

**UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**



***ESTUDIO AEROBIOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA
PROVINCIA DE GRANADA (MOTRIL): EVOLUCIÓN DE LAS
CONCENTRACIONES DE POLEN Y ESPORAS***

TESIS DOCTORAL

DIEGO NIETO LUGILDE

Granada, 2008

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Diego Nieto Lugilde
D.L.: GR. 2590-2008
ISBN: 978-84-691-7894-2

UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

***ESTUDIO AEROBIOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA
PROVINCIA DE GRANADA (MOTRIL): EVOLUCIÓN DE LAS
CONCENTRACIONES DE POLEN Y ESPORAS***

Memoria para optar al grado de
Doctor en Biología por
Diego Nieto Lugilde

DIRECTORAS

**Dra. Consuelo Díaz de la Guardia
Guerrero**

Dra. Francisca Alba Sánchez

Granada, 2008

A toda mi familia,
en especial a mis Padres

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. AEROBIOLOGÍA.....	3
1.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y DEFINICIÓN.....	3
1.1.1.1. La Aerobiología en el Siglo XX-XXI.....	4
1.1.1.2. La Aerobiología en España y las redes de muestreo aerobiológico.....	5
1.1.1.3. Aeropalinología y Aeromicología.....	6
1.1.2. AEROBIOLOGÍA DE ZONAS COSTERAS.....	7
1.2. FUNDAMENTOS DE LA AEROBIOLOGÍA.....	8
1.2.1. LAS PARTÍCULAS AEROVAGANTES.....	8
1.2.1.1. Los granos de polen.....	8
1.2.1.2. Las esporas de hongos.....	16
1.2.2. LOS PROCESOS AEROBIOLÓGICOS.....	20
1.2.2.1. Fuente emisora.....	21
1.2.2.2. Liberación.....	22
1.2.2.3. Aerotransporte y dispersión.....	23
1.2.2.4. Sedimentación e impactación.....	24
1.2.2.5. Resuspensión.....	24
1.2.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONTENIDO DE LAS PARTÍCULAS BIOLÓGICAS EN EL AIRE.....	24
1.2.3.1. Temperatura.....	25
1.2.3.2. Precipitación.....	25
1.2.3.3. Viento.....	26
1.2.3.4. Insolación.....	27
1.2.3.5. Humedad relativa.....	27
1.2.3.6. Fenología floral.....	28
1.2.3.7. Flora y vegetación.....	28
1.2.3.8. Producción de partículas biológicas.....	28
1.3. MÉTODOS DE MUESTREO EN AEROBIOLOGÍA.....	29
1.3.1. TIPOS DE MUESTREO.....	29
1.3.1.1. Método gravimétrico.....	29
1.3.1.2. Método de impactación.....	30
1.3.1.3. Método de filtración.....	30
1.3.1.4. Método de succión.....	31
1.3.1.5. Métodos de precipitación electrostática y térmica.....	31
1.3.1.6. Método de intrusión líquida.....	32
1.3.2. ESTUDIOS COMPARATIVOS ENTRE MÉTODOS.....	32
1.4. PERIODO PRINCIPAL DE POLINACIÓN.....	33
1.5. AEROBIOLOGÍA APLICADA.....	35
1.5.1. MEDICINA.....	35
1.5.2. AGRICULTURA.....	35
1.5.3. BIODETERIORO.....	36
1.5.4. PALINOLOGÍA FORENSE Y CRIMINOLOGÍA.....	36

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	37
2.1. JUSTIFICACIÓN.....	39
2.2. OBJETIVOS.....	40
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	41
3.1. OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS.....	43
3.1.1. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	43
3.2. ESTACIÓN AEROBIOLÓGICA.....	46
3.2.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	48
3.3. ANÁLISIS CUALITATIVO.....	51
3.3.1. IDENTIFICACIÓN DE PARTÍCULAS BIOLÓGICAS.....	51
3.3.1.1. Trabajo bibliográfico.....	52
3.3.1.2. Palinoteca de referencia.....	52
3.4. ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	53
3.4.1. POLEN.....	53
3.4.2. ESPORAS.....	54
3.5. PRESENTACIÓN Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.....	56
3.5.1. POLEN.....	56
3.5.1.1. Fichas de los tipos polínicos.....	57
3.5.1.2. Variación interanual y estacional.....	57
3.5.1.3. Cálculo del PPP.....	57
3.5.1.4. Variación intradiaria.....	58
3.5.1.5. Tratamiento estadístico.....	58
3.5.1.6. Correlaciones.....	59
3.5.1.7. Regresiones lineales múltiples.....	60
3.5.1.8. Calendario polínico.....	60
3.5.2. ESPORAS.....	61
3.5.2.1. Evolución estacional.....	61
3.5.2.2. Catálogo.....	61
3.6. SOPORTE INFORMÁTICO.....	61
4. ÁREA DE ESTUDIO.....	63
4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y OROGRAFÍA.....	65
4.2. NÚCLEOS DE POBLACIÓN Y DEMOGRAFÍA.....	67
4.3. CLIMATOLOGÍA.....	68
4.3.1. TEMPERATURA.....	69
4.3.2. PRECIPITACIÓN.....	70
4.3.3. INSOLACIÓN.....	71
4.3.4. HUMEDAD RELATIVA.....	71
4.3.5. VIENTO.....	72
4.4. BIOCLIMATOLOGÍA.....	74
4.5. BIOGEOGRAFÍA.....	74

4.6. PAISAJE VEGETAL.....	75
4.6.1. VEGETACIÓN NATURAL.....	75
4.6.1.1. Sierra de Almirajara.....	76
4.6.1.2. Sierra de los Guájares.....	77
4.6.1.3. Sierra de Lújar.....	77
4.6.1.4. Sierra de la Contraviesa.....	77
4.6.1.5. Vertiente sur de Sierra Nevada.....	78
4.6.1.6. Franja litoral.....	79
4.6.1.7. Vegetación ruderal.....	79
4.6.2. REPOBLACIONES.....	80
4.6.3. CULTIVOS.....	80
4.6.4. FLORA ORNAMENTAL.....	81
5. RESULTADOS.....	85
5.1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS.....	87
5.1.1.1. Temperatura.....	87
5.1.1.2. Precipitación.....	89
5.1.1.3. Radiación solar.....	91
5.1.1.4. Humedad relativa.....	93
5.1.1.5. Viento.....	95
5.2. ANÁLISIS DEL ESPECTRO POLÍNICO.....	100
5.2.1. TIPOS POLÍNICOS PRINCIPALES (>0,5 % DEL ESPECTRO POLÍNICO).....	109
5.2.1.1. Tipo polínico Artemisia.....	109
5.2.1.2. Tipo polínico Chenopodiaceae/Amaranthaceae.....	119
5.2.1.3. Tipo polínico Cupressaceae.....	129
5.2.1.4. Tipo polínico Mercurialis.....	139
5.2.1.5. Tipo polínico Myrtaceae.....	149
5.2.1.6. Tipo polínico Olea.....	159
5.2.1.7. Tipo polínico Palmae.....	169
5.2.1.8. Tipo polínico Pinus.....	179
5.2.1.9. Tipo polínico Plantago.....	189
5.2.1.10. Tipo polínico Platanus.....	199
5.2.1.11. Tipo polínico Poaceae.....	209
5.2.1.12. Tipo polínico Quercus.....	219
5.2.1.13. Tipo polínico Rumex.....	229
5.2.1.14. Tipo polínico Urticaceae.....	239
5.2.2. TIPOS POLÍNICOS SECUNDARIOS (0,5-0,05 % DEL ESPECTRO POLÍNICO).....	249
5.2.2.1. Tipo polínico Acer.....	249
5.2.2.2. Tipo polínico Alnus.....	252
5.2.2.3. Tipo polínico Cannabis.....	255
5.2.2.4. Tipo polínico Castanea.....	258
5.2.2.5. Tipo polínico Compositae.....	262
5.2.2.6. Tipo polínico Cyperaceae.....	266
5.2.2.7. Tipo polínico Echium.....	269
5.2.2.8. Tipo polínico Ericaceae.....	272
5.2.2.9. Tipo polínico Fraxinus.....	275
5.2.2.10. Tipo polínico Leguminosae.....	278

5.2.2.11. Tipo polínico Morus.....	281
5.2.2.12. Tipo polínico Pistacia.....	284
5.2.2.13. Tipo polínico Populus.....	287
5.2.2.14. Tipo polínico Ricinus.....	290
5.2.2.15. Tipo polínico Umbelliferae.....	294
5.2.3. OTROS TIPOS POLÍNICOS ($\leq 0,05$ % DEL ESPECTRO POLÍNICO).....	297
5.2.3.1. Tipo Polínico Betula.....	297
5.2.3.2. Tipo Polínico Caryophyllaceae.....	298
5.2.3.3. Tipo Polínico Casuarina.....	299
5.2.3.4. Tipo Polínico Corylus.....	300
5.2.3.5. Tipo polínico Cruciferae.....	301
5.2.3.6. Tipo Polínico Juglans.....	302
5.2.3.7. Tipo Polínico Labiatae.....	303
5.2.3.8. Tipo Polínico Lauraceae.....	304
5.2.3.9. Tipo Polínico Ligustrum.....	305
5.2.3.10. Tipo Polínico Rosaceae.....	306
5.2.3.11. Tipo Polínico Salix.....	307
5.2.3.12. Tipo Polínico Tamarix.....	308
5.2.3.13. Tipo Polínico Thymelaea.....	309
5.2.3.14. Tipo Polínico Typha.....	310
5.2.3.15. Tipo Polínico Ulmus.....	311
5.2.3.16. Otros tipos polínicos.....	312
5.2.4. CALENDARIO POLÍNICO.....	313
5.3. ANÁLISIS DEL ESPECTRO ESPORAL.....	317
5.3.1. TIPOS ESPORALES PRINCIPALES (> 1 % DEL ESPECTRO ESPORAL).....	324
5.3.1.1. Tipo esporal Alternaria.....	324
5.3.1.2. Tipo esporal Aspergillus y Penicillium.....	327
5.3.1.3. Tipo esporal Cladosporium.....	330
5.3.1.4. Tipo esporal Coprinus.....	334
5.3.1.5. Tipo esporal Drechslera/Helminthosporium.....	336
5.3.1.6. Tipo esporal Ganoderma.....	338
5.3.1.7. Tipo esporal Leptosphaeria.....	340
5.3.1.8. Tipo esporal Massarina.....	342
5.3.1.9. Tipo esporal Ustilago.....	344
5.3.2. CATÁLOGO DE ESPORAS DETECTADAS EN LA COSTA DE GRANADA.....	346
6. DISCUSIÓN GENERAL.....	357
6.1. DATOS METEOROLÓGICOS.....	359
6.2. DATOS POLÍNICOS.....	360
6.2.1. ESPECTRO POLÍNICO.....	360
6.2.1.1. Composición del espectro polínico.....	360
6.2.1.2. Polen de plantas leñosas y herbáceas.....	363
6.2.2. EVOLUCIÓN INTERANUAL.....	365
6.2.3. DINÁMICA ESTACIONAL.....	366
6.2.4. VARIACIONES INTRADIARIAS.....	367
6.2.5. CORRELACIONES Y AUTOCORRELACIONES.....	367

6.2.6. REGRESIONES LINEALES MÚLTIPLES.....	369
6.3. ESPECTRO ESPORAL.....	370
7. CONCLUSIONES.....	373
8. BIBLIOGRAFÍA.....	379
9. ANEXO	
CORRELACIONES ENTRE LAS CONCENTRACIONES POLÍNICAS Y LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS.....	429

1. INTRODUCCIÓN

1.1. AEROBIOLOGÍA

1.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y DEFINICIÓN

Las primeras referencias históricas que relacionan al hombre con la palinología indican que babilonios y asirios conocían la bisexualidad de la palmera datilera y polinizaban las flores de los pies femeninos. Según Gregory (1973), Hipócrates fue el primero en observar que cuando la población inhalaba “aire cargado de contaminantes hostiles a la raza humana” enfermaba y sufría fiebres epidémicas. Posteriormente, su discípulo Aristóteles (384-323 a.C.) confirmó que por el aire se dispersaban partículas que desencadenaban enfermedades pero que además participaban en los mecanismos de reproducción vegetal.

Tuvieron que pasar más de trece siglos para que apareciera de nuevo en las reseñas históricas (S. X) alguna referencia al polen, sus mecanismos de propagación y su relación con los procesos alérgicos, observándose ya por entonces que éstos tenían carácter estacional y que eran más frecuentes durante la primavera. Tras otro vacío histórico, Monardi (1462-1536) se interesó por los estambres y su papel en la reproducción de las plantas, y a principios del siglo XVII, Van Helmont (1577-1644) describió una patología clínica asociada a las plantas con flor que acuñó con el nombre de “catarro de las rosas”. En la segunda mitad del mismo siglo, el uso generalizado del microscopio permitió a Marcello Malpighi (1628-1694) y a Nehemiah Grew (1628-1711) publicar sendos tratados donde describieron minuciosamente todos los órganos de las plantas, incluidos los reproductores, dando a conocer distintas estructuras morfológicas de los granos de polen. En 1664, Rudolf Jacob Camerarius demostró que sin la participación del polen no se producen los frutos, por lo que actualmente se le atribuye el descubrimiento de la sexualidad en los vegetales.

Durante el siglo XIX, Bauer (1758-1840) y Purkinje (1787-1869) aportaron conocimientos de indudable valor en la Taxonomía polínica, ya que en base a caracteres morfológicos de los granos de polen realizaron distintas clasificaciones vegetales. En el campo de la Medicina, Bostock (1819) describió por primera vez la sintomatología alérgica que hoy conocemos como polinosis y Blackley (1873) señaló al polen como el agente etiológico que desencadenaba la afección estacional que denominó “catarrhus aestivus”.

1.1.1.1. La Aerobiología en el Siglo XX-XXI

Durante los últimos 100 años, la Aerobiología ha ido incorporando nuevas tecnologías que han mejorado el estudio y análisis de las partículas biológicas que se dispersan por el aire. Estos avances han estimulado su desarrollo como Ciencia, sobre todo en los últimos 20 años.

A principios del siglo XX se desarrollaron los primeros sistemas de muestreo aerobiológico. Los inconvenientes de estos rudimentarios sistemas eran numerosos, lo que provocó que Miquel (1850-1922) diseñase el primer prototipo de captador volumétrico; sus observaciones fueron de gran importancia ya que señaló por primera vez el efecto negativo que la lluvia ejerce sobre las partículas en suspensión. También puso de manifiesto que los registros polínicos no son continuos en el tiempo, si no que presentan niveles más elevados en algunas épocas del año o incluso a determinadas horas del día.

Los avances en el campo de la Medicina en relación a las alergias determinaron la importancia del contenido de polen en la atmósfera y sus variaciones a lo largo del año, surgiendo así la disciplina científica conocida como Aerobiología. Éste término fue acuñado por el patólogo vegetal Meier, que la definió como la Ciencia que se ocupa del estudio de los granos de polen, esporas de hongos y bacterias contenidas en la atmósfera. Ese mismo año, Hirst (1952) diseñó un captador volumétrico que permitía conocer las oscilaciones horarias y diarias de las partículas biológicas contenidas en el aire. Al poco tiempo Faegri (1956) y Erdtman (1966) publicaron sendos trabajos sobre morfología polínica y metodología aerobiológica, líneas que continúan desarrollándose en la actualidad.

Una de las figuras más destacables en la década de los 70 fue Gregory, quien dio una nueva perspectiva a la Aerobiología definiéndola como la Ciencia que se encarga del estudio de toda partícula, viable o no viable, que es transportada pasivamente por el viento (Gregory, 1973). De esta forma, la definición dada por Meier quedó obsoleta, ampliándose el espectro de partículas incluidas en estos estudios y teniendo en cuenta la interacción de los factores meteorológicos sobre éstas. Aún así, no tardó mucho en llegar la definición de Pathirane (1975), que la describe como la Ciencia que se ocupa del estudio de la liberación, retención, dispersión, transporte, deposición e incidencia atmosférica de pólenes, esporas y otros microorganismos aerovagantes. Posteriormente, otros autores amplían este concepto a las partículas no bióticas presentes en la atmósfera (Leuschner & Boehm, 1981; Lebowitz & O'Rourke, 1991; Spiekma, 1992). Frenguelli (1998) dio la acepción más reciente: Ciencia

que estudia las partículas atmosféricas de origen o actividad biológica, su dispersión y su impacto sobre el medio ambiente y los organismos.

Durante el primer Congreso Mundial de Fitopatología, celebrado en Londres en 1968, se decide incluir esta disciplina dentro del Programa Internacional de Biología (IBP) y años después adquiere identidad propia al fundarse en 1974 la Asociación Internacional de Aerobiología (IAA), formada por todos los investigadores que centraban sus estudios en este campo.

Durante la celebración del Tercer Congreso Internacional de Aerobiología, Suiza (1986), se creó la *European Aeroallergen Network/European Pollen Information* (EAN/EPI), redes encargadas de difundir y divulgar la información aerobiológica de 28 países de Europa. La misión principal de la EAN es actualizar el banco de datos europeo y facilitar el intercambio de información entre los científicos, principalmente aerobiólogos. La EPI centra su actividad en difundir la información polínica actual y previsiones a través de Internet y canales de televisión europeos, representando los niveles de polen con mapas de distribución (Jäger & Mandrioli, 1993).

La Aerobiología ha experimentado en estos últimos 25 años un cambio extraordinario, sus estudios se han visto reforzados con la incorporación de datos de fenología, biogeografía o epidemiología, que nos ayudan a conocer la dispersión real de los microorganismos y su repercusión sobre la salud pública y el medio ambiente. El desarrollo de la Aerobiología ha sido tal que, en la actualidad, no se puede entender la dinámica de los ecosistemas terrestres sin tener en cuenta el flujo de materia biológica a través del aire. Entender el comportamiento global de los organismos por la atmósfera es una labor de multitud de equipos, donde cada uno de ellos, de forma individualizada, aporta sus conocimientos.

1.1.1.2. La Aerobiología en España y las redes de muestreo aerobiológico

La Aerobiología en España comenzó en 1921 con un trabajo sobre la atmósfera de Madrid (Chaparro, 1991), al que siguió un estudio sobre la relación de los conidios de hongos y los procesos alérgicos en la ciudad de Santander en el año 1924 (Jiménez Díaz, 1932). En la década de los 30 comenzó a estudiarse la biocontaminación de la atmósfera de Barcelona (Darder & Duran, 1936), aunque no fue hasta los años 40-50 cuando se empieza a trabajar en las relaciones entre el contenido de polen atmosférico, los parámetros meteorológicos y la

incidencia alérgica (Barrios, 1942; Montserrat, 1951; Surinyach *et al.*, 1956; Pla-Dalmau, 1958).

Sin embargo, el verdadero auge de la Aerobiología en España tiene lugar en la década de los 80, cuando biólogos y médicos comenzaron a realizar numerosos estudios sobre las partículas aerovagantes, acompañado de un incremento del número de estaciones aerobiológicas en todo el país. Entre los trabajos realizados destacan los de Andalucía (Candau *et al.*, 1981; Domínguez *et al.*, 1984; Gálvez & Ubera, 1985; Galán, 1987; Infante, 1987), Madrid (Subiza, 1980; Sáenz & Gutiérrez, 1983), Cataluña (Suárez Cervera & Seoane Camba, 1983; Belmonte, 1985; Martín, 1988; Belmonte, 1988), Valencia (Cambón, 1983), Navarra y País Vasco (Pérez de Zabalza & Álvarez, 1983; Echarri Prim *et al.*, 1986), Castilla León (Linares *et al.*, 1982), Galicia (Iglesias *et al.*, 1988) o Aragón (Portillo, 1988).

En 1992, tras una reunión celebrada en Zuheros (Córdoba) donde participaron numerosos grupos de investigación en el campo de la Aerobiología, se creó la Red Española de Aerobiología (REA), que integró todas las estaciones de monitorizaje activas en ese momento. Su principal objetivo fue coordinar los distintos centros de control y crear una base de datos común para su difusión a los colectivos interesados. En la actualidad, REA cuenta con más de 54 puntos de muestreo repartidos por toda la Península y es la red de información aerobiológica más importante de España. Cada estación se gestiona independientemente, pero sigue una metodología estandarizada y los resultados se envían semanalmente al centro coordinador. Desde su origen, REA está integrada en las redes EAN/EPI contribuyendo semanalmente a actualizar el banco de datos europeo.

Paralelamente a REA, se creó la Red Andaluza de Aerobiología (RAA), de la que forman parte las unidades aerobiológicas de las ocho Universidades andaluzas.

1.1.1.3. Aeropalinología y Aeromicología

El estudio del polen y las esporas en el aire ha estado históricamente muy vinculado, pero la especialización que se alcanza en los trabajos actuales requiere diferenciar las ramas que se encargan de los diferentes grupos biológicos. De este modo, aunque Hyde (1952) definió la Aeropalinología como la parte de la Aerobiología que estudia las concentraciones de polen y esporas en la atmósfera con objeto de prevención y apoyo a la medicina en el campo de las alergias, una acepción más estricta excluye las esporas de los hongos en contraposición al

término Aeromicología, que se define como la rama de la Aerobiología que se encarga del estudio de los propágulos fúngicos en el aire (Morales, 2004).

El desarrollo histórico de la Aeromicología fue simultáneo al de la Aeropalinología (*s.e.*) descrito en el apartado anterior. De este modo, el primero en observar las esporas de los hongos fue un botánico napolitano llamado J.B. Porta, pero es Micheli (1679-1737), quien al rociar esporas sobre unas rodajas de melón, membrillo y pera, reprodujo el hongo parental durante varias generaciones demostrando que las esporas eran realmente “semillas” de hongos. Además, al observar que algunos de sus medios de control estaban contaminados, concluyó que las esporas se distribuían por el aire (Gregory, 1973).

Spallanzani (1729-1799) demostró que cuando un material orgánico era sometido a un tratamiento de calor no se pudría a menos que fuera expuesto al aire. Posteriormente, Ehrenberg (1795-1876) demostró que la atmósfera contenía una multitud de gérmenes y microorganismos viables que podían ser contagiosos e indicadores del origen del polvo depositado de la atmósfera. Tanto Spallanzani como Ehrenberg pusieron en tela de juicio la teoría de “la generación espontánea”, que Pasteur haría desaparecer definitivamente.

Los primeros estudios en España que ponen de manifiesto la capacidad de las esporas de hongos para producir alergias fueron los realizados por Jiménez-Díaz en 1924. En los últimos años han aparecido diversos trabajos que tratan sobre la concentración de esporas de hongos en la atmósfera de distintas ciudades (Morales, 2004; Sabariego, 2003; Docampo, 2008).

1.1.2. AEROBIOLOGÍA DE ZONAS COSTERAS

Morrow Brown & Jackson (1978) realizaron mediciones simultáneas de polen y esporas en localidades costeras y del interior, encontrando concentraciones menores en las primeras, y autores como Bovallius *et al.* (1978) y Jato *et al.* (2000) han descrito un descenso de los niveles aerobiológicos cuando sopla viento procedente del mar. Además, las brisas marinas juegan un papel importante incrementando las concentraciones durante la noche al traer polen del interior (Gassmann *et al.*, 2002). La mayor humedad relativa que se registra en las zonas costeras puede tener un efecto negativo sobre las partículas aerobiológicas, fomentando su aglutinación, lo que provoca un aumento de su masa efectiva y una reducción del número de unidades de dispersión.

Comtois & Mandrioli (1996) estudiaron el polen y las esporas que viajan sobre el mar Adriático, encontrando una diversidad de partículas muy superior a lo esperado; aunque sus mediciones fueron más bajas, éstas se correlacionan matemáticamente con las obtenidas en puntos del interior de Italia, demostrando que se produce un transporte importante de partículas desde la zona continental hacia el mar.

Aunque son numerosos los estudios que se han realizado en distintas localidades de la costa mediterránea española (Sabariego, 2003; Candau *et al.*, 2002a; Docampo, 2008; Recio, 1995; González Minero *et al.*, 2002; Belmonte & Roure, 2002b; Belmonte *et al.*, 2002a; Tortajada & Mateu, 2002; Hervés *et al.*, 2002; Moreno Grau *et al.*, 2002), no hay estudios comparativos generales entre éstas y las del interior; la única referencia encontrada compara la presencia de los tipos polínicos Urticaceae, Poaceae y *Plantago*, entre localidades mediterráneas y atlánticas (González Minero *et al.*, 1998a). En general, los registros en las zonas de costa son inferiores a los del interior (Ruiz, 2001; Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002; Paulino *et al.*, 2002; Vega Maray *et al.*, 2002a y b).

En las zonas más xéricas de la costa mediterránea, como Almería, aparecen altas concentraciones de *Artemisia* y Chenopodiaceae/Amaranthaceae (Sabariego, 2003; Cariñanos *et al.*, 2002a). En las provincias de Almería, Granada, Málaga y Cádiz, debido a la proximidad de la costa Marroquí y al movimiento de masas de aire que cruzan el estrecho, se introducen tipos polínicos alóctonos, como es el caso de *Cannabis* (Cabezudo *et al.*, 1997), aumentando la diversidad biológica de su atmósfera.

En cuanto a las alergias, es conocido que *Parietaria* es la principal causa de alergia en la mayoría de las localidades costeras del mediterráneo (D'Amato & Licardi, 1994), por delante de las gramíneas y el olivo, que dominan en el resto de la geografía peninsular.

1.2. FUNDAMENTOS DE LA AEROBIOLOGÍA

1.2.1. LAS PARTÍCULAS AEROVAGANTES

1.2.1.1. Los granos de polen

El grano de polen se forma por meiosis a partir de las células madres del polen en los sacos polínicos (microesporangios) de las anteras. Como resultado de dicha división reduccional se producen tétradas (FIG. 1), que son conjuntos de cuatro células uninucleadas

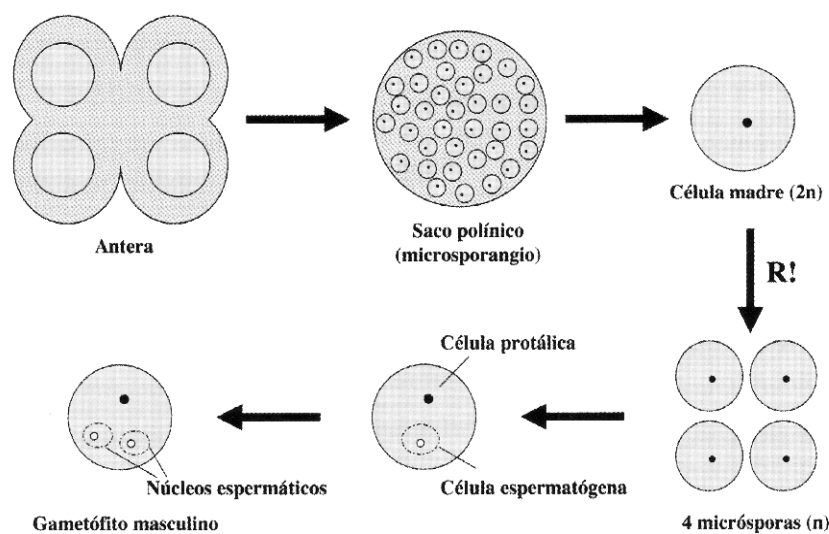


FIG. 1. Proceso de desarrollo y formación del grano de polen. Tomado de Trigo *et al.*, 2008.

haploides (microsporas) que permanecen unidas hasta su maduración, momento en el que habitualmente se separan, aunque a veces se pueden quedar unidas constituyendo díades, tétrades o políades. En el caso del polen bicelular, antes de ser diseminadas, cada una de estas microsporas sufre una división mitótica originando dos células, una de mayor tamaño, o célula vegetativa, y otra más pequeña y fusiforme llamada célula espermatógena.

El desarrollo de los granos de polen se completa cuando, después de su liberación y transporte, llegan hasta el estigma del gineceo o el micropilo del primordio seminal, si se trata de gimnospermas. Es aquí donde se produce su germinación mediante la formación del tubo polínico, por el cual se desplazarán las células espermáticas, o gametos en algunas Gimnospermas, hasta contactar con el óvulo.

Por tanto, la verdadera función del grano de polen es la de transportar el material genético de una planta, desde el estambre, donde se ha producido, hasta el gineceo o el primordio seminal, según se trate de Angiospermas o Gimnospermas.

Los granos de polen están provistos de una cubierta, llamada esporodermis, extraordinariamente resistente a la destrucción, con la finalidad de garantizar la supervivencia del gametofito masculino que porta en su interior. La morfología que le confiere esta cubierta es tan característica que, por lo general, nos va a permitir identificar la especie de la cual procede. Según Erdtman (1969), los caracteres utilizados en su determinación son: polaridad,

tamaño, forma, simetría, estructura y escultura de la pared, así como el número, la forma y la disposición de las aperturas.

Polaridad

La polaridad del polen viene determinada por la formación en tétrades, de modo que se definen dos caras, la cara proximal, situada en el interior de la tétrade, y la cara distal, que se encuentra orientada hacia el exterior. El centro de cada una de estas caras se considera un polo, proximal y distal respectivamente. La línea imaginaria que une ambos polos es el eje Polar (P) y la línea imaginaria perpendicular a éste a nivel de su ecuador es el eje Ecuatorial (E). Estos dos parámetros son en los que nos basamos para establecer las dimensiones y la forma de los granos de polen.

Polen apolar es aquel en el que una vez liberado de la tétrade no se pueden reconocer las zonas polares, y polar en el que sí se pueden distinguir. Dentro de éstos últimos diferenciamos entre polen isopolar, cuando ambos polos son similares, y heteropolar, cuando presenta las dos zonas polares diferentes.

Tamaño

El tamaño viene determinado por el eje de mayor longitud, indiferentemente de si se trata del polar o el ecuatorial. De este modo tenemos los siguientes tipos:

<i>Tamaño</i>	<i>P-E (µm)</i>
Gigante	>200
Muy Grande	100-200
Grande	50-100
Mediano	25-50
Pequeño	10-25
Muy Pequeño	<10

Forma

La relación existente entre el eje polar (P) y el eje ecuatorial (E), medidos sobre polen acetolizado, determina la forma del grano de polen, de este modo tenemos:

<i>Forma</i>	<i>P/E</i>
Perprolado	>2
Prolado	1'33-2
Subprolado	1'14-1'33
Prolado-Esferoideal	1-1'14
Esferoideal	1
Oblado-Esferoideal	0'88-1
Suboblado	0'75-0'88
Oblado	0'5-0'75
Peroblado	<0'5

Simetría

Basándonos en la forma del grano de polen, así como en el número y disposición de las aperturas, los granos de polen pueden ser simétricos o asimétricos, en función de si se puede establecer algún plano o eje de simetría o no.

Estructura y escultura de la pared polínica

Como ya se ha comentado, la esporodermis es la cubierta que rodea y protege al grano de polen, está formada por dos capas, exina e intina, diferenciadas tanto por su ontogenia como por su morfología y composición química.

La intina es regularmente homogénea, y su principal componente es la celulosa, aunque también se pueden encontrar sustancias pépticas, calosa, enzimas y diversos tipos de polisacáridos y proteínas, que son consideradas, en muchas ocasiones, tanto responsables de las reacciones alérgicas como de la autoincompatibilidad entre los vegetales (Márquez *et al.*, 1997). Esta capa suele ser delicada y químicamente poco resistente, por lo que se destruye con facilidad, desapareciendo por completo en pólenes fósiles y/o acetolizados.

La exina presenta una de las mayores resistencias a la destrucción dentro del reino vegetal, soportando la acción de ácidos y bases concentradas, así como el calentamiento hasta los 300 °C. Esta resistencia se debe a su principal componente químico, la esporopolenina, compuesta por macromoléculas poliméricas de carotenos oxidados y ésteres de carotenos.

Erdtman (1969) diferenció las capas de la pared del grano de polen en función de caracteres morfológicos. De esta forma determinó la existencia de dos capas en la exina, la

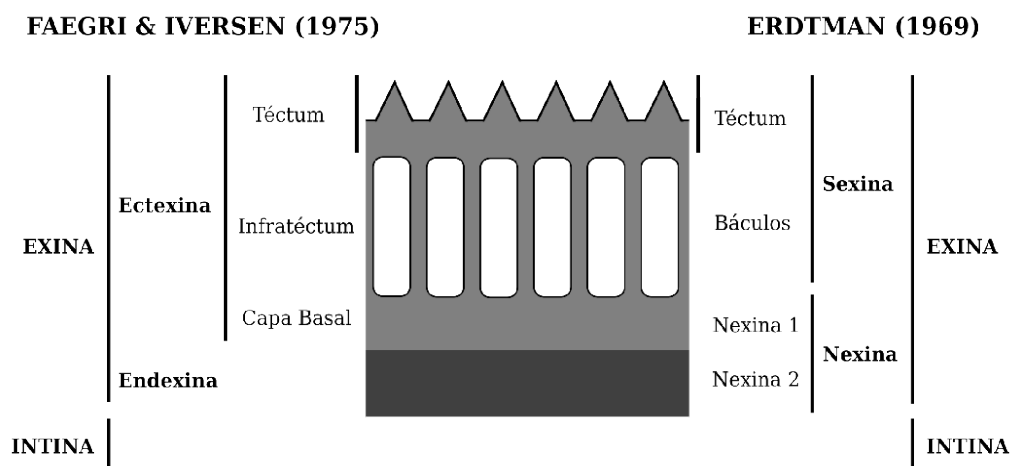


FIG. 2. Estructura de la cubierta del grano de polen: atendiendo a criterios ontogénicos y fisicoquímicos (Faegri & Iversen, 1975) o morfológicos (Erdtman, 1969).

sexina y la nexina. A su vez, cada una de ellas estaba formada por otras dos capas, téctum y báculos, en el caso de la sexina, nexina 1 y nexina 2, en el de la nexina.

Faegri & Iversen (1975) diferenciaron según criterios ontogénicos y químico-físicos dos capas dentro de la exina: ectexina y endexina. La ectexina es la capa más externa y en los casos de mayor complejidad se pueden encontrar tres estratos: téctum, columelas o infratéctum y capa basal. La endexina es la capa más interna, tiene estructura lisa y homogénea, excepto en las áreas aperturales donde adquiere por lo general un mayor desarrollo.

Existe una equivalencia entre la terminología de la clasificación de Erdtman y la de Faegri & Iversen, variando el nombre de las distintas capas y su estructura jerárquica (FIG. 2). La nomenclatura de Erdtman se encuentra muy extendida, debido a su fácil interpretación al basarse en criterios morfológicos observables al microscopio óptico.

El téctum es el estrato más externo del grano de polen, pudiendo estar presente (polen tectado), o no (polen atectado). De modo que la ornamentación que se aprecia en la superficie del polen puede deberse a elementos esculturales dispuestos sobre el téctum o al relieve que presenta el infratéctum. Éste último puede ser homogéneo, alveolar, granular, columelar, etc. Tanto éstos como los elementos ornamentales del téctum (FIG. 3) permanecen constantes dentro de la misma especie por lo que constituyen un buen carácter para la identificación. La

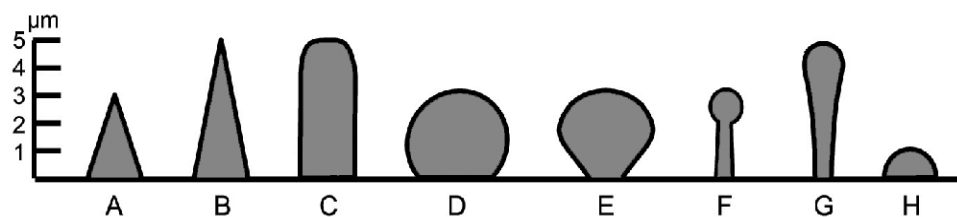


FIG. 3. Elementos esculturales del polen: (A) espínula, (B) espina, (C) báculo, (D) verruga, (E) gema, (F) filo, (G) clava y (H) gránulo. Modificado de Sáenz (2004).

forma, tamaño y densidad de estos elementos nos permite clasificar las superficies del grano de polen en: psilada, fosulada, foveolada, escábrida, equinulada, baculada, verrugosa, gemada y reticulada .

Aperturas

Se trata de áreas adelgazadas de la pared del grano de polen, a través de las que, en el momento de la germinación, se produce la salida del tubo polínico. La menor rigidez de estas zonas permite la contracción y dilatación del grano de polen, en función de la humedad ambiental, es lo que se denomina capacidad harmomérgata (Wodehouse, 1935).

Según la forma de las aperturas distinguimos: colpos, cuando son alargadas, y poros, cuando son redondeadas. También existen aperturas de tipo compuesto denominadas colporadas.

En función del número de aperturas, los pólenes se pueden clasificar en: monoaperturados, diaperturados, triaperturados, tetraperturados, poliaperturados o inaperturados.

La disposición de las aperturas en la superficie del grano nos ofrece otro criterio de clasificación, de modo que tenemos:

Panto: Cuando las aperturas están distribuidas por toda la superficie.

Zono: Cuando se encuentran dispuestas a lo largo del ecuador del grano de polen.

Ana: Cuando se disponen en el polo distal.

Cata: Si se disponen en el polo proximal.

La combinación del número, posición y tipo de aperturas origina una gran variedad de tipos polínicos (FIG. 4).

	DI-		TRI-		TETRA-		PENTA-		HEXA-		POLY-	
	polar	ecuat.	polar	ecuat.	polar	ecuat.	polar	ecuat.	polar	ecuat.	polar	ecuat.
ZONOPORADO												
ZONOCOLPADO												
ZONOCOLPORADO												
PANTOPORADO												
PANTOCOLPADO												
PANTOCOLPORADO												

FIG. 4. Tipos de polen atendiendo al número, tipo y disposición de las aperturas. Modificado de Moore *et al.* (1991).

Polinación y Polinización

El término polinación se define como la acción de salida del polen desde las anteras, especialmente en las plantas anemógamas, mientras que la polinización es el proceso por el que se produce la llegada del grano de polen al estigma del gineceo o al micropilo del primordio seminal (Font Quer, 1993).

Distinguimos tres tipos de polinización en función del vector que la lleva a cabo:

- Anemófila: Cuando el transporte del polen se realiza a través del viento.
- Zoófila: El vector lo constituyen animales, siendo la más frecuente a través de insectos, que se denomina de forma específica como Entomófila.
- Hidrófila: Cuando el agua es el vector de transporte. Este tipo está presente en un limitado número de especies.

Si una planta realiza la polinización utilizando distintos tipos de vectores se dice que presenta polinización Anfífila, por lo general se trata de una combinación entre la anemófila y la entomófila.

El polen de las plantas anemófilas

En la polinización anemófila, la falta de especificidad en el transporte hace que una gran cantidad de polen sea depositada sobre la superficie terrestre, produciendo el fenómeno de la “lluvia polínica”, y sólo una fracción muy pequeña de este polen se depositará sobre un

estigma compatible, llevando a cabo la polinización. Esto se ha compensado evolutivamente con una serie de adaptaciones, que hacen de las plantas anemófilas las principales responsables de las altas concentraciones polínicas en la atmósfera.

El polen de las plantas anemófilas es seco y se dispersa individualmente, por oposición al polen de plantas entomófilas que suele estar recubierto de sustancias y en ocasiones aparece en tétrades o políades. De esta forma, se aseguran el máximo número de unidades de dispersión posible y una distribución regular de éstas sobre un área más amplia. Además, la presencia de sustancias en la superficie del polen favorece su aglutinación en grupos, ésto reduce el número de unidades de dispersión a la vez que aumenta su masa efectiva, dificultando su traslado por el aire (Faegri & Iversen, 1975).

Wodehouse (1935) señaló que la polinización por el viento tiende a producir una reducción de la exina, con marcada atenuación o pérdida de sus estructuras como surcos, poros y ornamentación, lo que supone mejoras aerodinámicas que favorecen su permanencia en el aire.

La mayoría de las especies anemófilas han desarrollado diferentes mecanismos que favorecen una mayor liberación del polen. Así, numerosos táxones arbóreos sitúan las flores masculinas en los extremos de las ramas (amentos colgantes de álamos, encinas, avellanos, etc.) para ser más accesibles al viento; otra estrategia, presente en árboles caducifolios (olmos, álamos, alisos), consiste en florecer antes de que se desarrolle el follaje, con el fin de no ofrecer ningún obstáculo al viento. Mientras que las anteras de las especies zoófilas están más o menos ocultas por las envueltas del perianto, tanto más cuanto más enrevesado es el mecanismo de polinización, en las especies anemófilas éstos están completamente expuestos. Las gramíneas, por ejemplo, poseen anteras proyectadas hacia el exterior de la flor y largos tallos que se mueven con facilidad ante cualquier ráfaga de viento, mientras que *Parietaria* presenta un mecanismo activo de extensión de los filamentos.

La gran producción de polen por parte de las plantas anemófilas es una de sus mayores características, una sola antera de *Cannabis sativa* L. puede contener 70.000 granos de polen. Mientras que las plantas entomófilas producen cantidades mucho menores, entre 100 y 1.000, y en algunas plantas autógamas este número es incluso menor.

1.2.1.2. Las esporas de hongos

Las esporas se pueden definir como unidades reproductoras especializadas, que carecen de embrión preformado y que son generadas por hongos o plantas criptógamas; tienen múltiples funciones biológicas como la multiplicación, la dispersión o la resistencia a condiciones desfavorables.

Muchos hongos producen más de un tipo de esporas, unas que se dispersan con facilidad y otras que tienen una gran capacidad para la supervivencia en estado durmiente. Las esporas de dispersión se separan por completo del micelio, existiendo con frecuencia mecanismos de lanzamiento para su transporte por el aire; se producen con abundancia, ya que la probabilidad de que una espora alcance un sitio favorable es muy baja, y germinan rápidamente en presencia de nutrientes. Las esporas de supervivencia contrastan con las anteriores, ya que no suelen separarse del micelio, y si lo hacen es por rotura de éste. Como no se dispersan, la producción en masa tiene menos importancia, por lo que tienden a ser esféricas y de gran tamaño, además de retener reservas de nutrientes para cuando se produzca la germinación.

Según Ogden *et al.* (1974), las esporas de hongos presentan una mayor capacidad aerovagante que el polen debido a su menor densidad y tamaño. Generalmente las esporas se dispersan en el aire en unidades simples, pero algunas especies forman agregados que constituyen las unidades de dispersión, este es el caso de uno de los géneros más frecuentes, *Cladosporium*.

Los hongos son organismos polifiléticos por lo que sus esporas presentan una gran variabilidad, clasificándose según su origen y en base a una serie de caracteres, como su forma, tamaño, tabicación, coloración, estructura de la pared y ornamentación.

Origen

Las esporas fúngicas pueden tener un origen sexual o asexual, siendo este último uno de los mecanismos más importantes que poseen los hongos para su propagación. La reproducción asexual se puede producir de forma continuada y genera un alto número de esporas en cada ciclo, sin embargo la fase sexual se da sólo en determinadas circunstancias, generalmente una vez al año.

Las esporas asexuales reciben el nombre de mitosporas y pueden ser:

- Artrosporas: Son esporas que se originan por fragmentación de una hifa terminal.

- Clamidosporas: Células de resistencia resultantes de la fragmentación de una hifa pero con pared gruesa y sustancias de reserva acumuladas.
- Blastosporas: Esporas originadas por gemación a partir de una célula somática, una hifa, un conidióforo u otra espora.
- Esporangiosporas: Esporas producidas en un esporangio, estructura en forma de saco cuyo contenido se convierte por segmentación en una o más esporas. Si las esporas son móviles se denominan Zoosporas, mientras que en el caso contrario se habla de Aplanosporas. Son típicas de la división Zygomycota.
- Conidios: Esporas asexuales de origen exógeno que se forman en hifas especializadas conocidas como conidióforos. Pueden ser unicelulares o pluricelulares, presentando generalmente una cicatriz en el punto de unión a la hifa (locus conidiógeno). Presentes tanto en la división Ascomycota como en la Basidiomycota.

Puesto que los hongos se clasifican a menudo según las estructuras productoras de las esporas sexuales, éstas son características de un grupo taxonómico particular (Ortega, 2004):

- Oosporas: Zigotos de resistencia de la división Oomycota, con pared muy gruesa y sustancias de reserva, fruto de la fusión de los gametangios femenino y masculino (oogonio y anteridio, respectivamente).
- Mixosporas: Esporas de la división Myxomycota, resultado de la condensación del protoplasto celular en el interior de estructuras denominadas esporocarpos (esporangios, etalios, pseudoetalios y plasmodiocarpos), desarrollados en los plasmodios, que sintetizan una pared celular de celulosa y adquieren forma elipsoidal o globosa.
- Zigosporas: Hipnozigoto de resistencia resultado de la fusión del contenido de dos gametangios (isogamia) en una estructura que se rodea de una gruesa pared celular constituida por varias capas pigmentadas. Se encuentran en la división Zygomycota.
- Ascosporas: Esporas típicas de la división Ascomycota; se forman en el interior de ascos (meiosporangios), estructura alargada procedente de una célula madre del asco, resultado de la fusión de dos núcleos (cariogamia) que tras sufrir meiosis se dividen por mitosis para originar ocho núcleos haploides que finalmente se envuelven de una pared gruesa.

- Basidiosporas: Esporas de la división Basidiomycota, que se originan de forma exógena. En gran parte de los basidiomicetos se producen esporas unicelulares sobre holobasidios, que poseen cuatro esterigmas, que portan una basidiospora cada uno. En este grupo se incluyen las setas típicas en cuyo cuerpo fructífero se localizan los basidios recubriendo el himenóforo (laminillas o poros). Algunos grupos denominados royas o carbones presentan ciclos de vida bastante complejos y varios tipos esporas entre los que se encuentran Teleutosporas, procedentes de fragmobasidios.

Forma

Al igual que sucede con los granos de polen, la forma es una característica importante que ayuda a distinguir a los diferentes tipos esporales. Se establecen una serie de categorías según su relación longitud/anchura:

<i>Relación longitud/anchura</i>	<i>Forma</i>
1-1,05	Globosa
1,05-1,15	Subglobosa
1,15-1,30	Anchamente Elipsoidal
1,30-1,60	Elipsoidal
1,6-2	Oblonga
2-3	Cilíndrica
> 3	Baciliforme

Sin embargo la clasificación anterior no es válida para todos los tipos, ya que pueden presentar una gran variabilidad de formas, así como de simetrías. Así, además de las ya expuestas, tenemos formas de esporas con simetría bilateral (FIG. 5), tales como lenticulares o filiformes; si presentan una o ambas terminaciones agudas pueden ser aciculiformes, fusiformes, naviculares, citriformes, dacrioides, ovoides, piriformes, amigdaliformes y cordadas. Otras esporas sin simetría presentan forma alantoide, reniforme, sigmoide, subfusiforme, rostrada, cuadrada, romboidea, hexagonal, poligonal, nodulosa, prismática, estrellada, etc. Las esporas con simetría radial se designan como globosas. Además existen otras formas como apendiculadas, multirradiadas, helicoidales, etc.

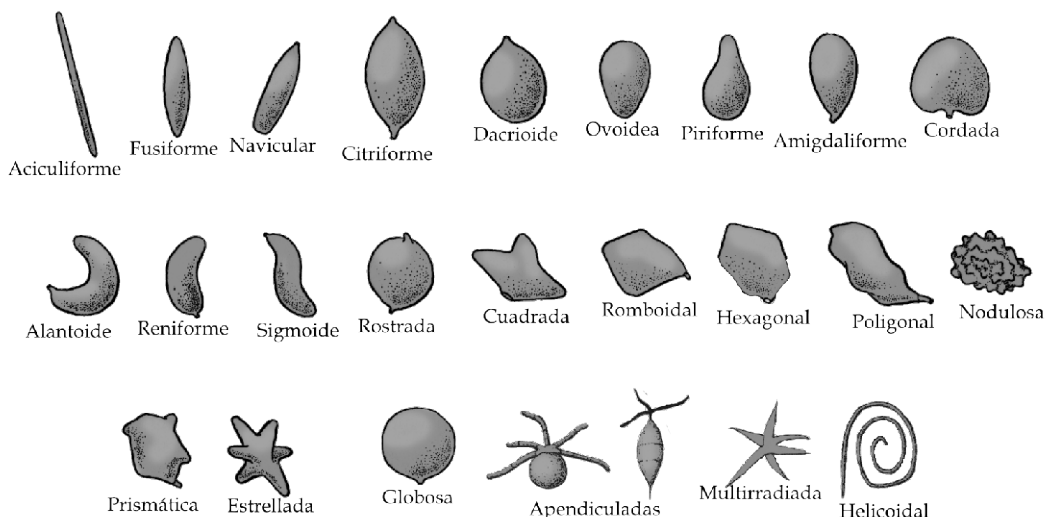


FIG. 5. Diferentes formas esporales. Modificado de Moreno *et al.* (1986).

