en las ciudades.
8. Las diferencias en cuanto al contenido de polen de los distintos tipos polínicos estudiados en cada ciudad responden, en gran medida, a los diferentes diseños de los espacios verdes y a las especies empleadas en cada uno de ellos. Asimismo, estas diferencias pueden ser debidas a los usos de tierras de cultivo que rodean cada ciudad y a la vegetación natural de la zona.
9. No siempre se han llegado a detectar niveles de polen representativos correspondientes a especies con capacidad alergógena en las distintas ciudades de estudio debido a, por un lado, la presencia de escasos individuos dentro de la ciudad, y por otro, el carácter entomófilo de algunas especies.
10. Las recomendaciones para futuras planificaciones de espacios verdes urbanos serían un incremento de la biodiversidad para reducir la influencia de especies con capacidad alergógena que tradicionalmente se han venido utilizando a lo largo del tiempo, controlar la introducción de especies alóctonas, utilizar ejemplares femeninos en el caso de especies dioicas, adoptar unas medidas adecuadas de jardinería que disminuyan el número de flores por individuo, evitar las podas en época de plena floración para disminuir la liberación y resuspensión de los granos de polen a la atmósfera y favorecer el uso de especies entomófilas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Estatal de Meteorología. 2011. *Atlas climático Iberico: Temperatura del aire y precipitación (1971-2000)*. Madrid (Spain).
- Aguilera, F., Ruiz, L., Fornaciari, M., Romano, B., Galán, C., Oteros, J., Ben Dhiab, A., Msallem, M., Orlandi, F., 2013. Heat accumulation period in the Mediterranean region: phenological response of the olive in different climate areas (Spain, Italy and Tunisia). *International Journal of Biometeorology*. DOI 10.1007/s00484-013-0666-7.
- Aira M.J., Rodríguez-Rajo F.J., Fernández-González M., Jato V. 2011. Airborne pollen of ornamental tree species in the NW of Spain. *Environmental Monitoring and Assessment* 173:765-775.
- Alba-Sánchez F., Sabariego-Ruiz S., Díaz de la Guardia C., Nieto-Lugilde D., De Linares C. 2010. Aerobiological behaviour of six anemophilous taxa in semi-arid environments of southern Europe (Almería, SE Spain). *Journal of Arid Environments*, 74:1381-1391
- Alcázar P., Galán C, Cariñanos P., Domínguez-Vilches E. 1999a. Effects of Sampling Height and Climatic Conditions in Aerobiological Studies. *Journal of Investigational Allergology & Clinical Immunology*, 9(4):253-261.
- Alcázar P., Galán C., Cariñanos P., Domínguez-Vilches E. 1998. Vertical variation in Urticaceae airborne pollen concentration. *Aerobiologia*, 14:131-134.
- Alcázar P., Galán C., Cariñanos P., Domínguez-Vilches E. 1999b. Diurnal variations of airborne pollen at two different heights. *Journal of Investigational Allergology & Clinical Immunology*, 9(2):89-95.
- Alcázar P., Galán C., Cariñanos P., Domínguez-Vilches E. 2003. A new adhesive for airborne pollen sampling in Spain. *Aerobiologia*, 19:57-61.
- Alcázar P., García-Mozo H., Trigo M.M., Ruiz L. González-Minero F.J., Hidalgo P., Díaz de la Guardia C. Galán C. 2011. Platanus pollen season in Andalusia (southern Spain): trends and modeling. *Journal of Environmental Monitoring*, 13:2502-2510.
- Alcázar P., Stach A., Nowak M., Galán C. 2009. Comparison of airborne herb pollen types in Córdoba (Southwestern Spain) and Poznan (Western Poland). *Aerobiologia*, 25:55-63.
- Arenas L., González C., Tabarés J.M., Iglesias I, Jato V. Méndez J. 1996. Sensibilización cutánea a pólenes en pacientes afectados de rinoconjuntivitis-asma en la población de Ourense en el año 1994-95. *Proc. 1st European Symposium of Aerobiologia*, CA'96. Santiago.
- Ariatti A. & Comtois P. 1993. Louis Pasteur: The first experimental aerobiologist. *Aerobiologia*, 9: 5-14.