Tamaño

El tamaño de las esporas es muy variable, pudiendo encontrar un rango de valores comprendidos entre 1 y más de 200 μm , si bien la mayoría presenta tamaños de entre 5 y 12 μm .

Tabicación

Las esporas pueden ser desde unicelulares hasta multicelulares, pudiendo presentar en su interior una cavidad única o aparecer compartimentadas mediante septos. Los tabiques pueden ser transversales o longitudinales, pudiendo aparecer ambos en el mismo tipo esporal.

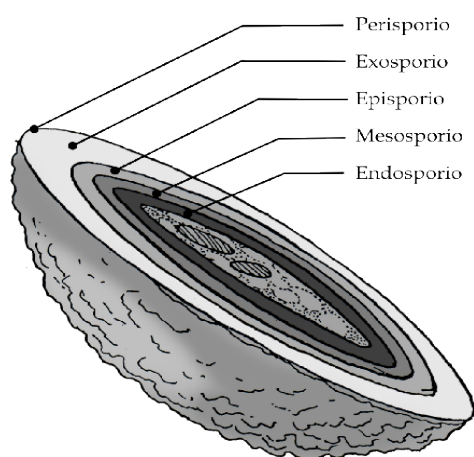


FIG. 6. Estructura de la cubierta de las esporas de hongos. Modificado de Moreno *et al.* (1986).

Coloración

El color de las esporas constituye otra característica que nos ayuda a diferenciar los tipos esporales mediante su observación al microscopio óptico, pudiendo presentar tonalidades amarillentas, verdosas, anaranjadas, rojizas, marrones o negras. La diversidad es enorme, siendo también un gran número de esporas hialinas o incoloras.

Estructura de la pared y ornamentación superficial

La nomenclatura que reciben los diferentes tegumentos existentes en la pared de las esporas varía según el autor, y aunque en algunas como las basidiosporas se distinguen hasta cinco capas (FIG. 6) denominadas endosporio, mesosporio, episporio, exosporio (responsable de la ornamentación) y perisporio, en la gran mayoría estas envueltas no son apreciables, siendo muy difícil su diferenciación.

La ornamentación de la superficie es igualmente variable (FIG. 7), existiendo elementos obtusos que dan tipos verrugosos, tuberculados, nodulosos y asteriformes; ornamentaciones agudas como asperulada, equinulada, equinada y aculeada; y otras como subulada, costada, alada, estriada, reticulada, lacunosa, caliptrada, utriculada, etc.

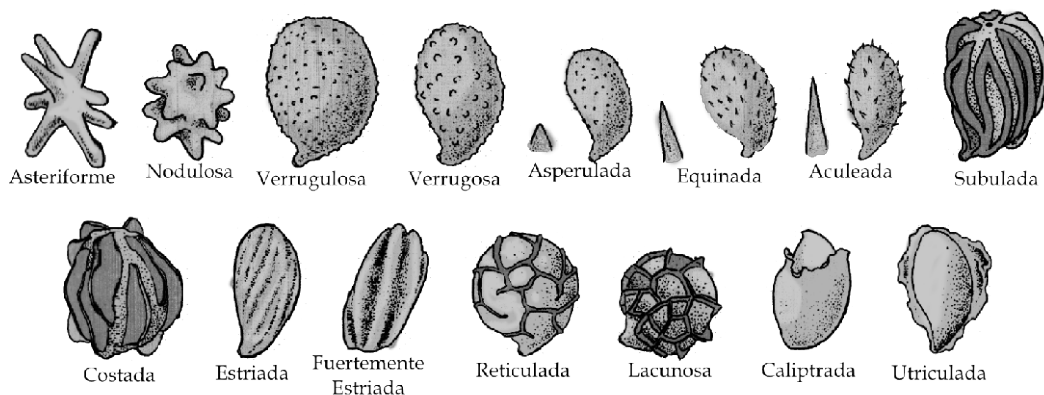


FIG. 7. Tipos de ornamentaciones en esporas de hongos. Modificado de Moreno *et al.* (1986).

1.2.2. LOS PROCESOS AEROBIOLÓGICOS

Se entiende por procesos aerobiológicos todos aquellos sucesos que siguen las partículas biológicas desde que se forman en las estructuras parentales hasta que sedimentan o impactan. Muchos trabajos aerobiológicos tratan de explicar la dinámica de estas partículas y su relación con los fenómenos que las mantienen suspendidas en la atmósfera (Mandrioli *et al.*, 1998).

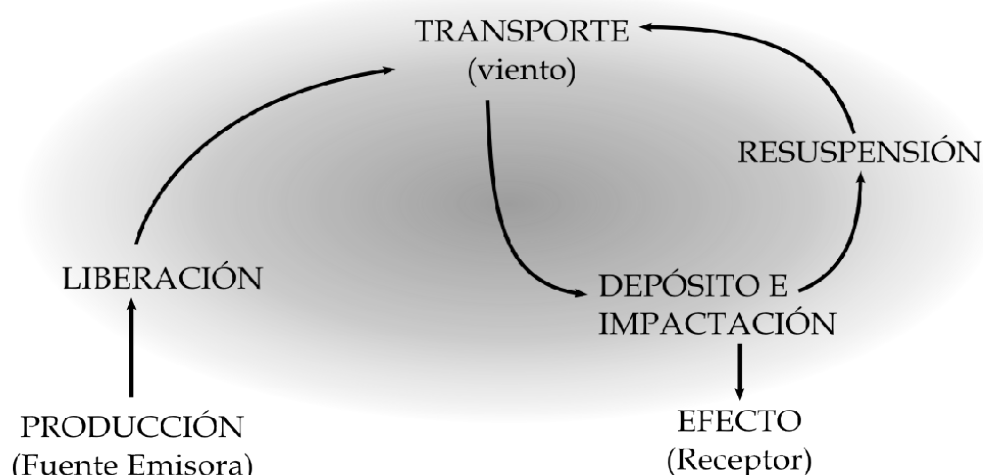


FIG. 8. Procesos aerobiológicos. Modificado de Spieksma (1992).

Según algunos autores (Nilsson, 1992; Spieksma, 1992 y 1995), el estudio aerobiológico de un área comprende el conocimiento de la fuente emisora, liberación, dispersión y depósito de los componentes vivos del aire (FIG. 8)

1.2.2.1. Fuente emisora

La fuente emisora es el primer eslabón implicado en los procesos aerobiológicos, se trata de aquella que produce las partículas biológicas que están encaminadas a la reproducción, dispersión o asegurar la supervivencia de las especies, utilizando como medio de transporte el viento. Entre otras, cabe destacar a las plantas, como origen de polen, propágulos y semillas, y a los hongos, como formadores de esporas, fragmentos de hifas, etc.

Las fuentes de origen biótico se localizan en cualquier lugar donde exista actividad biológica y movimientos de aire, por lo que la mayor parte de la superficie terrestre (interfase océano-atmósfera y suelo-atmósfera) puede ser considerada como una amplia fuente potencial. Además, determinadas acciones antrópicas, tales como actividades agrícolas, ganaderas e industriales son fuentes potenciales de partículas biológicas. También se producen estos agentes en vertederos, hogares, hospitales, centros de trabajo y lugares de ocio (Mandrioli, 1998a).

Descubrir el origen de una emisión determinada no siempre es tarea fácil. En el caso del polen, las fuentes muestran una marcada estacionalidad y son fácilmente identificables. Sin

embargo, en el caso de los hongos y las bacterias, una fuente emisora puede estar constituida por muchas subunidades esparcidas por todo el territorio, difíciles de identificar.

El número de partículas producidas presenta variaciones muy importantes de unas especies a otras. En el caso de las plantas con flor, la producción polínica de plantas anemófilas es muy superior a la de plantas entomófilas. También puede estar influida por la edad de los individuos (muchos árboles no florecen hasta cierta edad) y por el tiempo (existen árboles que producen grandes cantidades de polen cada 2 ó 3 años).

La capacidad de producción de los distintos organismos así como la proximidad y abundancia de la fuente de emisión son factores de gran importancia en los estudio aerobiológicos (Tormo *et al.*, 1996).

1.2.2.2. Liberación

Proceso mediante el cual las partículas biológicas pasan desde la fuente productora hasta la atmósfera. En esta fase intervienen tanto los fenómenos fisiológicos de los vegetales como los factores ambientales.

En la liberación del polen actúan a menudo corrientes de aire, aunque en ocasiones son esenciales los mecanismos de tipo catapulta, desencadenados por cambios de temperatura o de humedad (Spieksma *et al.*, 1993). Por consiguiente, algunos tipos de polen son liberados en las primeras horas de la mañana, después del descenso de la humedad del aire, mientras que otros necesitan un periodo de calentamiento solar. En un estudio realizado por Annie & Liem (1980) se observó que una temperatura de 20 °C es la más favorable para que, en algunas especies de gramíneas, se produzca el proceso de antesis, liberándose de esta forma el polen maduro.

Respecto a las esporas de hongos, en ocasiones la emisión se realiza por procedimientos activos, es decir, con aporte de energía por parte del hongo. En la mayoría de los casos se basan en mecanismos de turgencia celular que provocan la ruptura de las paredes de los esporangios y la emisión violenta de las esporas que encierran. En otras especies, la emisión tiene lugar de forma pasiva, realizándose por medio del aporte de energía desde una fuente ajena al hongo, que con frecuencia es el viento. Gregory (1973) afirma que la velocidad del viento requerida para la liberación de esporas oscila entre 0,2 m/s y 0,4 m/s. Según Ballero *et al.*, (1992) y Mediavilla *et al.*, (1998) en su liberación intervienen tanto los procesos biológicos intrínsecos al hongo como los factores ambientales; manifestando Infante *et al.*

(1988) y Herrero *et al.* (1996) que la humedad relativa del aire y la temperatura son los factores meteorológicos que más influyen en la liberación de esporas.

1.2.2.3. Aerotransporte y dispersión

El transporte de partículas por el viento y su consiguiente dispersión están estrechamente relacionados con los factores meteorológicos que imperan en un momento determinado y con el aspecto aerodinámico de las partículas (forma, volumen, peso, elasticidad, etc.).

El tiempo que las partículas se mantienen suspendidas en el aire es inversamente proporcional a su tamaño. Subiza *et al.* (1992) observaron que el polen de maíz (*Zea mays* L.) con 122 μm de diámetro, a pesar de ser producido en enormes cantidades, raramente se encontraba a más de 500 metros de su fuente de emisión. Por el contrario, otros pólenes más pequeños como los del género *Lolium* L., pueden dispersarse a decenas de kilómetros dependiendo de la fuerza del viento, corrientes de convección, etc.

Algunos pólenes pueden recorrer distancias considerables desde la fuente emisora, estando relacionado este transporte con grandes movimientos de masas de aire en la atmósfera; es el caso de las altas concentraciones de *Ambrosia* L. procedentes de las llanuras húngaras que se detectan en Viena (Mandrioli, 1998b). Rantio-Lehtimäki (1994) distingue 3 tipos de transporte, en función de la distancia que recorren estas partículas: corta distancia (hasta 1 km), media distancia (entre 1 y 100 km) y larga distancia (más de 100 km).

Según Fulton (1966), la concentración de esporas disminuye logarítmicamente con la altura, con ambientes inestables (precipitaciones) y con el descenso de la temperatura. Vloutoglou *et al.* (1995) también manifiestan que el número de esporas decrece con el incremento de la altura, e Infante (1997) afirma que el pequeño tamaño de las esporas de algunos géneros hace que puedan ser transportados a grandes distancias de la fuente productora, como así lo demuestran los trabajos de Isard *et al.* (2007).

Durante la dispersión, la viabilidad de las partículas biológicas puede disminuir o desaparecer al estar expuestas a radiaciones ultravioleta, niveles de ozono y posible desecación (Subiza *et al.*, 1986); Comtois & Schemenauer (1991) demostraron que la viabilidad decrece a medida que incrementa la altitud.

1.2.2.4. Sedimentación e impactación

La sedimentación del polen y las esporas se produce cuando la fuerza de la gravedad es superior a la intensidad del viento, especialmente para las partículas con un tamaño comprendido entre 10 y 50 μm . En otras ocasiones éstas impactan o chocan sobre diferentes sustratos, como puede ser el agua, tejados, suelo, vegetación, etc. Nilsson (1992) distingue dos tipos de deposición: seca y húmeda, ésta última por arrastre a causa de las precipitaciones.

El polen, debido a la capacidad harmomégata, en medios húmedos se hace más pesado y sedimenta con mayor facilidad. Por el contrario, en condiciones de sequedad, el polen se hace menos denso y su permanencia en la atmósfera puede ser mucho mayor.

La gran cantidad de polen y esporas que se dispersan por el aire pueden quedar depositados en cualquier tipo de sustrato. Con frecuencia algunos granos consiguen alcanzar los receptores femeninos de la flor y llevar a cabo la fecundación. En el caso de las esporas de hongos puede producirse la germinación si el sustrato impactado y las condiciones ambientales son favorables, cerrándose de esta forma el ciclo biológico.

1.2.2.5. Resuspensión

En ciertas ocasiones se producen fenómenos de resuspensión o reflatación, es decir, pólenes y esporas que habían sedimentado vuelven a suspenderse en el aire por la acción de corrientes atmosféricas, turbulencias, acción antrópica, etc., llevándose a cabo de nuevo los procesos de transporte y sedimentación. En Mérida, según González Minero *et al.* (1997), se encontró polen de girasol fuera de su época de floración como consecuencia de un proceso de resuspensión inducido por máquinas cosechadoras.

1.2.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONTENIDO DE LAS PARTÍCULAS BIOLÓGICAS EN EL AIRE

Analizar de forma individualizada el efecto que produce cada parámetro meteorológico sobre el contenido biológico del aire es muy complicado ya que todos interactúan de forma sinérgica. La influencia de éstos varía de unos táxones a otros o incluso dependiendo del estado fenológico en que se encuentre el organismo emisor de partículas.

En términos generales, los parámetros meteorológicos actúan a dos niveles: a) en las etapas previas a la floración y b) en las etapas de emisión, transporte, dispersión o deposición.

1.2.3.1. Temperatura

En general, la temperatura ejerce un efecto positivo sobre las concentraciones de partículas, interviene en todas las fenofases de las plantas, acelerando la formación de yemas florales, antesis, emisión y dispersión del polen (Leushner & Boehm, 1981).

La temperatura acumulada es un factor decisivo para el inicio de la floración en plantas leñosas, siendo objeto de numerosos trabajos en los últimos años (Frenguelli & Bricchi, 1998; Wielgolaski, 1999; Chuine, 2000; Galán *et al.*, 2001; Vázquez, 2003). En el caso de taxones herbáceos, también se ha encontrado una relación directa con la temperatura previa (Clot, 1998; Sánchez Mesa, 2003). El umbral de temperatura específico, que cada especie debe acumular para que se produzca la dehiscencia de las anteras puede depender de la zona geográfica y de sus condiciones ambientales (García Mozo *et al.*, 2000; Jato *et al.*, 2002).

Las máximas concentraciones de polen en la atmósfera se alcanzan durante las horas centrales del día, coincidiendo con el aumento de las temperaturas (Alba, 1997; Alba *et al.*, 2000; Galán *et al.*, 1991; Recio, 1995). Un descenso brusco de las mismas provoca un retraso de la dehiscencia o impide la emisión del polen. Además, las altas temperaturas favorecen los fenómenos convectivos que facilitan el transporte vertical de las partículas e incrementan la permanencia de éstas en la atmósfera (Galán *et al.*, 2000).

En el caso de los hongos, el papel fundamental de la temperatura es, junto a la disponibilidad hídrica, favorecer el crecimiento del organismo parental, y por consiguiente la producción de esporas (Jones & Harrison, 2004).

1.2.3.2. Precipitación

La lluvia también ejerce su influencia en las distintas fases de los procesos aerobiológicos, el efecto va a depender del estado fenológico de las plantas, de la estación del año o del momento del día en que se registren, así como de la intensidad con que se produzcan (Alba, 1997).

Las precipitaciones registradas en fases previas a la estación polínica, favorecen el aumento de las concentraciones. Si la lluvia ocurre durante las etapas de liberación o dispersión, ésta bloquea la liberación y ejerce una acción mecánica sobre las partículas aerovagantes precipitándolas al suelo; el lavado atmosférico será mayor en primavera-verano (Belmonte & Roure, 1985; Recio *et al.*, 1997; Fornaciari *et al.*, 1997). El efecto es menor si la lluvia se registra en la noche o primeras horas de la mañana, ya que el incremento de

temperaturas diurnas hará que las anteras eliminen humedad y se produzca la antesis y la liberación de polen de manera normal.

Algunos autores sostienen que la duración de la estación polínica se alarga si 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 ocurre durante los periodos de sequía (Keynan *et al.*, 1989). Las precipitaciones suaves y prolongadas en el tiempo son más efectivas que las lluvias intensas y poco duraderas (Iglesias, 1990).

Para las plantas herbáceas, especialmente aquéllas que florecen antes del verano, se observa una correlación directa entre su producción polínica y las precipitaciones previas a la floración (Recio, 1995); no ocurre así para las especies herbáceas de floración posterior al verano.

La sequía, especialmente la edáfica, es un factor que constituye un riesgo de primera magnitud en el área Mediterránea, pudiendo provocar situaciones de estrés hídrico en la vegetación. Recientes estudios señalan que la producción polínica puede ser un buen bioindicador para testar determinados comportamientos fisiológicos como respuesta al déficit hídrico (Alba *et al.*, 2008).

La liberación activa de esporas generalmente depende de procesos de turgencia celular, por lo que la presencia de lluvias es necesaria para estimularla (Gottwald & Bertrand, 1982); sin embargo, en la liberación pasiva se requiere un sustrato seco, aunque la precipitación puede inducir movimientos que liberen gran cantidad de esporas antes de que el sustrato se hidrate por completo (Jones & Harrison, 2004).

1.2.3.3. Viento

Es indiscutible que el viento es un factor fundamental para que las partículas sean aerotransportadas, no obstante su análisis matemático es bastante complejo. Para acometer su estudio hay que descomponerlo en sus dos principales componentes, dirección y velocidad.

La dirección del viento juega un papel primordial y tiene una clara influencia sobre la composición aerobiológica, de modo que una comunidad vegetal situada en el recorrido del viento provocará una nube compuesta por partículas provenientes de la misma. Los táxones que no se encuentren en esa comunidad estarán infra-representados durante el lapso de tiempo que el viento proceda de dicha dirección.

En cuanto a la velocidad, si es excesiva se produce una dilución del contenido en la masa de aire; de igual modo, si es muy baja, la dispersión se ralentiza y la liberación, tanto de polen como de esporas, se detiene (Bricchi *et al.*, 1992).

Por otra parte, el viento favorece la refluotación de partículas ya sedimentadas, incorporando a la atmósfera tipos polínicos que ya han finalizado su período de polinización, lo que se traduce en algunas ocasiones en períodos postpico más largos.

1.2.3.4. Insolación

Este parámetro está íntimamente relacionado con la temperatura y el fotoperiodo. El aumento de las horas de sol favorece la presencia de polen en la atmósfera, puesto que el calor sobre la superficie de las anteras produce una deshidratación en los tejidos, facilitando la dehiscencia (Galán *et al.*, 1995b). Además, el incremento del fotoperiodo está asociado con el fin de la dormición de algunas plantas y con la activación de la síntesis de hormonas del crecimiento (giberelinas y citoquininas) que regulan el inicio de la floración.

En el caso de los hongos pasa algo parecido, la liberación pasiva requiere un sustrato seco, que en numerosas ocasiones se produce al aumentar la insolación. En este sentido, los trabajos de Gottwald (1982; 1983) muestran un aumento de la liberación de esporas en distintas especies del género *Cladosporium* al someter el hongo a exposiciones cortas de radiación infrarroja.

1.2.3.5. Humedad relativa

La humedad relativa del aire favorece el desarrollo de la planta y facilita la floración, pero su incremento por encima de un umbral específico impide la dehiscencia de las anteras y disminuye los niveles de polen en el aire.

De forma general, cuando la humedad del aire disminuye, las paredes de la antera se deshidratan, lo que favorece su rotura y la salida de los granos de polen. La sequedad ambiental favorece la dispersión de los granos, mientras que la gran capacidad de estos para absorber la humedad hace que se vuelvan más pesados y sedimenten cuando ésta es muy elevada (Emberlin, 1994). Sin embargo, algunas especies de la familia Urticaceae necesitan un aumento de la humedad para que se produzca la extensión de los filamentos de los estambres y se libere el polen (Díaz de la Guardia, 1995; Galán *et al.*, 2000).

La humedad relativa juega un papel importante en la liberación de esporas al aire, tanto activa como pasiva. Adams *et al.* (1986) sugirieron que son más importantes los cambios de humedad que la consecución de un rango o umbral determinado para que se produzca la liberación. Más recientemente, Trimmer *et al.* (1998) observaron que la liberación de *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. se ve favorecida por los descensos de humedad, pero no así por los aumentos.

1.2.3.6. Fenología floral

Existen taxones que tienen más de una floración al año, mientras que en otros es casi ininterrumpida durante un largo período. Estas diferencias nos permiten conocer las distintas estaciones polínicas que determinan la presencia de los distintos tipos polínicos en la atmósfera. Cuando hablamos de especies de amplia distribución, el periodo de floración no será un proceso fijo sino que depende de factores tales como la altitud, latitud, orientación, climatología de la zona, etc. Incluso el mismo individuo puede sufrir fluctuaciones interanuales en su floración causados por variaciones en la meteorología local.

Fenología y Aerobiología han evolucionado de forma paralela en los últimos años ya que los registros de producción polínica se pueden usar en la predicción de cosechas (González Minero *et al.*, 1998b; Fornaciari *et al.*, 2002) o en la elaboración de mapas espacio-temporales de floración y emisión polínica (Alba *et al.*, 2006; Hidalgo *et al.*, 2002).

1.2.3.7. Flora y vegetación

Existe una correspondencia entre el espectro aeropolínico local y las formaciones vegetales colindantes, aunque no siempre es fácil dar una interpretación simple a esta relación, ya que las especies vegetales que integran dichas comunidades no contribuyen de igual forma, al variar su producción polínica, la eficacia de transporte de su polen o el tipo de polinización que cada una presenta. La variabilidad temporal en los elementos que componen el paisaje vegetal también altera de manera significativa la cantidad y calidad de los registros aerobiológicos.

1.2.3.8. Producción de partículas biológicas

La producción de partículas por parte de un taxon no es fija, si no que se ve alterada por distintos factores fluctuando diacrónicamente (Rogers, 1993). El número de partículas que produce una especie se puede utilizar para estimar el contenido aerobiológico durante una

estación si se conoce la densidad de vegetación por unidad de superficie (Tormo *et al.*, 1996). Además, estos autores sugieren que la relación entre el número de anteras por inflorescencia y el de granos de polen por antera describe una función hiperbólica, es decir, algunas especies, como *Quercus rotundifolia* Lam., incrementan la cantidad de inflorescencias para compensar el bajo número de anteras por flor.

1.3. MÉTODOS DE MUESTREO EN AEROBIOLOGÍA

1.3.1. TIPOS DE MUESTREO

A la largo de la historia de la Aerobiología se han diseñado numerosos métodos e instrumentos para realizar el muestreo del aire, basándose en principios físicos, tales como la impactación, succión, filtración, precipitación y deposición gravitacional (Mandrioli *et al.*, 1998). Cada uno de ellos presenta unas características diferentes que lo hacen más o menos apropiado para el muestreo en función de los objetivos perseguidos.

Los métodos de captación deben satisfacer los objetivos del programa de muestreo, ser eficientes en la captación de partículas y ser compatibles con los métodos analíticos requeridos. En la actualidad no existe un prototipo que sea eficaz con todo el espectro de partículas aerovagantes y análisis específicos, por lo que cada parcela de la Aerobiología ha desarrollado métodos de muestreo propios (Mandrioli *et al.*, *l.c.*).

1.3.1.1. Método gravimétrico

Se trata del método más simple y consiste en la exposición al aire de una superficie (portaobjetos, placa de petri, etc.) sobre la cual sedimentan las partículas por simple gravedad. El primer muestreo realizado con este procedimiento lo llevó a cabo Blackley en 1873.

Sobre este método se han realizado numerosas modificaciones. Darder & Duran (1936) colocaron 2 portaobjetos, uno en posición horizontal y otro vertical, con el objetivo de recoger partículas de sedimentación y partículas aerotransportadas. Durham (1946) colocó el portaobjetos entre 2 discos de 22'7 cm de diámetro, separados entre si por 10 cm, quedando protegido de la lluvia. Posteriormente, Pla Dalmau (1958) introdujo una nueva modificación al colocar el portaobjetos con una inclinación del 14'5 % e incorporó una veleta que lo mantiene expuesto al viento dominante.

La eficacia de este captador varía significativamente en función del tamaño de las partículas, velocidad y dirección del viento o turbulencias atmosféricas, e incluso con los niveles de partículas en el aire. El principal inconveniente de este método es que no hay forma de conocer el volumen de aire muestreado, por lo que no se puede calcular la concentración de partículas.

1.3.1.2. Método de impactación

Los métodos de impactación se basan en la inercia de las partículas aerotransportadas, ya que cuando éstas se acercan a un objeto, si tienen suficiente inercia, continuarán su trayectoria original y golpearán con el obstáculo.

El sistema más sencillo consiste en un pequeño cilindro cubierto de un adhesivo, montado en una posición fija, sobre el que incide el aire directamente. Otros mecanismos más elaborados consisten en portaobjetos que se hacen girar con la ayuda de motores eléctricos, variando la exposición, controlando el flujo de aire, protegiéndolos de las precipitaciones, etc. Quizás los que más repercusión han tenido son el “rotorod” (Perkins, 1957) y el “rotoslide” (Ogden & Raynor, 1967).

En general funcionan bien para muestrear polen pero no pueden actuar durante periodos prolongados de tiempo, además la eficacia de captación de un muestreador dependerá de la velocidad del viento, características morfológicas de la partícula y tamaño del colector (Mandrioli *et al.*, 1998).

1.3.1.3. Método de filtración

Con este método el aire pasa a través de un medio poroso donde las partículas quedan retenidas. Entre estos captadores se encuentra el McLeod, muy útil para el estudio de gases contaminantes, que posteriormente Suarez Cervera & Seoane Camba (1983) modificaron para el muestreo de polen y esporas.

El captador de aeroplancton (CAP) se basa en la filtración automática del aire con filtros Millipore. Las muestras que se obtienen están listas para su análisis al microscopio óptico.

Otro método de captación es el ideado por Cour (1974), que basándose en métodos eólicos diseñó un sistema por el cual el contenido del aire es recogido en gasas impregnadas de aceite de silicona, que están orientadas mediante una veleta. Además, se pueden disponer unas gasas en posición perpendicular para recoger las partículas de sedimentación gravitacional.

Posteriormente, por medio de un procedimiento químico se produce la disolución de las gasas y se preparan para el análisis al microscopio óptico. El principal inconveniente estriba en que la eficacia varía con la velocidad del viento y que no es posible conocer la variación diaria de las concentraciones polínicas, por lo que generalmente se usa para conocer concentraciones semanales, siendo de poca utilidad en muestreos diarios y horarios.

1.3.1.4. Método de succión

Se incluyen aquí todos los captadores que por medio de una bomba de vacío, u otro sistema similar, absorben un volumen de aire conocido. Para retener las partículas se pueden emplear varios métodos, como la filtración, impactación, precipitación térmica y electrostática e intrusión en medio líquido.

Entre los captadores de succión-impactación se encuentra el “spore-trap” de Hirst (1952), que fue diseñado especialmente para captar esporas de hongos. De él se han hecho varias versiones, basadas todas en el mismo fundamento teórico, hasta llegar a las actualmente comercializadas por Burkard Co. Ltd. y Lanzoni srl. Estos dos captadores son, en la actualidad, los más utilizados en la Península Ibérica, ya que forman parte del protocolo estandarizado de REA. Su eficacia de muestreo es aceptable, pero varía con la velocidad del viento y con el tamaño de las partículas. Entre las ventajas podemos destacar su simplicidad y que permite tener un registro continuo del contenido atmosférico.

Algunos captadores combinan los fundamentos físicos de succión y filtración, de modo que se controla el volumen de aire muestreado pero las partículas son recogidas en unos filtros especiales. Este es el caso de los aparatos McLeod, CAP y CAP2.

Otro de los captadores de succión es el llamado Impactador en Cascada, siendo el Andersen uno de los más usados. También está muy extendido el uso de los Cyclones, que recogen partículas de varios tamaños por intrusión líquida, quedando el material depositado en un tubo Eppendorf listo para su posterior estudio.

1.3.1.5. Métodos de precipitación electrostática y térmica

Se suelen usar para atrapar partículas de pequeño tamaño, en los electrostáticos las partículas son cargadas eléctricamente y atraídas hacia un electrodo de carga opuesta. En los precipitadores térmicos los flujos de aire entran en el captador y las partículas son conducidas desde una superficie caliente hacia otra fría.

1.3.1.6. Método de intrusión líquida

Los métodos de intrusión líquida funcionan introduciendo aire en un contenedor de agua. Cuando el aire asciende en forma de burbujas, las partículas son transferidas al medio líquido y retenidas en él. Las intrusiones líquidas han sido recomendadas para capturar organismos como microalgas, donde preservar la viabilidad de éstas es vital para desarrollar el experimento (Mandrioli *et al.*, 1998).

1.3.2. ESTUDIOS COMPARATIVOS ENTRE MÉTODOS

Se han realizado numerosos estudios comparativos entre los captadores más frecuentes en Aerobiología. Lejoly-Gabriel (1976) comparó el método Hirst con el gravimétrico obteniendo resultados similares en ambos. Solomon *et al.* (1980) compararon los modelos Rotorod, Rotorslide y Burkard, obteniendo con éste último mejores resultados cuantitativos. Bonny & Allen (1983) compararon los registros de un captador Tauber frente a un colector cilíndrico, obteniendo los mejores resultados con el Tauber. Algo más tarde, Belmonte *et al.* (1988) compararon el captador Durham y el Cour, obteniendo una mayor eficacia cualitativa y cuantitativa con el método Cour, aunque las curvas de los datos evolucionaron de forma análoga.

Durand & Comtois (1989) compararon el Cour con el Burkard, encontrando diferencias cualitativas y cuantitativas entre ambos y concluyeron que el Cour era más apropiado para estudios biogeográficos mientras que el Burkard lo era para estudios clínicos. Kämpylä (1989) comparó distintos tipos de sustancias adhesivas para el captador Burkard, obteniendo los mejores resultados con aceite de silicona. Otro interesante estudio es el que realizaron Boehm & Leushner (1979) al comparar los pólenes recogidos por el “colector de polen individual” (pequeño dispositivo que se coloca con una pinza en la ropa del paciente) con los del Burkard, observaron que éste último no reflejaba las nubes de polen a las que se exponía diariamente cada paciente.

Larsson en 1983 comparó el rendimiento de dos captadores Burkard separados entre sí por tres metros para así establecer posibles correlaciones entre las concentraciones en diferentes estaciones. Encontró que la correlación aumentaba con la concentración estándar del tipo polínico concerniente y la conclusión más importante fue que el captador tiene algunas deficiencias técnicas, ya que el índice de succión va a depender de la velocidad del viento en cada momento, de manera que las partículas no son captadas de forma isocinética. Basándose

en esto, Domínguez (1994) comparó la eficiencia de los dos captadores Hirst disponibles en el mercado (Burkard y Lanzoni), encontrando que el Lanzoni es más eficiente, aunque los valores medios para el periodo completo fueron muy similares.

1.4. PERIODO PRINCIPAL DE POLINACIÓN

El periodo principal de polinación (PPP) es la época del año en la que aparece en la atmósfera la mayor parte del polen emitido por un determinado taxon (Jato *et al.*, 2006). Éste depende de la fenología propia de la planta y de las condiciones meteorológicas, las cuales a su vez están estrechamente relacionadas. Es de sobra conocido que la fenología floral suele ser más tardía en individuos de zonas más cercanas a los polos que en individuos de zonas más ecuatoriales (Fernandes Mendonça, 2007), del mismo modo que a la misma latitud florecen con antelación las plantas situadas a menor altitud. De este modo cada taxon presenta un PPP propio que varía en función del lugar donde se realice el estudio y del año considerado, todo esto influido especialmente por la evolución de las condiciones meteorológicas.

El objetivo de establecer el PPP es conocer los días en los que las concentraciones de cada tipo polínico son elevadas y discriminar aquellos días en los que las concentraciones son bajas. Ya que estos granos pueden proceder de zonas más alejadas o de fenómenos locales de resuspensión, lo que podría introducir errores a la hora de correlacionar estadísticamente estos datos con los parámetros meteorológicos.

En general, en el cálculo del PPP se anulan los datos del inicio y del fin de la estación polínica, los días que se capturaron los primeros granos del taxon de interés y los últimos, pero los criterios para definir los límites varían según los autores.

Mullenders *et al.* (1972) consideran el comienzo del PPP cuando las concentraciones medias de cinco días alcanzan al menos el 1 % del total durante 3 días consecutivos y el final cuando las concentraciones son menores del 0,9 % durante más de 10 días. De este modo el PPP queda definido por el periodo de tiempo en el que se captura aproximadamente el 85 % del total anual. Más tarde, Pathirane (1975) propone un método gráfico para la determinación del PPP, definiéndolo como el periodo que se encuentra entre los dos puntos de “inflexión” de la curva sigmoidea que resulta de representar el porcentaje acumulado de polen a lo largo del año. Posteriormente, Mäkinen (1977) en una crítica al método de Pathirane (*l.c.*) propone basar estos cálculos en métodos estadísticos y sugiere que el PPP sea definido como el

periodo que incluye una vez a la desviación típica de las muestras. Las principales pegas son que no describe como realizar los cálculos para el inicio y el fin de dicho periodo, y que el método lo desarrolla para el estudio de esporas. Aunque recientemente algún autor lo ha utilizado para el estudio de polen (Fernandes Mendonça, *l.c.*) su uso está muy poco extendido.

Para Nilsson & Persson (1981) el PPP empieza cuando la suma de las medias diarias alcanza el 5 % del total y termina cuando alcanza el 95 % del polen total, quedando el PPP definido por el 90 % del polen total anual. Sin embargo, para Lejoly-Gabriel & Leuschner (1983) el inicio se produce cuando el porcentaje de polen acumulado de un taxon alcanza el 5 %, siempre que ese día represente al menos un 1 % del total anual, y termina el último día que el porcentaje de polen es del 1 % y la suma del porcentaje de este día con los dos anteriores sea igual o superior al 3 %. Andersen (1991) modifica la propuesta de Nilsson & Persson (*l.c.*), haciendo que el PPP incluya el 95 % del polen total anual. De este modo el inicio se produce cuando se alcanza el porcentaje acumulado del 2,5 % sobre el total anual, y el fin cuando se alcanza el 97,5 %.

Kupias & Jäger (1991), sin embargo, proponen nuevas reglas a tener en cuenta, y sitúan el inicio del PPP en el día en que la concentración diaria es mayor del 1 % del valor total anual, siempre que no esté seguido por más de seis días consecutivos con valores nulos de concentración, y termina cuando se alcanza el 95 % del total anual de polen. Ese mismo año, Ramfjord (1991) opta por establecer un umbral de 10 granos/m³ que defina el inicio y fin del PPP, de este modo, el inicio se produce la primera vez que se supera dicho umbral y finaliza el último día en que se obtenga esa misma concentración.

Más recientemente, diversos autores han propuesto métodos específicos para determinados tipos polínicos. Spieksma *et al.* (1995) retoma el método de Mullenders *et al.* (*l.c.*) para el estudio del abedul, pero sugiere que en lugar del 1 % del total anual debería ser usada la media anual para el año considerado. Para Galán *et al.* (1995b) el PPP en las gramíneas empieza el día que se alcanza el 1 % del total anual y termina cuando se alcanza el 99 %, correspondiendo así el PPP al 98 % del total anual.

En los últimos años algunos autores han optado por establecer un umbral de concentración para definir el PPP, de modo similar al de Ramfjord (*l.c.*). De este modo, Feher & Jàrai-Komlódi (1997) definen el PPP como el periodo entre el primer y el último día en el que se alcanza la concentración de 3 granos/m³ de forma consistente, es decir, se mantiene durante al

menos 5 días de la semana siguiente. Giorato *et al.* (2000) elevan el umbral a 30 granos/m³ para Poaceae y Urticaceae, y a 20 granos/m³ para el resto de las familias.

Recientemente, Jato *et al.* (*l.c.*) realizaron una revisión de varios de estos métodos, comparando los resultados obtenidos en tres localidades diferentes (Ourense, Córdoba y Bologna) entre 2001 y 2003. La conclusión a la que llegan es que los límites de la estación polínica deben ser fijados acorde a los objetivos que uno persiga en cada momento. En cada estudio, deben de tenerse en cuenta en la interpretación de los resultados todos aquellos factores que afectan a la presencia de polen en el aire, así como el número de especies incluidas en el tipo polínico, la capacidad de dispersión del polen, las condiciones meteorológicas, la variabilidad anual del polen total, etc.

1.5. AEROBIOLOGÍA APLICADA

1.5.1. MEDICINA

Sin lugar a dudas la aplicación más importante de la Aerobiología es la relacionada con la medicina. Los efectos que producen en la población las concentraciones de ciertas partículas biológicas, como los granos de polen o las esporas, hacen que la información sobre el contenido aerobiológico sea muy importante para las personas que padecen esta enfermedad, así como para los médicos implicados en su tratamiento. El polen es una de las principales causas de rinitis alérgica, sin embargo, en los últimos años se han venido detectando numerosos problemas relacionados con las esporas de hongos, sobre todo en personas que viven o trabajan en edificios inteligentes que padecen el síndrome del edificio enfermo (Berenguer Subils, 1999) o con alto grado de humedad en los que la renovación del aire es escasa o nula (Comtois & Marcoux, 1999; Singh & Singh, 1999).

1.5.2. AGRICULTURA

La Aerobiología también ha derivado sus estudios hacia la agricultura, centrando sus líneas de investigación en tres aspectos: estudios fenológicos, aparición de plagas y previsión de cosechas. Con respecto a la fenología, son numerosos los trabajos encaminados a predecir las particularidades de la estación polínica como inicio de la misma, severidad o concentración de polen en un día determinado, etc. (Larsson & Nilsson, 1991; Galán *et al.*, 1998; Galán *et al.*, 2001). En el campo de la fitopatología, también son varios los trabajos que

relacionan concentraciones de esporas e incidencia de enfermedades en comunidades vegetales y cultivos (Díaz *et al.*, 1997; Burt *et al.*, 1998; Isard *et al.*, 2007). Por último, la producción de cosechas (semillas y frutos) está regulada, entre otros, por la cantidad de polen durante la floración anterior (Cour & Van Campo, 1980; González Minero *et al.*, 1998b; Fornaciari *et al.*, 2002; Galán *et al.*, 2003).

1.5.3. BIODETERIORO

Las partículas biológicas presentes en el aire, especialmente esporas de hongos y algas, también pueden ocasionar daños al germinar en materiales del Patrimonio Histórico-Cultural, es el llamado biodeterioro. Este problema es especialmente preocupante cuando el elemento dañado es de carácter irrecuperable. Esta línea de trabajo se ha desarrollado especialmente en los últimos años (Pethuskova & Kandyba, 1999; Pitzurra *et al.*, 1999; Mandrioli *et al.*, 2003).

1.5.4. PALINOLOGÍA FORENSE Y CRIMINOLOGÍA

Esta disciplina, aún relativamente joven, es utilizada cuando se tiene que acudir a los restos microscópicos adheridos a la víctima y/o su homicida (Bryant & Jones, 2006); son cada vez más numerosos los casos resueltos con su ayuda.

La aplicación que tiene la palinología en la investigación criminalística se debe a la capacidad del polen y las esporas de alcanzar y adherirse a casi cualquier objeto, permaneciendo inalteradas por muchos años. Debido a que la vegetación varía geográficamente en su composición, una combinación de polen o esporas particular encontrada en una persona u objeto será indicativa de una localidad geográfica específica; en este sentido, las plantas de distribución más restringida son las de mayor utilidad. La fenología de cada taxon también es de importancia ya que ayudara a dilucidar la época en que ocurrió la deposición de partículas.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.1. JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la calidad del aire es una de las líneas de investigación que más interés suscita en el ámbito de la calidad medioambiental, sobre todo en relación a los contaminantes de origen antrópico (dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono, partículas en suspensión, etc.), ya que son los principales desencadenantes de enfermedades asmáticas en los países industrializados (D'Amato, 2002). No obstante, la cuarta parte de las partículas atmosféricas tienen un origen biológico (Knox, 1993) y el número de sensibilizaciones que éstas provocan han experimentado un gran aumento en los últimos años (D'Amato *et al.*, 1998), lo que hace especialmente relevante el estudio de las partículas biológicas como polen y esporas.

Desde el año 1992 el Grupo de Aerobiología de la Universidad de Granada ha realizado el muestreo aerobiológico ininterrumpido en la atmósfera de dicha ciudad, realizando diversos trabajos sobre estas partículas y su relación con la incidencia alérgica (De Linares, 2007). Algunos de estos trabajos (Díaz de la Guardia *et al.*, 1991; Alba *et al.*, 2000) sugieren la necesidad de incluir nuevos puntos de muestreo, con el afán de obtener un mapa aerobiológico lo más completo posible que refleje tanto las similitudes como las diferencias entre las distintas comarcas de la provincia.

El presente trabajo se plantea como ese nuevo punto de muestreo, para ello se eligió la zona litoral ya que es la segunda más poblada después de la capital y su área metropolitana; además, durante los meses de verano recibe una fuerte afluencia turística, duplicando con creces la población invernal. Desde el punto de vista biogeográfico es muy distinta al resto de la provincia y constituye una zona de tránsito donde convergen tres sectores muy diferentes, lo que conlleva una gran diversidad vegetal y florística, que condicionará al espectro polínico.

Desde el punto de vista climático presenta una serie de características que le han merecido el apelativo de “Costa Tropical”. Estas condiciones son especialmente favorables para el desarrollo de los hongos, lo que nos ha llevado a incluir un análisis de esporas aerovagantes.

Se plantea, por tanto, el muestreo de la atmósfera de la costa de Granada (Motril) durante cuatro años, evaluando el espectro polínico y esporal de esa zona, así como su estacionalidad en relación con las condiciones meteorológicas y el efecto de éstas sobre la polinación.

2.2. OBJETIVOS

Los objetivos propuestos para la realización de este estudio son:

- Describir la composición, distribución y fenología floral de la vegetación del área de estudio, debido a su papel como fuente productora de partículas biológicas.
- Describir meteorológicamente los años de estudio a fin de entender el efecto de las distintas variables sobre las concentraciones de partículas biológicas.
- Analizar cualitativa y cuantitativamente el contenido polínico de la atmósfera de la costa de Granada (Motril), observando las diferencias interanuales, su evolución estacional y la distribución intradiaria de los tipos polínicos predominantes.
- Estudiar las relaciones existentes entre las concentraciones de polen y los diversos parámetros meteorológicos mediante análisis de correlación y regresión, a fin de establecer modelos de pronóstico para los principales tipos polínicos.
- Elaborar el calendario polínico de la ciudad de Motril.
- Analizar cualitativa y cuantitativamente el contenido esporal de la atmósfera de la costa de Granada (Motril), estudiando la distribución estacional de los tipos de esporas más importantes.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS

Se solicitaron los datos correspondientes a los años de estudio (2003-2006) a las dos principales redes meteorológicas con estación en la zona: el Instituto Nacional de Meteorología (INM) y la Red de Alerta e Información Fitosanitaria de la Junta de Andalucía (RAIF). La primera dispone de una estación en las instalaciones portuarias del Club Náutico de Motril, a 3 km al sur de la estación aerobiológica, mientras que la segunda suministra los datos de la estación agroclimática para la costa de Granada (Motril), situada a menos de 2 km al noreste de nuestro captador.

Tras obtener las series de datos completas se unificaron las unidades para poder realizar comparaciones, interpolaciones y regresiones convenientemente.

En general, la RAIF suministró una serie de datos más completa que el INM, sin embargo, los datos de viento que proporcionó son más pobres. Por este motivo se han utilizado para el viento los datos del INM y para el resto de variables los datos suministrados por la RAIF.

Durante el año 2006 se encontraron numerosas ausencias de datos por parte de la estación RAIF, por lo que realizamos un estudio comparativo entre ambas estaciones con el objeto de obtener fórmulas de regresión que nos permitieran completar los huecos en la serie de datos meteorológicos de dicho año a partir de los datos del INM. Para ello se realizaron test no paramétricos de correlación (Spearman) y análisis de regresión lineal. Estas pruebas sirvieron a su vez para comprobar que las mediciones de ambas estaciones son verosímiles y congruentes entre si a pesar de estar separadas entre si por 4 kilómetros de distancia.

3.1.1. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

En la TABLA 1 se muestran los resultados de los análisis de correlación (test de Spearman) obtenidos al enfrentar los datos de cada variable medidos por una estación (RAIF) con los datos de esa misma variable medidos por la otra estación (INM). En ella se observa que todas las correlaciones fueron positivas y significativas al nivel 0,01 %, de igual modo los coeficientes de correlación fueron muy altos, lo que indica que las dos estaciones recogen de forma similar los cambios en las condiciones atmosféricas.

	<i>T Máx</i>	<i>T Med</i>	<i>T Mín</i>	<i>Prep</i>	<i>HR Máx</i>	<i>HR Med</i>	<i>HR Mín</i>	<i>Rad Solar</i>	
<i>Coef. correl.</i>	0,928**	0,977**	0,991**	0,780**	0,758**	0,815**	0,848**	0,736**	RAIF
<i>Sig. bilateral</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<i>N</i>	305	305	305	305	305	305	305	326	
INM									

TABLA 1. Correlaciones entre los datos de la estación INM y la estación RAIF. ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Los gráficos de dispersión de esas mismas variables (FIG. 9) corroboran el alto grado de correlación obtenidos en los test de Spearman, en cada gráfica se han representado, además, las rectas de regresión y las fórmulas matemáticas empleadas en la interpolación de los huecos en la serie de datos de la RAIF, a partir de los datos del INM.

Tanto en las gráficas de dispersión como en las correlaciones se puede observar como las variables mejor correlacionadas son las temperaturas, mientras que las correlaciones bajan ligeramente en el caso de la precipitación, la humedad relativa y la radiación solar.

Con respecto a los datos de velocidad del viento se han considerado dos variables, la velocidad máxima y la velocidad media diarias. En la TABLA 2 se muestran los altos valores de correlación, que han sido positivos y significativos a nivel 0,01 %. Estos resultados se confirman en los gráficos de dispersión (FIG. 9).