6. Bibliografía.

- Arobba D., Guido M.A., Minale P., Montanari C., Placereani S., Pracilio S., Troise C., Voltolini S., Corrado-Negrini A. 2000. Airbone pollen in Genoa (NW-Italy): a comparison between two pollen-sampling stations. *Aerobiología*, 16:233-243.
- Ayora, A, Bueno, M, Fernández, A, Fernández, E, Sarasola, L & Valetto, JA. 1988. *Flora ornamental de Málaga: Guía de árboles y arbustos de las calles, plazas, parques y jardines de la ciudad e itinerarios*. Arguval. Málaga (Spain).
- Barnes C., Pacheco F., Landuyt J., Hu F., Portnoy J. 2001. The effect of temperature, relative humidity and rainfall on airborne ragweed pollen concentrations. *Aerobiologia*, 17: 61–68.
- Barrios J. 1942. Estudio polínico primaveral del campo de Sanlúcar de Barrameda y sus deducciones para la clínica. *Revista clínica española*, 6: 29-33.
- Bartková-Scevková J. 2003. The influence of temperature, relative humidity and rainfall on the occurrence of pollen allergens (*Betula*, *Poaceae*, *Ambrosia artemisiifolia*) in the atmosphere of Bratislava, (Slovakia). *International Journal of Biometeorology*, 48: 1-5.
- Belmonte J. 1988. Concentración polínica de la atmósfera de Barcelona. *Orsis*, 3:67-75.
- Benninghoff, W. S. 1980. *Aerobiology: Status and Prospects. Proceedings of the 1st International Conference on Aerobiology, Munich, República Federal de Alemania, 13-15 August 1978*: 1-7. Ed. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- Bricchi E., Fornaciari M., Giannoni C., Greco F., Fascini D., Frenguelli G., Mincigrucci G., Romano B. 1992. Fluctuations of grass pollen content in the atmosphere of East Perugia and meteorological correlations. *Aerobiologia* 8: 401-406.
- Burge H.A. 1992. Monitoring for airborne allergens. *Annals of Allergy*; 69:9-18.
- Buters J., Thibaudon M., Smith M., Kennedy R., Rantio-Lehtimäki A., Albertini R., Reese G., Weber B., Galán C., Brandao R., Antunes C., Jäger S., Berger U., Celenk S., Grewling L., Jackowiak B., Sauliene I., Weichenmeier I., Pusch G., Sarioglu H., Ueffing M., Behrendt H., Prank M., Sofiev M., Cecchi L.. 2012. Release of Bet v 1 from birch pollen 1 from 5 European 2 countries. Results from the HIALINE study. *Atmospheric Environment*, 55: 496-505
- Cabezudo B., Recio M., Sánchez-Laihé J.M., Trigo M.M., Toro F.J., Polvorinos F. 1997. Atmospheric transportation of marijuana pollen from North Africa to the Southwest of Europe. *Atmospheric Environment*, 31(20): 3323-3328.
- Caeiro E., Brandão R., Carmo S., Lopes L., Morais de Almeida M., Gaspar Â., Ferraz J., Todo-Bim A., Leitão T., Nunes C. 2007. Rede Portuguesa de Aerobiologia. Resultados da monitorização do pólen atmosférico (2002-2006). *Revista Portuguesa Imunoalergologia*, 15:235-250.

- Cambon G. 1982. Caracteres du spectre pollinique de l'atmosphère de Valencia. *Actas IV Simposio Palinología*, 223-232.
- Candau J.C., Conde J., Chaparro A. 1981. Palinología en Oleaceae. Incidencia de su polen en Sevilla, clínica de su polinosis. *Botánica Macaronésica*, 8(9): 89-102.
- Candau P & Pérez, A. 2000. *La flora mayor del centro de Sevilla*. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Sevilla (Spain).
- Cariñanos P., Sánchez-Mesa J.A., Prieto J.C., López A., Guerra F., Moreno C., Domínguez-Vilches E., Galán C. 2002b. Pollen allergy related to the area of residences in the city of Córdoba, southwest Spain. *Journal of Environmental Monitoring*, 4:734-738.
- Cariñanos P., Emberlin J., Galán C., & Domínguez-Vilches E. 2000. Comparison of two pollen counting methods of slides from a Hirst type volumetric trap. *Aerobiologia*, 16:339-346.
- Cariñanos P., Alcázar P., Galán C. Domínguez-Vilches E. 2002a. Privet pollen (*Ligustrum* sp.) as potential cause of pollinosis in the city of Cordoba, southwest Spain. *Allergy*, 57:1-7.
- Cariñanos P., Galán C., Alcázar P., Domínguez-Vilches E. 2004. Airborne pollen records response to climate conditions in arids areas of Iberian Peninsula. *Environmental and Experimental Botany*, 52:11-22.
- Cariñanos P., Galán C., Alcázar P., Domínguez-Vilches E. 2007. Analysis of the solid particulate matter suspended in air of Córdoba, southwest Spain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 14:159-000.
- Cariñanos P. & Casares-Porcel M. 2011. Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and Urban Planning*, 101: 205–214.
- Carracedo E., Sanchez, C., Taracido, M., Saez, M., Jato, V., Figueiras, A. 2008. Effect of short-term exposure to air pollution and pollen on medical emergency calls: A case-crossover study in Spain. *Allergy*, 63(3), 347–353.
- CEBAC. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto (Cortijo de Cuarto Sevilla). 1971. *Estudio Agrobiológico de la provincia de Córdoba*. Madrid (Spain).
- Cecchi L., TorrigianI-Malaspina T., Albertini R., Zanca M., Ridolo E., Usberti I., Morabito M., Dall'Aglio P., Orlandini S. 2007. The contribution of long-distance transport to the presence of *Ambrosia* pollen in central northern Italy. *Aerobiologia*, 23: 145–151
- Chakraborty P., Gupta-Bhattacharya S., Chowdhury I., Majumdar M.R., Chanda S. 2001. Differences in concentrations of allergenic pollens and spores at different heights on an

6. Bibliografía.

- agricultural farm in West Bengal, India. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 8:123–130.
- Chanda, S. 1991. Presidential address: Aerobiology-Science in progress. *Grana*, 30: 5-8.
- Charpin D., Calleja M., Lahoz C., Pichot C. Waisel Y. 2005. Allergy to cypress pollen. *Allergy* 60:293–301
- Chiesura A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*. 68:129-138.
- Chuine I. 2000. A unified model for budburst of trees. *Journal of Theoretical Biology*, 207: 337-347.
- Clot B. 1998. Forecast of the Poaceae pollination in Zurich and Basle (Switzerland). *Aerobiologia*, 14: 267-268.
- Corden J.M., Stach A., Millington W.M. 2002. A comparison of *Betula* pollen season at tow European sites; Derby, United Kingdom and Poznan, Polan (1995-1999). *Aerobiologia*, 18:45-53.
- Craufurd P.Q. & Qi A. 2001. Photothermal adaptation of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108: 199-211.
- D'Amato G. & Liccardi G. 1994. Pollen related allergy in the European Mediterráanean area. *Clinical and Experimental Allergy*, 24:210-219.
- D'Amato G., Liccardi G., Frenguelli G. 2007. Thunderstorm-asthma and pollen allergy. *Allergy*, 62: 11-16.
- De Linares C., D. Nieto-Lugilde, F. Alba, C. Díaz de la Guardia, C. Galán, M.M. Trigo. 2007. Detection of airborne allergen (Ole e 1) in relation to *Olea europaea* pollen in Spain. *Clinical and Experimental Allergy*, 37:125-132.
- De Linares C., Díaz de la Guardia, C., Nieto-Lugilde, D., Alba, F., 2010. Airborne study of grass allergen (Lol p 1) in different-sized particles. *International Archives of Allergy and Immunology*, 152(1): 49-57.
- De Linares C., Díaz, J., García, R., Tobías, A. 2005. Enfermedades respiratorias en población infantil y su relación con los factores ambientales. *Revista de Salud Ambiental*, 5(1), 42.
- De Linares C., Nieto-Lugilde, D., Alba F., Díaz de la Guardia C., Galán C., Trigo M.M. 2007. Detection of airborne allergen (Ole e 1) in relation to *Olea Europaea* pollen in S Spain. *Clinical and Experimental Allergy*, 37:125-132.
- Díaz de la Guardia C & Blanca, G. 1994. *Flora ornamental de Granada: Polen e incidencia en las alergias*. Monográficas Tierras del Sur. Universidad de Granada. Granada (Spain).

- Díaz de la Guardia C., Alba F., Girón F., Sabariego S. 1998. An aerobiological study of Urticaceae pollen in the city of Granada (S. Spain): correlation with meteorological parameters. *Grana*, 37: 298-304.
- Díaz de la Guardia C., Alba F., Trigo M.M., Galán C., Ruíz L., Sabariego S. 2003. Aerobiological analysis of *Olea europea* L. pollen in different localities of southern Spain. *Grana*, 42:234-243.
- Díaz de la Guardia C., Galán C., Domínguez-Vilches E., Alba F., Ruiz F., Sabariego S., Recio M., Fernández-González D., Méndez J., Vendrell M., Gutiérrez M. 1999. Variations in the main pollen season of *Olea europaea* L. at selected sites in the Iberian Peninsula. *Polen*, 10: 103-113.
- Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología. 2001. *Guía resumida del clima en España 1971-2000*. Centro de Publicaciones: Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. Madrid (Spain).
- Domínguez-Bascón P. 2002. *Clima regional y microclimas urbanos en la provincia de Córdoba*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba (Spain).
- Domínguez-Vilches E. 1982. *Comarcalización de Andalucía Occidental*. En Galiano E., Valdés B., Flora de Andalucía Occidental. Informe ICONA. Sevilla (Spain).
- Domínguez-Vilches E., Infante F., Galán C., Guerra F., Villamandos F. 1993. Variations in the concentrations of airborne *Olea* pollen and associated pollinosis in Córdoba (Spain). A study of the 10-year period 1982-1991. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology* 3(3): 121-129.
- Domínguez-Vilches E., Ubera J., Galán C. 1984. *Polen alergógeno de Córdoba*. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, Spain. Córdoba (Spain).
- Dopazo, A., Aira, M. J., Armisen, M., Vidal, C. 2002. Relationship of clinical and aerobiological pollen data in the north-west of Spain. *Allergologie et Immunopathologie*, 30(2), 74-78.
- El-Ghazaly G., El-Ghazaly P.K., Larsson K.A., Nilsson S. 1993. Comparison airborne pollen grains in Huddinge and Stockholm, Sweden. *Aerobiologia*, 9:53-67.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, R., Werner, W., Paulissen, D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (2nd ed.). *Scripta Geobotanica*, 18: 1-258.
- Elvira, B., Moreno, S., Moreno, J. M., Vergara, N., García, J. J., Jiménez, A. 2005. Aerobiología y diseño del paisaje urbano: Una herramienta de salud. *Revista de Salud Ambiental*, 5(1), 7-8.
- Emberlin J., Jones S., Bailey J., Caulton E., Corden J., Dubbels S., Evans J., Mcdonagh N., Millington W., Mullins J., Russel R., Spencer T. 1994. Variation in the start of the grass pollen seasons at selected sites in the United Kingdom 1987-1992. *Grana*, 33: 94-99.

6. Bibliografía.

- Emberlin J.C., Norris-Hill J., Bryant R.H. 1990. A calendar for tree pollen in London. *Grana* 29: 301-309.
- Erdtman, G. 1943. *An Introduction to Pollen Analysis*. (A new series of plant science books, vol. 12). Waltham, Mass.: Chronica Botany Company. pp. 239. 2nd edn (1992) edited by Siwert Nilsson and Joseph Praglowski. Copenhagen (Denmark), Munksgaard ISBN 87-16-10846-9.
- Esquivias J.A., Arenas-González R., Castelló-Losada V., González-Arenas J., Mulero-Mendigorri A. 1994. *Córdoba Natural: espacios protegidos de la provincia*. Obra Cultural de la Caja Provincial de Ahorros de Córdoba. Córdoba (Spain).
- Eversmeyer M.G. & Kramer C.L. 1987. Single versus multiple sampler comparisons. *Grana*, 26:109-112.
- Faegri K. & Iversen J. 1950. *Text-book of modern pollen analysis*. Ejnar Musksgaard. Copenhagen (Denmark). 168pp.
- Fernández D., Suárez M., Díaz T., Valencia R.M. 1993. Airborne pollen and spores of León (Spain). *International Journal of Biometeorology*. 37 89-95.
- Fernández-Rivas, M., Benito, C., González-Mancebo, E., Durana, D. A. 2008. Allergies to fruits and vegetables. *Pediatric Allergy and Immunology*, 19(8), 675– 681.
- Fernández-Rodríguez, S., Skjøth, C. A., Tormo-Molina, R., Brandao, R., Caeiro, E., Silva-Palacios, I., Gonzalo-Garijo, A., Smith, M. 2013. Identification of potential sources of airborne Olea pollen in the Southwest Iberian Peninsula. *International Journal of Biometeorology*, 1-12.
- Fornaciari M., Bricchi E., Frenguelli G., Romano B. 1996. The results of 2-years pollen monitoring of an urban network in Perugia, Central Italy. *Aerobiologia*, 12:219-227.
- Fornaciari M., Bricchi E., Greco F., Fascinni D., Giannoni C., Frenguelli G., Romano B. 1992. Daily variations of Urticaceae pollen count and influence of meteorological parameters in East Perugia during 1989. *Aerobiologia* 8(3): 407-413.
- Fornaciari M., Galán C., Mediavilla A., Domínguez E., Romano B. 2000. Aeropalynological and phenological study in two different olive Mediterranean areas. *Plant Biosystems*, 134(2):199-204.
- Frank E., Leonhart L., Geissler W., Jäger S. 1991. Allergenic significance of *Rumex* pollen. In D'Amato et al. (ed.). *Allergenic pollen and polinosis in Europe*, 119-120. Oxford.
- Frenguelli G. & Bricchi E. 1998. The use of the phenol-climatic model for forecasting the pollination of some arboreal taxa. *Aerobiologia* 14: 39-44.
- Frenz D.A. 2000. Interpreting atmospheric pollen counts for use in clinical allergy: spatial variability. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 84:481-491.