	<i>VV Máx</i>	<i>VV Med</i>	
<i>Coef. correl.</i>	0,869 **	0,771 **	RAIF
<i>Sig. bilateral</i>	0,000	0,000	
<i>N</i>	308	326	
INM			

TABLA 2. Correlaciones entre los datos de velocidad del viento de la estación INM y la estación RAIF. ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Con respecto a la dirección del viento, el INM suministra información sobre la frecuencia con la que el viento procede de algunos de los 4 cuadrantes (NO, SO, SE y SO) o estuvo en calma, mientras que la RAIF ofrece la frecuencia con la que el viento procede de alguno de los 4 puntos cardinales (N, O, S y E), sin considerar las calmas. A pesar de este problema de

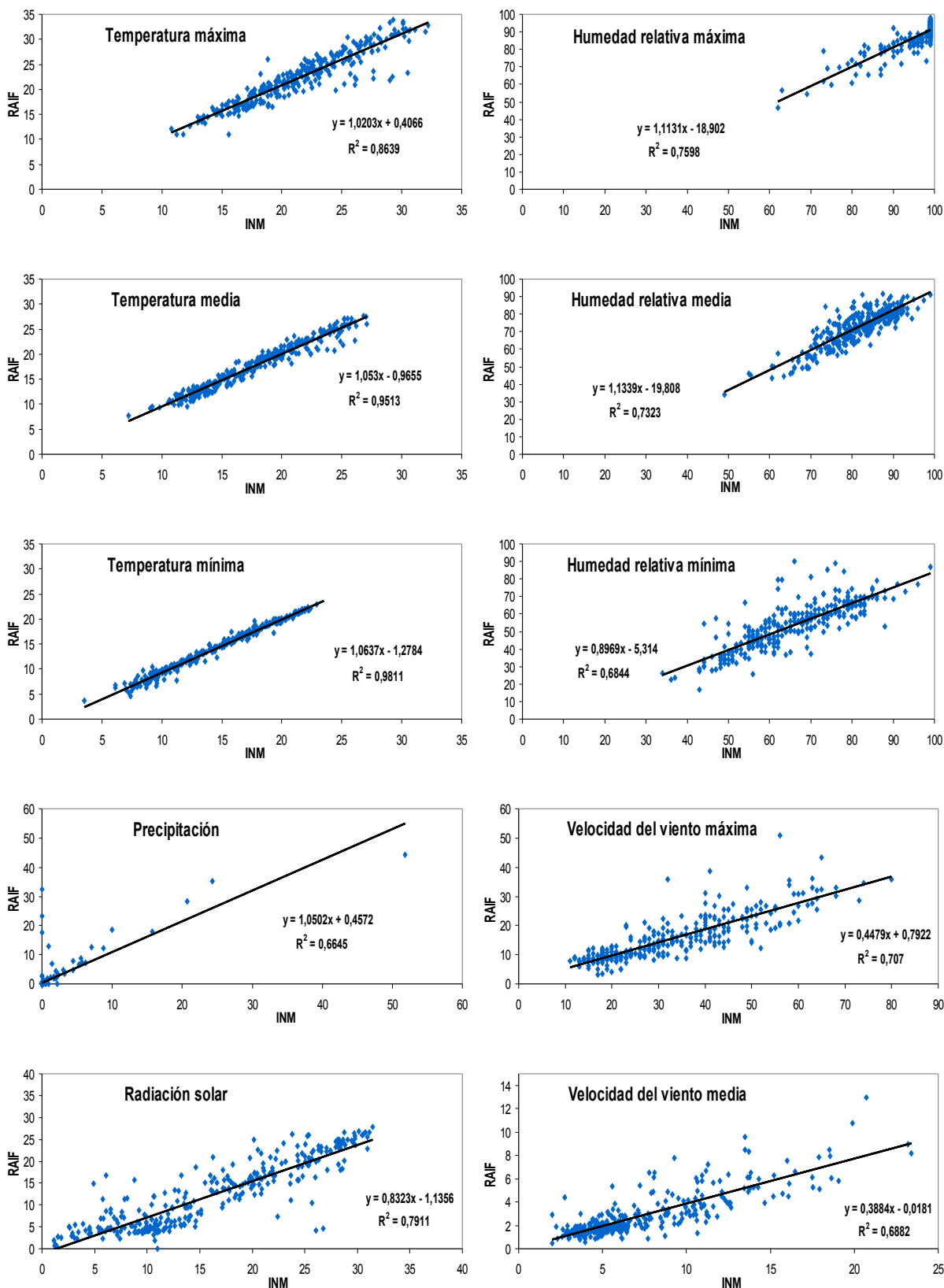


FIG. 9. Gráficos de dispersión y regresión lineal de los datos meteorológicos procedentes de las estaciones INM y RAIF.

difícil solución, que impidió rellenar los huecos en la serie de datos, se realizaron análisis de correlación para comprobar si al menos existían correlaciones significativas entre los cuadrantes del INM y las direcciones de la RAIF. En la TABLA 3 se observa como éstas existen, siendo significativas y positivas con aquellos puntos cardinales que delimitan los cuadrantes y negativas con las direcciones opuestas a éstos.

	<i>1C-INM</i>	<i>2C-INM</i>	<i>3C-INM</i>	<i>4C-INM</i>	
<i>N-RAIF</i>	0,444**	-0,059	-0,547**	0,514**	<i>Coef. correl.</i>
	0,000	0,285	0,000	0,000	<i>Sig. bilateral</i>
	326	326	326	326	<i>N</i>
<i>S-RAIF</i>	0,718**	0,381**	-0,618**	-0,107	<i>Coef. correl.</i>
	0,000	0,000	0,000	0,053	<i>Sig. bilateral</i>
	326	326	326	326	<i>N</i>
<i>E-RAIF</i>	-0,475**	-0,002	0,611**	-0,364**	<i>Coef. correl.</i>
	0,000	0,970	0,000	0,000	<i>Sig. bilateral</i>
	326	326	326	326	<i>N</i>
<i>O-RAIF</i>	-0,535**	-0,484**	0,499**	0,280**	<i>Coef. correl.</i>
	0,000	0,000	0,000	0,000	<i>Sig. bilateral</i>
	326	326	326	326	<i>N</i>

TABLA 3. Correlaciones entre los datos de dirección del viento de la estaciones INM y RAIF. ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

3.2. ESTACIÓN AEROBIOLÓGICA

La metodología de muestreo de partículas biológicas utilizada en este trabajo, en lo referente a la elección del captador ha sido la propuesta por REA para el estudio del polen aerovagante (Galán *et al.*, 2007). Por lo que el muestreo aerobiológico se realizó con un captador volumétrico tipo Hirst (1952), el modelo VPPS-2000 que comercializa la casa Lanzoni (FIG. 10), con una autonomía de siete días.

El captador se instaló en la terraza del edificio sur del Hospital Comarcal “Santa Ana”, ubicado en la ciudad de Motril. El hospital está en un barrio de casas bajas, donde no hay ningún edificio más alto.

Las características que reúne en esta ubicación son:

- Se encuentra dentro del mayor casco urbano de la zona, ubicado en la zona central del área de estudio, y a cuatro kilómetros de la línea de costa.

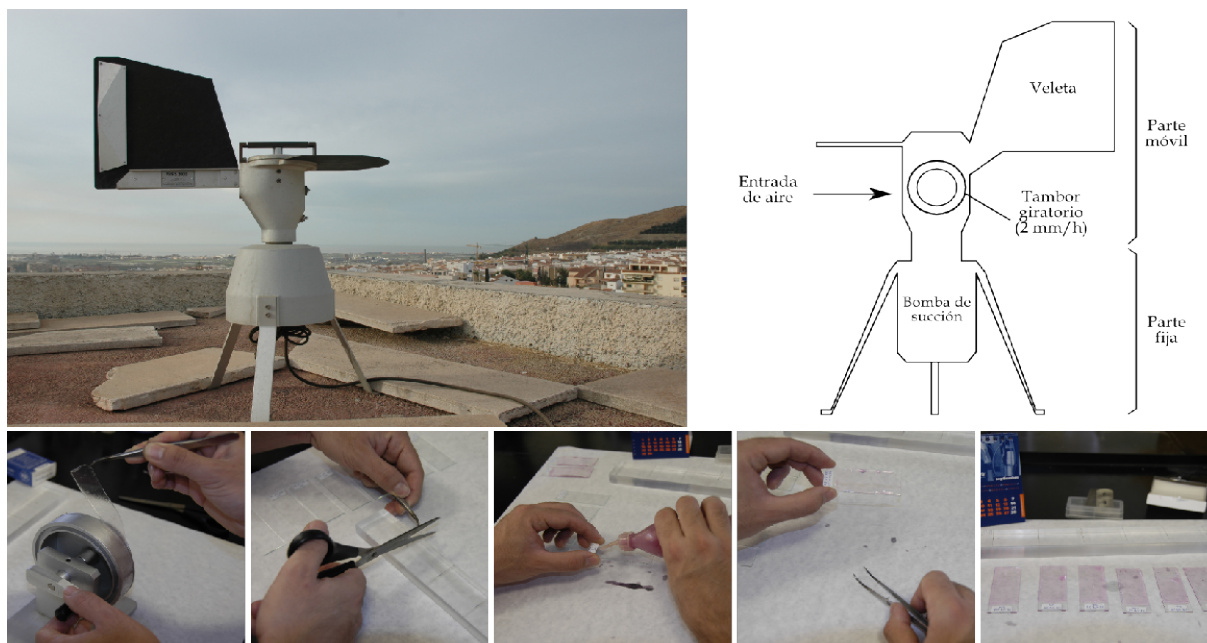


FIG. 10. Foto del captador instalado en la terraza del hospital comarcal de Motril, esquema del captador tipo Hirst, así como fotos de los distintos pasos del proceso de montaje de las muestras.

- No existen barreras que actúen de pantalla obstaculizando la libre circulación de los vientos.
- Disponemos de acceso durante las 24 horas del día, los 365 días del año. Además, este acceso es exclusivo para personal autorizado.
- Tenemos asegurado el suministro continuo de energía eléctrica, ya que el hospital dispone de un servicio de abastecimiento en situaciones de emergencia. Lo que asegura el muestreo ininterrumpido.
- Se halla a una altura de 25 m sobre el nivel del suelo, que según Faegri & Iversen (1975) es adecuada para no sobrevalorar a las especies herbáceas (en el caso de estar a nivel del suelo) y evitar las corrientes convectivas (si estuviera a mayor altura).

El muestreo de la atmósfera comenzó el día 1 de Enero de 2003 y desde esta fecha se realizó de manera continuada hasta el 31 de Diciembre de 2006. La única interrupción se produjo por motivos de mantenimiento entre el 19 y el 23 de octubre de 2005.

3.2.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para facilitar la colocación de la cinta de Melinex ®, de 14 x 336 mm, sobre el tambor de captación se utilizó un soporte giratorio suministrado por la misma casa comercial del captador. En el tambor existen unas marcas laterales que indican los puntos de inicio y fin del muestreo, en ellas se coloca un trozo de cinta adhesiva de doble cara que sujeta los extremos de la cinta de Melinex ®. Previamente se marca la cinta con una muesca que identifica el inicio del muestreo.

A continuación y bajo una campana de extracción de gases, procedemos a añadir con un pincel una capa fina y homogénea de sustancia adhesiva sobre la cinta. La sustancia empleada ha sido la solución de silicona, la cual cumple todas las condiciones para ser un buen adhesivo (Käpylä, 1989):

- Es insoluble en agua.
- No se seca, ni se evapora.
- Su grosor permanece constante durante el transcurso del muestreo, pese a los cambios de temperatura y humedad.
- Retiene eficazmente las partículas.
- No permite el desarrollo microbiano.
- Posee buenas cualidades ópticas.
- Es compatible con la glicerogelatina para el posterior montaje y fijación de las muestras.
- Además, de ser más estable frente a la temperatura que el petrolato blanco (vaselina filante), cuyo uso también está muy extendido en este tipo de estudios.

Una vez preparado el tambor se guarda en una caja hermética, donde se almacena durante el transporte hasta el momento del cambio de muestras. Esta caja tiene un tornillo central con el que se fija el tambor, evitando el contacto de la superficie de impactación con las paredes internas de la caja. Esta misma caja, sirve para transportar de forma segura el tambor con la cinta impactada hasta el laboratorio.

La preparación de las muestras diarias (FIG. 11) se ha realizado de la siguiente manera:

1. Con la ayuda de unas pinzas de punta fina se despega del tambor la cinta de Melinex ® y se deposita, con precaución de que la parte impactada quede hacia arriba,

- sobre una regleta de metacrilato. Ésta lleva marcadas unas hendiduras transversales cada 48 mm, lo que equivale a 24 horas de muestreo, ya que el tambor, como se indicó anteriormente, gira a una velocidad de 2 mm/hora. A su vez, el primer segmento presenta marcas cada 2 mm para hacer coincidir, de manera exacta, el inicio del muestreo (señalado en la cinta con una muesca) con la hora de recogida de las muestras.
2. A continuación, se corta la cinta en trozos siguiendo las marcas que se encuentran en la regleta. De este modo obtenemos 6 trozos de 48 mm y 2 trozos de menor longitud, que corresponden a los días de recogida de las muestras, que tiene lugar los lunes a las 11:00 horas.
 3. Con una pipeta se deposita sobre un portaobjetos unas gotas de glicerogelatina⁽¹⁾, fundida al baño maría durante 5-10 minutos, y después de extenderla con un pincel colocamos uno de los trozos de cinta previamente cortados, tomando la precaución de no formar burbujas de aire.
 4. Inmediatamente, impregnamos la parte inferior de un cubreobjetos con glicerogelatina y lo situamos sobre la cinta de Melinex ®, evitando de nuevo la aparición de burbujas de aire. Para que la glicerogelatina se distribuya de forma uniforme y las capas sean lo más finas posibles realizamos una pequeña presión sobre el cubreobjetos.
 5. Cada muestra es etiquetada correspondientemente indicando para ello la fecha de muestreo de cada preparación. Para las dos muestras de los lunes indicamos también la hora a la que se realizó el cambio de tambor.
 6. A continuación, las preparaciones se mantienen a una temperatura de 4 °C durante 10 minutos, de forma que la glicerogelatina solidifica quedando fijada la muestra.
 7. Una vez solidificada se procede a la limpieza del exceso de glicerogelatina, primero con la ayuda de una cuchilla y luego con un papel de celulosa ligeramente humedecido.
 8. Posteriormente se sellan las preparaciones con esmalte transparente para evitar posibles desplazamientos, permitiendo la conservación de las muestras por tiempo ilimitado.
 9. Por último, las preparaciones diarias están listas para proceder al análisis microscópico.

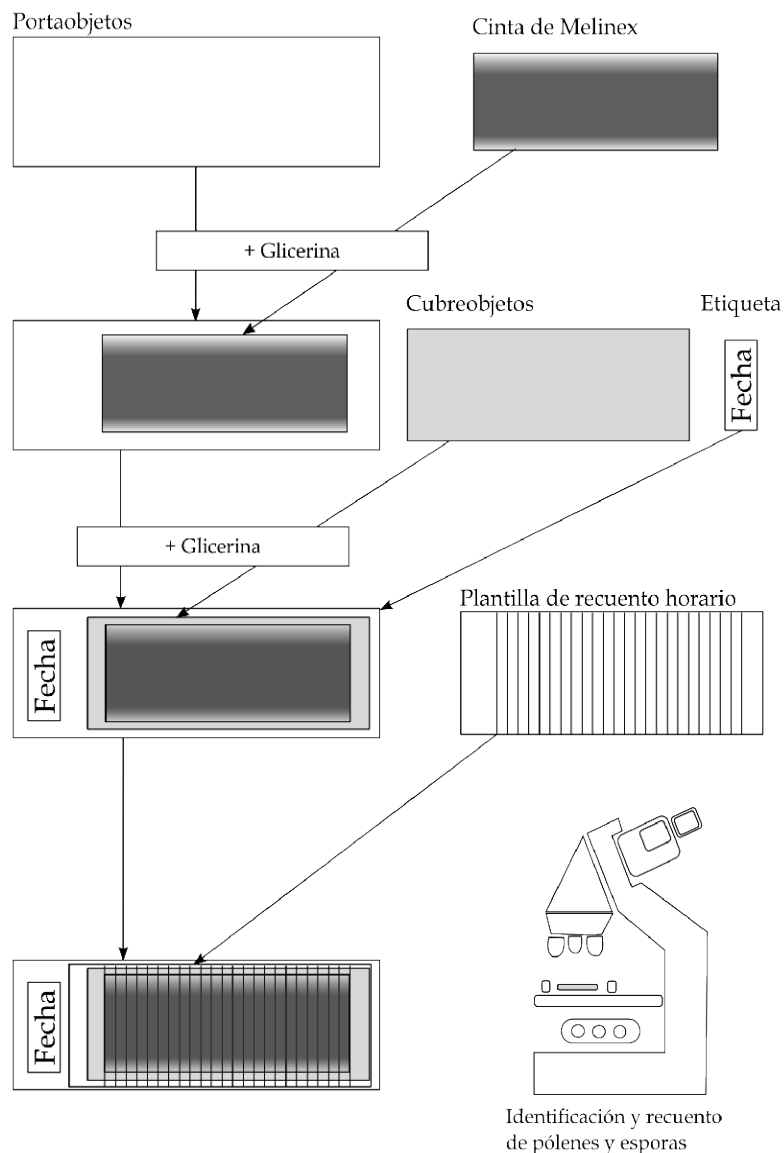


FIG. 11. Proceso de elaboración de las muestras aerobiológicas.

10. Cuando se ha terminado de trabajar con las muestras son clasificadas y almacenadas por orden cronológico en cajas archivadoras.

El uso de la glicerogelatina como medio de montaje y tinción de las muestras presenta las características, que recomienda Käpylä (*l.c.*):

- Es soluble en agua.
- Hincha al grano de polen para facilitar su identificación.
- Tiene buena habilidad para penetrar en las células.

- Es líquido, con una viscosidad apropiada para que sea más fácil su aplicación.
- Endurece pronto, pega el cubreobjetos firmemente y no daña las partículas.

⁽¹⁾ El protocolo seguido para la elaboración de la glicerogelatina ha sido el siguiente:

Gelatina en escamas (7 gr)
Agua destilada (42 ml)
Glicerina químicamente pura (50 ml)
Fenol cristalizado (1 gr)
Fucsina básica

En un vaso de precipitados se calienta al baño maría la gelatina en escamas junto con el agua destilada. Una vez fundido completamente se añade la glicerina hasta obtener una solución homogénea, a la que se le añade el fenol. Por último, antes de que este preparado solidifique agregamos fucsina básica, en cantidad suficiente para que se tiña ligeramente.

3.3. ANÁLISIS CUALITATIVO

Para la identificación tanto de las esporas de hongos como de los granos de polen se ha utilizado un microscopio óptico Olympus CH30, equipado con oculares x10 y objetivos x4, x10 y x40. Los dos primeros se utilizan para colocar la muestra e iniciar el enfoque, mientras que el último es empleado para realizar la identificación y los recuentos, lo que nos proporciona un aumento final de x400.

Para la confección de los catálogos tanto de esporas como de polen se realizaron fotografías utilizando un microscopio Carl Zeiss Axiovert 35 equipado con una cámara digital Diagnostic Instrument Insight Firewire de 2 Megapixels. Las fotos de esporas fueron realizadas con el objetivo de inmersión de x100, lo que junto al ocular x10 nos proporciona un aumento final de x1000, de especial utilidad para analizar las esporas de hongos de menor tamaño.

3.3.1. IDENTIFICACIÓN DE PARTÍCULAS BIOLÓGICAS

A la hora de analizar las muestras se ha procurado determinar el mayor número posible de partículas, tanto de polen como de esporas. En aquellos casos en los que la identificación era imposible, bien por su grado de deterioro o por la presencia de otras partículas que dificultaban su visión, se ha incluido en una categoría especial denominada “pólenes indeterminados”, o “esporas indeterminadas”.

En la identificación de los granos de polen y de las esporas de hongos presentes en las muestras se han utilizado claves y obras generales, así como muestras de una palinoteca de referencia.

3.3.1.1. Trabajo bibliográfico

Para la identificación de los granos de polen hallados en los muestreos aerobiológicos nos hemos basado en ilustraciones, fotografías, claves y descripciones morfológicas de obras tales como las de Valdés *et al.* (1987), Díaz de la Guardia & Blanca (1994), Saa *et al.* (1996), Jato *et al.* (2001a), Munuera *et al.* (2001), Bucher *et al.* (2004) y Trigo *et al.* (2008).

En el caso de las esporas de hongos el trabajo bibliográfico ha sido de vital importancia ya que, a diferencia del polen, es la única fuente de la que hemos dispuesto para su identificación. En este sentido han sido de gran utilidad las obras de Grant Smith (1984), Grant Smith (1986), Sáenz & Gutiérrez (2003), Morales (2004), Antoni (2005) y Aira *et al.* (2005).

3.3.1.2. Palinoteca de referencia

La elaboración de una palinoteca de referencia es sin duda el método más eficaz para la determinación de los granos de polen. Por ello durante distintas visitas al área de estudio se han recogido muestras de polen fresco extraído directamente de las plantas, con el objetivo de ampliar y completar la palinoteca de referencia de la Facultad de Ciencias de Granada. Para ello se han recogido muestras de aquellas plantas propias y especialmente representativas de la costa, que no tuvieran representación en la colección preexistente.

En el procesado de estas muestras se ha seguido una técnica similar a la empleada con las muestras aerobiológicas. Para ello, depositamos el polen fresco sobre un portaobjetos, posteriormente se depositan unas gotas de glicerogelatina sobre un cubreobjetos, el cual se coloca suavemente sobre el portaobjetos de modo que queden en contacto la muestra y la glicerogelatina. Una vez montada la preparación se dejan a 4 °C durante 10 minutos. Cuando la glicerogelatina está solidificada se procede a la limpieza y etiquetado de la muestra, quedando lista para su observación microscópica y su almacenaje.

La preparación obtenida contiene gran cantidad de granos de polen de la especie en cuestión y es fácil observarlos en diferentes posiciones, lo que nos ayuda a la hora de recurrir a comparaciones para una correcta y segura identificación.

3.4. ANÁLISIS CUANTITATIVO

A parte de identificar el mayor número posible de partículas posibles se han cuantificado la presencia de cada una de ellas. Las muestras analizadas y la metodología empleada ha sido diferente para el polen y para las esporas, eligiendo el método más adecuado en función de las características de dichas partículas.

3.4.1. POLEN

Para el recuento de los granos de polen, se han analizado todas las muestras recogidas, un total de 1456 muestras diarias (365 en 2003, 366 en 2004, 360 en 2005 y 365 en 2006).

Se ha utilizado, para ello, el método recomendado por REA (Galán *et al.*, 2007), que consiste en la realización de cuatro barridos longitudinales con objetivo de 40x y oculares de 10x, de modo que la superficie analizada sea al menos el 10% de la superficie total de la muestra (Mandrioli *et al.*, 1998). El sentido en el que se realizan los barridos es desde el comienzo del muestreo hasta el final, coincidiendo con el orden cronológico horario.

Con objeto de facilitar la lectura, el recuento se ha realizado con la ayuda de una plantilla impresa sobre papel de acetato. Esta plantilla, compuesta por 25 líneas transversales separadas por 2 mm, se adhiere a la parte inferior del portaobjetos. Ésto nos permite obtener el número de granos de polen cada día y también cada hora. Los datos obtenidos son anotados en unas hojas de recuento diseñadas para este fin.

A lo largo de los recuentos se han cuantificado todos los granos de los distintos tipos polínicos, incluidos los “indeterminados”.

El resultado obtenido es el número de granos por muestra. Dado que queremos expresarlo en granos de polen por unidad de volumen (granos/m³) es necesario obtener un factor de corrección⁽²⁾ que transforme los datos.

⁽²⁾El protocolo para calcular el factor de corrección de los datos diarios ha sido el siguiente:

Como el captador aspira 10 l/min, al cabo de un día aspira:

$$10 \text{ l/min} \times 60 \text{ min} \times 24 \text{ horas} = 14.400 \text{ l/día} = 14,4 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para 1 m³ el factor es:

$$1 \text{ m}^3 / 14,4 \text{ m}^3 = 0,069(*)$$

El área total impactada de la cinta de Melinex ® en un día será el resultado de multiplicar los 14 mm de anchura de la ranura de entrada de aire por los 48 mm de longitud de la muestra diaria:

$$14 \text{ mm} \times 48 \text{ mm} = 672 \text{ mm}^2(**)$$

La superficie muestreada tienen una longitud 48 mm, equivalente a 2 mm por cada hora del día; puesto que el objetivo de 40x tiene un diámetro de campo de 0'37 mm y se han realizado 4 barridos el área examinada es:

$$0'37 \text{ mm} \times 48 \text{ mm} \times 4 = 71'04 \text{ mm}^2(***)$$

Por tanto, el factor de corrección será:

$$(672 \text{ mm}^2(**) / 71'04 \text{ mm}^2(***)) \times (0,069(*)) = 0'65$$

3.4.2. ESPORAS

Para el análisis del contenido en esporas se seleccionaron aleatoriamente dos días de cada semana del año 2006. De este modo tenemos una representación homogénea, a la vez que aleatoria, del año estudiado. Se analizaron por tanto 104 muestras de dicho año.

La lectura de las muestras por campos tangenciales (FIG. 12) permite minimizar los errores por omisión o duplicidad que se pueden cometer más fácilmente con los barridos continuos (Morales, 2004). La lectura por campos aleatorios se descartó al considerar que pierde información, y aunque el muestreo por barridos transversales se ajustaría mejor a la distribución no uniforme de las esporas a lo ancho de la cinta de Melinex ®, este tipo de muestreo es más laborioso y si se realizan un número suficiente de barridos longitudinales se palía el efecto de la distribución no homogénea (Käpyla & Penttinen, 1981). Mediavilla (1995), en su trabajo sobre el género *Cladosporium*, muestra que el error obtenido con dos barridos al 95% de probabilidad en días de máxima concentración es de 0,006%, y de 0,02% en los días de baja concentración. Este bajo error y el gran número de esporas en cada muestra nos llevó a optar por la realización de dos barridos para el estudio de las muestras fúngicas, lo que supone además un gran ahorro de tiempo. El análisis para la identificación y recuento de las esporas se realizó, por tanto, mediante dos barridos longitudinales por campos tangenciales.

Groth *et al.* (1997) plantean un problema interesante sobre el recuento de las masas densas de esporas que en ocasiones aparecen en las muestras. Al igual que Morales (*l.c.*), optamos

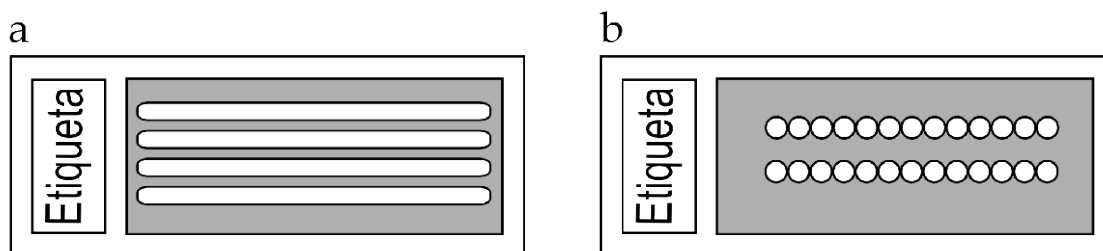


FIG. 12. Métodos de recuento al microscopio empleados para el análisis de polen (a) y esporas (b): a, cuatro barridos longitudinales continuos, b, dos barridos longitudinales por campos tangenciales. Las muestras representadas en gris y sobre éstas la superficie analizada en blanco.

por contar individualmente el número de esporas dentro de cada grupo y asignarle el valor de una sola espora a aquellos grupos que difícilmente son discriminados.

En estos recuentos se cuantificaron todas las esporas encontradas, incluso las “indeterminadas”. Para ello se utilizaron una plantilla y una hoja de recuento similares a las utilizadas para el polen, ésta última modificada para realizar sólo 2 barridos.

Del mismo modo el factor de corrección⁽³⁾ utilizado también fue diferente, ya que la superficie analizada es inferior al utilizar sólo dos barridos y éstos ser por campos tangenciales en lugar de continuos.

⁽³⁾ El protocolo seguido para el cálculo del factor de corrección para los recuentos de esporas ha sido el siguiente:

Como el captador aspira 10 l/min, al cabo de un día aspira:

$$10 \text{ l/min} \times 60 \text{ min} \times 24 \text{ horas} = 14.400 \text{ l/día} = 14,4 \text{ m}^3/\text{día}$$

Para 1 m³ el factor es:

$$1 \text{ m}^3 / 14,4 \text{ m}^3 = 0,069^{(*)}$$

El área total impactada de la cinta de Melinex® en un día será el resultado de multiplicar los 14 mm de anchura de la ranura de entrada de aire por los 48 mm de longitud de la muestra diaria:

$$14 \text{ mm} \times 48 \text{ mm} = 672 \text{ mm}^{2(**)}$$

Un barrido de la muestra presenta un número determinado de campos tangenciales, que estará determinado por el diámetro del campo de visión del microscopio (0,37 mm):

$$48 \text{ mm} / 0,37 \text{ mm} \approx 130 \text{ campos tangenciales}$$

La superficie muestreada será el resultado de multiplicar el área de un campo tangencial por el número de campos que caben en un barrido y, a su vez, multiplicarlo por el número de barridos:

$$\text{área del campo de visión} = \pi \times r^2 = \pi \times (0,185)^2 \text{ mm} = 0,107 \text{ mm}^2$$

$$\text{área de un barrido} = 0,107 \text{ mm}^2 * 130 \text{ campos} = 13,91 \text{ mm}^2$$

$$\text{área muestreada} = 13,91 \text{ mm}^2 * 2 \text{ barridos} = 27,28 \text{ mm}^2(****)$$

Por tanto, el factor de corrección será:

$$(672 \text{ mm}^{2(**)} / 27,28 \text{ mm}^{2(****)}) * (0,069^{(*)}) = 1,7$$

3.5. PRESENTACIÓN Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

La exposición de los resultados aerobiológicos y su posterior discusión se realiza en dos epígrafes bien diferenciados. En el primero se presentarán los datos relativos al polen, y en el segundo se mostrarán los referentes a esporas de hongos. A continuación se describen los modelos expositivos y los tratamientos estadísticos que se han usado para ambos apartados.

3.5.1. POLEN

El estudio del polen en la atmósfera de la costa granadina se inicia con el análisis del espectro polínico global y los cambios de éste a lo largo de los diferentes años de estudio.

Posteriormente se realiza un estudio detallado de todos los tipos polínicos identificados. Para ello se han establecido tres grupos atendiendo a su representación en el espectro polínico total.

En el primer grupo se incluyen aquellos pólenes con una representación superior al 0,5 % del espectro total. Su estudio ha sido muy amplio, y consta de la dinámica de la variación interanual, estacional (evolución de las concentraciones diarias, periodo principal de polinación, día y concentración pico, etc.) e intradiaria, así como de test estadísticos de correlación y regresión entre los datos diarios de polen y las variables meteorológicas.

El segundo grupo engloba los tipos polínicos con una representación entre el 0,05 % y el 0,5 %, mientras que en el tercero están aquellos con una representación igual o inferior al 0,05 % del espectro polínico. En ambos casos se ha analizado la variación interanual y la variación estacional.

Como representación gráfica que resume tanto el espectro global como la dinámica estacional de los principales tipos se ha realizado el calendario polínico, el cual cierra el apartado dedicado al estudio del polen.

3.5.1.1. Fichas de los tipos polínicos

El estudio de los tipos polínicos englobados en los dos primeros grupos se inicia con una ficha donde se hace constar: los táxones vegetales que incluye, así como su área de distribución general, su presencia en el área de estudio, una descripción botánica, su periodo de floración, tipo de polinización que presenta y, para finalizar, una descripción del grano de polen.

Toda la información de las fichas ha sido extraída de distintas fuentes bibliográficas. Las referencias a la vegetación, su distribución, descripción, periodo y tipo de polinización ha sido consultada en Castroviejo (1986-2008). Para las descripciones polínicas se ha seguido la obra de Valdés *et al.* (1987).

3.5.1.2. Variación interanual y estacional

En el estudio de la variación interanual se han realizado gráficas en las que se muestran las concentraciones totales anuales.

Para estudiar la evolución a lo largo de los distintos años se han representado gráficamente las concentraciones medias mensuales, expresando en el eje de abscisas los días del año y en el eje de ordenadas el número de granos de polen por metro cúbico de aire (granos/m³).

En el segundo grupo de tipos polínicos se incluyen también las gráficas con las concentraciones diarias. Además, se incluye la representación de un año tipo, calculado como el promedio de todos los años estudiados. Todas ellas se muestran en la misma página, con el fin de poder compararlas más cómodamente.

3.5.1.3. Cálculo del PPP

En este trabajo, al tratarse de un estudio amplio que abarca numerosos tipos polínicos a lo largo de varios años, hemos elegido la propuesta de Andersen (1991). Se han valorado las siguientes cualidades a la hora de elegirla entre todos los métodos disponibles:

- Es un método genérico, no específico para un tipo polínico, lo que permitirá describir con el mismo criterio a todos los tipos estudiados.
- Ha sido ampliamente utilizados en otros estudios, lo que será de utilidad para poder establecer comparaciones.

- Sus cálculos son sencillos.

El Periodo Prepico (PRE) se ha definido como el periodo entre el día de inicio del PPP y el día en el que se alcanza la concentración pico, ambos incluidos. El Periodo Postpico (POST) se ha considerado aquel entre el día pico y el fin del PPP.

Para el cálculo del PPP de aquellos tipos polínicos que alcanzan sus máximos niveles durante el otoño o el invierno se ha comenzado a calcular las concentraciones relativas acumuladas desde el 1 de Septiembre hasta el 31 de Agosto del año siguiente. En el resto de los casos se han considerado el calendario gregoriano, iniciando los cálculos el 1 de Enero y terminando el 31 de Diciembre.

3.5.1.4. Variación intradiaria

Con el objetivo de conocer la evolución de las concentraciones de polen a lo largo de las 24 horas del día, se han establecido modelos o patrones de variación intradiaria. Para la elaboración de dichos patrones, una vez que conocemos el PPP de cada taxon se seleccionaron los días sin precipitación cuya concentración media diaria fue igual o superior a la concentración media del PPP (Galán *et al.*, 1991). Posteriormente se confeccionó una matriz cuyas columnas representan los días que han cumplido el requisito anterior y las filas los recuentos polínicos horarios. Finalmente se calculó la suma total de cada intervalo horario y se representaron haciendo coincidir el eje de abscisas con las horas del día y el de ordenadas con los valores porcentuales de las sumas obtenidas.

3.5.1.5. Tratamiento estadístico

Antes de realizar cualquier tipo de tratamiento estadístico se llevaron a cabo análisis descriptivos de las series de datos y se estudió su distribución de probabilidad. Ésto nos proporcionó información de gran ayuda para elegir entre los distintos test estadísticos que queríamos aplicar. El *test de Kolmogorov-Smirnov* para una muestra reveló que los datos polínicos no siguen una distribución normal, lo que impide la aplicación rigurosa de test paramétricos, ya que éstos requieren normalidad y en algunos casos homocedasticidad (que la varianza no varíe entre distintas observaciones).

En general los datos aerobiológicos no se ajustan a una distribución normal (Alcázar & Comtois, 2000), por lo que hace unos años era habitual la transformación de los datos por medio de logaritmos para aproximarse a dicha distribución (Alba, 1997) y así utilizar los test

paramétricos de forma conveniente. Con el desarrollo y la implementación de los métodos no paramétricos (que no requieren normalidad, ni homocedasticidad) en los paquetes estadísticos de software se prefiere su utilización en lugar de las transformaciones, ya que en algunos casos éstas no aseguran una distribución normal de los datos.

Aunque estudios recientes (Comtois, 2000; Comtois & Kuehne, 2006) han propuesto la distribución Gamma como la que mejor se ajusta a los datos aerobiológicos de forma general, su uso todavía no está muy extendido. Con toda seguridad ésto servirá de base para el desarrollo de métodos específicos para la transformación de datos y el análisis estadístico en aerobiología, pero de momento no se disponen de suficientes trabajos que sirvan para contrastar los resultados.

3.5.1.6. Correlaciones

Con los análisis de correlación pretendemos conocer el grado de asociación entre las concentraciones de polen y las variables meteorológicas, para ello hemos utilizado el *test de correlación de Spearman*. Este estadístico toma valores que oscilan entre 1 y -1. El grado de asociación entre ambas variables es más débil cuanto más se aproxime a 0, y más fuerte cuanto más se aproxime a 1 en valor absoluto, el signo que presente nos indica si la correlación es positiva o negativa, es decir, si al aumentar una variable la otra aumenta o por el contrario disminuye. En nuestro caso hemos considerado el grado de significación al 95 y al 99 % de probabilidad.

En estos test se han empleado los datos polínicos y meteorológicos correspondientes al PPP de cada polen. En algunas ocasiones se puede extraer mayor información si se consideran sólo partes del PPP (Goldberg *et al.*, 1988), ya que la fenología propia de las plantas hace que el efecto de los parámetros meteorológicos se vea enmascarado, por lo que también se han realizado correlaciones para los periodos Prepico y Postpico.

Para establecer en que medida las concentraciones de polen dependen de las concentraciones de los días previos, se han realizado análisis de “autocorrelación” y “autocorrelación parcial”. De este modo obtenemos información sobre le número de retardos que debemos incluir como variable en los posteriores análisis de regresión.

3.5.1.7. Regresiones lineales múltiples

Una vez que tuvimos información sobre el efecto de las distintas variables sobre las concentraciones polínicas, se realizaron análisis de “regresión lineal múltiple por pasos”. Para ello se incluyeron todas las variables meteorológicas, así como las concentraciones de los días previos que se obtuvieron como resultado de los análisis de autocorrelación.

Para realizar una regresión se necesita normalidad en los datos. Como ya se ha discutido, los datos polínicos no muestran ésta distribución, por lo que se deberían de transformar. En algunos casos estas manipulaciones no consiguen mejorar el resultado final, ya que el proceso de de-transformación de los datos incrementa los errores del modelo de manera impredecible (Toro, 1997). En este trabajo se ha optado por la no transformación de los datos a pesar de dicho inconveniente.

El resultado de este tipo de análisis fue una serie de fórmulas lineales que explican las concentraciones polínicas en función de un grupo de variables independientes, las cuales se van introduciendo progresivamente a lo largo del proceso. El sistema para elegir que variable se van introduciendo en cada paso consiste en seleccionar aquella que mejor explique la variación en los residuos del modelo anterior. Este paso se repite así sucesivamente hasta que la inclusión de nuevas variables no consiga mejorar los resultados, para lo cual se utiliza un test ANOVA que determina si la mejoría se debe a la nueva variable o al azar.

3.5.1.8. Calendario polínico

Para la realización del calendario polínico hemos seguido el modelo propuesto por Spieksma (1991a) para el Comité de Aerobiología y Polen Alergético de la Academia Europea de Alergología e Inmunología Clínica. A partir de los datos de concentraciones diarias se realiza la media aritmética decenal. A continuación, se procede a agrupar los valores obtenidos para cada uno de los años muestreados por equivalencias de fechas y se les haya la media aritmética. Posteriormente, se adjudican los distintos valores obtenidos a unas clases de crecimiento exponencial.

La representación gráfica se lleva a cabo representando en el eje de abscisas los meses del año, desde enero hasta diciembre, en el eje de ordenadas las distintas clases exponenciales consideradas.

El criterio seguido para la inclusión de un taxon en el calendario ha sido el de presentar, al menos, una clase exponencial igual o mayor a 1 granos/m³. Los tipos polínicos incluidos en el

calendario se dispusieron según el orden de aparición en la atmósfera. Esta estructuración permite una visión clara de los periodos de polinización de los distintos taxones a lo largo del año.

3.5.2. ESPORAS

El estudio del espectro esporal de la atmósfera de Motril consta del estudio de la variación estacional de las 10 esporas más frecuentes, así como de un catálogo, donde se incluye una fotografía y una ficha de cada una de los 58 tipos esporales identificados.

3.5.2.1. Evolución estacional

En el caso de las esporas con una representación mayor al 1% del espectro total (*Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillaceae*, *Cladosporium herbarum*, *Massarina*, *Coprinus*, *Ustilago*, *Leptosphaeria*, *Alternaria*, *Ganoderma* y *Dreschlera*) se realizó un estudio de la evolución estacional de sus concentraciones a lo largo del año 2006.

3.5.2.2. Catálogo

En la ficha se detalla información sobre el nombre, tipo de espora, ecología y hábitat de los organismos que presentan dicha espora, así como el recuento total, la concentración máxima detectada y un calendario de la presencia mensual en el aire de Motril. En algunos casos, debido a su interés sanitario hemos incluido información sobre el grado de alergenicidad y/o patogenicidad de la espora.

El calendario de incidencia indica con un código de colores la presencia por meses de cada tipo de espora a lo largo del año, teniendo en cuenta el promedio mensual y la concentración máxima registrada por cada tipo esporal.

3.6. SOPORTE INFORMÁTICO

Los programas informáticos utilizados en la elaboración de este trabajo han sido los siguientes:

- OpenOffice 2.0 para el procesado de textos, confección de tablas y maquetado del trabajo.
- Microsoft Acces XP para la confección de la base de datos con los valores diarios de polen, esporas y meteorológicos.

- Microsoft Excell XP para la realización de todos los cálculos matemáticos, así como para la elaboración de gráficos e informes de datos.
- El programa SPSS (versión 15.0) ha sido empleado en los análisis estadísticos.
- La diferente cartografía confeccionada para este trabajo fue realizada con ArcMap 8.0.
- Las fotografías de microscopía se realizaron con el software Spot Advanced 4.5.9, mientras que el tratamiento de imágenes y figuras se hizo con Adobe Photoshop 7 e Inkscape 0,46.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y OROGRAFÍA

Para la descripción de la geografía y la orografía han sido de gran utilidad las tesis doctorales de Martínez Parras (1978), Madrona (1994), Lorite (2001) y Al Aallali (2003), recogiendo algunos datos de obras generales como Molero *et al.* (1992) y Madrona (2006).

El área de estudio comprende el tramo de costa mediterránea correspondiente a la provincia de Granada, en el sur-sureste de la Península Ibérica. Limita al oeste con la provincia de Málaga y al este con la provincia de Almería. El límite sur lo establece la línea de costa mediterránea y al norte las distintas cadenas montañosas que separan esta zona costera del interior de la provincia (FIG. 13)

Desde un punto de vista orográfico está constituida por cuatro sierras que sucesivamente discurren paralelas a la línea de costa, en dirección oeste-este: Sierra de Almirajara, Sierra de los Guájares, Sierra de Lújar y Sierra de la Contraviesa. El sustrato en todas ellas es de naturaleza caliza, aunque son frecuentes los afloramientos de otro tipo de rocas, como las dolomías en el caso de los Guájares, y rocas de naturaleza silíceas en Lújar y la Contraviesa.

El relieve es abrupto, debido a los grandes desniveles producidos por la cercanía de estas montañas a la línea de costa, pasando fácilmente de los 1.545 m del Cerro Salchicha (S^a. Contraviesa), los 1.845 m de Lújar (S^a. Lújar), los 1.471 m de la Giralda (S^a. Guájares) o los 1.800 m que se alcanzan en la S^a. de Almirajara al nivel del mar en apenas 10 o 12 kilómetros. También es importante destacar la cercanía de Sierra Nevada, con picos de más de 3000 m, a menos de 30 kilómetros de la costa. Esto provoca la ausencia casi absoluta de una franja costera con llanuras y playas, pudiendo encontrarlas únicamente en las desembocaduras de los principales cursos de agua, Río Verde y Guadalfeo, así como en la base de algunas ramblas de tamaño considerable (Carchuna). El resto de la costa está formado por numerosos barrancos que descienden de las sierras cercanas, originando pequeñas playas y calas en su contacto con el mar.

El único paso natural y principal vía de comunicación con el interior de la provincia es el Valle de Lecrín, divisoria natural entre las Sierras de los Guájares y Lújar. En su tramo final este cauce alberga al río Guadalfeo, principal curso de agua permanente, que junto a Río Verde forman las dos mayores vegas de la zona, la vega de Almuñecar en el caso de Río Verde y la de Motril en el caso del Guadalfeo.

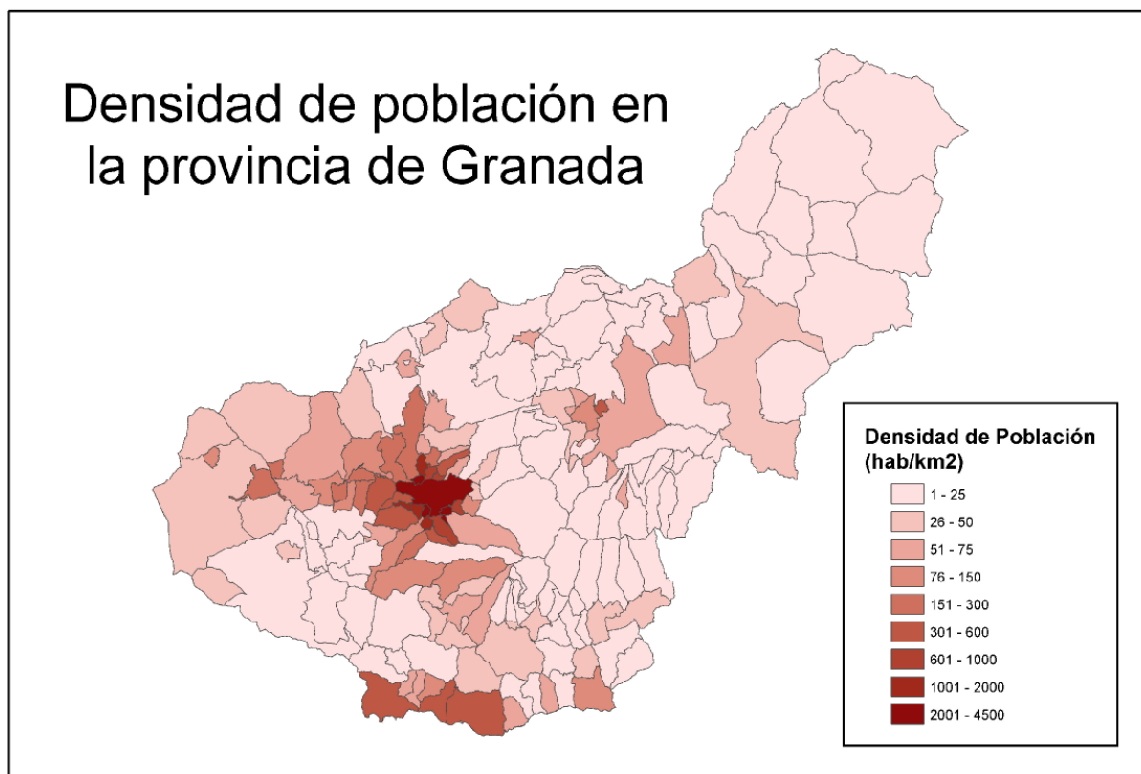
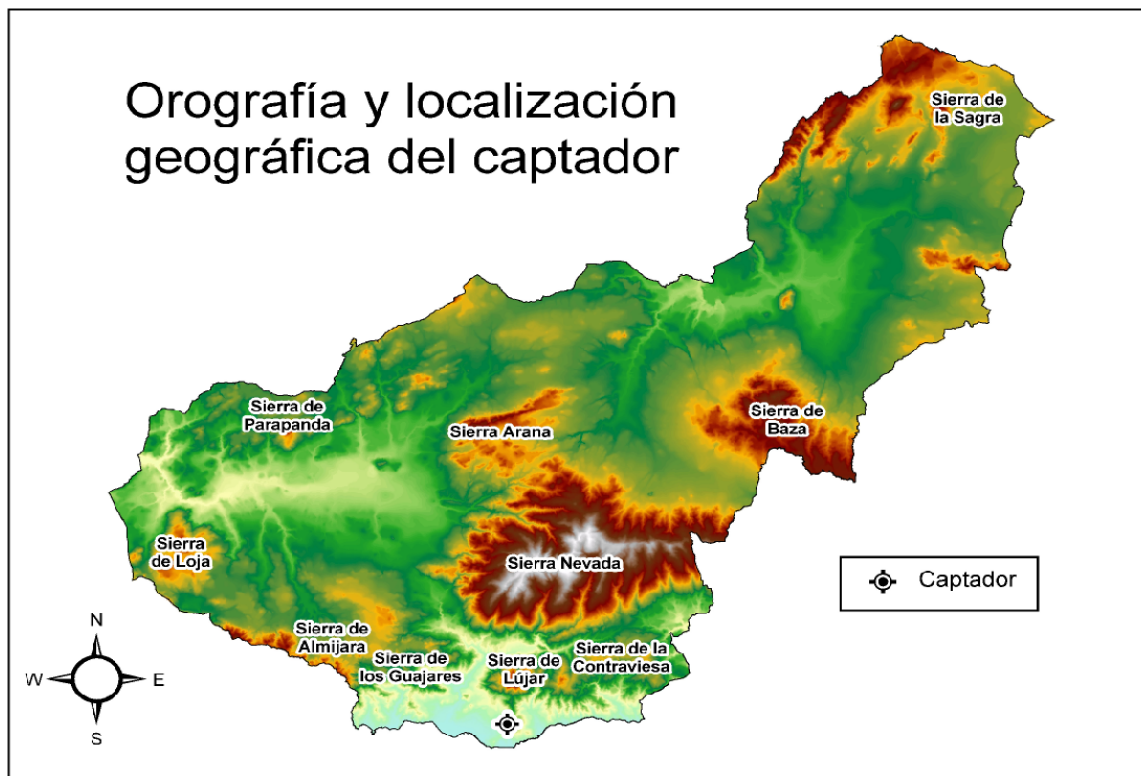


Fig. 13. Mapa orográfico con la localización del captador aerobiológico y mapa de la densidad de población por término municipales de la provincia de Granada. Elaborado a partir de los datos del censo de 1 de enero de 2006.