- Frenz D.A., Melcher S.E. Murray L.W., Sand R.E. 1997. A comparison to total pollen counts obtained 5.6 km apart. *Aerobiologia* 13: 205-208.
- Galán C. & Domínguez-Vilches E. 1997. The capture media in aerobiological sampling. *Aerobiologia*, 13:155-160.
- Galán C., Alcázar P., Cariñanos P., García-Mozo H., Domínguez-Vilches E. 2000. Meteorological factors affecting daily urticaceae pollen count in southwest Spain. *International Journal of Biometeorology*, 43: 191-195.
- Galán C., Alcázar P., Domínguez-Vilches E., Villamandos F., Infante F. 1995. Airborne pollen grain concentrations at two different heights. *Aerobiologia*, 11:105-109.
- Galán C., Antunes C., Brandao R., Torres C., Garcia-Mozo H., Caeiro E., Ferro F., Prank M., Sofiev M., Albertini R., Berger U., Cecchi L., Celenk S., Grewling L., Jackowiak B., Jager S., Kennedy R., Rantio-Lehtimaki A., Reese G., Sauliene I., Smith M., Thibaudon M., Weber B., Weichenmeier, Pusch G., Buters J.T.M, on behalf of the HIALINE working group. 2013. Airborne olive pollen counts are not representative of exposure to the major olive allergen Ole e 1. *Allergy*, in press, DOI: 10.1111/all.12144
- Galán C., Cariñanos P., Alcázar P., Domínguez-Vilches E., 2007. *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba. Córdoba (Spain).
- Galán C., Cariñanos P., García-Mozo H., Alcázar P., Domínguez-Vilches E. 2001a. Model for forecasting *Olea europaea* L. airborne pollen in South-West Andalucía, Spain. *International Journal of Biometeorology*, 45: 59-63.
- Galán C., Cuevas J., Infante F., Domínguez-Vilches E. 1989. Seasonal and diurnal variation of pollen from Gramineae in the atmosphere of Córdoba (Spain). *Allergologie et Immunopathologie*, 17(5): 245-249.
- Galán C., Fuillerat M.J., Comtois P., Domínguez-Vilches E. 1998. Bioclimatic factors affecting daily *Cupressaceae* flowering in southwest Spain. *International Journal of Biometeorology*, 41: 95-100.
- Galán C., García-Mozo H., Cariñanos P., Alcázar P., Domínguez-Vilches E. 2001b. The role of temperature in the onset of *Olea europea* L. pollen season in southwestern Spain. *International Journal of Biometeorology*, 45: 8-12.
- Galán C., García-Mozo H., Vázquez L., Ruiz L., Diaz de la Guardia C., Trigo M.M. 2005. Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia

6. Bibliografía.

- and the effect of the expected future climate change. *International Journal of Biometeorology*, 49: 184-188.
- Galán C., Tormo R., Cuevas J., Infante F., Domínguez-Vilches E. 1991. Theoretical daily variation patterns of airborne pollen in the south west of Spain. *Grana*, 30: 201-209.
- García J.J., Trigo M.M., Cabezudo B., Redo M., Vega J.M., Barber D., Carmotia M.J., Cervera J.A., Toro F.J., Miranda A. 1997. Pollinosis due to Australian pine (*Casuarina*): an aerobiologic and clinical study in southern Spain. *Allergy*, 52:11-17.
- García-Mozo H., Galán C., Aira M.J., Belmonte J., Díaz de la Guardia C., Fernández D., Gutiérrez A.M., Rodríguez-Rajo F.J., Trigo M.M. 2002. Modelling the start of oak pollen season in different climatic zones in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 110: 247-257.
- García-Mozo H., Galán C., Belmonte J., Bermejo D., Candau P., Díaz de la Guardia C., Elvira B., Gutiérrez M., Jato V., Silva I., Trigo M.M., Valencia R. 2009. Predicting the start and peak dates of the Poaceae pollen season in Spain using process-based models. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149:256–262.
- García-Mozo H., Galán C., Belmonte J., Bermejo D., Díaz de la Guardia C., Elvira B., Gutiérrez M., Jato V., Rodríguez-Rajo J., Ruiz L., Trigo M.M., Tormo R., Valencia R., Chuine I. 2008. Regional phenological models to forecast the start and peak of *Quercus* pollen season in Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148: 372-380.
- García-Mozo H., Galán C., Vazquez L. 2006. The reliability of geostatistic interpolation in olive field phenology. *Aerobiologia*, 22:97-108.
- García-Mozo H., Gómez-Casero M.T., Domínguez-Vilches E., Galán C. 2007. Influence of pollen emission and weather-related factors on variations in holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acorn production. *Environmental and Experimental Botany* 61 (2007) 35–40.
- Gómez-Casero M.T., Galán C., Domínguez-Vilches E. 2007. Flowering phenology of Mediterranean *Quercus* species in different locations (Córdoba, SW Iberian Peninsula). *Acta Botanica Malacitana*, 32:127-146.
- González-Parrado Z., Valencia-Barrera R.M., Fuertes-Rodríguez C., & Vega-Maray A.M., Pérez-Romero R., Fraile R., Fernández-González D. 2009. Alternative statistical methods for interpreting airborne Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner) pollen concentrations. *International Journal of Biometeorology*, 53:1–9.
- Gonzalo-Garijo M.A., Tormo-Molina R., Muñoz-Rodríguez A.F., Silva-Palacios I. 2006. Differences in the spatial distribution of airborne pollen concentrations at different urban locations within a city. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 16:37-43.