4.2. NÚCLEOS DE POBLACIÓN Y DEMOGRAFÍA

Desde un punto de vista demográfico, y según los datos del censo de 1 de enero de 2006 (Padrón municipal. Instituto Nacional de Estadística, 2007), la costa granadina constituye la segunda zona más poblada de la provincia después de la capital y su área metropolitana (FIG. 13). Los principales núcleos de población, Motril y Almuñecar, se asientan en las vegas anteriormente descritas (Guadalfeo y Río Verde).

Motril, con 57.895 habitantes, es la principal ciudad del área de estudio y la segunda de la provincia. Se encuentra en el centro geográfico de la costa granadina, a medio camino entre los límites de las provincias de Málaga y Almería. En sus proximidades, y ubicados en el mismo valle, encontramos algunos pueblos, como Salobreña, Vélez de Benaudalla, Lobres o Molvízar, y urbanizaciones de carácter turístico, como Playa Granada y Torrenueva, además de numerosas casas dispersas por las laderas circundantes.

En la zona occidental encontramos la ciudad de Almuñecar, que con sus 26.264 habitantes es la segunda población de la costa y la tercera de la provincia. Además, Almuñecar es un importante centro turístico que en verano multiplica su población. Sus alrededores están completamente colonizados por urbanizaciones que en algunos casos llegan a unir a esta ciudad con poblaciones cercanas, como La Herradura.

El extremo oriental del área de estudio está menos poblado, en el encontramos los pueblos de Calahonda y Castell de Ferro. Aquí, el número de urbanizaciones en las laderas montañosas es mucho menor.

De menor importancia son los pueblos que colonizan las sierras circundantes, baste citar las localidades de Otivar, Jete, Ítrabo, Los Guájares (Guájar Alto, Guájar Faragüit y Guájar Fondón), Lújar, y ya en la cara sur de Sierra Nevada, algo más retirados, los pueblos que constituyen la conocida Alpujarra Granadina.

En general la actividad económica de la región se basa en tres pilares: la agricultura, el turismo y la actividad industrial asociada al puerto.

La actividad agrícola está descrita más adelante en el apartado dedicado a la vegetación del entorno.

No menos importante es la actividad turística. Según el Boletín de Indicadores Turísticos de Andalucía (2006), la provincia de Granada es, junto con Almería, la tercera en número de visitantes, por detrás de Málaga y Cádiz. La mayor parte de ese turismo se centra en el

turismo de playa, que alcanza su mayor desarrollo en el municipio de Almuñecar, pero que en los últimos años se ha ido ampliando hacia el valle del Guadalfeo desarrollándose progresivamente el potencial turístico de Salobreña y Motril.

A pesar de no ser uno de los principales puertos de las costas andaluzas, constituye un motor importante para la economía de la zona. Aunque algunas carencias estructurales, como la falta de una red de transporte adecuada, frenan su desarrollo, el puerto de Motril se encuentra en una etapa de crecimiento. Prueba de ello es que en 2005 se constituyese como autoridad portuaria independiente de Almería. Este puerto actúa a la vez como puerto comercial, pesquero y deportivo, alrededor del cual se desarrolla cierta industria.

4.3. CLIMATOLOGÍA

Conocer las características climáticas de la zona de estudio es primordial en los estudios aerobiológicos, ya que van a determinar el desarrollo y el tipo de vegetación del entorno, a la vez que su fenología.

El clima de la costa granadina ha sido estudiado por Capel Molina (1981) y Pita (2003), pero es la obra de Frontana (1984) la que más detalla el comportamiento de las distintas variables meteorológicas en la zona. De acuerdo con Capel Molina (*l.c.*), el clima de la zona de estudio se clasifica como Mediterráneo Subtropical, cuyos aspectos más característico son su gran suavidad térmica invernal y el carácter variable de la precipitación.

	T Máx (°C)	T Med (°C)	T Mín (°C)	Amp T (°C)	Prep (mm)	Insol (horas)	HR (%)
Ene	17,0	11,9	7,0	10,0	72,6	179,9	71,4
Feb	17,1	11,8	6,6	10,5	57,0	178,9	71,5
Mar	17,8	12,6	7,4	10,4	58,3	208,7	70,0
Abr	19,8	14,7	9,6	10,2	47,8	242,1	69,7
May	22,8	17,4	12,4	10,4	24,5	306,6	67,8
Jun	26,1	20,5	15,0	11,1	6,4	328,2	67,7
Jul	27,9	23,6	18,0	9,9	0,9	356,4	68,2
Ago	29,6	24,3	18,7	10,9	0,9	336,4	68,8
Sept	26,0	21,3	16,2	9,8	19,9	259,6	70,8
Oct	23,4	18,2	13,3	10,1	40,8	217,9	72,8
Nov	19,5	14,6	9,9	9,6	55,8	182,4	74,0
Dic	16,4	11,7	6,8	9,6	64,7	173,5	71,6
Anual	21,9	16,9	11,7	10,2	449	2970,6	70,4

TABLA 4. Datos meteorológicos mensuales de la estación de Salobreña para el periodo promediado 1966-75. Tomado de Frontana (1984).

En la TABLA 4 se recogen los valores climáticos promediados para el periodo 1966-75 de la estación climática de Salobreña, situada en la parte central del área de estudio. A continuación se detallan sus aspectos más importantes.

4.3.1. TEMPERATURA

Como ya se ha indicado, este clima se caracteriza por sus altas temperaturas, siendo la media anual 16'9 °C. Los veranos son largos y calurosos, según Frontana (1984) de hasta 4 meses, al presentar junio, julio, agosto y septiembre temperaturas medias superiores a 20 °C. Los inviernos son también cálidos con medias de 12 °C.

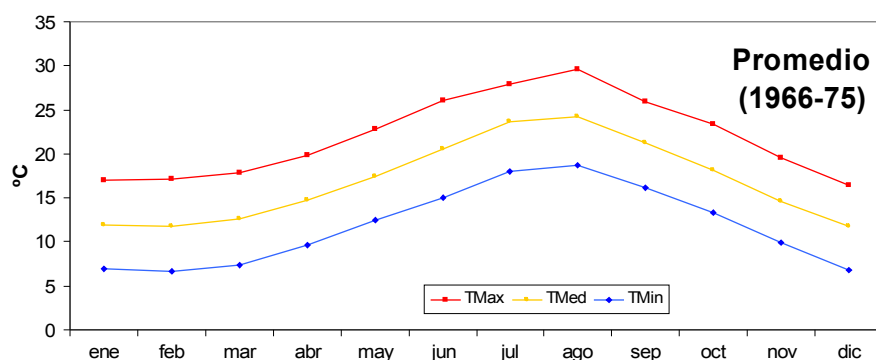


FIG. 14. Evolución de los valores mensuales de las temperaturas promediadas para el periodo 1966-75.

La ausencia de temperaturas medias inferiores a los 11 °C hace que no se produzcan heladas, éstas sólo tienen lugar en las cotas altas de las sierras vecinas, lo que hace que esta zona esté considerada el área de España con los inviernos más cálidos. El mes más frío es diciembre con 11'7 °C (FIG. 14), mientras que agosto es el más cálido con 24'3 °C de media. La amplitud térmica anual es de tan solo 12'6 °C, mientras que la media de la oscilación térmica diaria es de 10'2 °C.

La influencia suavizadora del mar, la orientación sur, exposición óptima para la recepción de los rayos solares, y la protección que otorgan las cadenas Béticas frente a las corrientes de aire frío que se pudieran acercar desde el norte (Pita, 2003) son las responsables de la suavidad de los inviernos, así como de la baja amplitud térmica anual y diaria.

4.3.2. PRECIPITACIÓN

La precipitación presenta un carácter muy variable, tanto en las cantidades recogidas como en su distribución a lo largo del año. Además encontramos un gradiente de disminución en dirección oeste-este.

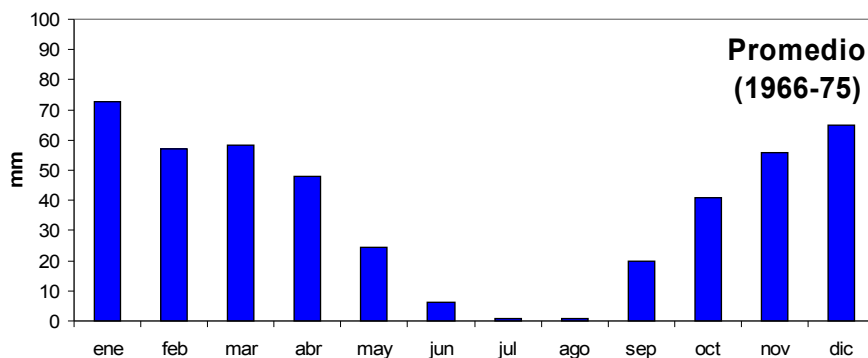


FIG. 15. Precipitaciones mensuales promediadas para el periodo 1966-1975.

Las precipitaciones anuales no son muy elevadas, teniendo un valor anual medio de 449 mm. Los máximos registros tienen lugar en invierno, seguido de primavera y otoño. En verano, por el contrario, hay una ausencia casi absoluta de lluvias.

Enero es el mes de máxima pluviometría con 72'6 mm, seguido de diciembre (64'7 mm) y marzo (58'3 mm). Julio y agosto son los meses más secos, no llegando a registrar 1 mm (FIG. 15).

Las precipitaciones invernales se deben principalmente a los frentes atlánticos que en esas fechas se sitúan sobre la Península Ibérica. Cuando el anticiclón se desplaza hacia el ecuador son las masas de aire húmedo procedentes del Mediterráneo las responsables de las precipitaciones. Estas últimas juegan un papel importante debido a su estancamiento en valles y barrancos de exposición sur y sureste, lo que produce una criptoprecipitación que aumenta la disponibilidad de agua por parte de la vegetación. El mejor ejemplo lo encontramos en la Sierra de Lújar, donde esta humedad microclimática, unida a unas condiciones edáficas especiales, permite el desarrollo de alcornoques (Madrona, 1994).

4.3.3. INSOLACIÓN

Debido al escaso número de días nublados, la “Costa Tropical” disfruta de cerca de 3.000 horas de sol anuales. Ésto junto con el régimen termométrico influye en la vegetación propiciando una floración más temprana.

Desde enero, debido a la mayor duración de los días, se produce un aumento paulatino de la insolación hasta llegar a julio, que con 356'4 horas de sol es el mes de mayor insolación. Posteriormente, se van reduciendo hasta llegar a diciembre, el mes de menor insolación con 173'5 horas de sol (FIG. 16).

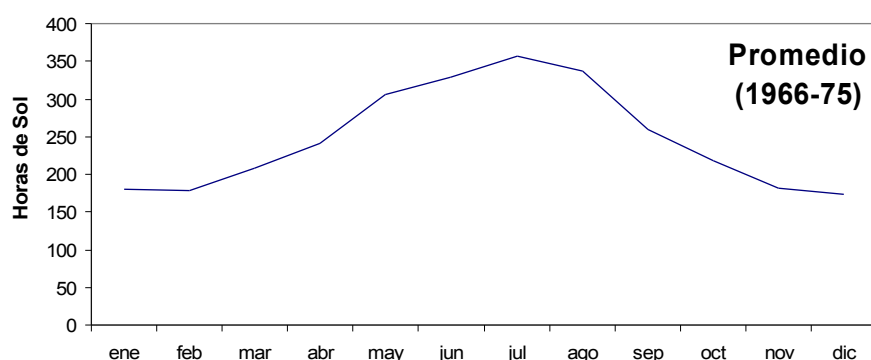


FIG. 16. Insolación mensual promediada para el periodo 1966-1975.

4.3.4. HUMEDAD RELATIVA

Tal y como se puede observar en la TABLA 4, la diferencia entre el máximo y el mínimo mensual es tan sólo del 6'3 %, por lo que las variaciones descritas a continuación son pequeñas.

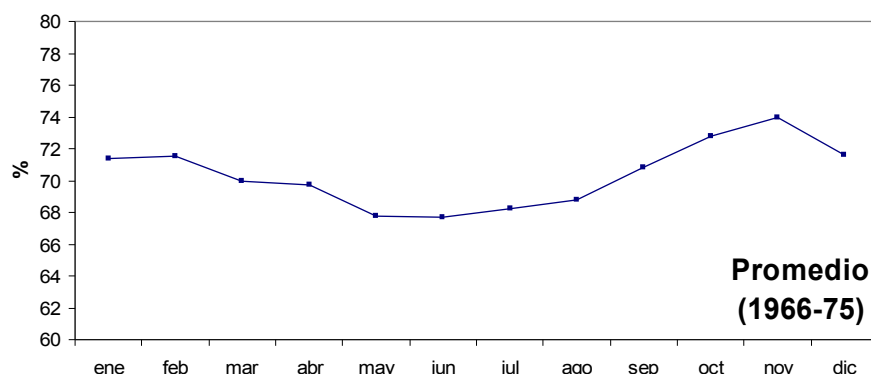


FIG. 17. Humedad relativa mensual promediada para el periodo 1966-75.

El valor medio anual de la humedad relativa es 70'4 %. El periodo más húmedo se corresponde con el otoño, mientras que el más seco es el verano. Desde febrero (FIG. 17) la humedad desciende lentamente hasta alcanzar su valor mínimo en julio (67'7 %), para luego volver a ascender alcanzando los máximos durante los meses de octubre (72'8 %) y noviembre (74'0 %).

4.3.5. VIENTO

Los datos de viento que aparecen en la TABLA 5 corresponden al mismo periodo que el resto de las variables meteorológicas, pero a diferencia de éstas fueron calculados por Frontana (1984) interpolando los datos de las estaciones de Málaga y Almería, debido a la falta de estaciones en la zona capaces de recoger este tipo de datos.

	<i>1C</i>	<i>2C</i>	<i>3C</i>	<i>4C</i>	<i>Calmas</i>
<i>Ene</i>	20,2	15,1	25	23,3	16,4
<i>Feb</i>	19,9	19,7	24,8	20,6	15
<i>Mar</i>	18,2	21,1	26,5	19,8	14,4
<i>Abr</i>	15,7	24,4	28,1	16,6	15,2
<i>May</i>	13,9	26,6	31,6	14,4	13,5
<i>Jun</i>	12,1	32,6	32,2	10,9	12,2
<i>Jul</i>	11,3	34,1	33	9,5	12,1
<i>Ago</i>	11,9	33,1	29,6	10,7	14,7
<i>Sep</i>	13,3	27,1	29,3	10,1	20,2
<i>Oct</i>	18,4	24,2	23,5	14,2	19,7
<i>Nov</i>	20,3	18,4	22,5	19,4	19,4
<i>Dic</i>	20,5	13,4	23,7	26,1	16,3
<i>Anual</i>	16,3	24,1	27,5	16,3	15,8

TABLA 5. Dirección del viento promediada para el periodo 1966-75. Los valores indican el porcentaje de tiempo que el viento procedía de cada dirección. Modificado de Frontana (1984).

El régimen de vientos se caracteriza por la baja frecuencia de las calmas con respecto al resto de cuadrantes, estando presente durante el 15'7 % del periodo anual, además de registrar el mínimo porcentaje durante 4 meses al año (febrero, marzo, abril y mayo).

La componente más importante la encontramos en el viento procedente del tercer cuadrante con un 25,7 %, seguida de los vientos del segundo cuadrante (24,1 %). El primero es conocido como viento de poniente y el último como viento de levante. Los vientos con componente Norte (primer y cuarto cuadrantes) son los menos frecuentes, con idéntico porcentaje anual (16,3 %).

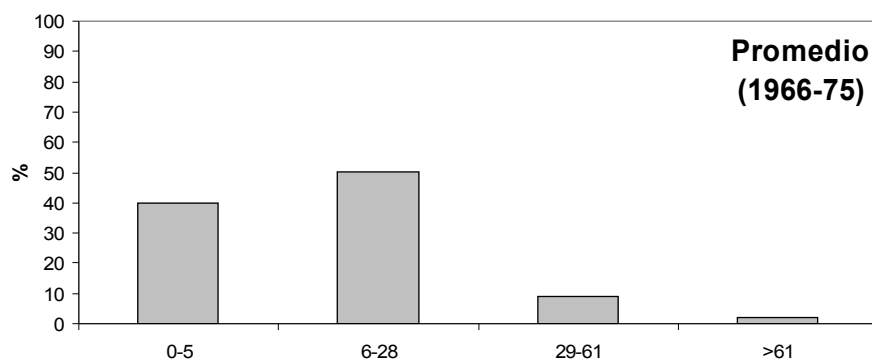


FIG. 18. Frecuencia de la velocidad del viento promediada para el periodo 1966-75.

Como podemos apreciar en la FIG. 18, la velocidad del viento no es muy elevada, dominando los vientos de 6-28 km/h (50 %), seguidos de vientos de menos de 5 km/h (40 %). Vientos con velocidades mayores se hacen menos frecuentes, siendo excepcionales viento de más de 61 km/h.

Como ya se ha mencionado, el viento más frecuente es el de poniente, que por lo general son vientos suaves y constantes. En algunas ocasiones, comienza a soplar viento de levante, que suelen ser más fuertes de componente este.

En la costa de Granada juegan un papel importante las brisas. Estos vientos locales están originados por el calentamiento heterogéneo del relieve por parte del sol, estas diferencias de temperatura dan lugar a movimientos de las masas de aire que intentan restablecer las inestabilidades originadas. Se distinguen dos tipos de brisas, las brisas marinas y las brisas de valle-montaña. Las primeras se localizan en zonas costeras y se deben a las diferencias de calentamiento y enfriamiento que experimenta la tierra y las masas de agua. Durante el día la mayor temperatura de la tierra hace ascender el aire, que es rápidamente compensado por la llegada de aire más frío procedente del mar. Durante el amanecer y el anochecer, cuando las temperaturas se igualan se produce un periodo de calma, pero durante la noche el mecanismo se revierte al permanecer el agua más caliente. Las brisas marinas desviadas por el efecto Coriolis tienden a adquirir una dirección prácticamente paralela a la costa con vientos suaves y continuos.

Las brisas de valle-montaña se originan por las diferencias de calentamiento del aire en las zonas de cumbres y en los fondos de los valles. Ésto da lugar a un ascenso del aire desde los valles hasta las cumbres durante el día y un descenso hacia los valle durante la noche.

Debido a su especial orografía en la costa granadina tienen lugar los dos procesos, en ella éstos se juntan y potencian, ya que tenemos la presencia del mar Mediterráneo, por un lado, y las cercanas sierras béticas, por otro. Las brisas aseguran la presencia de viento suave pero constante durante casi todo el año. De este modo durante la noche los vientos dominantes son los de sur a norte (cuadrantes 2 y 3); y de norte a sur (cuadrantes 1 y 4) durante el día.

4.4. BIOCLIMATOLOGÍA

El área de estudio presenta un macroclima de tipo mediterráneo, es decir, un clima propio de zonas subtropicales y templadas que presentan sequía al menos dos meses después del solsticio de verano.

El piso bioclimático dominante es el Termomediterráneo, que se encuentra desde la línea de costa hasta casi los 800 m en algunos puntos. Por encima de esta altitud encontramos el piso Mesomediterráneo, presente en todas las sierras cercanas. El último piso que podemos encontrar en la región es el Supramediterráneo, que sólo se encuentra en los picos más elevados, por encima de los 1.500 m, de las sierras de Lújar y Almirajara.

Siguiendo la clasificación de Rivas Martínez (1996), en la zona de estudio se pueden diferenciar 2 tipos de bioclimas:

- Mediterráneo xérico-oceánico, con ombroclima semiárido y termotipo termomediterráneo. Se encuentra como una estrecha franja litoral, coincidiendo con la distribución del sector biogeográfico Almeriense.
- Mediterráneo pluviestacional-oceánico, con ombrotipo seco y termotipos termo y mesomediterráneo. Ocupa una fracción de la franja litoral y todas las sierras interiores.

4.5. BIOGEOGRAFÍA

De acuerdo con Rivas Martínez *et al.* (1997), la delimitación biogeográfica del litoral granadino, hasta el nivel de sector, corresponde a la siguiente jerarquización:

- REINO HOLÁRTICO
 - REGION MEDITERRÁNEA
 - Superprovincia Mediterráneo-Íbero-Levantina
 - Provincia Murciano-Almeriense
 - Sector Almeriense

- Superprovincia Mediterráneo-Íbero-Atlántica
 - Provincia Bética
 - Sector Malacitano-Almijareense
 - Sector Alpujarreño-Gadoreense

Desde el punto de vista biogeográfico la costa granadina constituye una zona de transición en la que convergen los límites de los sectores Malacitano-Almijareense y Alpujarreño-Gadoreense, de la provincia Bética, y el sector Almeriense, de la provincia Murciano-Almeriense.

4.6. PAISAJE VEGETAL

La vegetación del entorno del captador constituye la fuente emisora del polen aerovagante, por lo que conocer la composición florística y su distribución, junto con las variables meteorológicas, nos permite entender mejor los procesos aerobiológicos que se producen.

Para el estudio de la vegetación vamos a dividir este apartado en: vegetación natural, repoblaciones, cultivos y flora ornamental.

Para la descripción de la vegetación hemos seguido a Valle *et al.* (2003) en el Mapa de Series de Vegetación de Andalucía. El estudio de las repoblaciones y los cultivos ha sido completado con las obras de Ferrer (1971), Martínez Parras (1978), Madrona (2006), Al Aallali (2003) y Molero *et al.* (1992), también han sido de utilidad los informes técnicos de caracterización del territorio de las oficinas comarcales agrarias de la Junta de Andalucía incluidas en el área de estudio (Caracterización del territorio de la OCA “Alpujarra-Valle de Lecrín”, 2001; Caracterización del territorio de la OCA “Costa de Granada”, 2001). La flora ornamental ha sido descrita gracias a las aportaciones del Documento Prediagnóstico de Motril Agenda 21 y a la obra de Rosua & Alabarce (1995).

4.6.1. VEGETACIÓN NATURAL

Antes que nada es importante destacar que debido a la antigüedad de los asentamientos humanos en la zona, la vegetación natural se encuentra en un avanzado estado de degradación, por lo que las comunidades climácicas se encuentran realmente reducidas, dominando en todos los ambientes los matorrales de sustitución, como se puede apreciar en el mapa de cobertura y usos del suelo (Fig. 19).

4.6.1.1. Sierra de Almijara

En la parte basal de esta sierra encontramos la serie termomediterránea, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. faciación típica. Su comunidad clímax está representada por un encinar de *Quercus rotundifolia* Lam. acompañado de elementos termófilos como *Chamaerops humilis* L., *Olea europaea* L., *Smilax aspera* L., *Clematis cirrhosa* L., *Tamus communis* L., *Ceratonia siliqua* L., *Pistacia lentiscus* L., *Aristolochia baetica* L. y *Rubia peregrina* L.

La primera etapa de sustitución la constituye un coscojar-espinar-lentiscar, formado por arbustos termófilos (*Q. coccifera* L., *P. lentiscus* L., *O. europaea* L. var. *sylvestris*, etc.) con abundancia de elementos espinosos mezclados.

En las zonas de mayor degradación encontramos tomillares y romerales basófilos de poca cobertura, donde dominan cistáceas y labiadas. En las exposiciones más soleadas se presentan comunidades de gramíneas vivaces (*Stipa tenacissima* L., *Dactylis glomerata* L., *Avenula bromoides* (Gouan) H. Scholz e *Hypparrenia hirta* (L.) Stapf.).

Al ascender en altitud y entrar en el piso mesomediterráneo encontramos la serie mesomediterránea bética, seco-subhúmeda, basófila de la encina: *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* S. faciación típica, donde la comunidad climácica está formada por un bosque de encinas de talla media, con un estrato arbustivo de *Juniperus oxycedrus* L., *Crataegus monogyna* Jacq. y *Daphne gnidium* L., entre otras. También es importante la presencia de lianas (*Lonicera implexa* Aiton, *Rubia peregrina* L., *Hedera helix* L. y *Asparagus acutifolius* L.). En el estrato herbáceo encontramos *Paeonia broteroi* Boiss. & Reuter.

La degradación de este bosque da lugar a la formación de coscojares de la comunidad *Crataego-Quercetum cocciferae*, que en situaciones desfavorables, como escarpes y roquedos, constituyen la comunidad permanente. Donde el suelo es más seco y hay una mayor insolación la orla está constituida por retamales de *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. y *Genista cinerea* (Vill.) D.C.. Cuando la degradación es máxima aparecen tomillares y romerales (*Lavandulo-Echinopartion boissieri*).

En esta sierra junto con la sierra de Lújar son los únicos puntos donde aparece el piso supramediterráneo, en él encontramos la serie supramediterránea bética, seco-subhúmeda, basófila de la encina: *Berberido hispanicae-Querceto rotundifoliae* S. con un bosque más

abierto y menos estructurado que en el piso mesomediterráneo. Los escobonales (*Genisto-Cytisetum reverchonii*) sustituyen a este bosque; cuando la pérdida de suelo es acusada aparecen lastonares y salviares-espliegares.

4.6.1.2. Sierra de los Guájares

En esta sierra encontramos dos factores que la diferencian de la Sierra de Almirajara. Por un lado, la menor altitud de sus picos hace que no haya piso supramediterráneo, y por otro, la presencia de afloramientos dolomíticos en forma de mosaico entre las calizas dominantes.

De este modo, no aparece aquí la serie supramediterránea, bética, basófila de la encina, y en el piso mesomediterráneo, junto a la serie mesomediterránea bética, seco-subhúmeda, basófila de la encina, encontramos la serie edafoxerófila mesomediterránea, basófila de la sabina mora (*Juniperus phoenicea*): *Rhamno myrtifolii-Junipereto phoeniceae* S. Esta serie presenta como comunidad clímax un pinar-sabinar abierto de *Pinus pinaster* Aiton y *Juniperus phoenicea* L. Las etapas de sustitución están formadas por jarales de *Cistus laurifolius* L. y salviares dolomíticos.

En el piso termomediterráneo vuelve a aparecer la serie *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. descrita para Almirajara.

4.6.1.3. Sierra de Lújar

La naturaleza caliza del sustrato de esta sierra hace que encontremos en todos los pisos bioclimáticos la misma vegetación que en la sierra de Almirajara.

En este caso aparecen afloramientos de naturaleza silíceo, en los que encontramos la serie termomediterránea, subhúmeda-húmeda, silicícola del alcornoque (*Quercus suber*): *Myrto communis-Querceto suberis* S. representada en por una masa homogénea de alcornoques, con un estrato arbustivo de *Myrtus communis* L., *Pistacia lentiscus* L., *Olea europaea* L. var. *sylvestris*, *Chamaerops humilis* L. y *Asparagus albus* L., que en las zonas más húmedas se acompaña de *Q. faginea* Lam. Esta masa boscosa alterna con pinares repoblados y subespontáneos de *Pinus halepensis* Miller y *P. pinaster* Aiton.

4.6.1.4. Sierra de la Contraviesa

En su zona basal la composición florística es similar a la de las otras sierras, mientras que el piso mesomediterráneo es completamente diferente, estando presente la serie

supra-mesomediterránea, silicícola de la encina (*Q. rotundifolia*): *Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae* S. faciación mesomediterránea con *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. La comunidad madura es un encinar más pobre en especies que los desarrollados en sustratos calizos. Se encuentra muy mal conservado, por lo que está sustituido, casi por completo, por escobonales de *Adenocarpus decorticans* Boiss. En zonas microclimáticas favorecidas aparecen orlas de especies caducifolias espinosas, tomando en sus estados degradativos la forma de jarales-bolinales, lastonares, espartales y tomillares subnitrófilos.

4.6.1.5. Vertiente sur de Sierra Nevada

Desde la altas cumbre nevadenses hasta la vega del río Guadalfeo, que separa este macizo montañoso de las sierras costeras anteriormente descritas, se produce un cambio en la vegetación acorde a los pisos bioclimáticos.

De este modo, a partir de los 2800 m de altitud la vegetación está formada por un mosaico de comunidades de la serie crioromediterránea nevadense silicícola de *Festuca clementei*: *Erigeronto frigidi-Festuceto clementei* S. Se trata de comunidades de bajo porte y escasa cobertura, denominados pastizales psicroxerófilos (*Erigeronto frigidi-Festucetu clementei*), formados principalmente por gramíneas hemicriptófitas. Aquí también son frecuentes las comunidades de afloramientos rocosos (*Saxifragetum nevadensis*) y de pedregales móviles (*Violo crassiusculae-Linarietum glacialis*).

Ya en el piso oromediterráneo aparece la serie oromediterránea filábrico-nevadense silicícola del enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *nana*): *Genista baeticae-Junipereto nanae* S. Donde la vegetación climática es un enebral-piornal, con *Juniperus communis* L. subsp. *nana* (Willd.) Syme, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* (J. & C. Presl) Nyman, *J. sabina* L. var. *humilis* Endl., *Genista versicolor* Boiss. y *Cytisus galianoi* Talavera & P.E. Gibbs. como especies más representativas.

En el piso supramediterráneo encontramos la series supramediterránea filábrica y nevadense, malacitano-almijareense y alpujarreño-gadoreense silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae* S. faciación típica supramediterránea con *Adenocarpus decorticans*. Esta serie en su estado maduro estaría constituida por un encinar (*Adenocarpus decorticans-Quercetum rotundifoliae*), más pobre en especies que el desarrollado sobre sustrato calizo. Dada la estructura abierta de los encinares silicícolas conviven con formaciones de espinales y escobonales, así como jarales, lastonares

y tomillares subnitrófilos. En las zonas de barrancos umbríos y lomas de menor insolación aparece la serie supramediterránea nevadense y malacitano-almijareense silicícola del roble melojo (*Quercus pyrenaica*): *Adenocarpus decorticantis-Querceto pyrenaicae* S. En este caso la vegetación potencial es un melojar (*Quercus pyrenaica* Willd.), sustituido en las facies más secas por un escobonal. En lugares de mayor alteración aparecen jarales (*Thymus gadorensis-Cistetum laurifolii*), lastonares (*Dactylisotum hispanicae-Festucetum scariosae*) y tomillares nitrófilos.

En el piso mesomediterráneo dominan la serie supra-mesomediterránea filábrica y nevadense, malacitano-almijareense y alpujarreño-gadoreense silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Adenocarpus decorticantis-Querceto rotundifoliae* S. faciación mesomediterránea con *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss., ya descrita para la Sierra de la Contraviesa, y la serie mesomediterránea, bética, seco-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* S., ya descrita para la Sierra de Almirajara. También aparecen en este piso mosaicos de la faciación mesomediterránea de la serie silicícola de *Quercus pyrenaica* descrita en el piso supramediterráneo.

4.6.1.6. Franja litoral

A lo largo de la línea de costa, y con una anchura variable según la zona, encontramos la serie termo-mesomediterránea, semiárido-seca del lentisco (*Pistacia lentiscus*): *Bupleuro gibraltariensis-Pistacietum lentiscii* S. faciación típica. Donde la comunidad más estable la constituye un lentiscal con arbustos esclerófilos, acompañado en ocasiones de *Pinus halepensis* Miller. Su degradación da lugar en primer término a una comunidad rica en leguminosas retamoides con dominio de *Genista spartioides* Spach. Si la degradación continúa aparecen espartales de *Stipa tenacissima* L., que forma mosaicos con pastizales de *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf. y *Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv. y con romerales-tomillares.

4.6.1.7. Vegetación ruderal

El gran desarrollo urbanístico y la amplia extensión de los cultivos en las zonas de vega hace de la vegetación ruderal un elemento florístico significativo que, como veremos más adelante, juega un papel importante en el espectro polínico de la atmósfera.

Las diferentes comunidades nitrófilas que encontramos en la costa de Granada son de tipo herbáceo, pudiendo destacar:

- Los cañaverales (*Arundo donax* L.) y carrizales (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steudel) en los cursos de agua y ramblas.
- Las comunidades nitrófilas de Urticáceas. Se pueden diferenciar dos tipos, las que están dominadas por especies del género *Parietaria* L., en paredes rezumantes, invadiendo cultivos de regadío y en los suelos nitrificados de las zonas de invernaderos, y las comunidades de especies del género *Urtica* L., que prefieren las acequias y los cursos de agua nitrificados.
- Las comunidades de Quenopodiaceas en bordes de caminos, e invadiendo cultivos, jardines y parterres de las ciudades y urbanizaciones.

También es de destacar la presencia de especies ruderales de porte arbustivo como *Ricinus communis* L. y *Nicotiana glauca* R.C. Graham que crecen en bordes de carreteras y caminos.

4.6.2. REPOBLACIONES

Debido al estado de deterioro en el que se encuentra la vegetación en estas sierras, es importante la superficie en la que se han realizado labores de repoblación. Las especies más empleadas fueron *Pinus halepensis* Miller y *Pinus pinaster* Aiton. Al tratarse de repoblaciones muy antiguas hoy en día constituyen masas arbóreas densas de gran extensión en las sierras circundantes.

4.6.3. CULTIVOS

Desde comienzos del siglo XX se viene produciendo un cambio en la agricultura regional al sustituirse en gran parte el tradicional monocultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) por el cultivo de frutales subtropicales, en la zona occidental, y los cultivos bajo plásticos, en la oriental. Hoy en día la caña sólo es cultivada en la vega de Motril y toda la cosecha se dedica a la producción de ron, al haberse cerrado en 2006 la última fábrica de azúcar de caña que quedaba en Europa.

En los cultivos subtropicales destaca el chirimoyo (*Annona cherimolia* Miller). Este cultivo introducido en la costa granadina en 1860 tiene sus principales zonas de producción en Almuñecar, La Herradura, Jete, Otivar, Motril, Salobreña, Molvízar e Ítrabo. El aguacate

(*Persea americana* Mill. Gard. Dict.) se cultiva en las mismas zonas, aunque se planta en terrazas construidas en las colinas y laderas, reservándose las zonas bajas de vega para el chirimoyo. De forma más dispersa también se cultivan plátanos (*Musa acuminata* Colla), guayabas (*Psidium guayaba* L.), papayas (*Carica papaya* L.) y mangos (*Manguijera indica* L.).

Como cultivos de secano sigue dominando el almendro, pese a la fuerte recesión que ha sufrido en los últimos años. Algo menos abundantes son los cultivos de olivos y vid.

En la zona de la Alpujarra es de destacar el cultivo cerealista, que domina tanto en secano como en regadío, cediendo terreno al cultivo de la vid en la Alpujarra baja. También son importantes en esta zona las hortalizas, los frutales, los almendros, las higueras y algunos cítricos. La presencia de castaños se debe a su cultivo y naturalización desde antiguo, fundamentalmente en el dominio potencial del melojar (Molero *et al.*, 1992).

4.6.4. FLORA ORNAMENTAL

En la flora ornamental de la costa encontramos numerosas especies de palmeras, entre las que cabe destacar *Phoenix canariensis* Hort. Ex Chabaud, *Washingtonia filifera* (Lind. Ex André) H. Wendl., *Washingtonia robusta* H. Wendl., *Syagurus romanzoffiana* (Chamiso) Glassman, *Brahea armata* S. Wats y *Roystonea regia* (H.B.K.) O.F. Cook, que junto a *Platanus hispanica* Miller ex Münch, *Cupressus sempervirens* L., *Cupressus arizonica* Greene, *Ulmus minor* Mill. y *Pinus halepensis* Miller decoran las calles de los pueblos y ciudades de la comarca.

Esta mezcla de flora exótica con elementos de la flora autóctona y otros de amplia tradición ornamental se repite tanto en parques y zonas verdes de las ciudades como en jardines de chalets y urbanizaciones que pueblan la región.

Como elementos exóticos de porte arbóreo podemos destacar: *Acacia cyanophylla* Lindley, *Jacaranda mimosifolia* D. Don, *Gleditsia triacanthos* L., *Erythrina crista-galli* L., *Parkinsonia aculeata* L., *Araucaria excelsa* (Lamb.) R. Br., *Philodendron imbe* Endlicher, *Phytolacca dioica* L., *Chorisia speciosa* St. Hill, *Catalpa bignonioides* Walt., *Liriodendron tulipifera* L., *Persea americana* Mill. Gard. Dict., *Schinus molle* L., *Bauhinia variegata* L. y *Magnolia grandiflora* L.; como elementos de porte no arbóreo: *Rhus coriaria* L., *Bougainvillea spectabilis* Willd., *Plumeria sp.*, *Lantana camara* L., *Cortaderia argentea*

Stapf, *Euphorbia pulcherrima* Willd. y *Strelitzia reginae* Banks. Entre los elementos autóctonos o de uso tradicional encontramos: *Olea europaea* L., *Lonicera sp.*, *Hedera helix* L., *Agave americana* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Ligustrum vulgare* L., *Nerium oleander* L. y *Jasminus sp.*

Vegetación y usos del suelo en el área de estudio

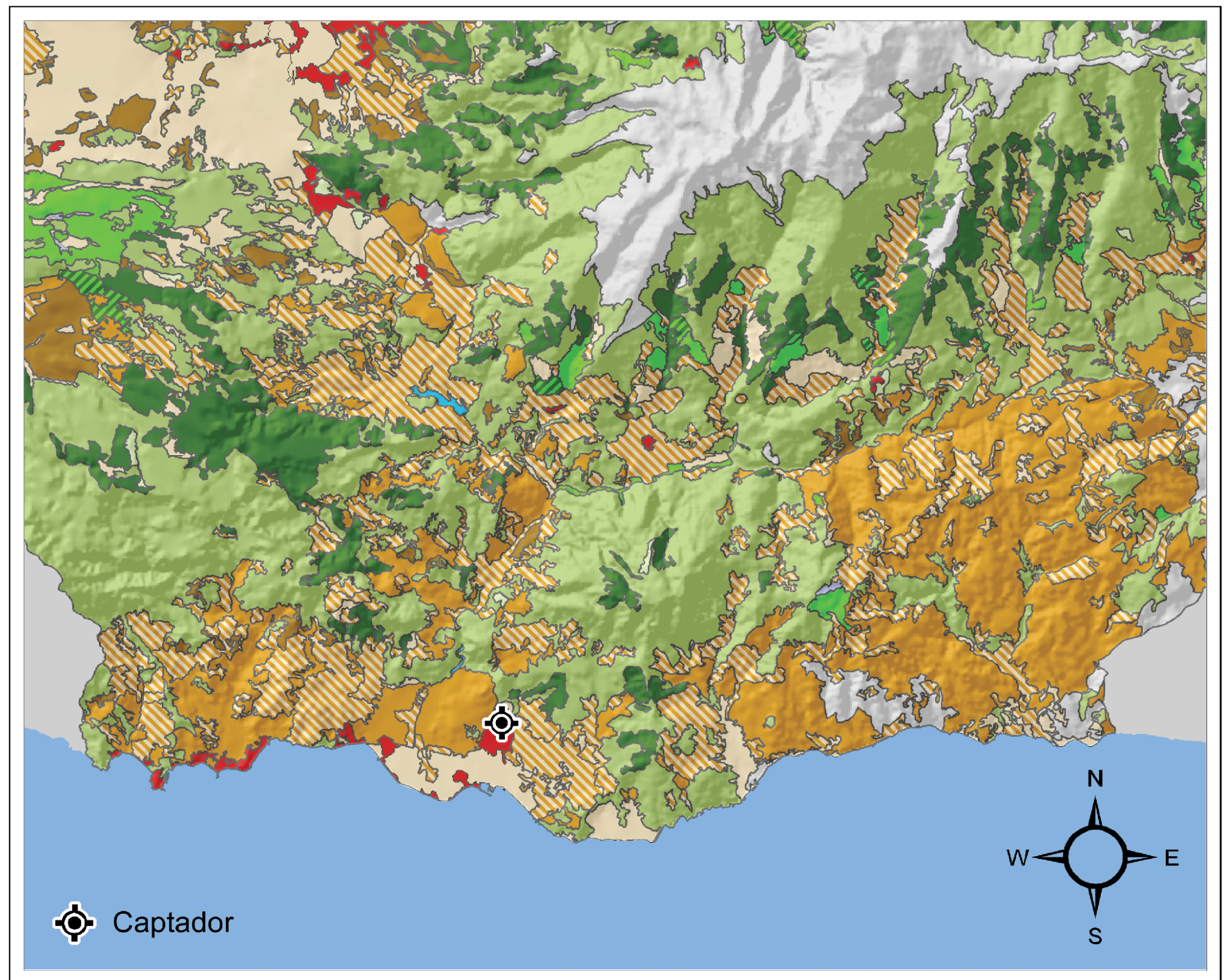


Fig. 19. Mapa de vegetación y usos del suelo de la costa de Granada.

5. RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS

En este apartado presentamos los resultados obtenidos de las variables meteorológicas (temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar y viento) que influyen, de forma directa o indirecta, sobre los niveles de partículas biológicas en la atmósfera, así como en la evolución estacional de las mismas.

5.1.1.1. Temperatura

La temperatura media del periodo estudiado fue de 18,3 °C, mientras que las medias de las máximas y de las mínimas fueron de 23,0 y 14,0 °C respectivamente, lo que supone un aumento con respecto al periodo tipificado de más de 1 °C en las temperaturas medias y máximas; y de 2,3 °C en las mínimas. En la TABLA 6 se observa como todos los registros anuales son superiores a la media climática.

El año 2005 fue el más frío, en el se obtuvieron los promedios anuales más bajos, 22,6 °C de máximas, 17,8 °C de media y 13,4 °C de mínimas. Los años 2003 y 2004 fueron los más cálidos con las medias anuales más altas (18,5 °C), 2003 sin embargo presentó las mayores temperaturas máximas (23,6 °C de media) y 2006 presentó las mínimas más elevadas (14,3 °C de media).

La evolución mensual de las temperaturas es muy similar en todos los años, y a su vez muy parecida a la de los periodos promediados. Las temperaturas más bajas se registran siempre en el mes de enero (12,1 °C), a partir de los meses de marzo y abril se inicia un aumento paulatino hasta llegar los meses de julio (24,6 °C) y agosto (24,9 °C), en los que, dependiendo del año, se registran las máximas. Posteriormente las temperaturas sufren un descenso durante los meses otoñales hasta la llegada del invierno.

Las temperaturas medias nunca se encuentran por debajo de los 10 °C y las mínimas rara vez bajan hasta los 6,2 °C, lo que coincide con la descripción climatológica, característica por la cual esta zona se encuentra libre de heladas.

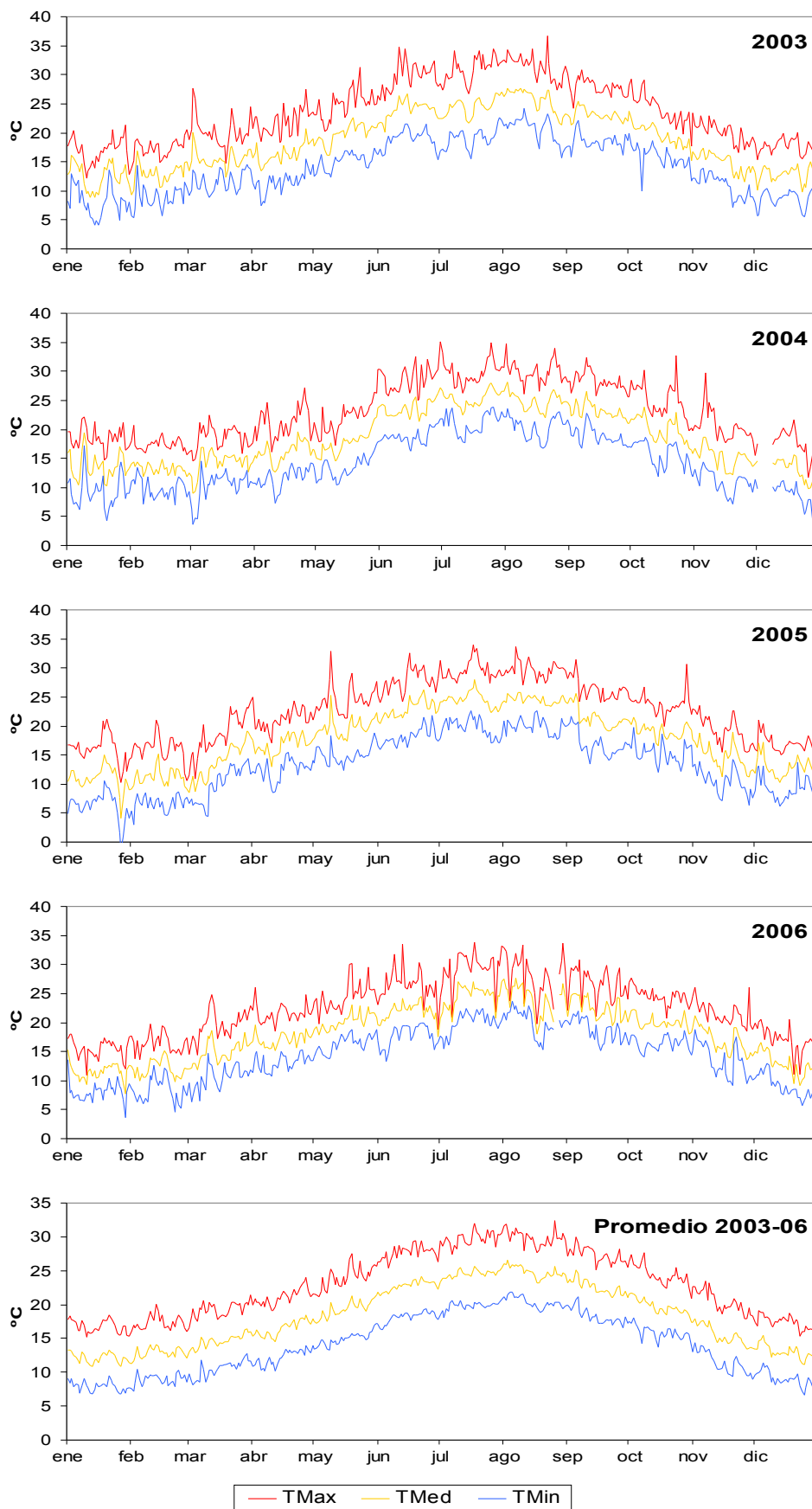


FIG. 20. Evolución diaria de las temperaturas durante los años de estudio y su promedio.

		<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
2003	<i>T Máx</i>	17,0	17,3	20,2	21,8	24,9	29,6	30,8	31,4	27,9	24,2	20,1	17,8	23,6
	<i>T Med</i>	12,5	12,9	15,4	16,4	19,8	23,9	24,5	25,7	23,0	19,7	15,0	13,0	18,5
	<i>T Mín</i>	8,1	8,8	11,6	11,5	15,1	18,9	19,1	20,6	18,5	15,9	10,9	8,9	14,0
2004	<i>T Máx</i>	18,4	17,4	18,6	21,1	22,2	28,7	29,9	29,9	28,2	24,8	20,3	17,7	23,2
	<i>T Med</i>	13,7	13,3	14,3	16,2	17,8	23,6	25,4	24,9	23,1	19,9	15,1	13,1	18,5
	<i>T Mín</i>	9,3	9,8	10,3	11,7	13,5	18,8	21,1	20,4	18,9	15,6	10,9	8,8	14,2
2005	<i>T Máx</i>	16,1	16,1	18,5	21,1	24,7	27,7	29,6	29,7	26,4	23,8	19,4	17,2	22,6
	<i>T Med</i>	11,0	11,2	13,9	16,7	19,8	22,9	24,5	24,5	21,5	19,2	14,9	13,2	17,8
	<i>T Mín</i>	6,2	6,6	9,9	12,4	14,9	18,2	19,7	19,9	16,9	15,4	10,6	9,4	13,4
2006	<i>T Máx</i>	15,5	16,5	19,5	21,6	24,5	26,5	29,5	28,2	26,6	24,6	21,5	17,1	22,6
	<i>T Med</i>	11,5	12,1	14,8	17,1	20,2	21,9	24,6	24,1	22,5	20,1	16,9	12,9	18,2
	<i>T Mín</i>	8,1	8,4	10,6	13,1	16,4	17,7	20,0	20,1	18,8	16,4	13,4	9,0	14,3
Promedio (2003-06)	<i>T Máx</i>	16,8	16,8	19,2	21,4	24,1	28,1	30,0	29,8	27,3	24,4	20,3	17,5	23,0
	<i>T Med</i>	12,2	12,4	14,6	16,6	19,4	23,1	24,8	24,8	22,5	19,7	15,5	13,1	18,3
	<i>T Mín</i>	7,9	8,4	10,6	12,2	15,0	18,4	20,0	20,3	18,3	15,8	11,5	9,0	14,0

TABLA 6. Temperaturas medias mensuales y anuales registradas durante los años de estudio y su promedio.

La evolución de los valores medios diarios (FIG. 20) pone de manifiesto un comportamiento muy similar en los distintos años. Como excepción tenemos 2004, en el que el ascenso primaveral de las temperaturas se retrasó hasta bien entrado el mes de mayo.

5.1.1.2. Precipitación

La precipitación anual promediada durante el periodo de estudio ha sido de 315,1 mm, muy por debajo de la media anual tipificada (450 mm).

Han sido especialmente secos los años 2004 y 2005 (239,5 y 207,8 mm, respectivamente), seguidos de 2006 (274,3 mm) y de 2003 (438,8 mm). La TABLA 7 recoge las precipitaciones mensuales y anuales registradas y el número de días en los que éstas se produjeron, en ella se observa como no hay una relación directa entre el número de días con precipitación y la cantidad total recogida, ya que años con menos precipitaciones (2006) pueden presentar más días de lluvia que otros con mayor registro pluviométrico (2003). Por otro lado, la diferencia entre el año más lluvioso (2003), con 66 días de lluvia, y el año más seco (2005), con menos de la mitad de agua recogida y 55 días de lluvia, es de apenas 11 días.

Tal y como se observa en la TABLA 7, la distribución mensual de las precipitaciones presenta diferencias significativas entre los distintos años. Sin embargo, al calcular estos datos para el año promedio se obtienen datos similares al periodo tipificado. Por lo general las precipitaciones de mayor importancia han tenido lugar durante el invierno, la primavera y el

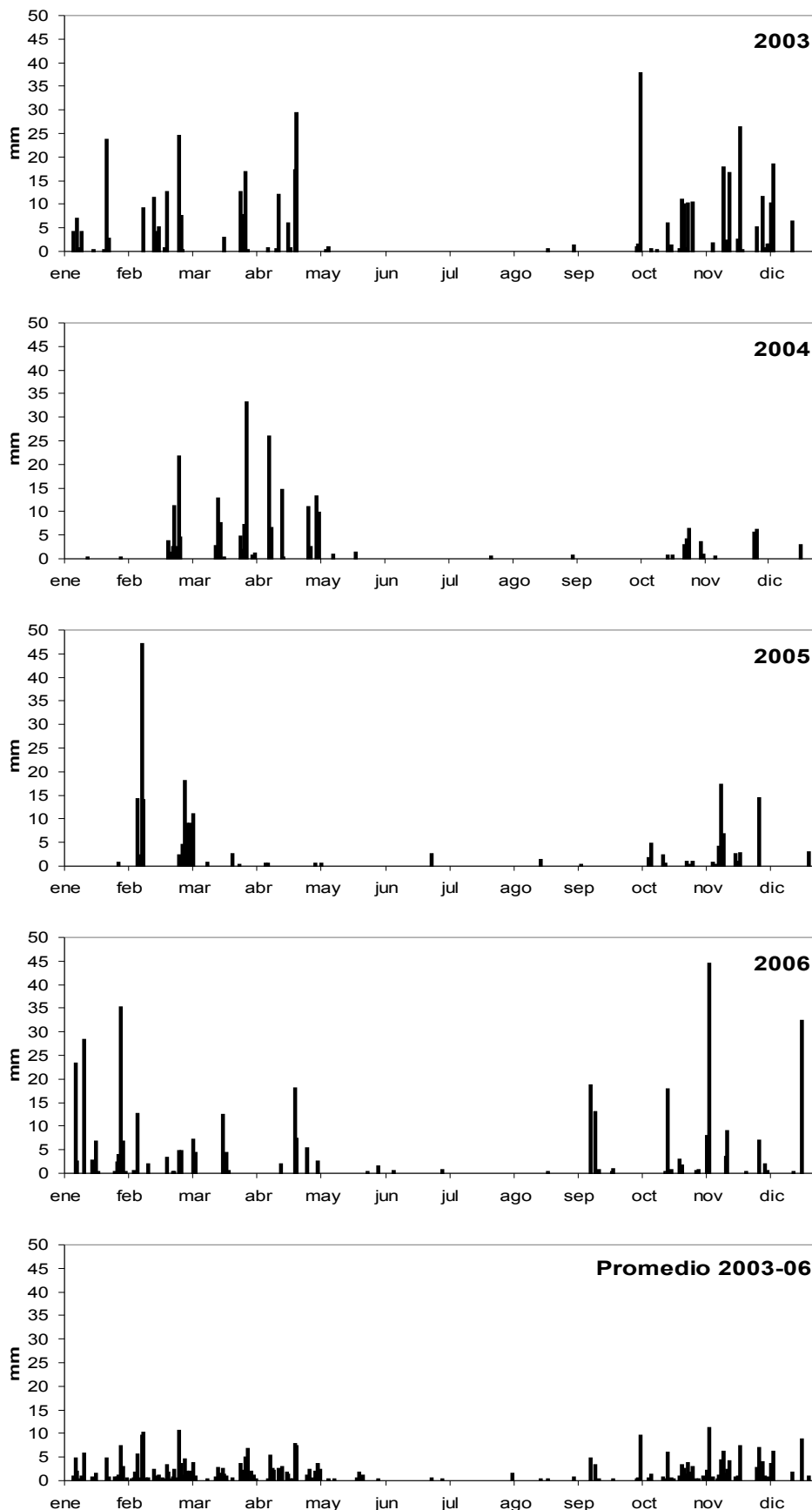


FIG. 21. Evolución diaria de las precipitaciones durante los años de estudio y su promedio.

otoño, mientras que el verano ha presentado la sequía estival tan típica del clima mediterráneo.

		<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
2003	<i>Prep (mm)</i>	42,4	75,0	39,9	66,0	1,1	0,0	0,0	0,4	1,4	90,4	67,1	55,1	438,8
	<i>Nº días</i>	9	10	5	7	2	0	0	1	2	14	7	9	66
2004	<i>Prep (mm)</i>	0,7	47,2	69,7	61,9	24,9	0,0	0,5	0,0	0,9	14,8	10,1	8,8	239,5
	<i>Nº días</i>	3	8	8	8	4	0	1	0	3	7	4	9	55
2005	<i>Prep (mm)</i>	0,9	102,2	35,0	0,9	1,0	2,5	0,0	1,5	0,5	11,2	34,7	17,4	207,8
	<i>Nº días</i>	3	8	8	2	3	1	0	4	4	10	9	3	55
2006	<i>Prep (mm)</i>	112,5	28,2	31,4	32,6	2,7	2,0	0,6	0,3	33,2	23,5	65,7	41,6	374,3
	<i>Nº días</i>	14	9	7	5	3	4	1	3	7	8	7	5	73
Promedio (2003-06)	<i>Prep (mm)</i>	39,1	63,2	44,0	40,4	7,0	1,0	0,3	0,6	9,0	35,0	44,4	30,7	315,1
	<i>Nº días</i>	7	9	7	6	3	1	1	2	4	10	7	7	62

TABLA 7. Precipitaciones mensuales, anuales y número de días en que fueron registradas durante los años de estudio y su promedio.

El año 2003 tiene un comportamiento parecido al tipificado, con precipitaciones frecuentes de intensidad moderada durante el invierno, la primavera y el otoño. La principal diferencia la encontramos en la ausencia de precipitaciones (1,1 mm) durante el mes de mayo. Durante 2004 y 2005 llama la atención la irregularidad de las precipitaciones, que aunque presentes aportaron muy poca agua. En 2004 las precipitaciones más copiosas se concentraron en los meses de primavera, mientras que el resto del año fue muy seco; en 2005 las lluvias se concentraron en apenas 2 semanas de febrero, en las que se recogió el 50 % del total anual (FIG. 21). Durante 2006 el patrón de precipitaciones vuelve a parecerse al de 2003, con lluvias ocasionales durante el invierno y la primavera, intensificándose éstas durante el otoño. En todos los años la ausencia de precipitaciones estivales es casi absoluta, tanto por el número de días como por las cantidades registradas.

5.1.1.3. Radiación solar

Tradicionalmente la insolación se ha medido como el número de horas de sol, y aunque está relacionada con la radiación incidente, ésta última depende de muchos otros factores, como la actividad solar, la distancia de la Tierra al Sol, la declinación terrestre, la absorción atmosférica, la difusión a nivel molecular, el albedo, etc. Por eso hemos utilizado la radiación global incidente medida en megajulios por metro cuadrado y día, que expresa mejor la cantidad de energía disponible por las plantas para la actividad fotosintética.

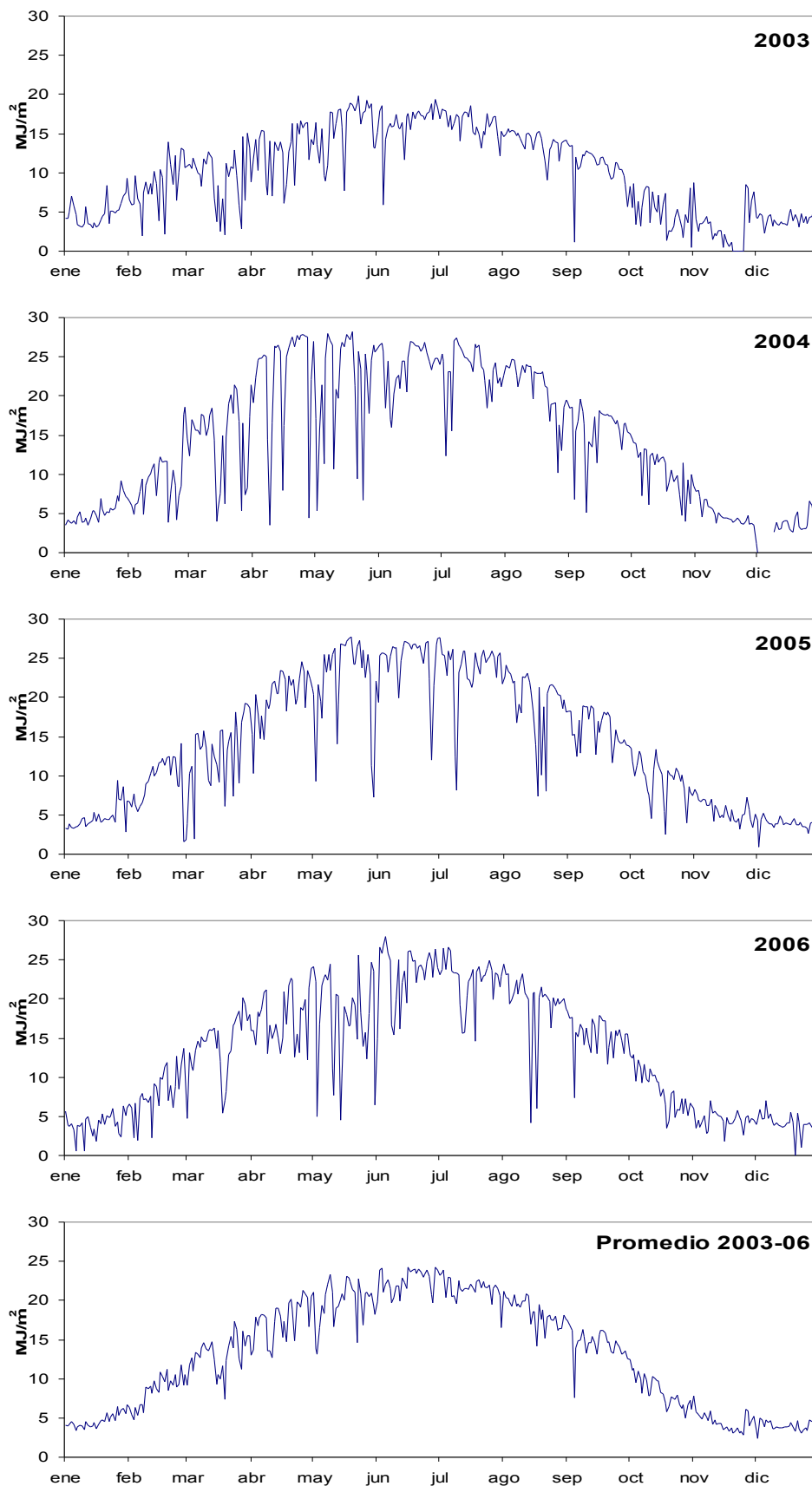


FIG. 22. Evolución diaria de la radiación solar durante los años de estudio y su promedio.

Durante el periodo de estudio la radiación solar media ha sido de 13,1 MJ/m²día. El año 2003 presentó un valor anual (10,1 MJ/m²día) muy inferior al promedio, mientras que 2004 y 2005 fueron los años de mayor radiación, 14,9 y 14,4 MJ/m²día respectivamente. 2006 se caracteriza por ser muy parecido, tanto en valores anuales como mensuales, al promedio del periodo estudiado.

En la evolución mensual se observa como los valores mínimos se registran siempre en el mes de diciembre, con la excepción de 2003 y 2006 que alcanzaron los mínimos en noviembre y enero respectivamente, y los máximos en junio, separados por sendos periodos de transición en los que la radiación va aumentando o disminuyendo paulatinamente según se trate de la primavera o del otoño (TABLA 8). Esta dinámica se repite todos los años, incluso en 2003 en el que la radiación se redujo a lo largo de todo el año.

En la evolución semanal de esta variable (FIG. 22) se pueden observar constantes subidas y bajadas que se deben principalmente a la presencia de nubosidad y nieblas, que hacen que la radiación incidente sobre la superficie terrestre disminuya drásticamente.

	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
2003	4,8	8,5	9,5	12,7	15,8	16,4	16,2	14,0	10,8	5,0	2,9	4,0	10,1
2004	5,2	9,3	14,6	22,7	21,7	23,9	23,3	21,0	15,7	10,3	4,8	3,5	14,9
2005	4,7	9,1	13,0	20,1	22,5	24,9	23,6	19,4	16,0	9,5	5,5	3,9	14,4
2006	4,0	8,0	14,2	17,5	17,4	23,3	22,5	19,6	15,3	8,5	4,5	4,2	13,3
Promedio (2003-06)	4,7	8,7	12,8	18,3	19,4	22,1	21,4	18,5	14,5	8,3	4,4	3,9	13,2

TABLA 8. Valores mensuales y anuales de radiación solar (Mj/m²d) registrados durante los años de estudio y su promedio.

5.1.1.4. Humedad relativa

Para el periodo estudiado la humedad relativa fue del 70,7 %, muy próxima a la media del periodo tipificado (70,4 %), mientras que la media de las máximas se situó en el 87,5 % y la media de las mínimas en el 51,3 %.

El año más seco fue 2005 registrando las humedades más bajas (85,7 % de máximas, 68,3 % de media y 48,7 % de mínimas). Mientras que 2006 fue el año más húmedo (88,6 % de máximas, 72,4 % de media y 54,0 % de mínimas).

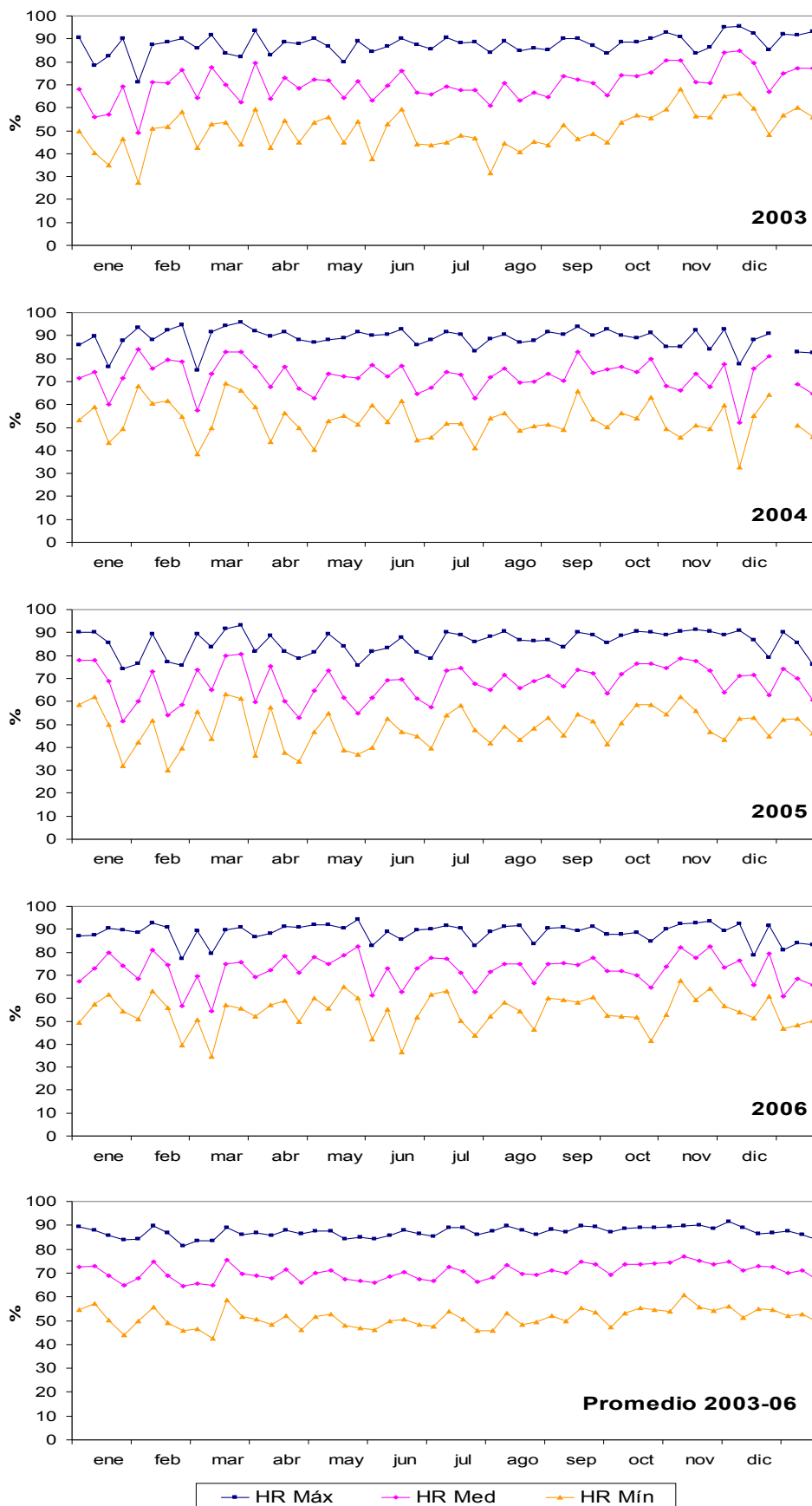


FIG. 23. Evolución semanal de la humedad relativa durante los años de estudio y su promedio. HR, humedad relativa; Máx, máxima; Med, media; Mín, mínima.

En la TABLA 9, que muestra los valores mensuales de humedad relativa (máxima, media y mínima), se observa poca variación a lo largo del año. La diferencia entre el mes más húmedo (noviembre) y el más seco (mayo) es de solo un 5,5 %.

		<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>TOTAL</i>
2003	HR Máx	83,0	87,5	86,8	87,5	84,7	88,6	87,5	87,0	87,3	89,2	91,1	88,4	87,4
	HR Med	60,5	69,4	71,2	69,4	67,6	69,9	66,9	67,6	71,3	76,7	77,6	73,0	70,1
	HR Mín	40,7	49,7	51,0	48,9	48,6	48,7	43,2	45,2	51,0	60,2	59,3	54,0	50,0
2004	HR Máx	85,5	89,2	92,4	89,0	90,4	89,3	88,4	90,2	90,5	88,1	86,5	78,7	88,4
	HR Med	70,2	76,4	76,9	68,8	74,1	70,1	71,3	72,7	75,4	71,3	70,6	62,9	71,9
	HR Mín	52,0	58,6	58,4	47,5	55,9	50,0	51,3	52,5	54,3	51,5	52,3	44,7	52,5
2005	HR Máx	82,9	81,9	88,5	82,7	82,2	84,5	88,2	86,5	88,5	90,3	86,5	85,0	85,7
	HR Med	67,0	63,6	72,7	63,3	63,2	65,8	69,3	69,0	71,5	76,9	67,1	69,3	68,3
	HR Mín	48,9	42,4	53,5	43,8	43,1	47,5	48,2	48,5	51,3	56,7	47,5	51,7	48,7
2006	HR Máx	88,4	87,5	87,3	90,5	89,8	88,9	88,7	89,0	89,0	90,6	88,1	85,3	88,6
	HR Med	72,0	70,8	69,2	75,0	74,5	71,7	70,4	72,4	73,7	75,8	73,9	69,1	72,4
	HR Mín	53,8	52,8	50,6	56,9	56,3	51,9	51,2	54,6	55,8	56,6	55,6	51,6	54,0
Promedio (2003-06)	HR Máx	85,0	86,5	88,8	87,4	86,8	87,8	88,2	88,2	88,8	89,6	88,1	84,4	87,5
	HR Med	67,4	70,1	72,5	69,1	69,9	69,4	69,5	70,4	73,0	75,2	72,3	68,6	70,7
	HR Mín	48,9	50,9	53,4	49,3	51,0	49,5	48,5	50,2	53,1	56,3	53,7	50,5	51,3

TABLA 9. Valores mensuales y anuales de humedad relativa registrados durante los años de estudio y su promedio.

En la gráfica de la evolución semanal de este parámetro (FIG. 23) se observan constantes ascensos y descensos, que rara vez duran más de una semana o dos. Estas oscilaciones son de mayor intensidad durante los meses invernales, primaverales y otoñales, mostrando una mayor estabilidad durante el verano.

5.1.1.5. Viento

El régimen de vientos ha sido constante durante el periodo estudiado, tanto a nivel de la velocidad como de la dirección. Ésto resulta en un promedio bastante similar en los distintos años de estudio, y a su vez concuerda con los datos climáticos de viento.

La velocidad media, tanto del periodo promedio, como de los distintos años ha oscilado alrededor de los 7,5 km/h, mientras que la media de las máximas ha sido 33,0 km/h. Los años con las velocidades más bajas han sido 2005 (7,4 km/h) y 2006 (7,2 km/h), mientras que 2004 (7,7 km/h) ha registrado las vientos de mayor intensidad. Las velocidades mensuales más elevadas, mostradas en la TABLA 10, se han registrado principalmente en los meses primaverales (febrero y marzo en 2006; abril en 2003, 2004 y 2005), mientras que las

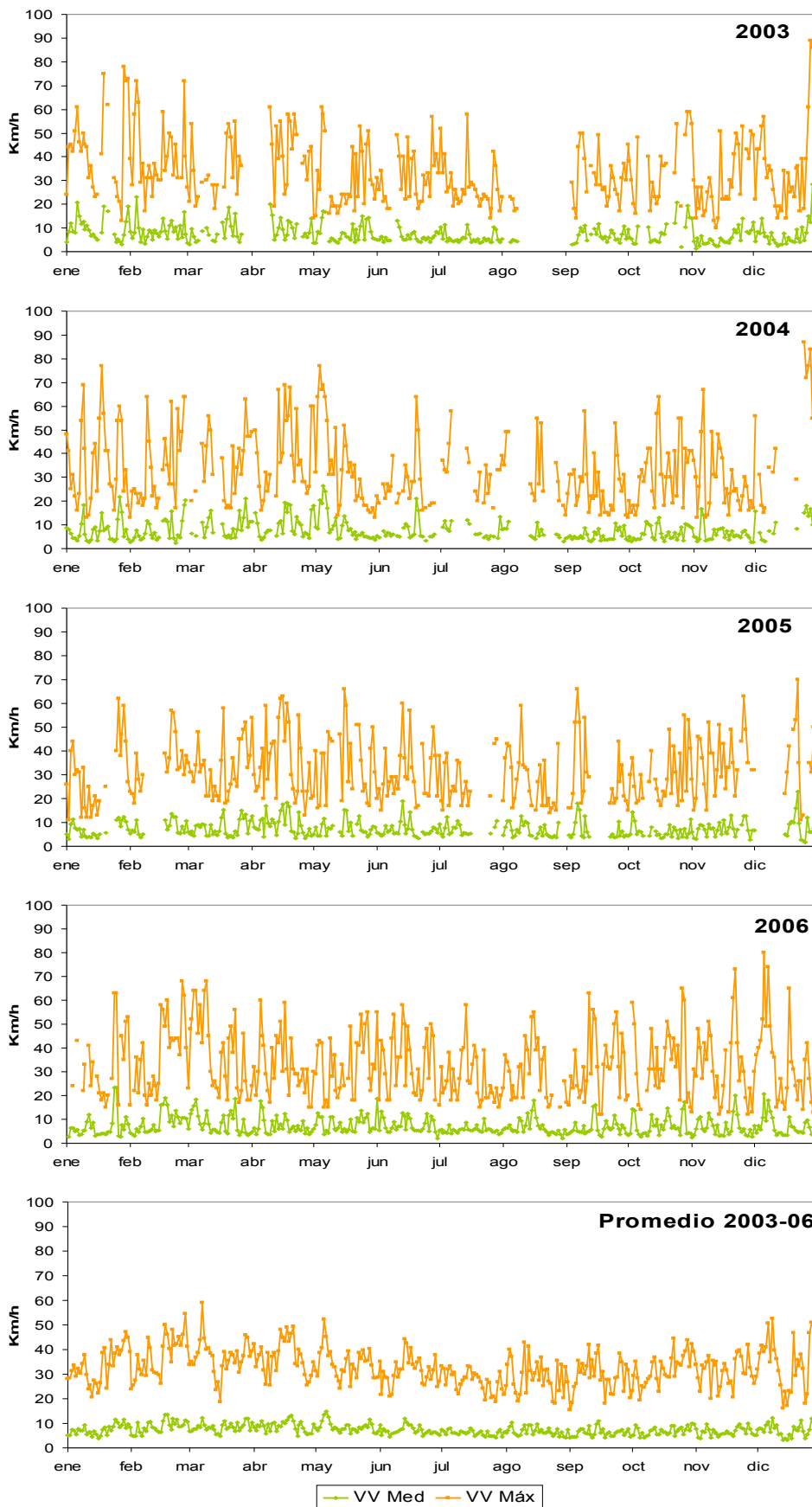


FIG. 24. Evoluci3n diaria de la velocidad del viento durante los años de estudio y su promedio.

velocidades más bajas han tenido lugar durante los meses de julio (2005 y 2006), agosto (2003) y septiembre (2004).

		<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Anual</i>
2003	<i>VV Máx</i>	42,7	39,8	33,7	43,2	30,1	30,9	27,6	20,6	30,8	35,0	29,7	37,0	34,0
	<i>VV Med</i>	9,7	8,9	8,0	9,9	8,1	6,1	5,9	4,7	6,8	8,4	5,8	7,6	7,6
2004	<i>VV Máx</i>	36,7	34,0	35,9	39,8	34,9	27,1	32,7	31,9	25,9	32,5	27,9	43,9	33,3
	<i>VV Med</i>	7,6	7,7	9,3	10,1	9,3	7,1	7,7	6,4	5,4	6,5	6,0	9,4	7,7
2005	<i>VV Máx</i>	29,4	34,7	32,2	36,6	35,4	30,1	27,4	27,5	30,2	29,0	35,3	36,5	32,0
	<i>VV Med</i>	7,0	8,0	7,5	9,3	7,6	6,9	7,1	6,6	6,7	6,1	7,3	8,6	7,4
2006	<i>VV Máx</i>	33,2	36,8	38,0	32,0	32,3	34,6	26,5	29,6	31,7	33,9	31,6	33,1	32,7
	<i>VV Med</i>	6,8	8,7	8,6	7,1	7,7	7,9	5,6	6,7	6,4	7,3	6,7	7,0	7,2
Promedio (2003-06)	<i>VV Máx</i>	33,5	36,3	35,0	37,9	33,2	30,7	28,6	27,4	29,7	32,6	31,1	37,6	33,0
	<i>VV Med</i>	7,8	8,3	8,4	9,1	8,2	7,0	6,6	6,1	6,3	7,1	6,5	8,2	7,5

TABLA 10. Valores mensuales y anuales de velocidad del viento registrados durante los años de estudio y su promedio.

En la evolución semanal de la velocidad máxima (FIG. 24) podemos observar como se alternan semanas de vientos fuertes con semanas de vientos de poca intensidad, la velocidad media tiene un comportamiento similar, aunque en general se mantiene más estable a lo largo del año. Esto se debe a los fenómenos de brisa-contrabrisa que afectan a la zona, asegurando un movimiento casi constante del aire.

		<i>1C</i>	<i>2C</i>	<i>3C</i>	<i>4C</i>	<i>CALMA</i>
2003	<i>horas</i>	5,8	3,7	5,8	4,4	4,3
	<i>%</i>	24,2	15,4	24,2	18,3	17,9
2004	<i>horas</i>	3,9	4,7	6,3	5,3	3,8
	<i>%</i>	16,2	19,6	26,3	22,1	15,8
2005	<i>horas</i>	4,2	5,1	6,3	4,8	3,6
	<i>%</i>	17,5	21,3	26,2	20,0	15,0
2006	<i>horas</i>	4,1	4,3	7,6	5,9	2,1
	<i>%</i>	17,1	17,9	31,7	24,6	8,7
Promedio (2003-06)	<i>horas</i>	4,5	4,5	6,5	5,1	3,5
	<i>%</i>	18,8	18,6	27,1	21,3	14,4

TABLA 11. Frecuencia anual de la dirección del viento (número de horas y porcentaje) registrados durante los años de estudio y su promedio.

La TABLA 11 muestra como la dirección del viento también ha presentado un comportamiento muy parecido todos los años. En general, han dominado los vientos de los cuadrantes 3 (27,1 %) y 4 (21,3 %), mientras que los cuadrantes 1 y 2 han sido menos

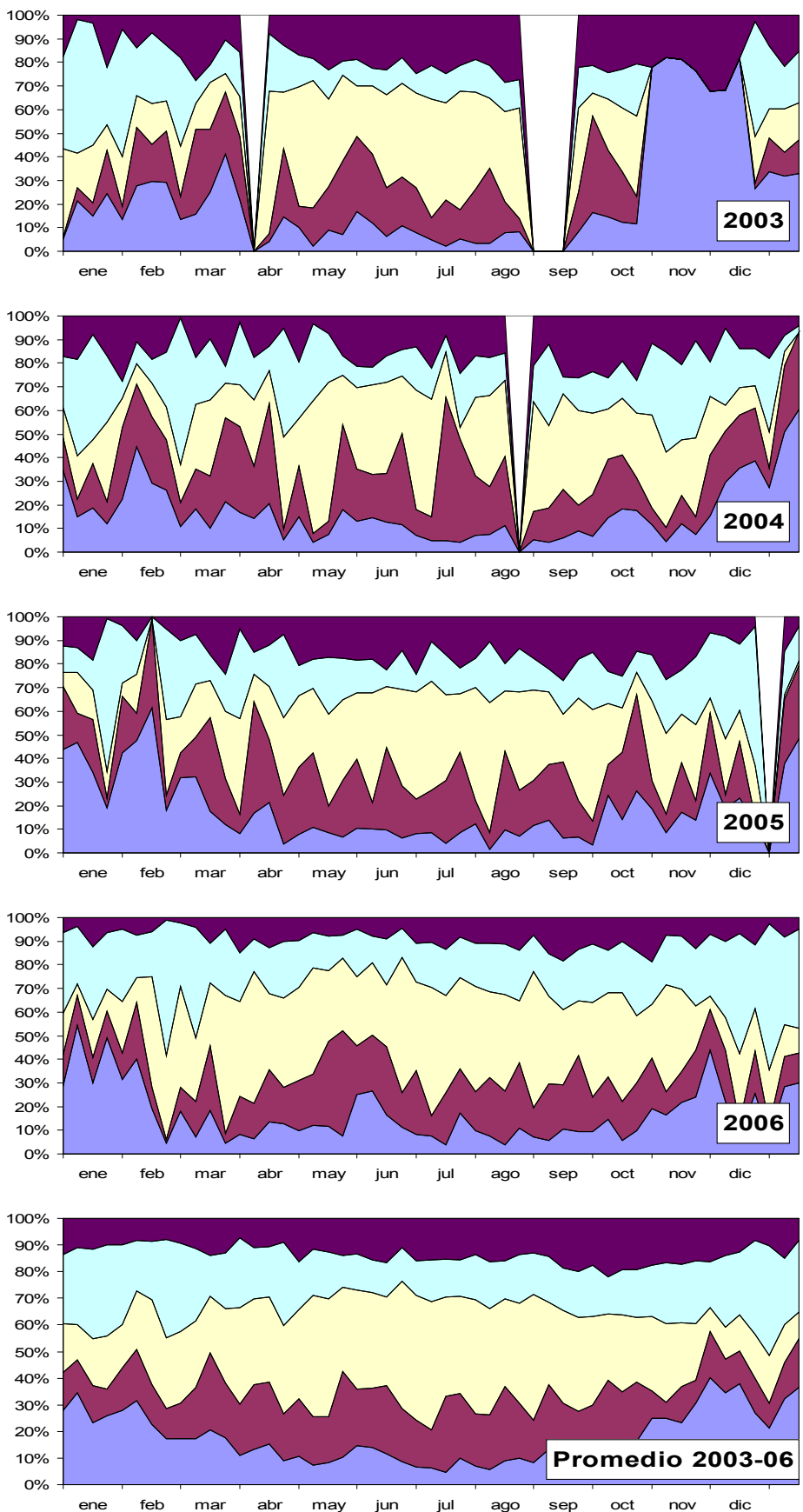


FIG. 25. Evolución semanal de la dirección del viento durante los años de estudio y su promedio.

frecuentes (17,9 y 18,3 % respectivamente). Por último tenemos los periodos de calmas que representan el 13,3 %, la única excepción la encontramos en 2003, que debido a un aumento de los vientos del primer cuadrante y de las calmas durante el otoño la distribución de frecuencias se vio alterada, dominando los vientos del primer y tercer cuadrante.

En la evolución semanal de la dirección del viento (FIG. 25) observamos como durante el invierno se produce un dominio de los vientos procedentes de los cuadrantes 1 y 4, conforme avanza la primavera comienza a aumentar la frecuencia de los vientos del tercer cuadrante, que en algunas semanas son remplazados por vientos del cuadrante 2. Esta dinámica se mantienen durante todo el verano hasta bien avanzado el otoño, en el que vuelven a dominar los vientos del primer y cuarto cuadrante. Las calmas permanecen con la misma frecuencia a lo largo de todo el año, sufriendo sólo un ligero aumento durante el verano y el otoño.

5.2. ANÁLISIS DEL ESPECTRO POLÍNICO

El espectro polínico de la atmósfera de Motril lo componen un elevado número de táxones, ya que fueron cuarenta y nueve los tipos identificados a lo largo del periodo de estudio, junto con un grupo de aquellos granos cuyo encuadre taxonómico ha sido imposible realizar y que hemos denominado “indeterminados”.

En la TABLA 12 se han agrupado los tipos polínicos en función de su contribución individual al espectro polínico completo. Se obtienen de esta forma tres grupos que han sido tratados de forma diferente a lo largo del presente trabajo.

<i>Grupo</i>	<i>Contribución individual al espectro polínico</i>	<i>Nº de tipos polínicos</i>	<i>Contribución conjunta al espectro polínico</i>
Principales	> 0,5 %	14	96,53 %
Secundarios	$0,5 \leq x < 0,05$ %	15	2,45 %
Otros	$\leq 0,05$ %	20	1,02 %
TOTAL	-	49	100 %

TABLA 12. Grupos de tipos polínicos definidos en función del porcentaje que representan del espectro polínico, así como el número de tipos que se han incluido en cada uno de ellos y el porcentaje conjunto.

En la TABLA 13 se muestran todos los tipos polínicos identificados, así como las cantidades totales y porcentajes anuales con los que cada uno ha contribuido al espectro polínico. En ella se puede ver que los tipos principales son: *Urticaceae* (40,91 %), *Olea* (16,09 %), *Cupressaceae* (15,98 %), *Quercus* (6,89 %), *Poaceae* (4,10 %), *Pinus* (2,81 %), *Chenopodiaceae/Amaranthaceae* (2,76 %), *Artemisia* (2,17 %), *Mercurialis* (1,26 %), *Platanus* (0,89 %), *Myrtaceae* (0,80 %), *Rumex* (0,67 %), *Palmae* (0,64 %) y *Plantago* (0,56 %); los secundarios: *Ricinus* (0,31 %), *Castanea* (0,28 %), *Populus* (0,24 %), *Umbelliferae* (0,21 %), *Pistacia* (0,21 %), *Compositae* (0,20 %), *Leguminosae* (0,19 %), *Cyperaceae* (0,15 %), *Echium* (0,12 %), *Cannabis* (0,11 %), *Fraxinus* (0,10 %), *Ericaceae* (0,10 %), *Morus* (0,08 %), *Alnus* (0,08 %) y *Acer* (0,07 %); y otros: *Typha* (0,05 %), *Cruciferae* (0,05 %), *Tamarix* (0,05 %), *Salix* (0,05 %), *Ulmus* (0,04 %), *Thymelaea* (0,04 %), *Corylus* (0,03 %), *Rosaceae* (0,03 %), *Labiatae* (0,03 %), *Lauraceae* (0,02 %), *Cariophyllaceae* (0,02 %), *Casuarina* (0,01 %), *Ligustrum* (0,01 %), *Juglans* (0,01 %), *Betula* (<0,01 %), *Cistaceae* (<0,01 %), *Acacia* (<0,01 %), *Annona* (<0,01 %), *Parkinsonia* (<0,01 %) y *Elaeagnus* (<0,01 %).

TIPO POLÍNICO		2003	2004	2005	2006	Total
<i>Acacia</i>	Σ P	3	2	0	1	6
	%	0,01	0,00	0,00	0,00	<0,01
<i>Acer</i>	Σ P	29	90	17	20	156
	%	0,05	0,17	0,03	0,04	0,07
<i>Alnus</i>	Σ P	35	19	76	44	174
	%	0,06	0,04	0,14	0,08	0,08
<i>Annona</i>	Σ P	1	1	2	1	5
	%	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01
<i>Artemisia</i>	Σ P	1093	1194	1119	1264	4670
	%	2,01	2,29	2,00	2,38	2,17
<i>Betula</i>	Σ P	2	13	6	0	21
	%	0,00	0,02	0,01	0,00	<0,01
<i>Cannabis</i>	Σ P	58	51	43	78	230
	%	0,11	0,10	0,08	0,15	0,11
Caryophyllaceae	Σ P	19	12	10	2	43
	%	0,03	0,02	0,02	0,00	0,02
<i>Castanea</i>	Σ P	185	193	146	80	604
	%	0,34	0,37	0,26	0,15	0,28
<i>Casuarina</i>	Σ P	13	9	5	11	38
	%	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Chenop. / Amarant.	Σ P	1495	1414	1201	1827	5937
	%	2,75	2,72	2,15	3,44	2,76
Cistaceae	Σ P	12	0	0	0	12
	%	0,02	0,00	0,00	0,00	<0,01
Compositae* (=Asteraceae)	Σ P	144	119	56	103	422
	%	0,26	0,23	0,10	0,19	0,2
<i>Corylus</i>	Σ P	7	38	7	21	73
	%	0,01	0,07	0,01	0,04	0,03
Cruciferae (=Brassicaceae)	Σ P	19	42	12	32	105
	%	0,03	0,08	0,02	0,06	0,05
Cupressaceae	Σ P	9195	8380	10900	5953	34428
	%	16,90	16,10	19,52	11,19	15,98
Cyperaceae	Σ P	74	77	79	85	315
	%	0,14	0,15	0,14	0,16	0,15
<i>Echium</i>	Σ P	22	62	23	150	257
	%	0,04	0,12	0,04	0,28	0,12
<i>Elaeagnus</i>	Σ P	1	0	0	0	1
	%	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01
Ericaceae	Σ P	30	35	141	8	214
	%	0,06	0,07	0,25	0,02	0,1
<i>Fraxinus</i>	Σ P	53	49	79	36	217
	%	0,10	0,09	0,14	0,07	0,10
<i>Juglans</i>	Σ P	8	2	10	2	22
	%	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
Labiatae (=Lamiaceae)	Σ P	24	11	13	12	60
	%	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
Lauraceae	Σ P	28	10	9	9	56
	%	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03
Leguminosae (=Fabaceae)	Σ P	258	82	48	22	410
	%	0,47	0,16	0,09	0,04	0,19
<i>Ligustrum</i>	Σ P	19	6	2	6	33
	%	0,03	0,01	0,00	0,01	0,02
<i>Mercurialis</i>	Σ P	665	623	511	911	2710
	%	1,22	1,20	0,92	1,71	1,26

TIPO POLÍNICO		2003	2004	2005	2006	Total
<i>Morus</i>	Σ P	19	27	42	92	180
	%	0,03	0,05	0,08	0,17	0,08
Myrtaceae	Σ P	576	274	445	436	1731
	%	1,06	0,53	0,80	0,82	0,8
<i>Olea</i>	Σ P	9732	6640	9756	8548	34676
	%	17,89	12,75	17,47	16,07	16,09
Palmae (=Arecaceae)	Σ P	352	350	327	354	1383
	%	0,65	0,67	0,59	0,67	0,64
<i>Parkinsonia</i>	Σ P	0	0	0	4	4
	%	0,00	0,00	0,00	0,01	<0,01
<i>Pinus</i>	Σ P	1517	1565	1634	1335	6051
	%	2,79	3,01	2,93	2,51	2,81
<i>Pistacia</i>	Σ P	84	87	233	42	446
	%	0,15	0,17	0,42	0,08	0,21
<i>Plantago</i>	Σ P	355	325	204	327	1211
	%	0,65	0,62	0,37	0,61	0,56
<i>Platanus</i>	Σ P	424	450	484	560	1918
	%	0,78	0,86	0,87	1,05	0,89
Poaceae (=Graminae)	Σ P	2871	2658	933	2364	8826
	%	5,28	5,11	1,67	4,44	4,1
<i>Populus</i>	Σ P	94	158	56	207	515
	%	0,17	0,30	0,10	0,39	0,24
<i>Quercus</i>	Σ P	2885	2711	6981	2280	14857
	%	5,30	5,21	12,50	4,29	6,89
<i>Ricinus</i>	Σ P	244	199	74	150	667
	%	0,45	0,38	0,13	0,28	0,31
Rosaceae	Σ P	0	51	14	2	67
	%	0,00	0,10	0,03	0,00	0,03
<i>Rumex</i>	Σ P	385	445	255	356	1441
	%	0,71	0,85	0,46	0,67	0,67
<i>Salix</i>	Σ P	30	26	9	32	97
	%	0,06	0,05	0,02	0,06	0,05
<i>Tamarix</i>	Σ P	2	30	13	56	101
	%	0,00	0,06	0,02	0,11	0,05
<i>Thymelaea</i>	Σ P	26	15	21	18	80
	%	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04
<i>Typha</i>	Σ P	0	0	76	52	128
	%	0,00	0,00	0,13	0,09	0,05
<i>Ulmus</i>	Σ P	10	7	29	40	86
	%	0,02	0,01	0,05	0,08	0,04
Umbelliferae (=Apiaceae)	Σ P	101	150	101	107	459
	%	0,19	0,29	0,18	0,20	0,21
Urticaceae	Σ P	20714	23212	19359	24868	88153
	%	38,08	44,59	34,67	46,76	40,91
Indeterminados	Σ P	488	146	283	278	1195
	%	0,90	0,28	0,51	0,52	0,55

TABLA 13. Valores anuales, absolutos y relativos, de los distintos tipos polínicos estudiados en la atmósfera de Motril durante el periodo 2003-06. * Excluido el género *Artemisia*.

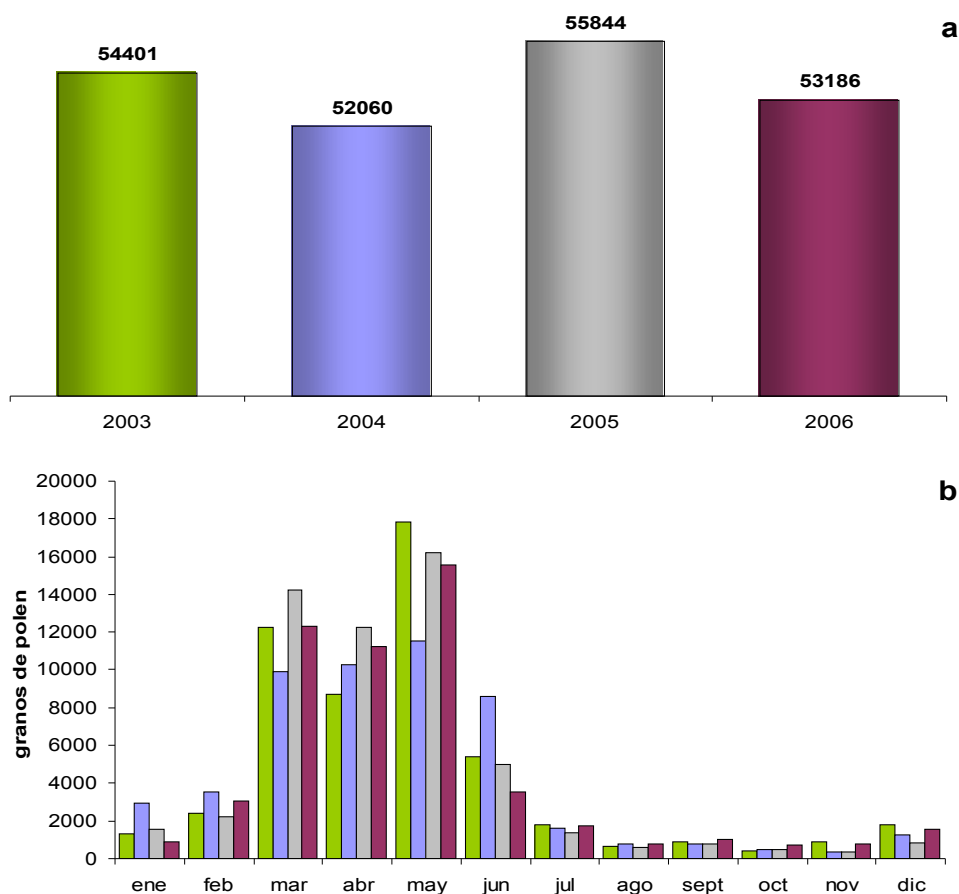


FIG. 26. Índices anuales (a) y mensuales (b) para el total de polen durante los años estudiados (2003-06).

El índice anual medio de polen total fue de 53.873 granos, con una variación interanual máxima de 3.784 granos (FIG. 26a). 2006 fue el año de mayor incidencia polínica (55.844 granos) y 2004 el de menor (52.060 granos).