- Gottardini E. & Cristofolini F. 1997. Spring airborne pollen data in two sites in Trentino (Northern Italy): a comparison with meteorological data. *Aerobiologia*, 13:199-204.
- Gregory P. H. 1973. *The Microbiology of the Atmosphere*. Ed. Leonard Hill. Plymouth (U.K.).
- Guerra F., Daza J.C., Miguel M., Moreno C., Galán C., Domínguez-Vilches E., Sanchez-Guijo P. 1996. Sensitivity to *Cupressus*, allergenic significance in Córdoba (Spain). *Journal of Investigational Allergology & Clinical Immunology*, VI(2):117-120.
- Harris M.C. & German D.F. 1985. The incidence of pine pollen reactivity in an allergic atopic population. *Annals of Allergy*, 55:678-679.
- Heide O.M. 1993. Daylength and thermal responses of budburst during dormancy release in some northern deciduous trees. *American Journal of Public Health*, 88: 1319-1324.
- Helbig N., Vogel B., Vogel H., Fiedler F. 2004. Numerical modelling of pollen dispersion on the regional scale. *Aerobiologia*, 3: 3-19.
- Hernández-Bermejo J.E., Jiménez-López C., Jiménez-Ramírez A., Martín-Consuegra E.M.; Porrás-Castillo I. 2000. *Los jardines de la provincia de Córdoba*. Estudios de Medio Ambiente Provincial (3). Diputación de Córdoba. Córdoba (Spain).
- Hernández-Ceballos M.A., García-Mozo H., Adame J.A., Domínguez E., de la Morena B.A., Bolívar J.P., Galán C. 2011a. Synoptic and meteorological characterisation of olive pollen transport in Córdoba province (south-western Spain). *International Journal of Biometeorology*, 55:17-34.
- Hernández-Ceballos M.A., García-Mozo H., Adame J.A., Domínguez-Vilches E., Bolívar J.P., De la Morena B.A., Pérez-Badía R., Galán C. 2011b. Determination of potential sources of *Quercus* airborne pollen in Córdoba city (southern Spain) using back-trajectory analysis. *Aerobiologia*, 27:261-276.
- Hidalgo P.J., Galán C., Domínguez-Vilches E. 2003. Male phenology of the genus *Cupressus*: correlation with airborne pollen. *Trees Structure and Function*, 17:336-344.
- Hirst J.M. 1952. An automatic volumetric spore-trap. *Annals of Applied Biology*, 36:257-265.
- Hirst J.M. 1994. Aerobiology at Rothamsted. *Grana*, 33:66-70.
- Huang J.Z., Shrestha A., Tollenaar M., Deen W., Rajcan I., Rahimian H., Swanton C.J. 2000. Effect of temperature and photoperiod on the phenological development of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). *Fields Crops Research*, 70:75-86.
- Iglesias I., Jato V., Isco J. 1988. Contenido polínico de la atmósfera de Ourense. Primeros resultados. *Anales de la Asociación de Palinología de Lengua Española*, 4: 54-63.
- Irdi G.A., Jones J.R., White C.M. 2001. Pollen and fungal spore sampling and analysis. Statistical evaluations. *Grana*, 41:44-47.