Todos los meses se contabilizaron partículas polínicas, sin embargo la distribución de concentraciones fue muy desigual a lo largo del año, registrándose la mayor parte del polen de febrero a junio (FIG. 26b). En la TABLA 14, que muestra los valores mensuales para cada año y el promedio de todos ellos, se observa que desde enero se inició siempre un ascenso de las concentraciones que culminó con un primer pico en marzo (11.410 granos). Durante abril se produjo un ligero descenso (10.071 granos) para alcanzar en mayo los registros máximos (15.309 granos). En los veraniegos meses de junio y julio las concentraciones sufrieron una fuerte caída produciéndose las concentraciones mínimas durante el otoño: octubre (524 granos) y noviembre (598 granos). A finales de año, en el mes de diciembre, se observó un ligero incremento de las concentraciones.

En el año 2004 el ascenso de las concentraciones se retrasó hasta abril, en el que se produjo el primer pico en lugar de marzo. En cuanto a las concentraciones mínimas, en 2004 y 2005 se registraron en noviembre (359 y 388 granos, respectivamente) en lugar de octubre, como si ocurrió en 2003 (409 granos) y 2006 (725 granos).

		<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>Total</i>
2003	granos	1.337	2.384	12.269	8.713	17.829	5.425	1.795	660	911	409	880	1.789	54.401
	%	2,46	4,38	22,55	16,02	32,77	9,97	3,3	1,21	1,67	0,75	1,62	3,29	-
2004	granos	2.934	3.515	9.880	10.287	11.545	8.597	1.650	758	793	503	359	1.239	52.060
	%	5,64	6,75	18,98	19,76	22,18	16,51	3,17	1,46	1,52	0,97	0,69	2,38	-
2005	granos	1.564	2.201	14.261	12.230	16.206	4.960	1.402	605	753	457	388	817	55.844
	%	2,8	3,94	25,54	21,9	29,02	8,88	2,51	1,08	1,35	0,82	0,69	1,46	-
2006	granos	871	3.090	12.283	11.232	15.542	3.535	1.765	783	1.028	725	764	1.568	53.186
	%	1,64	5,81	23,09	21,12	29,22	6,65	3,32	1,47	1,93	1,36	1,44	2,95	-
Promedio (2003-06)	granos	1.677	2.798	12.173	10.615	15.281	5.629	1.653	702	871	524	598	1.352	53.873
	%	3,11	5,19	22,6	19,7	28,36	10,45	3,07	1,31	1,62	0,97	1,11	2,51	-

TABLA 14. Valores mensuales, absolutos y relativos, del polen total contabilizado en la atmósfera de Motril durante el periodo 2003-06.

La evolución de las concentraciones semanales de polen total para el promedio 2003-06 (FIG. 27) muestra un incremento que comenzó en febrero y alcanzó un primer pico en marzo (semanas 10-13). Posteriormente los niveles polínicos sufrieron un brusco descenso (semana 15), ascendiendo en las semanas sucesivas hasta alcanzar las concentraciones máximas en las semanas 20, 21 y 22. Durante los meses de junio y julio se produjo una bajada rápida y progresiva del polen atmosférico, manteniendo niveles bajos durante todo el verano y el otoño. Durante el mes de diciembre se apreció un nuevo ascenso de los registros polínicos.

Al comparar la evolución de las concentraciones semanales de cada año, con las del periodo promediado observamos ciertas diferencias dependiendo del año en cuestión. En 2003 la dinámica es muy parecida al promedio, pero se produjo un pequeño adelanto del primer pico, registrándose éste durante la semana 10 (589 granos). En 2004, por el contrario, los dos registros máximos se vieron retrasados un par de semanas y el periodo entre ambos presentó concentraciones ligeramente más bajas de lo habitual. El año 2005 tuvo un pico muy largo en marzo, de tres semanas, con concentraciones muy altas, mientras que el pico de mayo sufrió un adelanto y aunque también fue muy largo, de seis semanas, las concentraciones fueron más bajas que otros años y, a su vez, muy parecidas a las registradas durante marzo. El comportamiento de 2006 fue muy parecido al promedio, tanto en la evolución de las

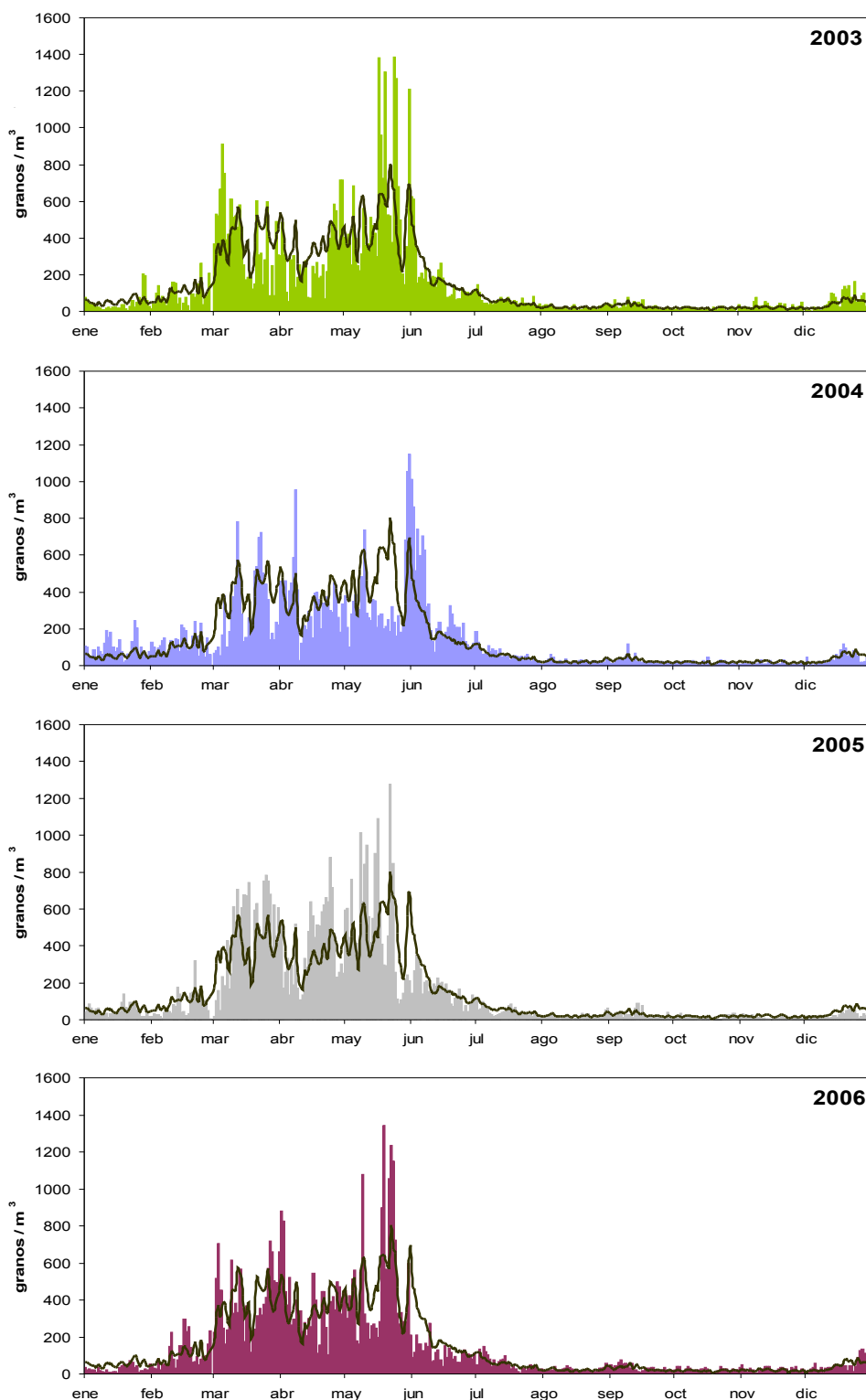


FIG. 27. Evolución diaria de las concentraciones de polen durante los años de estudio (2003-06) en relación con el promedio de todos ellos (línea).

concentraciones como en los valores que éstas alcanzan, destacando las altas concentraciones de ambos picos y una bajada bastante brusca de las concentraciones durante en el verano.

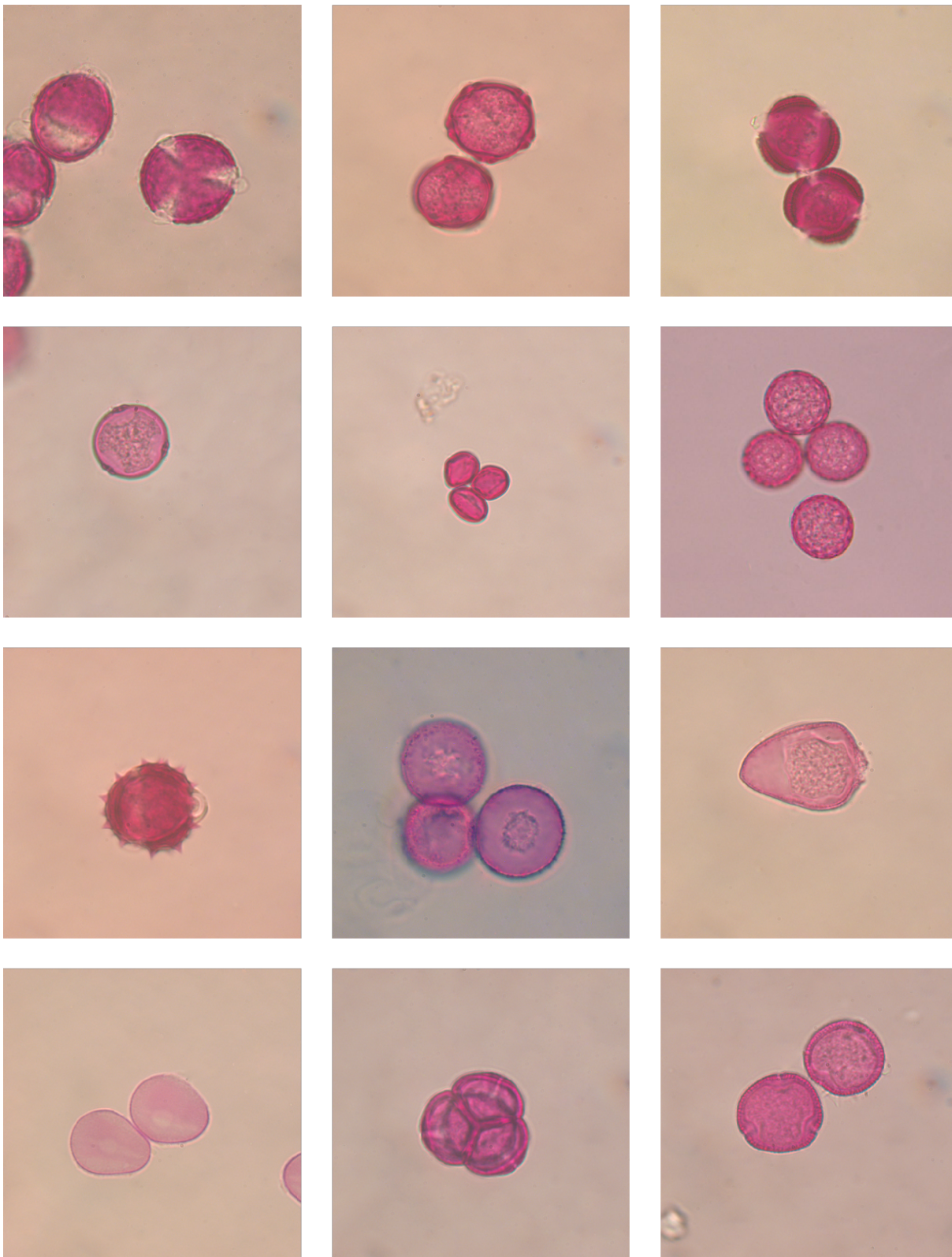


Lámina 1. Fotografías al microscopio óptico del grano de polen de *Acer*, *Alnus*, *Artemisia*, *Cannabis*, *Castanea*, *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Compositae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Echium*, *Ericaceae* y *Fraxinus*.

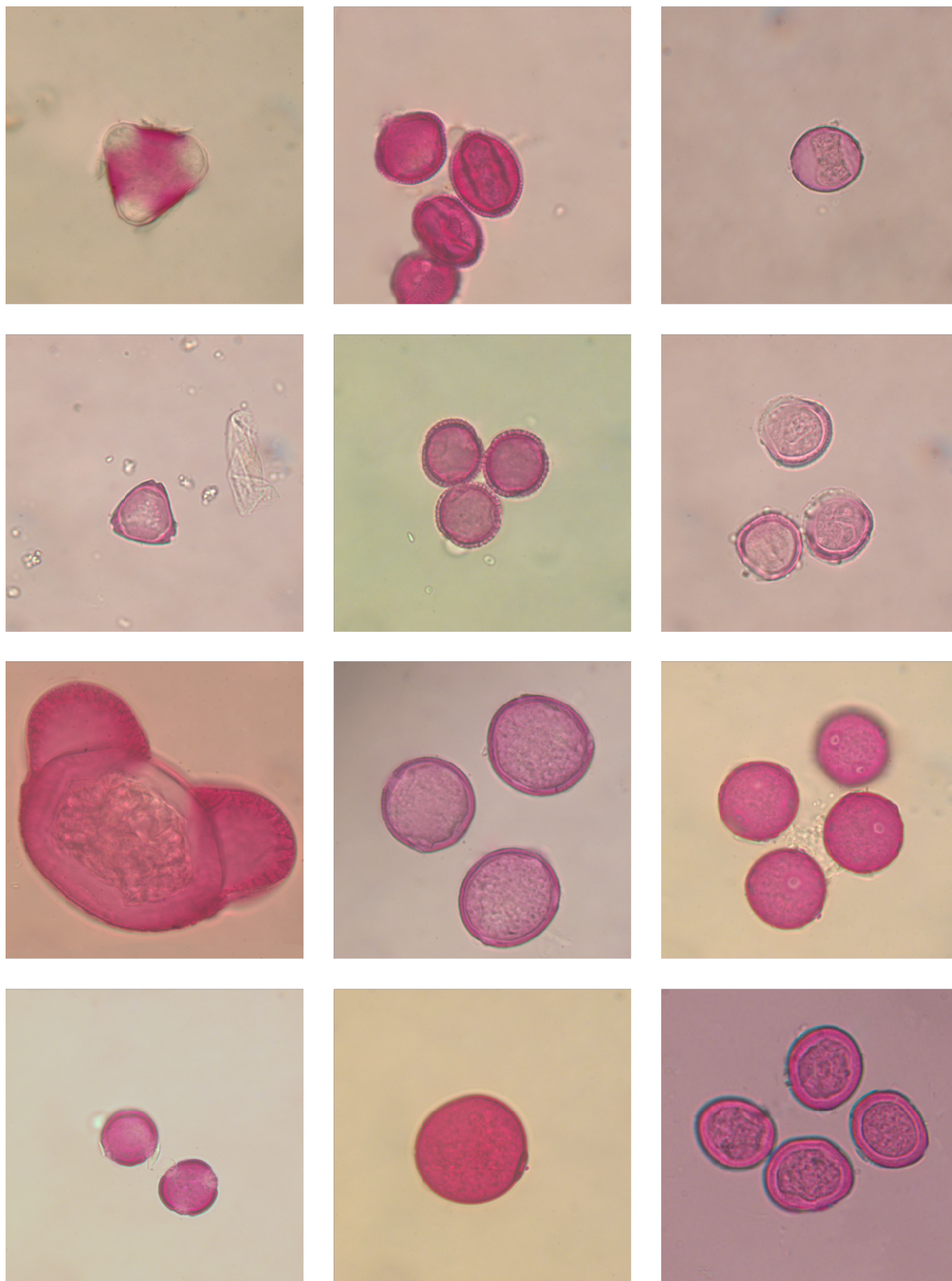


Lámina 2. Fotografías al microscopio óptico del grano de polen de Leguminosae, *Mercurialis*, *Morus*, Myrtaceae, *Olea*, Palmae, *Pinus*, *Pistacia*, *Plantago*, *Platanus*, Poaceae y *Populus*.

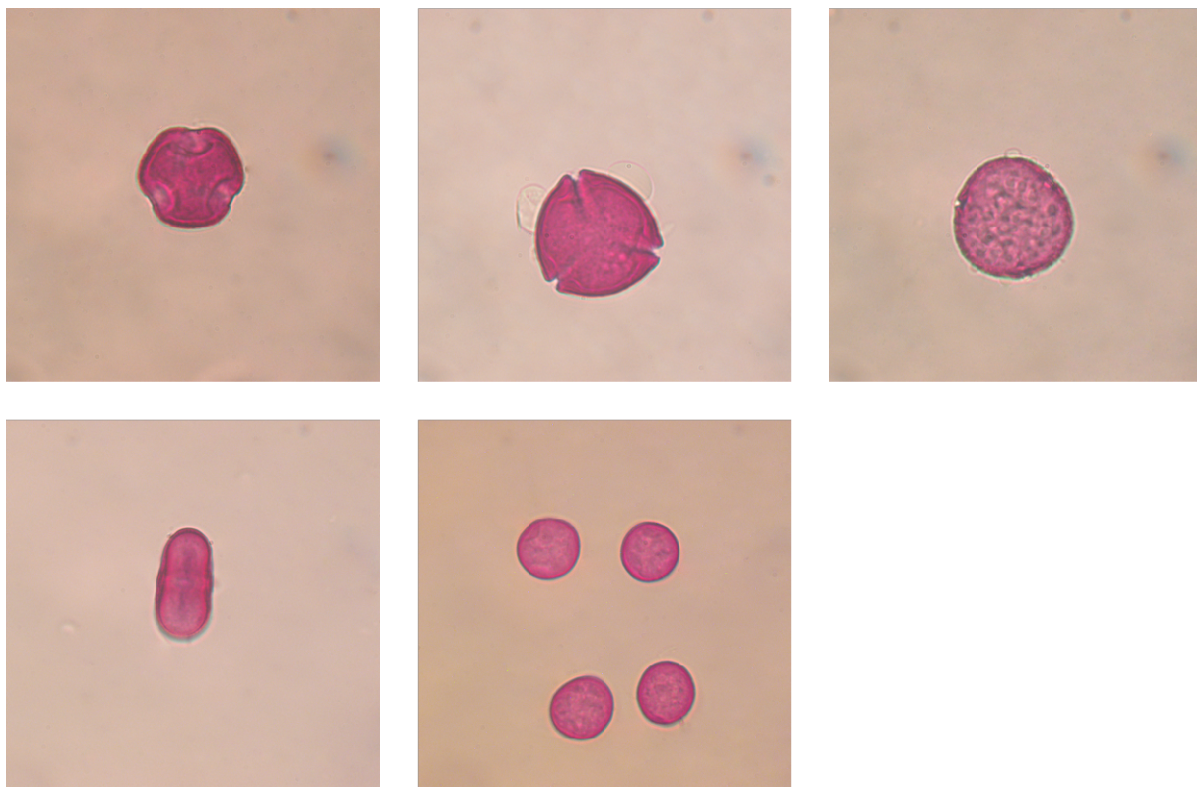


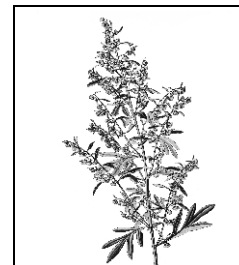
Lámina 3: Fotografías al microscopio óptico del grano de polen de *Quercus*, *Ricinus*, *Rumex*, Umbelliferae y Urticaceae.

5.2.1. TIPOS POLÍNICOS PRINCIPALES (>0,5 % DEL ESPECTRO POLÍNICO)

5.2.1.1. Tipo polínico *Artemisia*

Está integrado únicamente por el género *Artemisia* L. (familia *Compositae* Giseke) que engloba a más de 200 especies repartidas por Europa, Asia y América. Aunque pueden ocupar diversos ambientes son más frecuentes en lugares secos, degradados y nitrificados.

En la costa de Granada está representado por las especies *A. barrelieri* Besser y *A. campestris* L., ambas se localizan de forma abundante en los tomillares nitrófilos desarrollados sobre suelos calizos, ocupando un papel importante en las comunidades de degradación de la vegetación natural.



Descripción botánica: Plantas vivaces o pequeños arbustos, generalmente aromáticas. Hojas de subterceras a divididas. Capítulos pequeños, de tres a numerosas flores, axilares o terminales, sentados o subsentados, formando inflorescencias en racimos o panículas. Brácteas involucrales en 2-3 filas, con margen escarioso. Receptáculo generalmente convexo. Flores flosculosas, hermafroditas o unisexuales; las externas filiformes y femeninas; las internas flosculosas y masculinas. Fruto en aquenios ovoideos o piriformes, con pericarpo membranoso, finamente estriado. Vilano formado por una corona pequeña y escariosa, o ausente.

Época de floración: *A. campestris* florece desde julio hasta noviembre, mientras que *A. barrelieri* tiene un periodo de floración más tardío, desde noviembre a enero.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; subcircular en visión ecuatorial, de circular-lobulado a subtriangular en visión polar; oblado-esferoidal (P/E=0,85-1,05).

TAMAÑO: Pequeño a ligeramente mediano; P=17-28 μm ; E=18-28 μm .

APERTURAS: Trizonocolporado, a veces bisincolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, terminales, estrechas; endoaperturas de tipo poro, lalongadas; membrana apertural escábrida.

PAREDES: Exina más gruesa en la mesocolpia que en los polos: de 2,0-4,5 μm en la mesocolpia, en la que la sexina es tres veces más gruesa que la nexina, y de 1-3 μm en los polos donde la sexina es dos veces más gruesa que la nexina. Tectum completo, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Equinulado-granulado, con elementos ornamentales siempre de menos de 1 μm .

Evolución estacional

El polen de *Artemisia* presentó un índice anual medio de 1.168 granos, por lo que representa un 2,17 % del espectro polínico de la costa granadina. Sus registros anuales fueron muy homogéneos (FIG. 28a), oscilando entre los 1.093 granos de 2003 y los 1.264 granos de 2006.

Se trata de un tipo polínico que apareció a finales del periodo estival con niveles de baja intensidad que se mantuvieron hasta noviembre (FIG. 28b) y alcanzó de forma súbita los

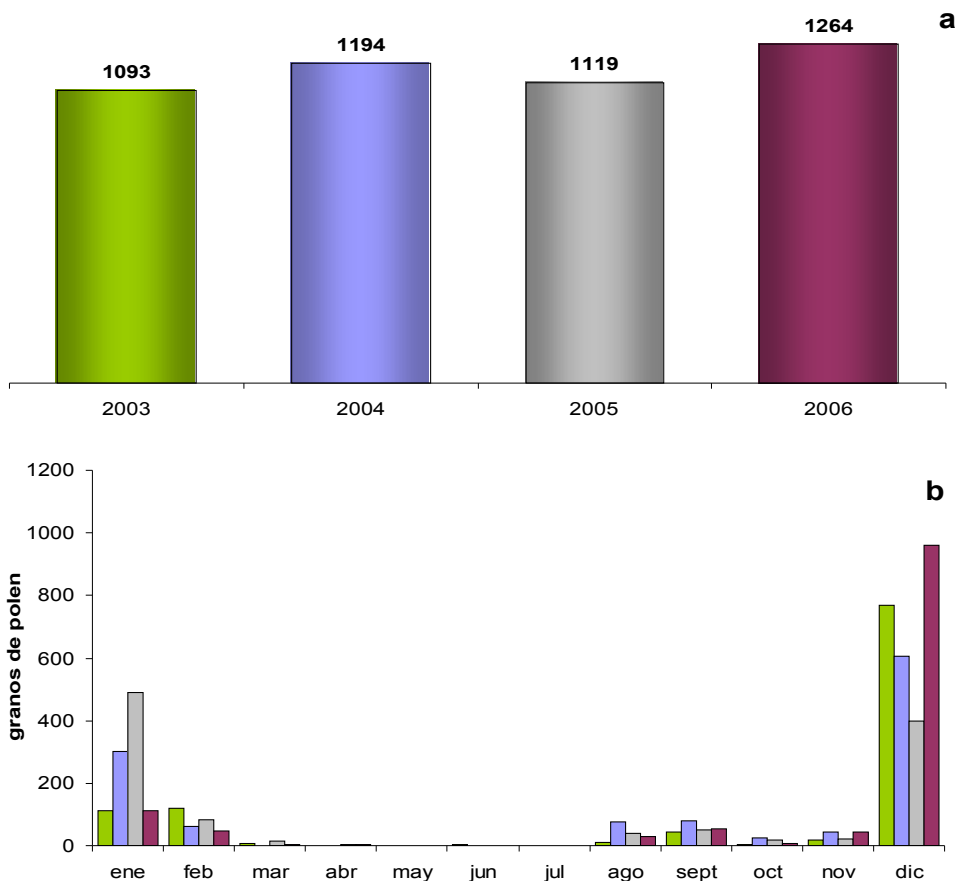


FIG. 28. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Artemisia* durante los años estudiados (2003-06).

índices mensuales más elevados en diciembre (2003, 2004 y 2006) o enero (2005). Posteriormente, este polen se mantuvo en el aire hasta febrero, o incluso marzo.

En la evolución de las concentraciones diarias se observa como *Artemisia* presentó varios picos sucesivos a lo largo del año, que varían en intensidad de unos a otros y que dependiendo del año fueron más o menos evidentes (FIG. 29). En la evolución del periodo promedio se observaron claramente tres periodos de actividad. El primero de ellos tuvo lugar a finales de agosto y principios de septiembre, con concentraciones bajas que apenas superaron los 10 granos/m³ de media. Tras un periodo de calma, se detectaron niveles muy bajos, de 1-5 granos/m³, a lo largo de noviembre, y en diciembre se produjo un rápido ascenso, registrando concentraciones máximas a lo largo de la última quincena del mes. Posteriormente, los niveles descendieron considerablemente durante finales de diciembre y principios de enero, manteniendo concentraciones de 5-10 granos/m³ hasta finales de febrero.

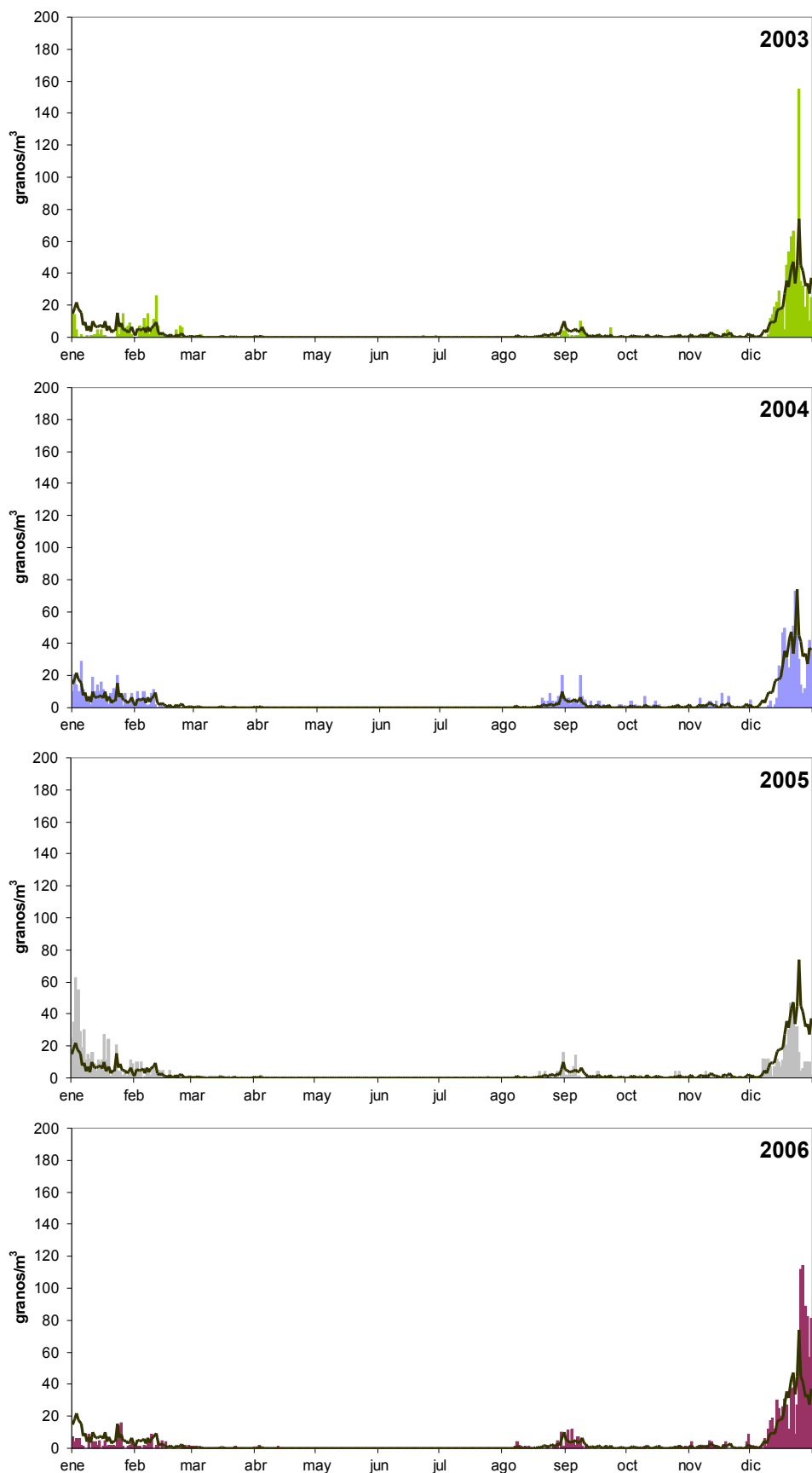


FIG. 29. Concentraciones medias diarias de *Artemisia* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

En las gráficas de los distintos años se puede ver que éstos fueron muy homogéneos entre sí, y con un comportamiento muy similar al promediado. La diferencia más evidente se encuentra en los valores de los picos de diciembre, que variaron desde los 47 granos/m³ de 2005, hasta los 155 granos/m³ de 2003. También llama la atención que el registro máximo en 2005 tuvo lugar en enero en vez de diciembre como ocurrió el resto de años, lo que se relaciona con los registros de finales de 2004, que fueron algo más bajos de lo habitual y tras un brusco descenso a finales de diciembre volvieron a ascender, ahora con mayor intensidad, en los primeros días de enero.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

En la TABLA 15 aparecen los datos del PPP de *Artemisia* durante los tres periodos de polinación calculados desde el 1 de agosto hasta el 31 de julio del año siguiente. En ella se pone de manifiesto la gran estabilidad en la polinación de este taxon, con periodos que fueron desde los últimos días de agosto hasta mediados de febrero, con duraciones superiores a los 5 meses y medio, y los picos alrededor del 23 de diciembre. El periodo más atípico lo encontramos en 2003-04 en el que la polinación fue algo más corta, y el valor del pico más elevado.

La gran consistencia de las fechas de inicio y fin, así como de los picos determinó periodos pre y postpico muy similares en los distintos años. Los prepico oscilaron entre los 3 meses y medio (2003-04) y lo casi 4 meses (2005-06), mientras que los postpico presentaron una duración que fue desde el mes y medio (2003-04) hasta casi dos meses (2005-06).

Las cantidades de polen registradas en cada uno de los periodos si sufrieron mayores variaciones. Así los PPP completos oscilaron entre los 658 granos (2005-06) y los 1.351 granos (2004-05); los prepico entre los 298 granos (2005-06) y los 520 granos (2003-04); y los postpico entre los 360 granos (2005-06) y los 855 granos (2004-05).

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003-04	08/09/03	06/02/04	1.159	4 meses y 28 días	8	25/12/03	155	3 meses y 17 días	520	1 mes y 12 días	639
2004-05	28/08/04	15/02/05	1.351	5 meses y 18 días	8	23/12/04	73	3 meses y 26 días	496	1 mes y 23 días	855
2005-06	28/08/05	14/02/06	658	5 meses y 17 días	4	21/12/05	47	3 meses y 24 días	298	1 mes y 24 días	360

TABLA 15. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Artemisia* durante el periodo de estudio (2003-06). Calculado desde el 1 de septiembre hasta el 31 de agosto del año siguiente.

Variación intradiaria

El polen de *Artemisia* mostró un comportamiento intradiario con concentraciones más elevadas durante la noche (FIG. 30), niveles decrecientes durante el día y los registros horarios mínimos en el intervalo de 18:00 a 19:00 horas, tras el que se produjo un rápido incremento alcanzando los registros máximos a media noche (00:00-2:00 horas). La diferencia entre la carga polínica horaria máxima (5,4 %) y la mínima (2,4 %) fue de sólo un 3 %.

Los patrones de cada año mostraron un comportamiento similar al promedio. 2003 fue el más parecido, mientras que 2004 y 2005 presentaron un segundo pico a medio día (11:00-12:00 horas), y 2006 mostró los registros horarios más extremos, acentuándose aún más la diferencia de concentraciones entre la noche (6,4 %) y el día (1,6 %).

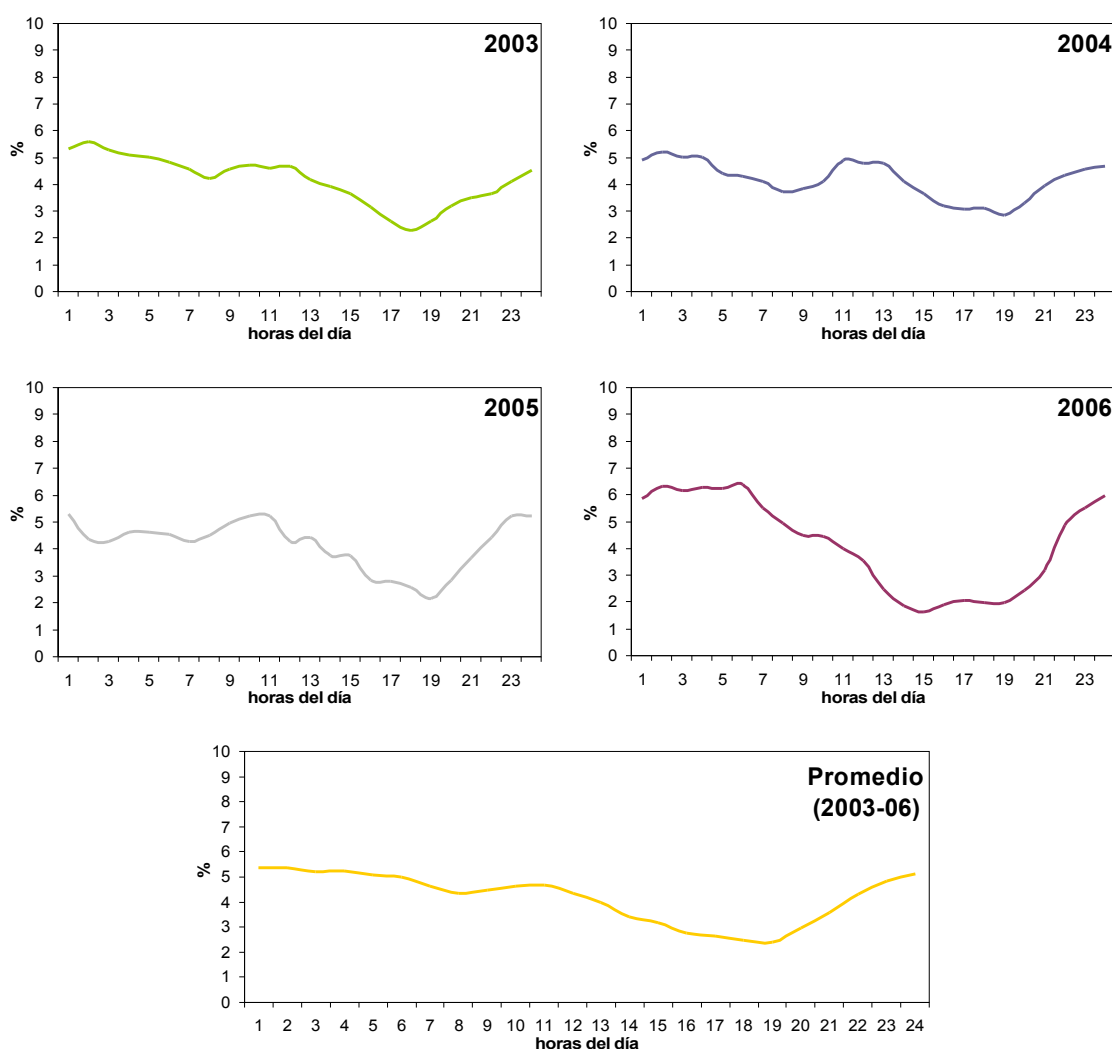


FIG. 30. Variaciones intradiarias de *Artemisia* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Este tipo polínico ha sido uno de los que mayor número de correlaciones ha mostrado con las variables meteorológicas (ANEXO I). Durante el PPP completo fueron significativas y de signo negativo las correlaciones con la temperatura, la precipitación, así como la humedad relativa, la radiación solar, las calmas y los vientos del tercer cuadrante (excepto en 2003-04, que fue negativa); del mismo modo aparecieron correlaciones positivas con la velocidad media del viento y las frecuencias de estos cuando procedían del primer (excepto en 2003-04, que fue positiva) y segundo cuadrante.

Al considerar los periodos prepico desapareció la significación de casi todas las correlaciones, excepto las temperaturas, las precipitaciones y el viento del segundo cuadrante en 2003-04 y la humedad relativa (máxima en 2004-05 y 2005-06; media en 2004-05; y mínima en 2003-04).

Durante el postpico apareció un número mayor de correlaciones significativas, no así en el periodo 2003-04 que sólo mostró un efecto negativo de la radiación solar. Durante esta parte del periodo de polinación se mostraron positivas las temperaturas (2005-06), la velocidad media del viento así como aquellos que procedían del primer y segundo cuadrante (2005-06), mientras que las precipitaciones, la radiación solar y los vientos del tercer y cuarto cuadrante se mostraron negativos.

Las autocorrelaciones indican un descenso paulatino de los coeficientes significativos durante un prolongado periodo de tiempo, si bien al realizar las autocorrelaciones parciales el número de retardos con significación se redujo a cuatro (FIG. 31). Destaca especialmente el día previo, por lo que fue el único en ser considerado para la regresión múltiple por pasos.

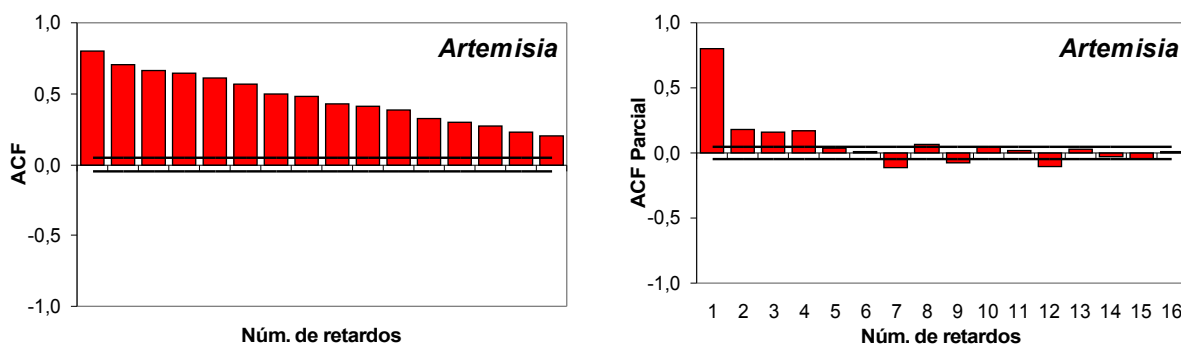


FIG. 31. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Artemisia* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

En la regresión múltiple por pasos se obtuvieron cuatro modelos diferentes en los que se tuvieron en cuenta de forma progresiva las concentraciones del día anterior, la temperatura mínima, la frecuencia del viento del segundo cuadrante y la temperatura media. La mayor parte de la variabilidad del modelo la explica la concentración del día previo, ya que por sí sola predice el 63,1 % de los datos. Como se puede observar en la TABLA 16, el resto de variables se introdujeron con una significación estadística importante, si bien los modelos sólo mejoraron ligeramente, obteniendo una fiabilidad final del 64,8 %.

Modelo	R ²	R ² corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R ²	F	Sig.
1 (a)	0,631	0,631	10,522	0,631	946,931	946,931	0,000
2 (a,b)	0,640	0,638	10,412	0,008	12,741	486,889	0,000
3 (a,b,c)	0,646	0,644	10,331	0,006	9,667	334,943	0,000
4 (a,b,c,d)	0,650	0,648	10,278	0,004	6,681	255,468	0,000

TABLA 16. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Artemisia*. (a) Art_{t-1}; (b) Tmín; (c) Fr2C; (d) Tmed.

En la TABLA 17 se muestran los cuatro modelos obtenidos. Como se puede observar, la única variable que se incluyó con signo negativo fue la temperatura mínima, lo que indica un papel positivo de la concentración del día previo, la frecuencia del viento del segundo cuadrante y la temperatura media, así como un efecto negativo de la temperatura mínima.

Modelo	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	Art = 1,750 - 0,792 Art _{t-1}
2	Art = 6,615 + 0,758 Art _{t-1} - 0,371 Tmín
3	Art = 5,822 + 0,753 Art _{t-1} - 0,415 Tmín + 0,378 Fr2C
4	Art = 0,577 + 0,756 Art _{t-1} - 1,475 Tmín + 0,324 Fr2C + 1,130 Tmed

TABLA 17. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Artemisia* (Art).

Alergenicidad

Artemisia está considerado como un importante aeroalergeno de finales de verano y principios de otoño en Europa occidental (Jimeno *et al.*, 2004). La frecuencia de polinosis entre la población atópica europea oscila entre el 3 y el 10 % (D'Amato *et al.*, 1998); mientras que en Rusia este polen es considerado la causa más común de alergia con un 9 % de positividades (Vartiainen *et al.*, 2002).

En España, los porcentajes de sensibilización tampoco son muy elevados, destacando Almería con un 30 % (Sabariego, 2003), Santander con un 12 % (De Benito & Soto, 2001), Málaga con un 10 % (Torrecillas *et al.*, 1998) y A Coruña con un 9 % (Ferreiro *et al.*, 1998). En Huelva, a pesar de representar sólo el 0,31 % del espectro polínico, este polen provoca el 19 % de las pruebas cutáneas positivas (Gonzalez Minero & Candau, 1994).

En Granada este taxon provoca casi el 20 % de las polinosis, siendo tan solo el 4,6 % cuando se trata de monosensibles (De Linares, 2007). Además existen grandes diferencias entre ambos casos cuando se estudian con detalle los dos grupos. En el caso de los polisensibilizados afecta a adultos de entre 16 y 35 años, a los que provoca en la mayoría de los casos asma o rinoconjuntivitis asmática; mientras que las monosensibilizaciones aparecen preferentemente en mujeres de entre 26 y 35 años, las cuales sufren de rinitis y conjuntivitis.

Los trabajos realizados sobre el aislamiento y caracterización de proteínas de *Artemisia L.* (Ipsen *et al.*, 1985; Paulsen *et al.*, 1985; Dedic *et al.*, 2002) ponen de manifiesto una gran cantidad de antígenos, no estando aún establecida su repercusión en la población humana. Katial *et al.* (1997) citan la existencia de reactividad cruzada entre las distintas especies del género.

Discusión

Según Spieksma & Von Wahl (1991), se trata de un taxon con gran importancia en toda la zona central y oeste de Europa, donde las máximas concentraciones se producen en agosto. Mientras que su incidencia en la zona mediterránea es mucho más baja y con un comportamiento aerobiológico fundamentalmente otoñal.

Al tratarse de un taxon herbáceo la altitud del captador aerobiológico afectará notablemente a sus registros (Rantio-Lehtimäki *et al.*, 1991), pudiendo llegar en determinadas circunstancias a ser hasta 100 veces mayores los niveles a ras del suelo (Spieksma *et al.*, 2000). Sin embargo, las mayores diferencias se producen por la floración de plantas en las

inmediaciones del captador, ya que cuando éstas se encuentran a varios cientos de metros las diferencias se atenúan de forma considerable.

La incidencia de este polen en España es muy baja, superando los 200 granos anuales sólo en unas pocas localidades como Nerja (Docampo, 2008), Zaragoza (Bermejo & García, 2002), León (Vega Maray *et al.*, 2002b), Lleida (Belmonte & Roure, 2002a) y Madrid (Díez Herrero *et al.*, 2002; Martín Madrigal *et al.*, 2002); mientras que en el resto de las estaciones de REA los registros son aún menores. Los niveles registrados en Motril estuvieron entre los más altos de la península Ibérica, que se registran en la zona del sureste árido, concretamente en las provincias de Almería (Sabariego, 2003; Cariñanos *et al.*, 2004) y Murcia (Munuera *et al.*, 1999), superando habitualmente los 1.000 granos anuales.

El periodo de polinación con tres picos en distintas épocas del año es muy característico de este taxon y aparece en todos los trabajos anteriores, si bien es cierto que dependiendo de las especies que abundan en cada localidad los picos serán más o menos pronunciados. De este modo, la polinación que se detecta a finales de verano se atribuye principalmente a la especie *A. campestris*, mientras que la de diciembre se atribuye a *A. barrelieri*, por último, las concentraciones de noviembre se deben a la floración de *A. herba-alba* y al solapamiento de las dos especies anteriores. En este sentido, en Chirivel (Cariñanos *et al.*, *l.c.*) aparecen las mayores concentraciones diarias a finales de verano en lugar de diciembre; en Nerja (Docampo, *l.c.*), Almería (Sabariego, *l.c.*) y Murcia (Munuera *et al.*, *l.c.*) las concentraciones también son parecidas a las de Motril, si bien en Nerja son bastante inferiores.

La regularidad en los periodos de polinación también ha sido descrita por los autores anteriores, si bien las concentraciones diarias de polen son susceptibles de sufrir grandes oscilaciones (Munuera *et al.*, *l.c.*). Según Spieksma *et al.* (2003) estas fluctuaciones podrían deberse a su capacidad de actuar como plantas colonizadoras, pudiendo desarrollarse con rapidez en suelos alterados por actividades humanas, como la construcción de infraestructuras.

La evolución de las concentraciones horarias de *Artemisia* en la costa granadina fue muy similar a la que describió Sabariego (*l.c.*) para la ciudad de Almería. Si bien se diferencia notablemente de las descritas por Alba (1997) y Munuera *et al.* (*l.c.*) para Granada y Murcia, en las que las concentraciones son bajas durante toda la noche y ascienden a partir del medio día alcanzando los máximos registros horarios a lo largo de la tarde. De nuevo la justificación

más plausible la encontramos en los vientos locales, que al bajar de las sierras litorales durante la noche aportan las mayores cantidades de polen.

No se han encontrado muchos datos sobre correlaciones con meteorológicos en otros estudios, y los que se han encontrado han sido muy diversos y poco constantes. Cariñanos *et al.* (2004) encontraron muy pocas correlaciones significativas, mientras que Alba (*l.c.*) obtuvo resultados que variaron considerablemente de unos años a otros y que a su vez se asemejaron poco a los obtenidos en Motril. La explicación podría estar precisamente en la evolución de las concentraciones diarias, que resulta en un periodo de polinación muy largo, en el que participan especies con una fenología muy diferente. Munuera *et al.*(*l.c.*) propone evaluar las correlaciones independientemente para cada uno de los periodos que se obtienen. Con respecto a las autocorrelaciones, en Almería ya se puso de manifiesto la relación con las concentraciones de los días previos.

Los análisis de regresión ofrecieron cuatro modelos, con los que se consigue explicar un porcentaje alto de los datos (casi un 65 %). De nuevo, volvieron a poner de manifiesto la estrecha relación con las concentraciones previas, las cuales consiguen explicar por si solas el 63,1 % de la variabilidad de *Artemisia*. Al igual que ocurre con otros tipos polinicos, la inclusión de los parámetros meteorológicos no consiguió mejorar notablemente los modelos en términos de R^2 , aunque su utilización, cuando se disponga de dicha información, está justificada. Los signos con los que cada variable se incorporó en el modelo sugieren un efecto negativo de las temperaturas mínimas, así como uno positivo de las temperaturas medias y la frecuencia del viento del segundo cuadrante.