6. Bibliografía.

- Izco J., Barreno E., Brugués M., Costa M., Devesa J.A., Fernández F., Gallardo T., Llimona X., Prada C., Talavera S., Valdés B. 2004. Botánica (2ª edición). MCGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.
- Jäger S. & Mandrioli P., eds. (1991). Airborne grass pollen distribution in Europe. 1991. *Aerobiologia*, 7(1/1): 1-36.
- Jäger S. & Mandrioli P., eds. (1992). Airborne grass pollen distribution in Europe. 1992. *Aerobiologia*, 8(2/1): 3-39.
- Jäger S. 1988. EANS- European Aeroallergen Network Server. *Aerobiologia*, 4: 16-19.
- Jäger S., Nilsson S., Berggren B., Pessi A.M., Helander M., Ramfjord H. 1996. Trends of some airborne tree pollen in the Nordic countries and Austria, 1980-1993. A comparison between Stockholm, Trondheim, Turku and Viena. *Grana*, 35:171-178.
- Jato V., Dopazo A., Aira M.J. 2002. Influence of precipitation and temperature on airborne pollen in Santiago de Compostela (Spain). *Grana*, 44: 232-241.
- Jato V., Rodríguez-Rajo J., Alcázar P., De Nuntii P., Galán C., Mandrioli P. 2006. May the definition of pollen season influence aerobiological results? *Aerobiologia*, 22:13-25.
- Jim C.Y., Chen W.Y. 2008. Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China). *Journal of Environmental Management*, 88, 665-676
- Jiménez-Díaz C. 1932. *El asma y otras enfermedades alérgicas*. Ed. España.
- Jong N.W. Vermeulen A.M., Gerth Van Wijk R., Groot H.De. 1998. Occupational allergy caused by flowers. *Allergy*, 53(2):204-209.
- Kasprzyk I. 2004. Airborne pollen of entomophilous plants and spores of pteridophytes in Rzezów and its environs (SE Poland). *Aerobiologia*, 20:217-222.
- Keijzer C.J. 1987. The processes of anther dehiscence and pollen dispersal I. The opening mechanism of longitudinally dehiscing anthers. *New Phytologist*, 105: 487-498.
- Keijzer C.J., Leferink-Ten Klooster H.B., Reinders M.C. 1996. The Mechanics of the Grass Flower: Anther Dehiscence and Pollen Shedding in Maize. *Annals of Botany*, 78: 15-21.
- Keynan N., Waisel Y., Shomer A., Tamir R. 1989. Forecasting pollen pollution: correlation with floral development. *Annals of Allergy*, 63:417-420.
- Kornuták A. & Ostrolucká M.G. 1992. Serological properties of the pollen proteins in some *Quercus* species. *Biologia* (Bratislava) 47 (4): 281-285.
- Latorre F. 1999. Differences between airborne pollen and flowering phenology of urban trees with reference to production, dispersal and interannual climate variability. *Aerobiologia*, 15:131-141.

- Lavaud F., Jonvel A.C., Fontaine F.J., Sabouraud D. Lebargy F. 2006. Les pollinoses de proximité ne sont-elles que des cas cliniques? Revue de la littérature à propos de cinq observations Pollinosis of proximity: Review of the literature and report of five cases. *Revue française d'allergologie et d'immunologie Clinique*, 47: 51–56.
- León-Ruiz E., Alcázar P., Domínguez-Vilches E., Galán C. 2011. Study of Poaceae phenology in a Mediterranean climate. Which species contribute most to airborne pollen counts? *Aerobiologia* 27:37-50.
- Leuschner R.M. & Boehm G. 1981. Pollen and inorganic particles in the air for climatically very places in Switzerland. *Grana*, 20:161-167.
- Lorenzoni-Chiesura F., Giorato M., Marcer G. 2000. Allergy to pollen of urban cultivated plants. *Aerobiologia*, 16: 313-316.
- Mandrioli P., Negrini M.G., Scarani C., Tampieri F., Trombetti F. 1980. Mesoscale transport of *Corylus* pollen grains in winter atmosphere. *Grana*, 19: 227-233.
- Martín-Consuegra E. & Uberta JL. 1996. Palynology of the Historical Period at the Madinat al-Zahra Archaeological Site, Spain. *Journal of Archaeological Science*, 23, 249–261.
- Mas-Candela J. & Salmerón de Diego J. 1991. *Setos y cerramientos ornamentales. Hojas divulgativas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid (Spain).
- Matsouka, R. H., & Kaplan, R. (2008). People needs in the urban landscape: analysis of landscape and urban planning contributions. *Landscape and Urban Planning*, 84, 7–19.
- McDonal M.S., O'Driscoll B.J. 1980. Aerobiological studies based in Galway. A comparison of pollen and spore count over two seasons of widely differing weather conditions. *Clinical Allergy*, 10:211-215.
- Méndez J., Comtois P., Iglesias I. 2005. *Betula* pollen: One of the most important aeroallergens in Ourense, Spain. Aerobiological studies from 1993 to 2000. *Aerobiologia*, 21:115–123.
- Moreno S.J., Angosto M., Elvira B., Bayo J., Moreno J., Moreno Clavel J. 2000. Effects of meteorological parameters and plant distribution on *Chenopodiaceae-Amaranthaceae*, *Quercus*, and *Olea* Airborne pollen concentrations in the atmosphere of Cartagena (Spain). *Aerobiologia* 16: 17-20.
- Muñoz F., Delgado J., Palma J.L., Giménez M.J., Monteseirin F.J., Conde L. 1995. Airborne contact urticaria due to mulberry (*Morus alba*) pollen. *Contact-Dermatitis*, 32(1):61.
- Nathan R., Sapir N., Trakhtenbrot A., Katul G.G., Bohrer G., Otte M., Avissar R., Soons M.B., Horn H.S., Wikelski M., Levin S.A. 2005. Long-distance biological transport processes through the air: can nature's complexity be unfolded in silico? *Diversity and Distributions*, 11: 131-137.