5.2.1.2. Tipo polínico *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*

En éste se incluyen las familias *Chenopodiaceae* Vent. y *Amaranthaceae* Juss., las cuales suman aproximadamente 165 géneros, con 1450 especies de amplia distribución, especialmente en las zonas tropicales, subtropicales y templadas del planeta, ocupan generalmente las zonas ruderalizadas o hábitat salinos o salinizados.

Se trata de plantas bien representadas en el área de estudio, con cierta resistencia a la sequía, que colonizan tanto suelos nitrificados como terrenos salinos del interior y del litoral. Destacan las especies de los géneros *Chenopodium* L. (*Ch. murale* L. y *Ch. album* L.) y *Amaranthus* L. (*A. blitoides* S. Watson), propias de áreas ruderalizadas, cunetas, campos abandonados y muros. Otros géneros menos frecuentes son *Atriplex* L., *Beta* L., *Salicornia* L., *Sarcocornia* A.J. Scott y *Salsola* L., que viven sobre sustratos nitrificados con un elevado porcentaje de sales.



Descripción botánica: Plantas herbáceas, sufruticosas o leñosas, a menudo más o menos carnosas, anuales, bienales o perennes. Tallos erectos o prostrados. Hojas simples, a veces reducidas a escamas, alternas u opuestas, sin estípulas. Flores hermafroditas o unisexuales, bracteoladas. Estambres generalmente opuestos a los tépalos, libres o soldados en tubo corto, a veces insertos en un disco hipógino. Ovario súpero, raramente semiínfero, formado por (1)2-3 carpelos, sincárpico, unilocular. Fruto en aquenio, a veces en pixidio, muy pequeño o fruto membranoso, indehiscente o en cápsula con dehiscencia irregular.

Época de floración: Las especies de la familia *Chenopodiaceae* florecen principalmente en primavera y verano (abril-septiembre), mientras que las de *Amaranthaceae* lo hacen desde el verano hasta el inicio del invierno. Aun así, no es raro encontrar ejemplares en floración durante los meses de otoño (*Ch. album*), o durante todo el año (*Ch. murale*).

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Apolar, con simetría radial; circular en visión ecuatorial y en visión polar; esferoidal (P/E=1). Contorno más o menos ondulado-festoneado al corte óptico.

TAMAÑO: Pequeño a mediano; D=10-30 μm .

APERTURAS: Polen polipantoporado. Aperturas simples de tipo poro, muy numerosas (de 25 a 59), formando círculos concéntricos por toda la superficie, con un diámetro aproximado de 2 μm ; membrana apertural granulada.

PAREDES: Exina de 2 μm de grosor, sexina tan gruesa o más que la nexina. Téctum completo, infratéctum con columelas.

ORNAMENTACIÓN: Equinulado y punteado, con perforaciones distanciadas sólo visibles al MEB.

Evolución estacional

El polen de *Chenopodiaceae/Amaranthaceae* tuvo una representación del 2,76 % en el espectro polínico del litoral granadino. Los índices de los dos primeros años fueron muy similares entre sí (1.495 y 1.414 granos respectivamente) y cercanos al promedio (1.484 granos). En 2005 y 2006 se registraron los índices anuales mínimo y máximo respectivamente (FIG. 32a), con 1.201 granos el primero y 1.827 granos el segundo.

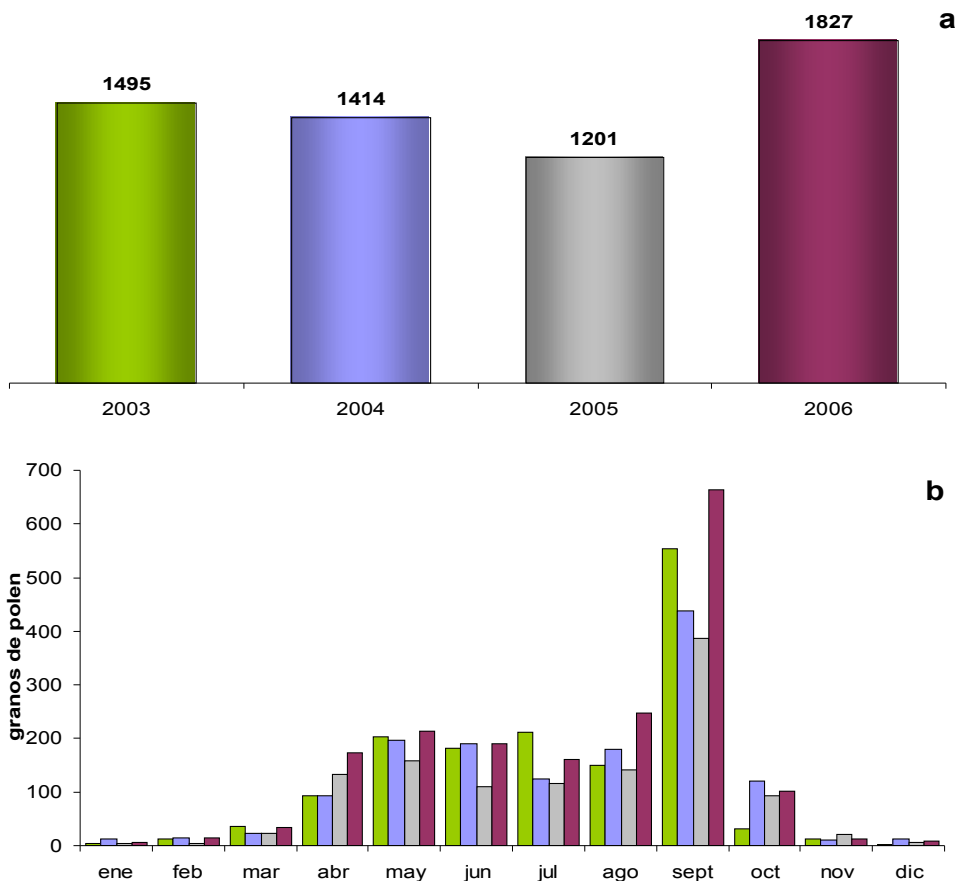


FIG. 32. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Chenopodiaceae/Amaranthaceae durante los años estudiados (2003-06).

El patrón de evolución mensual fue también muy similar entre los distintos años (FIG. 32b), apareciendo la principal diferencia en los valores registrados, que durante 2005 fueron generalmente más bajos y en 2006 más elevados. Este polen se detectó desde enero aunque con unos niveles muy bajos, a lo largo de marzo y abril comenzaron a ascender los niveles hasta alcanzar registros mensuales próximos a los 200 granos en mayo. Durante todo el verano (junio, julio y agosto) se mantuvieron índices entre 100 y 200 granos, alcanzando siempre en septiembre los valores máximos (387 granos en 2005 y 665 granos en 2006). Ya en octubre se registró un descenso considerable, que se acentuó aún más en noviembre y diciembre.

La distribución de las concentraciones diarias también puso de manifiesto la gran estabilidad y regularidad de este tipo polínico (FIG. 33). Los niveles diarios comenzaron a ser frecuentes en el mes de abril, a finales del cual aparece un pequeño pico con concentraciones superiores a 10 granos/m³. Durante los meses de mayo a agosto este polen apareció

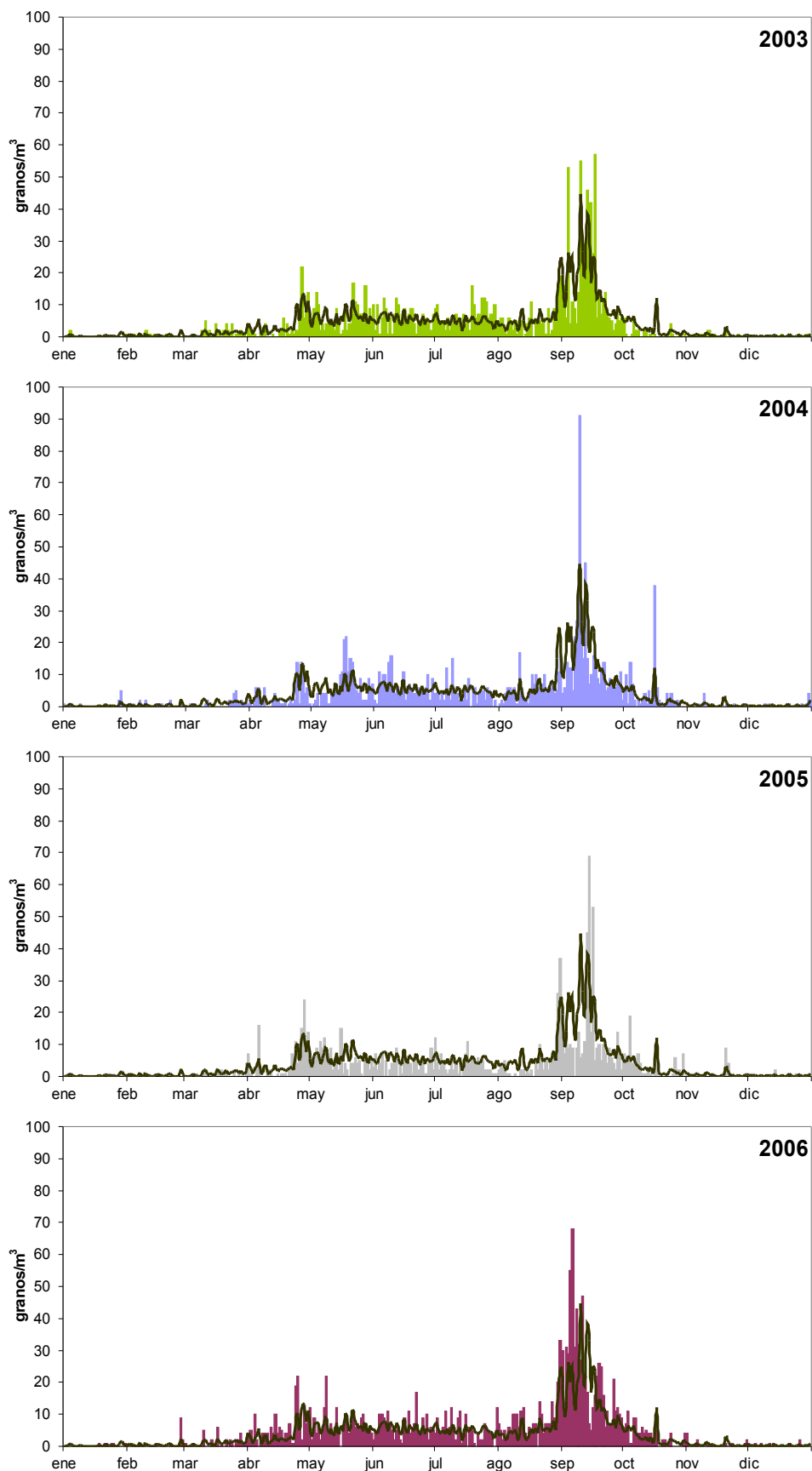


FIG. 33. Concentraciones medias diarias de Chenopodiaceae/Amaranthaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

continuamente con concentraciones diarias bajas, inferiores a 10 granos/m³, mientras que en septiembre se registraron las concentraciones máximas de todo el año y comenzó un descenso de los niveles, que durante noviembre ya son poco frecuentes y de baja intensidad.

En 2004 se produjo un retraso en el primer pico, que tuvo lugar a mediados de mayo, aunque los niveles alcanzados fueron similares en los cuatro años. Tras las bajas concentraciones de verano las concentraciones pico se registraron siempre en septiembre, con una diferencia máxima de 11 días entre el pico de 2006 (6 de noviembre) y el de 2003 (17 de noviembre). En cuanto al su concentración varió entre 57 granos/m³ (2003) y 91 granos/m³ (2004), mientras que 2005 y 2006 presentaron valores muy semejantes, 68 y 69 granos/m³ respectivamente. En cuanto al descenso de los registros, en 2003 se produjo de forma muy rápida, no registrándose apenas polen de Chenopodiaceae/Amaranthaceae durante octubre, mientras que en 2005 se prolongó ligeramente, con algunos registros de consideración en noviembre.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

Los PPP de Chenopodiaceae/Amaranthaceae han sido muy largos, desde 6 meses y medio en 2003 hasta casi 7 meses en 2004 y 2005. En la TABLA 18 se puede ver que la fecha de inicio tuvo lugar siempre en marzo, mientras que la fecha de fin apareció siempre en octubre. Si bien, el inicio del PPP fue mucho más estable con una diferencia máxima de 10 días entre unos años y otros, mientras que la fecha de fin presentó variaciones de hasta 24 días.

Por su parte los periodos prepico fueron muy largos, 5 meses y medio, mientras que los postpico fueron mucho más cortos, normalmente de 1 mes y medio. Excepcionalmente 2003 presentó un postpico muy corto, 19 días, en el que se registró una cantidad mucho menor de polen que el resto de años.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003	21/03/03	06/10/03	1.419	6 meses y 16 días	7	17/09/03	57	5 meses y 27 días	1.258	19 días	161
2004	24/03/04	22/10/04	1.343	6 meses y 29 días	6	09/09/04	91	5 meses y 16 días	901	1 mes y 13 días	442
2005	31/03/05	30/10/05	1.139	6 meses y 30 días	5	14/09/05	69	5 meses y 14 días	823	1 mes y 16 días	316
2006	27/03/06	16/10/06	1.737	6 meses y 20 días	9	06/09/06	68	5 meses y 10 días	1.150	1 mes y 10 días	587

TABLA 18. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de Chenopodiaceae/Amaranthaceae durante el periodo de estudio (2003-06).

Variación intradiaria

En la gráfica de variación intradiaria (FIG. 34) se observa una tendencia muy clara, que además se repitió a lo largo de los distintos años del estudio. Las concentraciones de Chenopodiaceae/Amaranthaceae presentaron niveles bajos durante la noche (3 % del polen diario), conforme avanzaba la mañana los registros aumentaron rápidamente registrando a medio día (13:00 horas) un pico máximo (8 % del polen diario). A lo largo de la tarde se produjo un descenso paulatino que se prolongó hasta la media noche.

Como decíamos, este patrón se repitió todos los años si bien se registraron pequeñas variaciones. Éstas se presentaron principalmente en los porcentajes que alcanzan los picos, que variaron entre el 7 % de 2004 y 2006 y el 8 % de 2005; además de registrar pequeños altibajos a determinadas horas del día.

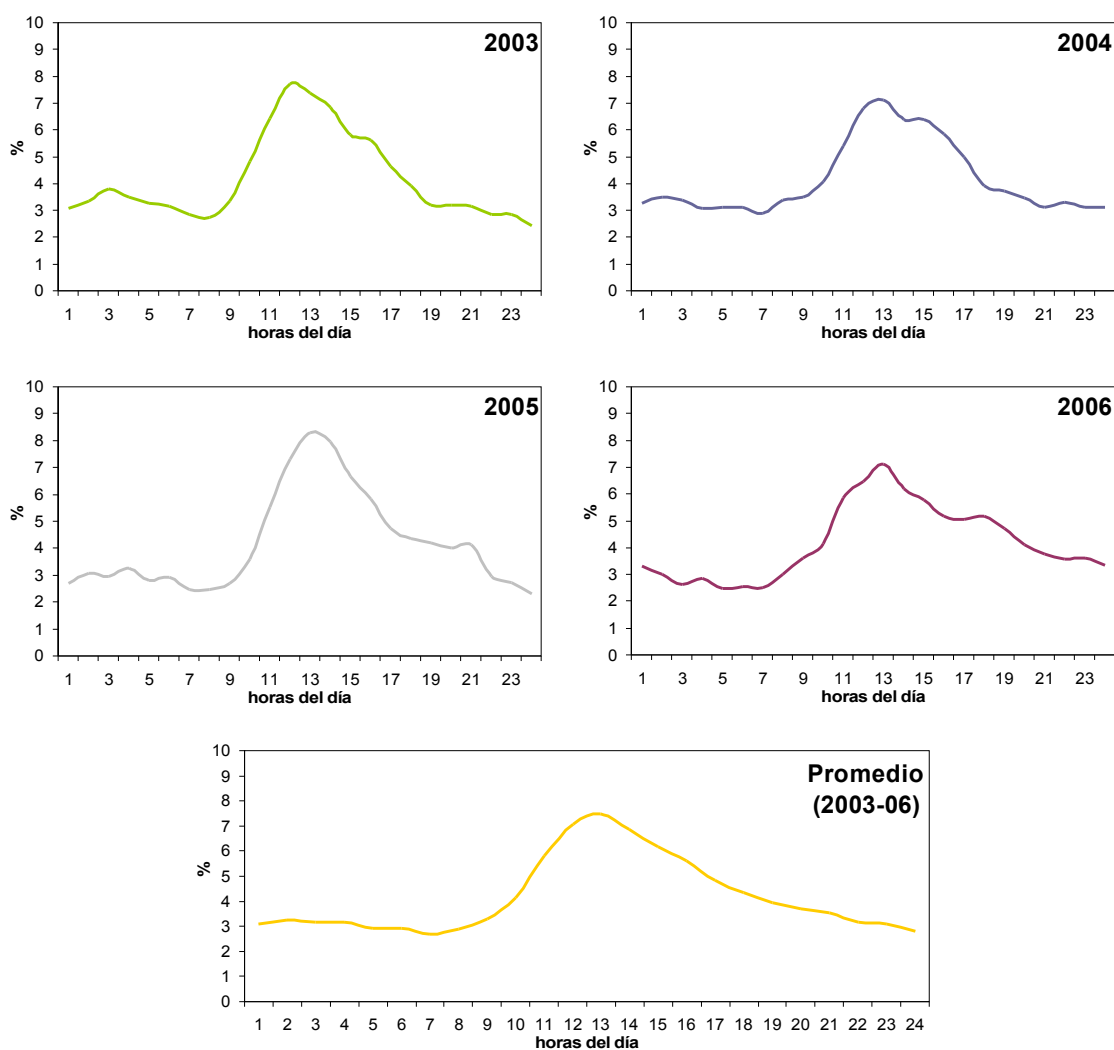


FIG. 34. Variaciones intradiarias de Chenopodiaceae/Amaranthaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Los análisis de correlación pusieron de manifiesto un efecto positivo de las temperaturas durante 2003, 2004 y 2006, así como el efecto negativo de las precipitaciones en 2003 y 2004 (ANEXO I). Las correlaciones con los vientos sólo fueron significativas durante 2004, siendo negativas con la velocidad del viento, tanto máxima como media, y los vientos del cuarto cuadrante; mientras que los periodos de calma y los vientos de componente este (primer y segundo cuadrante) fueron favorables para la presencia de Chenopodiaceae/Amaranthaceae en el aire.

Al considerar las correlaciones durante los periodos prepico no se observaron variaciones con respecto a las obtenidas durante el PPP completo, únicamente es de señalar la presencia de una correlación negativa con la humedad relativa mínima en 2006.

Al estudiar los postpico si se producen algunas variaciones con respecto a las descritas anteriormente, aunque en líneas generales se mantiene el efecto descrito anteriormente. Así se muestra un efecto positivo de las temperaturas (2004-06), la radiación solar (2003-06), los vientos del segundo cuadrante y las calmas (2004); mientras que la velocidad del viento y la frecuencia del cuarto cuadrante es negativa.

Las autocorrelaciones mostraron un número muy grande de retardos, con un descenso progresivo de los coeficientes. Al analizar las autocorrelaciones parciales (FIG. 35) se redujo el número de retardos con significación a sólo tres, de los cuales el día previo es el que mayor coeficiente presentó seguido de la concentración de dos días antes y de la de tres días antes. Estos tres retardos se incluyeron en el análisis de regresión múltiple por pasos.

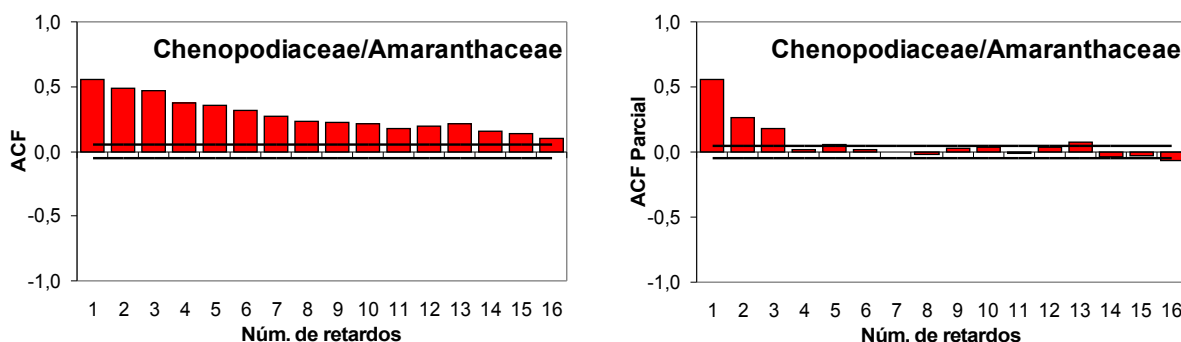


FIG. 35. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de Chenopodiaceae/Amaranthaceae a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

El resultado del análisis de regresión múltiple fueron cinco modelos diferentes en los que se incluyeron de forma progresiva las siguientes variables: Concentración de Chenopodiaceae/Amaranthaceae en el día previo, concentración de tres días antes, concentración de dos días antes, temperatura máxima y frecuencia del viento del tercer cuadrante. El modelo más sencillo, el cual incluye sólo la concentración del día previo, explicó un 31,3 % de los datos; como se puede observar en la TABLA 19, los sucesivos modelos consiguen mejorar la fiabilidad de forma significativa hasta alcanzar un 40 % con la inclusión de las cinco variables.

Modelo	R ²	R ² corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R ²	F	Sig.
1 (a)	0,314	0,313	6,685	0,314	372,149	372,149	0,000
2 (a,b)	0,377	0,375	6,376	0,063	81,602	245,346	0,000
3 (a,b,c)	0,392	0,390	6,302	0,015	20,105	174,119	0,000
4 (a,b,c,d)	0,399	0,396	6,271	0,007	9,054	134,151	0,000
5 (a,b,c,d,e)	0,404	0,400	6,247	0,005	7,251	109,600	0,000

TABLA 19. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico Chenopodiaceae/Amaranthaceae. (a) Che_{t-1}; (b) Che_{t-3}; (c) Che_{t-2}; (d) T_{máx}; (e) Fr3C.

En la TABLA 20 se muestran las fórmulas de los cinco modelos obtenidos. En ella se observa que todas las variables fueron incluidas con signo positivo, excepto la frecuencia del viento del tercer cuadrante, lo que indica un papel positivo de las concentraciones previas y las temperatura, así como el efecto negativo de los vientos del suroeste.

Modelo	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	Che = 2,789 + 0,560 Che _{t-1}
2	Che = 1,917 + 0,413 Che _{t-1} + 0,283 Che _{t-3}
3	Che = 1,671 + 0,353 Che _{t-1} + 0,219 Che _{t-3} + 0,164 Che _{t-2}
4	Che = - 2,318 + 0,343 Che _{t-1} + 0,212 Che _{t-3} + 0,158 Che _{t-2} + 0,161 T _{máx}
5	Che = - 1,189 + 0,340 Che _{t-1} + 0,213 Che _{t-3} + 0,156 Che _{t-2} + 0,158 T _{máx} - 0,117 Fr3C

TABLA 20. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de Chenopodiaceae/Amaranthaceae (Che).

Alergenicidad

Este tipo polínico ha sido considerado por numerosos autores como causante de polinosis (Subba Reddi, 1974; Spieksma *et al.*, 1980); dentro de las dos familias que lo componen, la especie *Salsola kali* L. es la más alergógena en la región mediterránea, seguido de otros táxones como *Atriplex*, *Chenopodium album* y *Amaranthus retroflexus* L. (Sabariego, 2003).

En los Emiratos Árabes, Kuwait y Arabia Saudí es la primera causa de alergia (Räsänen, 2000) y en el sur de Italia llega a alcanzar el 3 % de las polinosis (D'Amato & Lobefalo, 1989). En la zona mediterránea, con veranos cada vez más secos y largos, estas plantas son capaces de sobrevivir e incrementar su población, lo que está provocando un aumento de su papel como alérgeno (Rodríguez *et al.*, 2007).

En España la frecuencia de alergia a este polen oscila entre el 52 % de Madrid (Subiza *et al.*, 1998), el 48 % de Almería (Sabariego, *l.c.*), el 44 % de Sevilla (Subiza *et al.*, *l.c.*), el 35 % de A Coruña (Ferreiro *et al.*, 1998) y el 20 % de Málaga (Subiza *et al.*, *l.c.*) o Santander (De Benito & Soto, 2001).

En Granada se registró una prevalencia superior al 31 %, reduciéndose considerablemente al estudiar los casos de pacientes monosensibles (De Linares, 2007). Se trata de una polinosis que afecta mayormente a mujeres adultas de entre 16 y 25 años, aunque este intervalo aumenta a 26-35 en el caso de los monosensibles. Los síntomas más frecuentes son rinoconjuntivitis asmática en los polisensibilizados y rinitis y/o conjuntivitis en los monosensibilizados.

Las diferentes especies de Chenopodiaceae han demostrado tener reactividad cruzada en estudio *in vivo* e *in vitro*. Lombardero *et al.* (1985) encontraron que todos sus pacientes presentaban reacciones cutáneas a todos los extractos de distintas especies de la familia, además, mediante RAST inhibición demostraron que todos los extractos impedían en alguna medida la unión de IgE específica al extracto de *Chenopodium album* L. Más recientemente, Florido *et al.* (2000) han encontrado reactividad cruzada entre *Chenopodium album* L. y *Olea europaea* L.

Discusión

El polen de las familias Chenopodiaceae y Amaranthaceae forma un grupo estenopalino, debido a sus similitudes morfológicas. Las especies de estas dos familias emiten grandes

cantidades de polen, siendo frecuente en grandes áreas de los Estados Unidos, sur de Canada, así como en el centro y sur de Europa (Ianovici, 2008).

En la península Ibérica el polen de Chenopodiaceae/Amaranthaceae presenta sus niveles más altos en las provincias costeras mediterráneas: Huelva (González Minero *et al.*, 2002), Almería (Sabariego *et al.*, 2002), Málaga (Recio *et al.*, 2002), Cartagena (Moreno-Grau *et al.*, 2002) y Alicante (Tortajada & Mateu., 2002); además en zonas interiores con suelos salinos como la región de Zaragoza (Bermejo & García, 2002) donde los halófitos de estas familias abundan hasta el punto de alcanzar el 10 % del espectro polínico. En el interior de la Península, este polen también está representado en áreas con una fuerte influencia por el regadío de cultivos como Córdoba (Alcázar *et al.*, 2002), Sevilla (Candau *et al.*, 2002b), Granada (Alba *et al.*, 2002) y Badajoz (Silva *et al.*, 2002). En otras localidades, este tipo es menos importante, disminuyendo los niveles conforme desciende la influencia del clima mediterráneo.

Los índices anuales y mensuales de Motril estuvieron a la altura de localidades próximas como Almería (Sabariego, 2003), Chirivel (Cariñanos *et al.*, 2002a) o Málaga (Recio, 1995), aunque fueron claramente superiores a los de Nerja (Docampo, 2008). A pesar de que los periodos de polinación son similares en todas ellas en cuanto al inicio y fin, si que aparecen diferencias en las fechas y niveles de los picos. De este modo, Motril presenta un comportamiento similar al recogido en Granada, Almería y Nerja, con el pico más importante en septiembre clausurando la polinación, mientras que Málaga presenta los mayores registros durante abril y mayo.

Son diversos los autores (Sabariego, *l.c.*; Recio, *l.c.*) que coinciden en señalar a las especies de Chenopodiaceae como responsables de los picos de primavera y a las especies de Amaranthaceae como las causantes de los altos registros de otoño, produciéndose durante el verano un solapamiento de la floración de todas ellas.

Por lo general, las especies herbáceas presentan una respuesta inmediata a las condiciones meteorológicas (Ianovici, *l.c.*), siendo el estrés hídrico uno de los factores que más afectan a su desarrollo normal (Hensen, 1999); y aunque algunas son capaces de ajustar su ciclo a la disponibilidad de agua (Izco *et al.*, 1997), la mayoría reaccionan reduciendo lo más posible sus funciones reproductivas. En este sentido, las especies de Chenopodiaceae/Amaranthaceae forman un grupo de plantas cosmopolitas con largos periodos de polinación adaptadas a las condiciones de aridez (Cariñanos *et al.*, 2004), por lo que sólo muestran señales de estrés tras

un prolongado periodo de sequía. Esto explica la gran regularidad en los registros de su polen, tanto en Motril como en el resto de localidades donde se ha estudiado con detalle. González Minero *et al.* (1998d) constataron un efecto negativo de las precipitaciones previas a la floración, al contrario de lo que ocurre con las gramíneas o las urticáceas.

El prematuro final de la polinación en Motril durante 2003 se justifica por el lavado atmosférico provocado por las frecuentes lluvias otoñales que este año tuvieron lugar, mientras que el tardío ascenso de los niveles en la primavera de 2004 se vio acompañado de las crecientes temperaturas, que ese año se produjeron más tarde de lo habitual.

Todos los estudios consultados muestran un comportamiento intradiario de Chenopodiaceae/Amaranthaceae muy parecido al de Motril, con un pico de mayor actividad entre las 12:00 y las 13:00 horas. Si se encuentran diferencias en los porcentajes registrados durante ese intervalo de un sitio a otro, de modo que en Granada y Málaga se alcanza un 12 % del polen diario mientras que en Motril y Almería es sólo del 6 al 8 %.

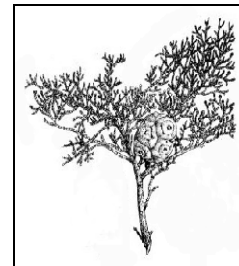
Las correlaciones detectadas en Motril durante el PPP fueron muy similares a las de los periodos prepico, debido a la longitud de éstos últimos y la corta duración de los postpicos. El bajo número de datos de éstos últimos, junto a que tienen lugar en otoño, explica la falta de correlaciones durante este periodo, así como que las temperaturas no cambien de signo con respecto a los prepico, como si ocurre en otros tipos polínicos. En general, los parámetros que afectan a la antesis y liberación del polen (temperatura y radiación solar) favorecen la presencia de este polen en el aire, mientras que las precipitaciones producen su depósito. Los fuertes vientos de componente oeste se mostraron perjudiciales para este polen, mientras que los periodos de calma y los vientos del este, procedentes de las zonas de invernaderos, donde estas plantas abundan como nitrófilas, aportaron las mayores cantidades.

Los análisis de regresión demuestran que las concentraciones de los días anteriores son los que mejor explican los niveles actuales. El modelo más sencillo explica un 31 % de los datos, mientras que utilizando el modelo que incluye las concentraciones de los tres días anteriores, se alcanza el 39 %. La utilización de parámetros meteorológicos está justificada por el test ANOVA, si bien sólo mejoran un 1 %, con lo que el modelo final explica el 40 % de la variabilidad. La única variable incluida con signo negativo fue la frecuencia del viento del tercer cuadrante, lo que corrobora su efecto negativo sobre los registros polínicos.

5.2.1.3. Tipo polínico Cupressaceae

Está representado por las familias Cupressaceae Bart., Taxaceae Gray y Cephalotaxaceae Nees, todas ellas gimnospermas, con representantes en ambos hemisferios.

La familia Cupressaceae es la mejor caracterizada en el área de estudio. Entre las formaciones vegetales naturales destaca el género *Juniperus* L. (*J. oxycedrus* L. y *J. phoenicea* L.) con una alta representación en matorrales xerófitos o zonas montañosas. Entre los géneros introducidos como ornamentales destacan varias especies de los géneros *Cupressus* L. (*C. sempervirens* L. y *C. arizonica* Greene in Bull. Torrey), *Chamaecyparis* Spach (*Ch. lawsoniana* (A. Murray bis) Parl.), *Platycladus* Spach (*P. orientalis* (L.) Franco) y *Taxus* L. (*Taxus baccata* L.).



Descripción botánica: Árboles, raramente arbustos, monoicos o dioicos, resinosos. Hojas opuestas o verticiladas, lineares o escuamiformes. Conos con escamas opuestas o verticiladas; los masculinos, con 3-7 sacos polínicos por escama; los femeninos, con escamas concrecentes, planas o peltadas y 2-24 rudimentos seminales por escama. Fructificaciones carnosas (gálbulos) o leñosas (gálbulos leñosos o estróbilos).

Época de floración: El periodo de floración varía en función de la especie; caben destacar dos periodos bien diferenciados, durante septiembre-diciembre se produce la floración de las especies silvestres *Juniperus oxycedrus* y *J. phoenicea*, entre enero-mayo lo hacen las especies ornamentales *Cupressus arizonica*, *C. sempervirens* y *Platycladus orientalis*.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Heteropolar, con simetría radial; circular en visión ecuatorial y en visión polar; esferoidal (P/E=1).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; D=18-33 μm .

APERTURAS: Inaperturado o ulcerado. Apertura tipo leptoma situada en el polo distal, irregular y difícil de apreciar al MO.

PAREDES: Exina de 1,0-1,5 μm de grosor, sexina 1,5 a 2 veces más gruesa que la nexina. Tectum completo, infratectum sin columelas.

ORNAMENTACIÓN: Psilada o débilmente granulada, con orbículos de distribución irregular que suelen desprenderse con la acetólisis y sobre los que se observan espínulas muy pequeñas, de menos de 1 μm .

Evolución estacional

El polen de Cupressaceae presentó un índice anual medio de 8.607 granos, aportando el 15,98 % del polen total detectado en el aire de Motril. Las diferencias entre los distintos años fueron considerables, especialmente los dos últimos (FIG. 36a), en los que se registraron tanto el índice anual máximo (2005 con 10.900 granos) como el mínimo (2006 con 5.953 granos). Este polen fue el tercero más abundante en la costa de Granada por detrás de *Olea*, en los registros anuales también ocupó en esta posición excepto en 2004 y 2005 que fue segundo.

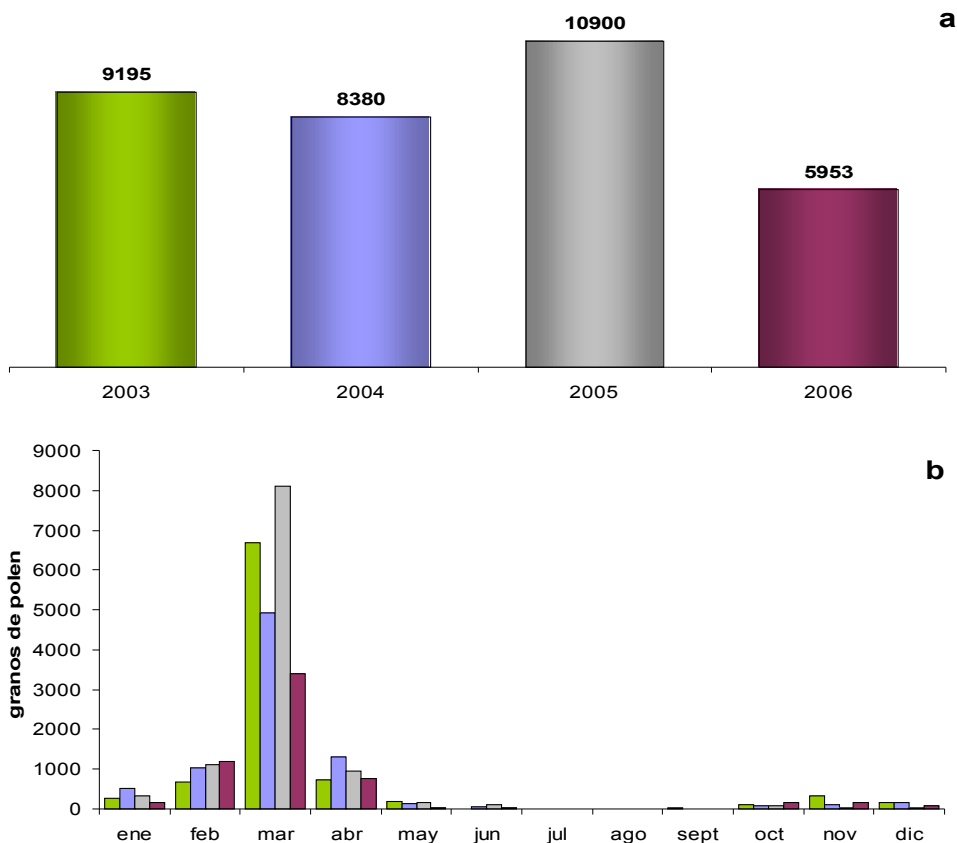


FIG. 36. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Cupressaceae durante los años estudiados (2003-06).

Ya en enero apareció este polen, cuyas concentraciones ascendieron durante febrero para alcanzar los registros máximos siempre en marzo. Durante la primavera se produjo el descenso de los niveles, tras la cual desaparece casi por completo. A lo largo de octubre el polen de Cupressaceae sufrió un ligero aumento manteniendo niveles bajos durante todo el otoño (FIG. 36b)

La evolución de las concentraciones diarias (FIG. 37) mostró un periodo de mayor actividad entre febrero y abril, en el que se produjo el ascenso de las concentraciones, se alcanzó el pico siempre en marzo y descendieron durante abril. Tras la primera quincena de mayo los registros de este polen se volvieron esporádicos y de poca importancia, aunque fue muy raro que pasase un mes sin registro alguno. En octubre este polen se hizo frecuente aunque con concentraciones diarias de baja intensidad, así transcurrió hasta bien entrado el mes de enero, a finales del cual los niveles comenzaron a ascender de nuevo.

Todos los años presentaron un comportamiento similar, excepto algunas diferencias puntuales. En 2003 los niveles se mantuvieron bajos durante todo el mes de febrero tras el

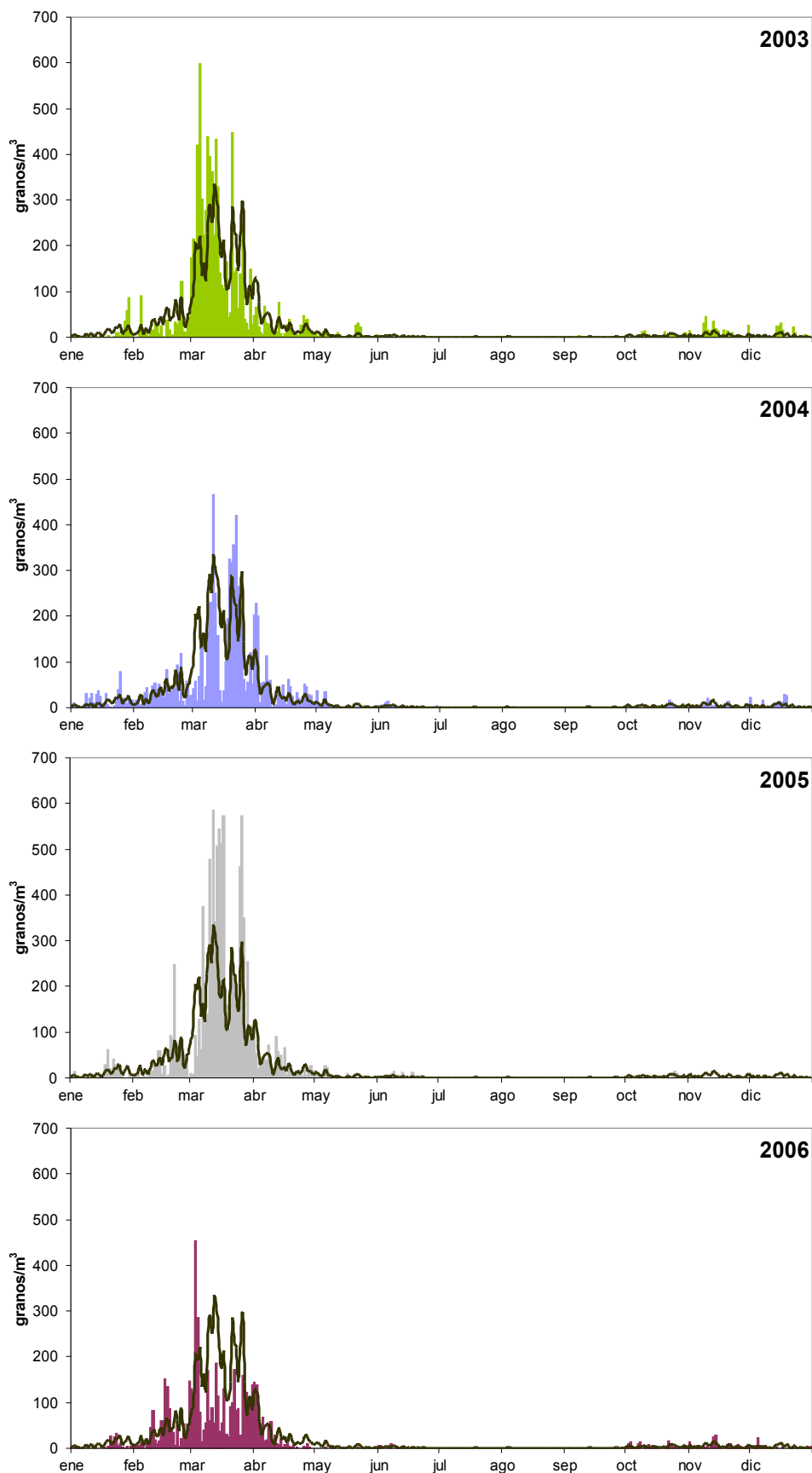


FIG. 37. Concentraciones medias diarias de Cupressaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

cual ascendieron rápidamente para alcanzar el pico el 5 de marzo (599 granos/m³); en 2004 se produjo un descenso de los niveles durante los días que se registraron las concentraciones máximas, por lo que el pico ascendió a tan solo 465 granos/m³. El año 2005 presentó en marzo un gran número de días con concentraciones muy altas, y 2006 tuvo los registros diarios más bajos, con un pico de 454 granos/m³. Los registros otoñales fueron siempre esporádicos y de baja intensidad, especialmente en 2005 donde fueron muy poco frecuentes. Las concentraciones máximas presentaron valores que oscilaron entre 454 granos/m³ (2006) y 599 granos/m³ (2003).

Periodo Principal de Polinación (PPP)

El inicio del PPP varió considerablemente de unos periodos a otros, así, durante 2003-04 comenzó a finales de noviembre, mientras que en 2004-05 y 2005-06 tuvo lugar a finales de enero. La fecha de fin fue algo más constante, terminando siempre en abril; a principios de mes durante 2005-06, a mediados durante 2004-05 y a finales durante 2003-04. De este modo su duración también fue muy heterogénea, variando entre algo más de dos meses (2005-06) y casi 5 meses (2003-04).

Al cambiar tanto el inicio del PPP y ser más constantes el día pico y el fin del PPP es el prepico el que más varió en cuanto a duración. De este modo pasó de los 3 meses y medio de 2003-04 a algo más de un mes en 2005-06, mientras que el postpico duró siempre algo más de un mes.

En la TABLA 21 observamos como la cantidad de polen durante el prepico fue siempre algo menor, el cual representa como media el 46,02 % del polen recolectado durante el postpico.

Periodo	PPP (90 %)				Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	Fecha	granos	Duración	granos	Duración	granos
2003-04	30/11/03	22/04/04	7.760	4 meses y 22 días	11/03/04	465	3 meses y 11 días	2.781	1 mes y 11 días	4.979
2004-05	22/01/05	15/04/05	10.029	2 meses y 24 días	12/03/05	587	1 mes y 21 días	3.042	1 mes y 3 días	6.987
2005-06	31/01/06	08/04/06	5.095	2 meses y 8 días	03/03/06	454	1 mes y 3 días	1.421	1 mes y 5 días	3.674

TABLA 21. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de Cupressaceae durante el periodo de estudio (2003-06). Calculado desde el 1 de septiembre hasta el 31 de agosto del año siguiente.

Variación intradiaria

El patrón intradiario promediado de Cupressaceae (FIG. 38) mostró dos picos bien diferenciados. El de menor intensidad se produjo a primera hora de la mañana (7:00 horas) tras un ascenso paulatino durante toda la noche. El segundo, de mayor intensidad, se produjo entre las 12:00 y las 13:00 horas tras un ligero descenso durante las 9:00. Posteriormente las concentraciones disminuyeron notablemente para permanecer bajas desde las 18:00. La diferencia entre el pico máximo y el porcentaje mínimo fue del 7,2 %.

Al analizar el comportamiento de los distintos años observamos dos patrones claramente diferentes. En todos ellos se apreciaron los dos picos descritos anteriormente, pero durante los dos primeros años el pico de 12:00 a 13:00 horas fue especialmente importante, mientras que en los dos últimos es el de las 7:00 horas el que registró la mayor cantidad de polen.

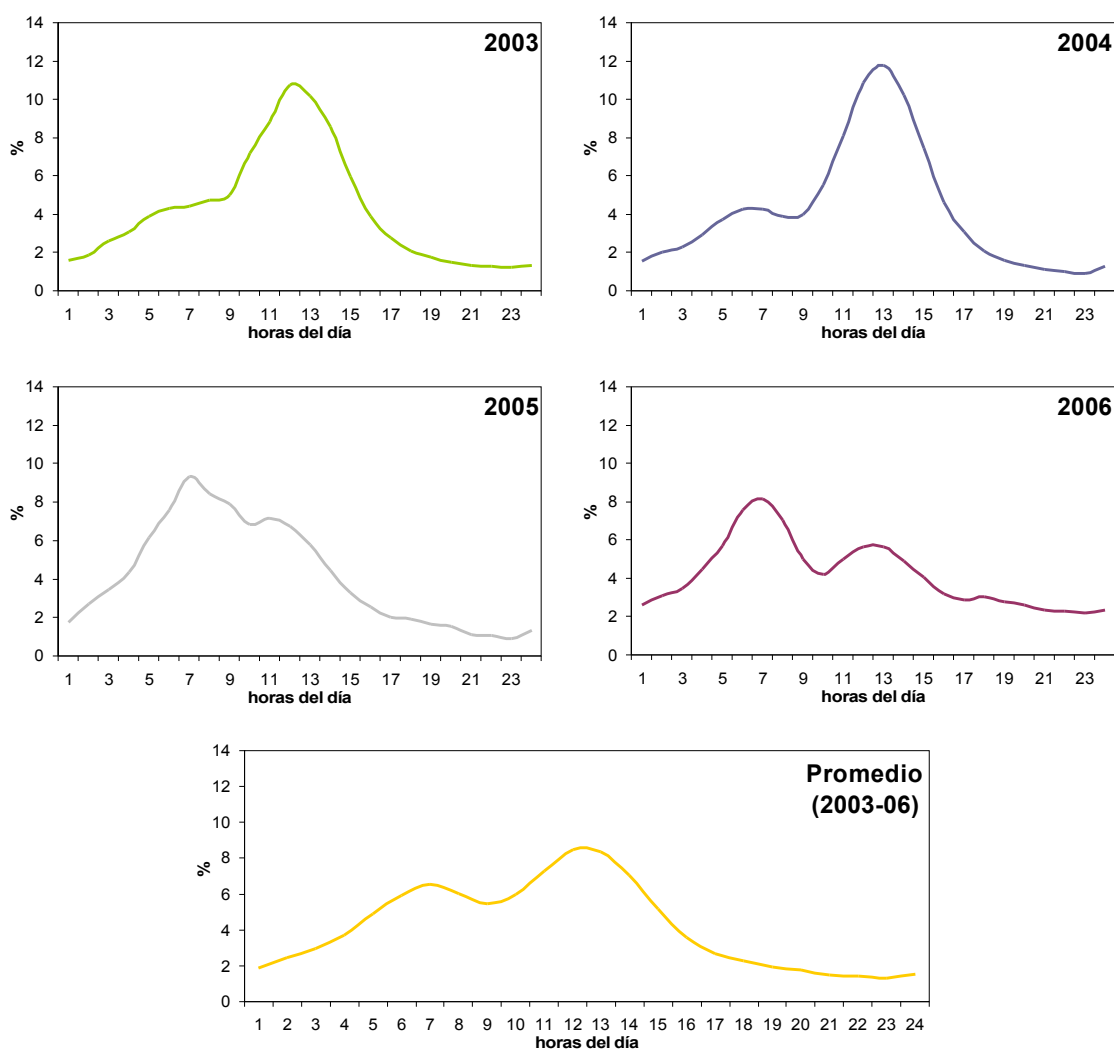


FIG. 38. Variaciones intradiarias de Cupressaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Durante el PPP completo aparecieron correlaciones positivas de forma consistente con las temperaturas, la radiación solar y los vientos del tercer cuadrante, y con los vientos del primer cuadrante de signo negativo (ANEXO I). De forma aislada apareció una correlación positiva con la humedad relativa máxima y el viento del segundo cuadrante durante 2003-04.