6. Bibliografía.

- Navarro A.M., Orta J.C., Sánchez M.C., Delgado J., Barber D., Lombardero M. 1997. Primary sensitización to *Morus alba*. *Allergy*, 52(11): 1144-1145.
- Nilsson S. 1991. Preface. *Grana*, 30: 1-4.
- Oteros J. García-Mozo, C. Hervás-Martínez & C. Galán. 2012. Year clustering analysis for modelling olive flowering phenology. *International Journal of Biometeorology*. DOI 10.1007/s00484-012-0581-3.
- Oteros J., Galán C., Alcázar P., Domínguez-Vilches E. 2013a. Quality control in bio-monitoring networks, Spanish Aerobiology Network. *Science of the total environment*, 443: 559–565.
- Oteros J., García-Mozo, H., Hervás, C., Galán, C., 2013b. Biometeorological and autoregressive indices for predicting olive pollen intensity. *International Journal of Biometeorology*. 57, 307-316.
- Páez de la Cadena F. 1982. *Historia de los estilos en jardinería*. Ediciones Istmo, Madrid (Spain).
- Pathirane L. 1975. Aerobiological literatura in scientific periodicals. *Grana*, 15: 145-147.
- Pedersen B & Moseholm L. 1993. Precision of the daily pollen count. Identifying sources of variation using variance component models. *Aerobiologia*, 9:15-26.
- Pérez C.F., Gassmann M.I., Covi M. 2009. An evaluation of the airborne pollen–precipitation relationship with the superposed epoch method. *Aerobiologia*, 25:313–320.
- Pettyjonh M.E. & Levetin E. 1997. A comparative biochemical study of conifer pollen allergens. *Aerobiologia*, 13:259-267.
- Pignatti S. 2005. Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. *Braun-Blanquetia*. 39, 1–97.
- Pla Dalmau J. M. 1958. Nueva técnica para la valoración del polvo atmosférico especialmente útil en valoración palinológica. *Pharmacia Mediterránea*, 2: 201-216.
- Prieto MT, Rodríguez-Sevilla, P, Tesón-Martín, C & Moreno-Durán, MD. 1992. *Imago Arborum: Árboles y arbustos de Sevilla a través de la imagen*. Diputación de Sevilla.
- Ramón-Laca L. 2003. The introduction of cultivated citrus to Europe via Northern Africa and the Iberian Peninsula. *Economic Botany*, 57, 502-514.
- Raunkiær C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press. Osford (U.K.)
- Raynor G.S., Eugene B.S., Ogden E.C., Hayes J.V. 1975. Spatial variability in airborne pollen concentrations. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 55(3): 195-202.

- Recio M., Cabezudo B., Trigo M.M., Toro J. 1996. *Olea europaea* pollen in the atmosphere of Málaga (Spain) and its relationship with meteorological parameters. *Grana* 35: 308-313.
- Recio M., Docampo S., García-Sánchez J., Trigo M.M., Melgar M, Cabezudo B. 2010. Influence of temperature, rainfall and wind trends on grass pollination in Malaga (western Mediterranean coast). *Agricultural and Forest Meteorology*, 150: 931–940.
- Recio M., Rodríguez-Rajo F.J., Jato V., Trigo M.M., Cabezudo B. 2009. The effect of recent climatic trends on Urticaceae pollination in two bioclimatically different areas in the Iberian Peninsula: Malaga and Vigo. *Climatic Change*, 97: 215–228.
- Recio M., Trigo M.M., Docampo S., Cabezudo B. 2002. Estudio del ritmo intradiario del polen total en la atmósfera de Málaga durante los años 1992-1997. *Rea* 7: 17-22.
- Reyes C., González-Parrado Z., Vega-Maray A.M., Valencia-Barrera R.M., Fernández-González D. 2007. Effect of air temperature on forecasting the start of cupressaceae pollen type in Ponferrada (León, Spain). *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 14: 237-242.
- Ribeiro H., Oliveira M., Ribeiro N., Cruz A., Ferreira A., Machado H., Reis A., Abreu I. 2009. Pollen allergenic potential nature of some trees species: A multidisciplinary approach using aerobiological, immunochemical and hospital admissions data. *Environmental Research*, 109: 328-333
- Rivas-Martínez S & Rivas-Sáenz S. 1996-2009. *Sistema de clasificación bioclimática mundial*. Centro de investigaciones fitosociológicas, España. <http://www.ucm.es/info/cif>.
- Rivas-Martínez S., Díaz T.E., Fernández-Gonzalez F., Izco J., Loidi J., Lousa M., Penas A. 2002. Vascular plants communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I. *Itinera Geobotanica*, 15(1): 5-432.
- Rizzi-Longo L., Pizzulin-Sauli M., Ganis P. 2004. Aerobiology of Urticaceae pollen in Trieste (NE Italy). *Aerobiologia*, 20: 53–61.
- Rodríguez-Rajo F.J., Jato V., Aira M.J., 2003. Pollen contents in the atmosphere of Lugo (NW Spain) with reference to meteorological factors (1999-2001). *Aerobiologia* 19: 213-225.
- Ruggles F. 2008. *Islamic Gardens and Landscapes*. University of Pennsylvania. EE.UU.
- Sabariego S., Gutiérrez, M., Cervigón, P., Díez, A. 2005. Importancia ambiental del polen de *Platanus* en la Comunidad de Madrid. *Revista de Salud Ambiental*, 5(1): 41.
- Sáenz C. & Gutiérrez M. 1983. El contenido polínico de la atmósfera de Madrid. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 39:433-463.

6. Bibliografía.

- Sánchez de Lorenzo J.M. 2000-2010. *Flora ornamental española*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Ediciones Mundi-Prensa Madrid-Barcelona-México. Asociación Española de Parques y Jardines. Spain.
- Sánchez-Mesa J. A., Brandão R., López L., Galán C. 2005b. Correlation between pollen counts and symptoms in two different areas of the Iberian peninsula: Cordoba (Spain) and Évora (Portugal). *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 15:112-116.
- Sánchez-Mesa J. A., Serrano P., Cariñanos P., Prieto Baena J. C., Moreno C., Guerra F., Galán C. 2005a. Pollen allergy in Cordoba city: frequency of sensitization and relation with antihistamine sales. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 15(1): 50-56.
- Sánchez-Mesa J.A., Smith M., Emberlin J., Allit U., Caulton E., Galán C. 2003. Characteristics of grass pollen seasons in areas of southern Spain and the United Kingdom. *Aerobiologia*, 19: 243-250
- Schubert H., Prater E., Diener C. 1990. Pollinosis in *Chrysanthemum* growers. *Zeitschrift fur die Gesamte Hygiene und Ihre Grenzgebiete*, 36(3):162-163.
- Seoane-Camba J.A. & Suárez-Cervera M., 1986. On the ontogeny of the oncus in the pollen grain of *Parietaria officinalis* ssp. *judaica* (Urticaceae). *Canadian Journal of Botany*, 64: 3155-3167.
- Šikoparija B., Pejak-Šikoparija T., Radišić P., Smith M., Galán C. 2011. The effect of changes to the method of estimating the pollen count from aerobiological samples. *Journal of Environmental Monitoring*, 13:384-390.
- Silva-Palacios I., Tormo-Molina R., Muñoz-Rodríguez A.F. 2000. Influence of wind direction on pollen concentrations in the atmosphere. *International Journal of Biometeorology*, 44: 128-133.
- Skjøth C. A., Ørby, P. V., Becker, T., Geels, C., Schläunsen, V., Sigsgaard, T., Bønløkke, J. H. , Sommer, J., Søgaard, P., Hertel, O. 2012. Identifying urban sources as cause to elevated grass pollen concentrations using GIS and remote sensing. *Biogeosciences Discussions*, 9(10), 14217-14253.
- Spiekma F.Th.M. & Nikkels A.H. 1998. Airborne grass pollen in Leiden, The Netherlands: annual variations and trends in quantities and season start over 26 years. *Aerobiologia* 14: 347-358.
- Staffolani L. & Hruska K. 2008. Urban allergophytes of central Italy. *Aerobiología* 24: 77-87.
- Staffolani L., Velasco-Jiménez M.J., Galán C., Hruska K. 2011. Allergenicity of the ornamental urban flora: ecological and aerobiological analyses in Córdoba (Spain) and Ascoli Piceno (Italy). *Aerobiología*, 27:239-246.

- Suárez-Cervera M. & Seoane-Camba J.A. 1983. Estudio del contenido polínico de la atmósfera de Barcelona según el nuevo método de filtración. *Collectanea Botanica*, 14:587-615.
- Subiza E. 1980. Incidencia de granos de pólenes en la atmósfera de Madrid. Método volumétrico. *Allergologia et Immunopathologia*, 7:261-270.
- Surinyach R., Montserrat P., Font R. 1956. Epidemiología de la polinosis en Barcelona. *Anales de Medicina*, 36-62.
- Tormo R., Maya-Manzano J.M., Fernández-Rodríguez S., Gonzalo-Garijo A., Silva-Palacios S. 2013. Influence of environmental factors on measurements with Hirst spore traps. *Grana*, 52: 59-70.
- Tormo R., Silva-Palacios I., Muñoz-Rodríguez A. Tavira-Muñoz J., Moreno-Corchero A. 2001. Environmental factors affecting airborne pollen concentration in anemophilous species of *Plantago*. *Annals of Botany*, 87:1-8.
- Torrecillas M., García-González J.J., Palomeque M.T., Muñoz C., Barcelo J.M., Fuente J.L., De Vega-Chicote J.M., Miranda A. 1998. Prevalencia de sensibilizaciones en pacientes con polinosis de la provincia de Málaga. *Revista Española de Alergología e Inmunología Clínica* 13(2):122-125.
- Trigo M M, Blázquez, J, Fernández, A & Almeda, LF. 1996. *Los Jardines de Málaga*. Junta de Andalucía, Consejería de Educación y Ciencia. Delegación Provincial de Málaga. Málaga (Spain).
- Trigo M.M., Jato V., Fernández D., Galán C. 2008. *Atlas aeropalinológico de España*. Secretariado de Publicaciones. Universidad de León. León (Spain).
- Trigo M.M., Toro F.J., Recio M., Cabezudo B. 2000. A statistical approach to comparing the results from different aerobiological stations. *Grana*, 39: 252-258.
- Valdés B., Díaz M.J., Fernández I. 1987a. *Atlas polínico de Andalucía occidental*. Instituto de desarrollo regional nº 43. Universidad de Sevilla. Diputación de Cádiz. Sevilla (Spain).
- Valdés B., Talavera S., Fernández-Galiano E. 1987b. *Flora vascular de Andalucía occidental* (Volumen I-II-III). Ketres editora S.A. Barcelona (Spain).
- Valle F. 2003. *Mapa de series de vegetación de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla (Spain).
- Vázquez L.M., Galán C., Domínguez-Vilches E. 2003. Influence of meteorological parameters on *Olea* pollen concentrations in Córdoba (South-western Spain). *International Journal of Biometeorology* 48: 83-90.

6. Bibliografía.

- Vega-Maray A.M., Valencia-Barrera R.M., Fernández-González D., Fraile R. 2003. Urticaceae pollen concentration in the atmosphere of North Western Spain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicina*, 10, 249–255.
- Velasco-Jiménez M.J., Alcázar P., Domínguez-Vilches E., Galán C. 2013. Comparative study of airborne pollen counts located in different areas of the city of Córdoba (south-western Spain). *Aerobiología*, 29:113-120.
- Vieitez E. 1945. Polen y clima en Santiago de Compostela. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 6:112-124.
- Wania A., Bruse M., Blond N., Weber C. 2012. Analysing the influence of different street vegetation on traffic-induced particle dispersion using microscale simulations. *Journal of Environmental Management*, 94: 91-101.
- Wielgolaski F.E. 1999. Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *International Journal of Biometeorology*, 42:158-168.
- Wodehouse R.P. 1926. Morphology of pollen grains in relation to plant classification. New York. *Botanical Garden Journal.*, 27:145-154.
- Wolff-Eisner A. 1906. *Das Heufieber Sein Wesen und Seine Behandlung*. Munchen: Lehmano.
- Yu X.S., Ekramoddonllah A.K.M. Misra S. 2000. Characterization of Pin-M-III cDNA in Western White-Pine. *Tree physiology*, 20(10): 663-671.