Al estudiar sólo los datos del periodo prepico las correlaciones con las temperaturas y los vientos se vieron debilitadas (2004-05 y 2005-06) o desaparecieron por completo (2003-04). No ocurrió lo mismo con la radiación solar, que mostró un efecto más intenso sobre las concentraciones polínicas de Cupressaceae.

Durante el postpico no aparecieron correlaciones consistentes. En general, el efecto de las temperaturas se pierde (2003-04 y 2005-06) o se vuelve negativo (2004-05), al igual que ocurrió con la radiación solar. Ocasionalmente, la humedad relativa tuvo un efecto positivo sobre las concentraciones de Cupressaceae durante el postpico de 2004-05 y la velocidad máxima jugó un papel negativo en 2003-04.

El análisis de autocorrelación mostró un elevado número de retardos con influencia sobre las concentraciones del día en curso (FIG. 39), cuyo coeficiente disminuye progresivamente. Al estudiar la autocorrelación parcial se observa que los coeficientes se mantuvieron significativos sólo para los 2 días anteriores, entre los que destacó el día previo al mostrar el mayor coeficiente de autocorrelación parcial y la mayor significación.

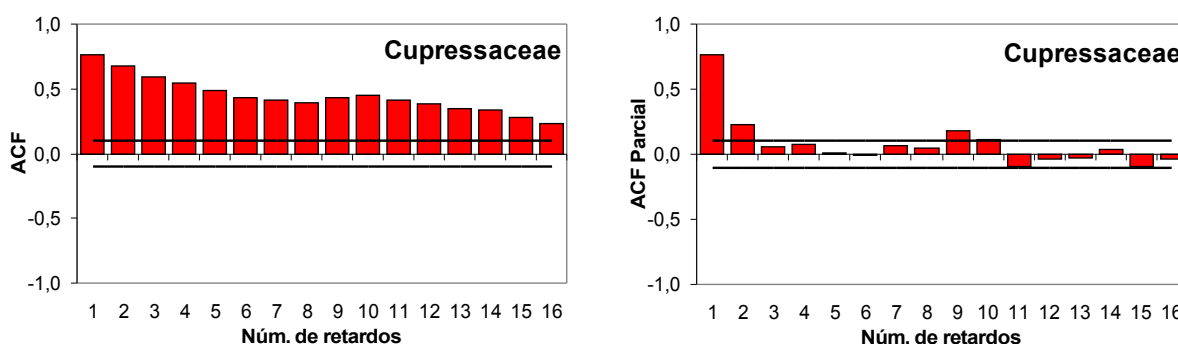


FIG. 39. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de Cupressaceae a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

Tras el análisis de regresión múltiple por pasos se obtuvieron 3 modelos diferentes, en los que se consideraron 3 variables predictoras. En concreto se tratan de la concentración de Cupressaceae del día anterior, la radiación solar y la humedad relativa máxima. Tal y como se observa en la TABLA 22, las diferencias en el ajuste de los tres modelos fueron pequeñas, variando entre el 60 % explicado por el modelo 1 y el 61 % del modelo 3, aunque el test ANOVA nos indica que esa pequeña mejora es significativa a un nivel de 0,000.

<i>Modelo</i>	<i>R²</i>	<i>R² corr.</i>	<i>Error típ. estimación</i>	<i>Estadísticos de cambio</i>		<i>ANOVA</i>	
				<i>Sig. cambio F</i>	<i>Cambio R²</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1 (a)	0,601	0,600	59,092	0,601	772,587	772,587	0,000
2 (a,b)	0,606	0,604	58,773	0,005	6,572	393,775	0,000
3 (a,b,c)	0,612	0,610	58,380	0,006	7,933	268,716	0,000

TABLA 22. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico Cupressaceae. (a) Cup_{t-1}; (b) RadSolar; (c) HRmáx.

Las fórmulas de los distintos modelos obtenidos se muestra, en la TABLA 23, en la que se puede ver que todas las variables incluidas lo hacen con signo positivo excepto la constante en el modelo 3.

<i>Modelo</i>	<i>Ecuación de regresión múltiple por pasos</i>
1	Cup = 12,119 + 0,771 Cup _{t-1}
2	Cup = 3,216 + 0,748 Cup _{t-1} + 1,046 RadSolar
3	Cup = -56,390 + 0,743 Cup _{t-1} + 1,229 RadSolar + 0,675 HRmáx

TABLA 23. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de Cupressaceae (Cup).

Alergenicidad

La importancia alérgica de esta familia se ha puesto de manifiesto en las últimas décadas al producirse un significativo aumento de las alergias invernales en el área mediterránea. Actualmente se considera uno de los pólenes alérgicos más importantes en Europa (Linskens & Cresti, 2000), especialmente en el área del Mediterráneo (Galán *et al.*, 1998). En este sentido, las poblaciones de *Cupressus sempervirens* y *C. arizonica* son consideradas como causa importante cada vez más común de polinosis (Michel *et al.*, 1978; Panzani *et al.*, 1991; Mari *et al.*, 1997; Charpin *et al.*, 2005).

Se ha demostrado que la prevalencia a este polen se produce principalmente en países mediterráneos; con una incidencia del 35 % en Italia, 32 % en Israel, 19 % en el sur de Francia, 13 % en Marruecos, 11 % en Túnez (Moral de Gregorio, 2003) o en Grecia que afecta al 12,7 % de la población atópica (Gioulekas *et al.*, 2004).

En España la sensibilización a este polen se encuentra distribuida irregularmente, puesto que esta familia es utilizada como ornamental y su presencia y abundancia depende de las costumbres de cada ciudad. Así, mientras las mayores incidencias se registran en municipios de Madrid y Jaén, con un 23 % en cada ciudad (Subiza *et al.*, 1998; Ruiz, 2001), la población toledana se ve afectada con un 21 %, mientras que en Ciudad Real es de un 16 %, en Sevilla un 10 % o en Málaga un 7 % (Subiza *et al.*, *l.c.*); en otras ciudades se manifiestan muy poco, como el 2 % de A Coruña (Dopazo, 2001) o Almería (Sabariego, 2003).

En Granada, la prevalencia al polen de Cupressaceae supera el 29 %, siendo el 13,5 % en monosensibles, por lo que constituye la tercera causa de polinosis en la provincia (De Linares, 2007). El sector poblacional más afectado se constituye de adultos entre 16-55 años, preferentemente mujeres, que muestran rinoconjuntivitis asmática y asma como síntomas principales, mientras que en los pacientes monosensibles aparecen rinitis y/o conjuntivitis.

Hasta la fecha sólo se ha conseguido aislar, purificar, secuenciar e incluso clonar dos alérgenos pertenecientes a *C. arizonica* Greene. Cup a 1 es el alérgeno mayor (Alisi *et al.*, 2001) y posee homología con otras coníferas como *C. sempervirens* L., *Juniperus ashei* J.Buchholz o *Cryptomeria japonica* D.Don. Por su parte, Ibarrola *et al.* (2004) detectaron que además poseían homología con *Platanus acerifolia* Willd., con la que no se encuentra relacionada taxonómicamente.

Discusión

Los trabajos sobre Cupressaceae indican que su incidencia en los distintos países varía considerablemente, incluso dentro de Europa (D'Amato *et al.*, 1998).

La alternancia en la floración de las diferentes especies que lo integran hacen que este tipo polínico aparezca en las muestras aerobiológicas durante gran parte del año (Díaz de la Guardia *et al.*, 2006). Sin embargo, la intensidad de polinación es mayor desde febrero hasta abril, cuando florecen de forma masiva las especies del género *Cupressus* L., muy frecuente en la vegetación urbana. Mientras que las especies silvestres (*Juniperus*) se registran en noviembre y diciembre, con niveles mucho menos significativos.

A lo largo de la geografía española no se puede establecer un patrón de comportamiento. Las mayores concentraciones se deben a las especies cultivadas como ornamentales, por lo que su presencia en el aire va a depender de la tradición de cada localidad en cuanto a su jardinería (Belmonte *et al.*, 1999). Así encontramos localidades con registros importantes repartidas por toda la península, como Priego de Córdoba (Vázquez *et al.*, 2002), Granada (Alba *et al.*, 2002), Málaga (Recio *et al.*, 2002), Zaragoza (Bermejo & García, 2002), Ponferrada (Vega Maray *et al.*, 2002a), Manresa (Belmonte & Roure, 2002d), Valencia (Tortajada & Mateu, 2002) o Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002). Mientras que encontramos otras con registros muy bajos como Huelva (González Minero *et al.*, 2002), Oviedo (Fernández Casado *et al.*, 2002), León (Vega Maray *et al.*, 2002b), A Coruña (Hervés *et al.*, 2002) o Cartagena (Moreno-Grau *et al.*, 2002).

Diferencias interanuales como las observadas en Motril, también fueron observadas por otros autores (Docampo, 2008; Rodríguez Rajo *et al.*, 2004) que señalaron la existencia de una alternancia bianual en que la planta destina mayor cantidad de recursos al desarrollo vegetativo o a la formación de estructuras reproductoras. Díaz de la Guardia *et al.*, (*l.c.*) sostiene que el efecto de esta alternancia se puede ver afectada por la reserva hídrica del suelo, reduciéndose cuando hay mucha agua disponible y aumentando cuando las reservas son bajas. Las frecuentes lluvias durante el otoño de 2003 favorecerían la elevada producción de 2004 (que se encontraría en año de baja producción polínica) mientras que la sequía de 2005 favorecerían una baja producción en 2006. Además durante este año las precipitaciones invernales fueron frecuentes lo que ayudaría al lavado atmosférico y la reducción de los niveles durante este periodo.

Algunos autores señalan que las precipitaciones durante el desarrollo de la polinación prolonga la duración del PPP, así como el efecto negativo de un ascenso de las temperaturas que actuaría acortándolo (Díaz de la Guardia *et al.*, *l.c.*), lo que justificaría el aumento de duración del postpico de 2003-04 por las lluvias primaverales de 2004. Si bien en Motril la extraordinaria duración de este periodo se debe al adelanto en el inicio de su PPP al registrar concentraciones más elevadas durante los meses de noviembre y diciembre, gracias a la disponibilidad hídrica por parte de las especies silvestres de *Juniperus*.

El patrón de variación intradiario nos permite establecer que las horas de máximo riesgo por exposición al polen de Cupressaceae son las horas centrales del día, así como las primeras horas de la mañana. Por el contrario, los niveles descienden durante el atardecer. Este patrón es muy similar al descrito en otros puntos como Granada (Díaz de la Guardia *et al.*, *l.c.*), Nerja (Docampo, *l.c.*), Córdoba (Galán *et al.*, 1991) o Santiago de Compostela (Aira *et al.*, 2001). Aunque en casi todos ellos no se detecta el primer pico o éste es de muy baja intensidad, en otras localidades como Jaén también se detectan algunos años un pico importante a primera hora de la mañana (Ruiz, 2001).

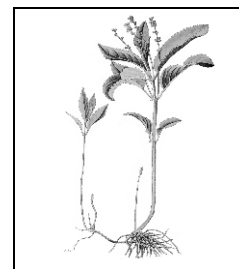
La temperatura fue el parámetro meteorológico que mostró, junto con la radiación solar, el mayor grado de asociación con las concentraciones de Cupressaceae, al igual que ocurre en Córdoba (Galán *et al.*, 1998), Málaga (Recio, 1995) y Nerja (Docampo, *l.c.*). La influencia negativa de estas variables durante el postpico ya fue explicada por Docampo (*l.c.*) y Sabariego (2003). Del resto de variables sólo la dirección del viento parece tener un componente más o menos claro. Los vientos que proceden de las zonas urbanas aportan cantidades mayores que los procedentes de las zonas forestales (primer cuadrante) que, por el contrario, reducen los niveles de Cupressaceae tanto en el prepico como en el postpico. Las autocorrelaciones coincidieron también con las descritas por Docampo (*l.c.*) para Nerja.

Los análisis de correlación confirman la influencia de la concentración previa, al ser el primer parámetro empleado y explicar por sí sólo el 60 % de los casos. Posteriormente se incorporó la radiación solar debido a su efecto favorable sobre la producción, liberación y dispersión de este polen. Curiosamente, la humedad relativa máxima afectó con signo positivo, llegando a un ajuste final del 61 %. En este sentido, los trabajos de Díaz de la Guardia *et al.* (*l.c.*), Norris Hill & Emberlin (1991) y Galán *et al.* (*l.c.*) muestran un efecto negativo de la humedad relativa, y en Jaén (Ruiz, *l.c.*) se incluyó en los modelos de pronóstico con signo negativo.

5.2.1.4. Tipo polínico *Mercurialis*

En este grupo se incluyen las especies del género *Mercurialis* L. (familia *Euphorbiaceae* Juss.), la mayoría de las cuales poseen un comportamiento ruderal-arvense y se distribuyen en Europa y Asia.

En la costa granadina aparecen principalmente dos especies, *M. ambigua* L. fil. y *M. tomentosa* L., ambas ligadas a suelos nitrificados algo húmedos. *M. ambigua* L. fil. requiere más humedad, por lo que aparece con frecuencia bajo algunos tipos de cultivos o en solares abandonados, descampados y bordes de cunetas. Mientras que *M. tomentosa* L., gracias a su cubierta de pelos blanquecinos, soporta mejor la falta de agua, por lo que también forma parte de matorrales sobre sustrato calizo por lo general más secos.



Descripción botánica: Hierbas anuales o perennes, sin látex, de ordinario dioicas, de glabras a densamente pelosas. Tallos cuadrangulares, levemente alados. Hojas opuestas, pecioladas, dentadas, serradas o enteras, con estípulas membranáceas persistentes. Flores unisexuales, axilares, apétalas, verdosas; las masculinas en glómérulos sentados que se reúnen a su vez en inflorescencias espiciformes axilares, interrumpidas, largamente pedunculadas y más largas que las hojas; las femeninas sentadas o pedunculadas, solitarias o en grupos de 2-5. Sépalos 3, membranáceos, soldados en la base. Estambres 8-25. Gineceo con 2(3-4) carpelos. Fruto en cápsula esquizocárpica.

Época de floración: La mayoría de las especies inician su floración en los meses otoñales, aunque ésta es más intensa desde el mes de enero hasta junio.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; circular o elíptico en visión ecuatorial, circular-lobulado o triangular-planaperturado en visión polar; de oblado-esferoidal a prolado ($P/E=0,89-1,85$).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; $P=20-31 \mu\text{m}$; $E=17-30 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, terminales, con márgenes difusos; endoaperturas de tipo poro, lalongadas, de forma poco constante, frecuentemente semilunares, ovadas, con extremos agudos y constreñidas en la zona media; membrana apertural granulada.

PAREDES: Exina de $2 \mu\text{m}$ de grosor, sexina y nexina muy difíciles de distinguir. Téctum parcial, infratéctum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Reticulado, con lúmenes de pequeño tamaño y forma poco constante, muros más estrechos que los lúmenes y granulados.

Evolución estacional

Con un índice anual medio de 678 granos, el polen de *Mercurialis* representa un 1,26 % del espectro de la costa granadina. Los dos primeros años (2003 y 2004) presentaron valores anuales muy similares entre sí, 665 y 623 granos respectivamente; mientras que 2005 fue el año con menor cantidad de este tipo polínico (511 granos) y 2006 el que más (911 granos), duplicando los registros del año anterior (Fig. 40a).

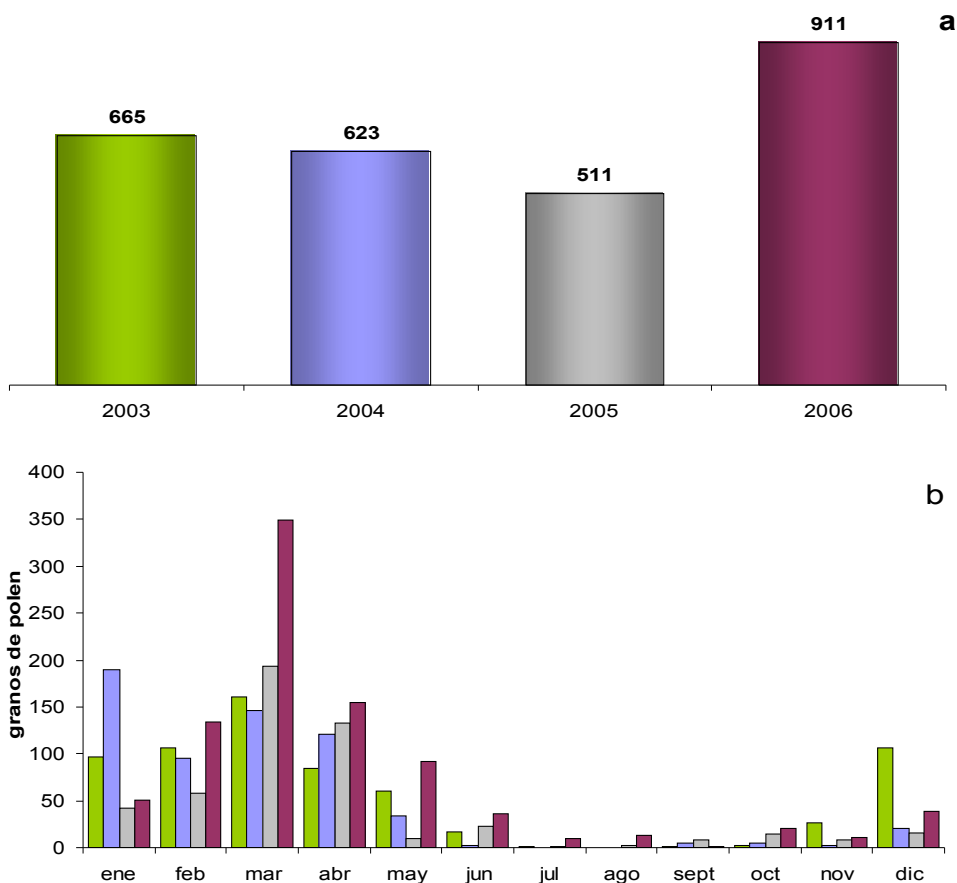


FIG. 40. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Mercurialis* durante los años estudiados (2003-06).

En la evolución mensual de los niveles se observa que a pesar de sus bajos registros anuales, este polen apareció a lo largo de casi todo el año (FIG. 40b). En enero ya se detectaron cantidades superiores a 50 granos mensuales, incluso en 2004 se registró la concentración mensual máxima (190 granos). El resto de años tuvieron que esperar al ascenso de los niveles durante febrero para registrar el máximo en marzo (161 grano en 2003, 193 granos en 2005 y 349 granos en 2006). Posteriormente las cantidades fueron descendiendo hasta alcanzar sus valores más bajos en julio y agosto, tras los cuales comenzaron a ascender de nuevo.

Mercurialis presentó un periodo de polinación muy dilatado con concentraciones diarias relativamente bajas (1-10 granos/m³) en el que se pueden apreciar un par de picos en primavera (FIG. 41). De este modo, tras los meses de julio y agosto, en los que apenas apareció, este polen comenzó a recogerse de forma ocasional durante octubre y noviembre. En diciembre se apreció un incremento en su frecuencia y sus concentraciones, que se mantuvo

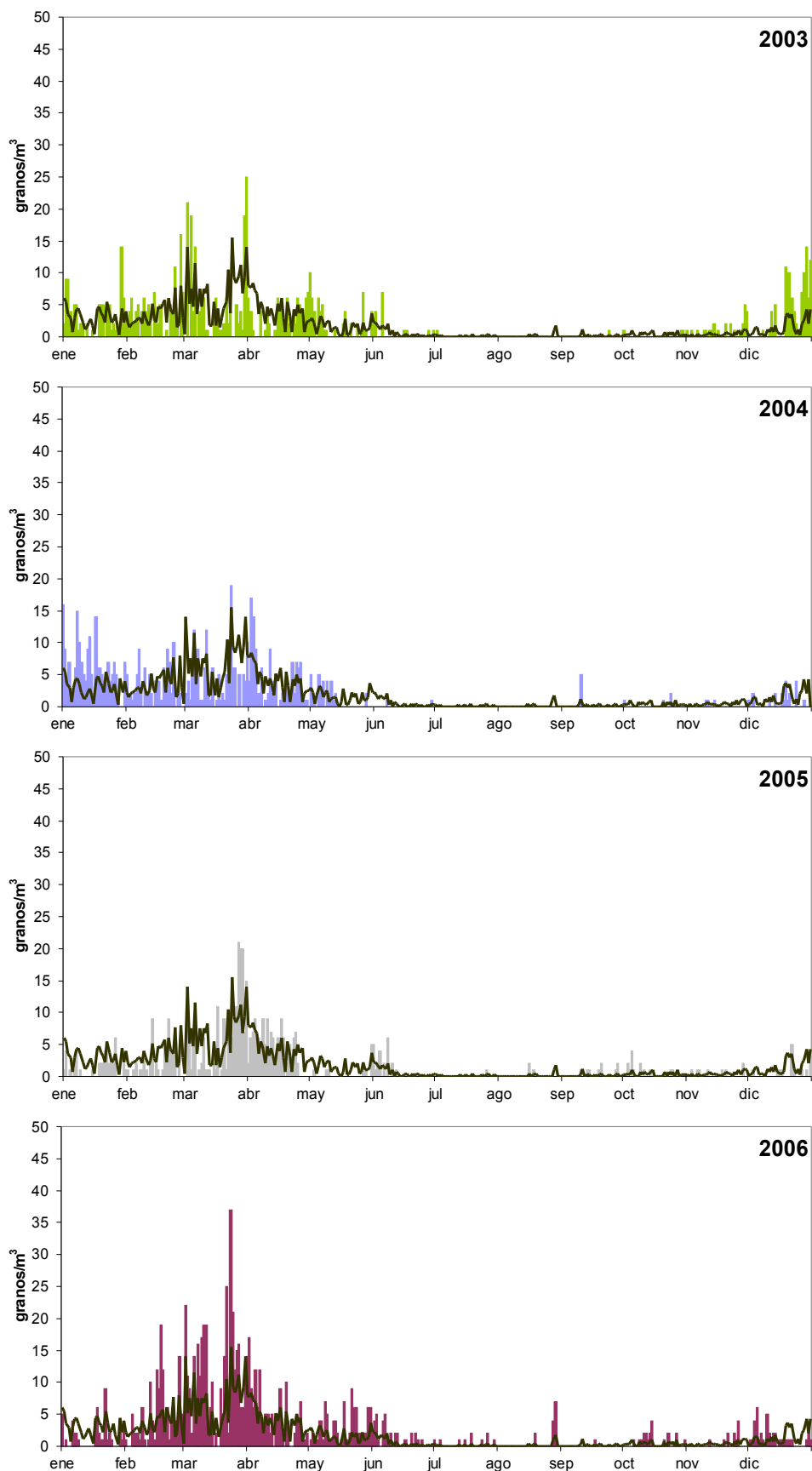


FIG. 41. Concentraciones medias diarias de *Mercurialis* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

hasta principios de marzo, en el que apareció un pequeño pico. Tras un descenso a mediados de mes, los niveles volvieron a ascender alcanzando un pico más prolongado y con niveles más elevados. Posteriormente las concentraciones descendieron progresivamente hasta el mes de julio.

En las gráficas de los distintos años se observan variaciones considerables con respecto al promedio descrito anteriormente. Así, 2004 presentó un primer pico de más actividad durante enero, aunque la concentración máxima del año se produjo en marzo (19 granos/m³), y desde mediados de mayo apenas se volvió a detectar. En 2005, los registros de otoño fueron más frecuentes pero de muy baja intensidad, retrasándose el ascenso de las concentraciones hasta febrero; el pico tuvo lugar a finales de marzo (21 granos/m³) y presentó un mes de mayo en el que apenas apareció este polen. Por último, 2006 se caracterizó por presentar un periodo muy parecido al promedio, pero con concentraciones diarias más elevadas que el resto de los años; el pico fue de 37 granos/m³, casi el doble que los anteriores.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

Los periodos de polinación fueron muy heterogéneos. Como se puede observar en la TABLA 24, la fecha de inicio tuvo casi 2 meses de diferencia entre 2005-06, que comenzó el 9 de octubre, y 2003-04, que comenzó a finales de noviembre. La fecha de fin presentó una variación de un algo más de 1 mes entre 2003-04 y 2005-06, por lo que la duración del PPP también fue muy variable, entre los 5 meses y medio de 2003-04 y los 8 meses de 2005-06.

Sin embargo, la fecha de los picos fue mucho más estable, apareciendo siempre en la última decena de marzo, aunque los registros alcanzados en éstos volvieron a presentar grandes diferencias (19 granos/m³ en 2003-04, 21 granos/m³ en 2004-05 y 37 granos/m³ en 2005-06). Por lo general los periodos prepico fueron más variables (desde los 4 meses hasta los 5 meses y medio) que los postpico (de 1 mes y medio a 2 meses y medio).

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003-04	24/11/03	07/05/04	687	5 meses y 13 días	4	23/03/04	19	3 meses y 29 días	496	1 mes y 15 días	191
2004-05	14/11/04	04/06/05	466	6 meses y 20 días	2	27/03/05	21	4 meses y 13 días	232	2 meses y 8 días	234
2005-06	09/10/05	10/06/06	835	8 meses y 1 día	3	24/03/06	37	5 meses y 15 días	440	2 meses y 17 días	395

TABLA 24. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Mercurialis* durante el periodo de estudio (2003-06). Calculado desde el 1 de septiembre hasta el 31 de agosto del año siguiente.

Variación intradiaria

En las gráficas de variación intradiaria (FIG. 42) se observa un notable incremento de la concentración durante las horas centrales del día. Tras registrar valores muy bajos (2 %) durante toda la noche, a las 8:00 horas se produjo un ascenso de los porcentajes, hasta registrar a medio día (12:00-13:00 horas) la concentración máxima (10 %). Posteriormente, los niveles descendieron rápidamente alcanzando a las 17:00 horas los bajos niveles (3-4 %) que se mantendrán hasta la medianoche.

A parte de algunos altibajos horarios que se detectan a lo largo de los cuatro años, las principales variaciones las encontramos en 2004, que presentó unos registros más altos de lo normal durante toda la tarde, y en 2005, que presentó los niveles máximos desde las 11:00 hasta las 14:00 horas.

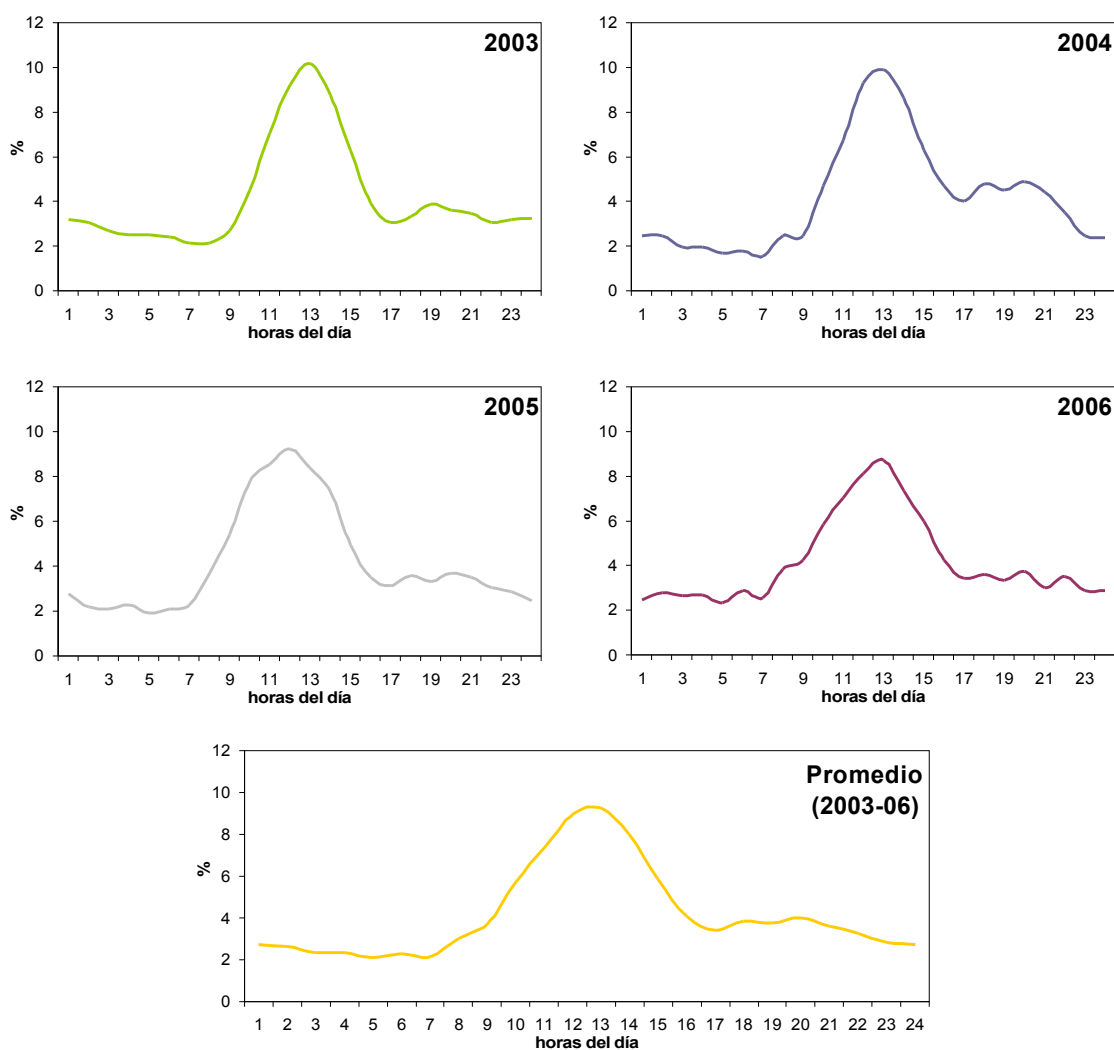


FIG. 42. Variaciones intradiarias de *Mercurialis* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Al considerar los datos del PPP completo aparecieron correlaciones positivas con las temperaturas (2003-04 y 2005-06), la radiación solar, la velocidad del viento máxima y media, así como la frecuencia del viento del tercer (2004-05 y 2005-05) y del cuarto cuadrante (2003-04). Por el contrario, las precipitaciones (2003-04 y 2005-06), la humedad relativa (2003-04) y los vientos del primer cuadrante (2004-05 y 2005-06) presentaron coeficientes de signo negativo (ANEXO I).

Al reducir los datos al periodo prepico, se mantuvieron todas las correlaciones de los periodos 2003-04 y 2004-05, pero en 2005-06 se desvaneció la significación de las temperaturas y las lluvias.

Durante el postpico, aparecieron correlaciones negativas con las temperaturas durante los tres periodos considerados, y el efecto de las lluvias se mantuvo negativo. Las correlaciones con la humedad que apareció durante 2003-04 en el PPP completo también se mantuvo y la radiación solar se mostró perjudicial, cambiando de signo, durante 2004-05. La velocidad media del viento se manifestó positiva en 2004-05, mientras que el viento del primer cuadrante mantuvo su efecto negativo durante 2005-06.

Los análisis de autocorrelación mostraron un descenso de los coeficientes a los pocos días, tras el cual éstos se mantienen, incluso aumentan, durante un número de retardos muy grande (FIG. 43). Al realizar el análisis de las autocorrelaciones parciales se redujo el número de retardos a sólo tres, en los cuales los coeficientes descendieron muy rápido, presentando el día previo el mayor valor, por lo que fue el que se incluyó en los análisis de regresión.

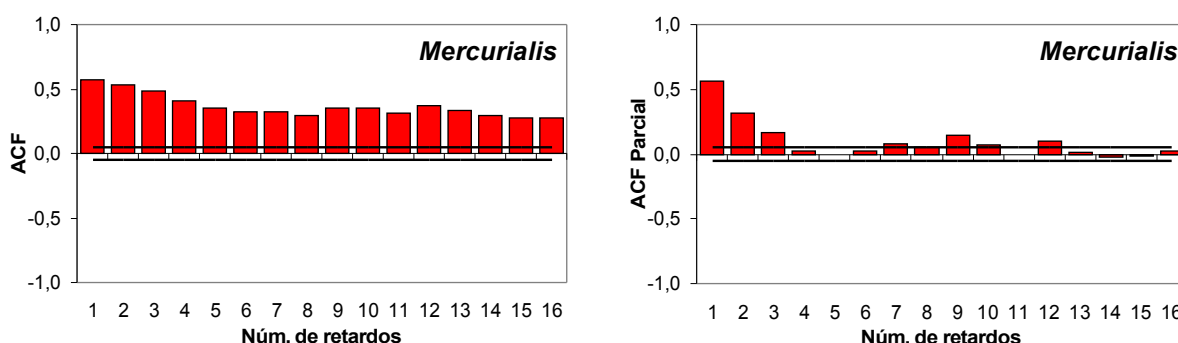


FIG. 43. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Mercurialis* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

En la regresión múltiple por pasos se incluyeron de forma significativa hasta cinco variables diferentes, que en orden de inclusión en los modelos son: concentración del día previo, frecuencia del viento del tercer cuadrante, velocidad máxima del viento, temperatura mínima y temperatura media. De todas ellas la que mayor porcentaje de la variación explicó fue la concentración del día anterior, ya que es la primera en incluirse y que por si sola alcanza el 31,7 %, mientras que el modelo final, tal y como se muestra en la TABLA 25, con las cinco variables incluidas sólo llega al 38 % de fiabilidad.

Modelo	R ²	R ² corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R ²	F	Sig.
1 (a)	0,318	0,317	3,980	0,318	332,945	332,945	0,000
2 (a,b)	0,360	0,358	3,858	0,042	46,787	200,541	0,000
3 (a,b,c)	0,371	0,369	3,827	0,011	12,637	140,090	0,000
4 (a,b,c,d)	0,378	0,374	3,810	0,006	7,374	107,851	0,000
5 (a,b,c,d,e)	0,384	0,380	3,792	0,007	7,749	88,650	0,000

TABLA 25. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Mercurialis*. (a) Mer_{t-1}; (b) Fr3C; (c) VV_{máx}; (d) T_{mín}; (e) T_{med}.

En la TABLA 26 se detallan las fórmulas de los cinco modelos obtenidos. Como se puede observar, todas las variables se introdujeron con signo positivo, excepto la temperatura mínima.

Modelo	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	Mer = 1,500 + 0,560 Mer _{t-1}
2	Mer = 0,472 + 0,523 Mer _{t-1} + 0,191 Fr3C
3	Mer = - 0,560 + 0,510 Mer _{t-1} + 0,176 Fr3C + 0,033 V _{máx}
4	Mer = 0,546 + 0,508 Mer _{t-1} + 0,200 Fr3C + 0,035 VV _{máx} - 0,119 T _{mín}
5	Mer = - 1,275 + 0,500 Mer _{t-1} + 0,200 Fr3C + 0,035 VVM _{áx} - 0,441 T _{mín} + 0,358 T _{med}

TABLA 26. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Mercurialis* (Mer).

Alergenicidad

Aunque su potencialidad alergógena fue descrita en 1954, ésta ha sido subestimada y no fue hasta hace dos décadas que se ha empezado a estudiar con detenimiento (García Ortega & Belmonte, 2002).

Las descripciones de polinosis provocadas por *Mercurialis* corresponden a pacientes del suroeste de Europa, como Francia y España (Lelong *et al.*, 1980; García Ortega *et al.*, 1992). El descubrimiento de un caso de alergia a este polen en Italia (Ariano *et al.*, 1990) provocó que se realizara un estudio para evaluar su repercusión clínica real, obteniendo una prevalencia final de tan sólo un 0,9 % (Ariano *et al.*, 1993).

En España, el 46 % de los pacientes dieron positivo a *M. annua* L., aunque fueron también muy significativos los casos de reactividad cruzada con los tipos polínicos *Olea*, *Fraxinus*, *Ricinus*, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, *Parietaria* y *Artemisia* (Vallverdú *et al.*, 1997). Otros trabajos realizados en Tarragona (García Ortega *et al.*, l.c.), Badajoz (González *et al.*, 1998) y Elche (Fernández Sánchez *et al.*, 1998) manifiestan una sensibilización al polen de *Mercurialis* L. del 17 %, el 43 % y el 8 % respectivamente. Un estudio más reciente de Palosuo *et al.* (2002) también evidencia la reactividad cruzada entre *M. annua* L. y *Ricinus communis* L. En Málaga aparece un 9 % de sensibilizaciones provocadas por este polen (Torrecillas *et al.*, 1998). Fernández Sánchez *et al.* (1992), en un estudio multicentro, detectaron una prevalencia entre el 20 y el 54 % dependiendo del área, siendo netamente superior en las zonas más cálidas y sureñas.

En Granada, no se han encontrado evidencias de alergias a polen de *Mercurialis* L.

Estudios de *immunoblotting* han permitido establecer dos grupos de proteínas alergénicas en los sueros de pacientes alérgicos a *Mercurialis* (García Ortega *et al.*, l.c.), de las cuales se identificaron los alérgenos mayores de *M. annua* L. (Vallverdú *et al.*, l.c.). En los estudios de reactividad cruzada, se ha comprobado la frecuente cosensibilización a otras especies de la misma familia como *Ricinus communis* L. y *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg., así como a los pólenes de *Phleum pratense* L. y *Olea europaea* L. (Ariano *et al.*, l.c.).

Discusión

Debido a su polinización anemófila este polen cuando aparece en la atmósfera lo hace de forma frecuente durante un periodo prolongado de tiempo, aunque generalmente no alcanza registros de consideración (Ariano *et al.*, 1993, Waisel *et al.*, 1997a). Ésto ha hecho que la

bibliografía sobre este tipo polínico sea escasa, encontrando muy pocos trabajos que centren su atención en su comportamiento aerobiológico.

Hay que destacar que las concentraciones de *Mercurialis* registradas en las distintas localidades españolas también son muy bajas, variando considerablemente de unas provincias a otras. En este sentido los niveles de Motril, junto a los de Nerja (Docampo, 2008) son los más elevados, por encima de localidades como Málaga (Recio *et al.*, 2002), Sevilla (Candau *et al.*, 2002b) o Tarragona (Belmonte *et al.*, 2002b), que también presentan niveles importantes y periodos de polinación muy similares a los de la costa andaluza. Los registros de *Mercurialis* son prácticamente nulos en las provincias de la cornisa cantábrica (Dopazo *et al.*, 2002a; Fernández Casado *et al.*, 2002) y grandes zonas del interior (Paulino *et al.*, 2002; Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002).

Como ya indicamos, los niveles detectados en Nerja (Docampo, *l.c.*) fueron muy parecidos a los de Motril, allí también aparecieron concentraciones anuales que rondan los 500-600 granos, pero que algunos años pueden ascender por encima de los 800 granos. Los periodos de polinación, así como las concentraciones diarias también fueron muy similares, mostrándose igualmente variable en todos los aspectos.

En su tesis doctoral, Docampo (*l.c.*) señala que estas variaciones se deben a las condiciones meteorológicas, y al tratarse de plantas herbáceas de polinación invernada es la lluvia otoñal la más determinante, encontrando en Nerja que los años con mayores registros de *Mercurialis* presentaron un periodo otoñal previo con frecuentes y abundantes precipitaciones. Sin embargo, en Motril el año que más polen hubo de *Mercurialis* fue 2006 siendo el registro pluviométrico de 2005 uno de los más bajos. Si bien es cierto que los meses de enero y febrero presentaron cuantiosas lluvias, mientras que marzo y abril fueron bastante más secos, esto pudo permitir una floración intensa con gran liberación de polen al aire.

Los valores de las concentraciones polínicas a lo largo del día fueron similares a los descritos en Córdoba (Galán *et al.*, 1991) y en Nerja (Docampo, *l.c.*), detectándose un pico máximo a medio día, con porcentajes horarios del 10 % (algo menores en Córdoba) y niveles mínimos durante la noche. Es importantes señalar lo estable que fue su comportamiento a lo largo de los cuatro años, lo que además supone otra similitud con respecto a Córdoba y Nerja.

Con respecto a las correlaciones es importante señalar, que si bien no fueron consistentes (no aparecieron durante los tres años) tampoco cambiaron de signo de un año a otro,

apareciendo generalmente durante un par de años. En este sentido las temperaturas medias y máximas, así como la radiación solar mostraron un efecto positivo, debido a su acción sobre la dehiscencia de las anteras, lo que por otro lado justificaría el patrón intradiario de este polen; durante el postpico se produjo un cambio de signo, pasando a tener efecto negativo.

Las precipitaciones y las humedades relativas mostraron un papel perjudicial para la presencia de *Mercurialis* en el aire, debido a su efecto inhibitor de la dehiscencia y potenciador del depósito, sea húmedo o seco. Además este efecto se mantuvo durante el prepico y el postpico.

Los incrementos de la velocidad del vientos favorecieron la liberación del polen y por tanto su presencia en el aire, mientras que los vientos que proceden de las zonas de vega y cultivos tropicales (tercer y cuarto cuadrantes) aportan las mayores cantidades de este polen; y los vientos del oeste, procedentes de las zonas de invernaderos y matorrales degradados de las sierras litorales (primer y segundo cuadrantes) son mucho más pobres en *Mercurialis*.

La variable que mejor estimación proporciona es la concentración del día previo, ya que por si sola explica el 31,7 % de la variable dependiente. Las distintas variables meteorológicas incluidas en los análisis de regresión mostraron en esta ocasión buenas correlaciones y consiguieron mejorar la fiabilidad de los modelos hasta el 38 %, lo que en todo caso sigue siendo un porcentaje de fiabilidad bastante bajo.

Es curioso comprobar que las variables incluidas en primer término se refieren al viento, y por tanto al efecto de la distribución de las plantas emisoras. Mientras que en otros táxones como *Urticaceae*, con un comportamiento intradiario muy similar, y correlaciones parecidas las variables que mayor ajuste proporcionaron fueron aquellas relacionadas con la dehiscencia de las anteras. Posiblemente debido a los diferentes periodos de polinación que éstas presenta.

5.2.1.5. Tipo polínico Myrtaceae

Esta morfología de polen la presentan todas las especies de la familia *Myrtaceae* Juss, integrada por unos 130 géneros con cerca de 3.000 especies, que crecen principalmente en las regiones templadas, tropicales y subtropicales del Hemisferio Sur, particularmente en Australia.

Distintas especies de los géneros *Myrtus* L., *Eucalyptus* L'Hér. y *Callistemon* R.Br. aparecen representadas en el área de estudio. *Myrtus communis* L. forma parte de la vegetación natural en coscojares, lentiscales, jarales y otros matorrales, preferentemente sobre suelo silíceo, aunque también se ha usado desde antiguo en jardinería para la formación de setos. *Eucalyptus calmadulensis* Dehnh. y *Callistemon* sp R. Br. han sido introducidas desde Australia como ornamentales. Además de en jardines y parques, las especies de *Eucalyptus* se han plantado también en ramblas y bordes de carreteras donde se encuentra seminaturalizado.



Descripción botánica: Árboles o arbustos, perennifolios, aromáticos, con canales esquizógenos secretores y células taníferas. Hojas opuestas o alternas, simples, enteras, sin estípulas o con ellas vestigiales. Inflorescencias axilares o terminales, en cima umbeliforme o racemiforme, o flores solitarias y axilares. Flores hermafroditas, a veces unisexuales. Sépalos (3)4-5(10), libres o soldados a los pétalos formando un opérculo (caliptra) que se desprende en la madurez. Pétalos (3)4-5(6), libres o soldados a la caliptra. Estambres numerosos, libres o reunidos en fascículos. Gineceo con 2-5(6) carpelos, soldados; ovario de súpero a ligeramente ínfero. Fruto en baya, en cápsula loculicida o drupa.

Época de floración: *M. communis* florece de junio a agosto, mientras que las especies de *Eucalyptus* y *Callistemon* tienen un periodo de floración más prolongado (mayo-septiembre).

Polinización: Anfífila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; elíptico en visión ecuatorial, triangular-anguloaperturado en visión polar; de oblado a subprolado (P/E=0,69-1,20).

TAMAÑO: Pequeño; P=10-28 μm ; E=12-25 μm .

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, muy largas y estrechas, en posición meridiana, ocupando los ángulos; endoaperturas de tipo poro, de gran tamaño, en posición ecuatorial, generalmente areoladas; membrana apertural psilada o ausente.

PAREDES: Exina de 1,5 μm de grosor, con sexina tan gruesa como la nexina. Téctum completo, muy delgado, infratéctum en el que no se aprecian las columelas.

ORNAMENTACIÓN: Escábrido.

Evolución estacional

El tipo polínico Myrtaceae presentó un índice anual medio de 433 granos y aportó un 0,8 % del espectro polínico total. Los valores anuales oscilaron considerablemente durante los dos primeros años (FIG. 44a), desde los 576 granos de 2003 hasta los 274 granos de 2004, mientras que los dos últimos presentaron valores semejantes entre si y al promedio, 445 y 436 granos en 2005 y 2006 respectivamente.

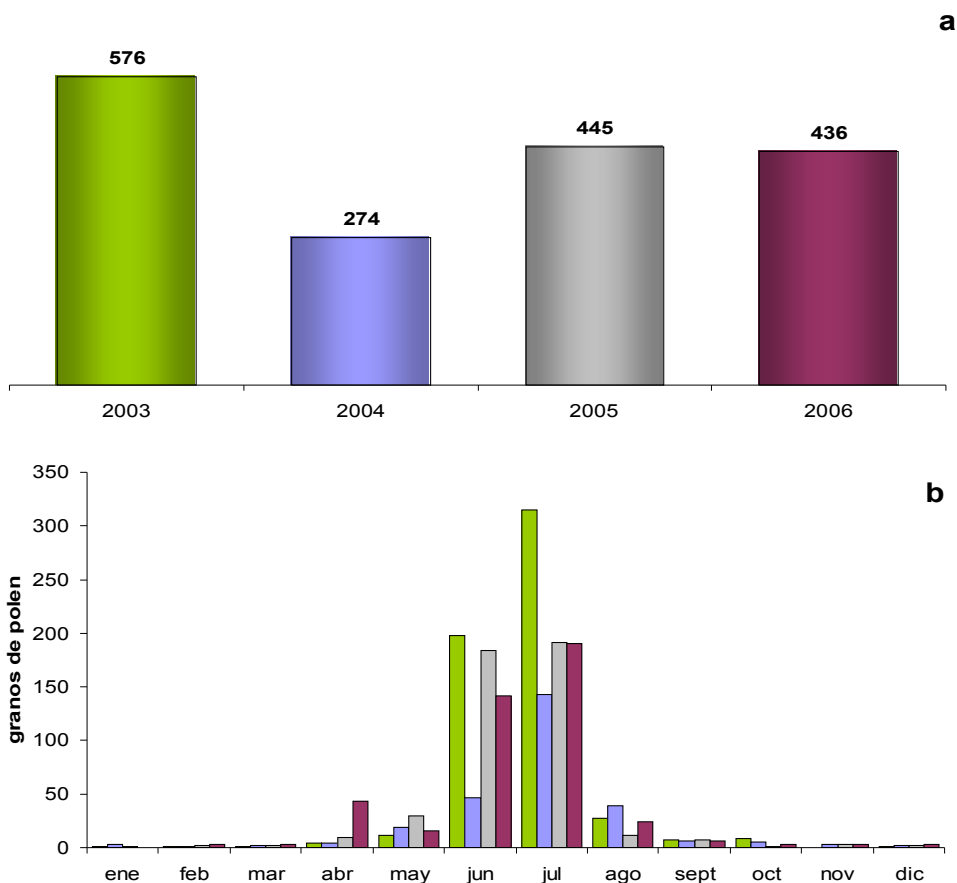


FIG. 44. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Myrtaceae durante los años estudiados (2003-06).

El polen de Myrtaceae presentó una evolución de los índices mensuales muy estable a lo largo del estudio (FIG. 44b). Apareció desde principios de año, aunque en muy bajas concentraciones, aumentando ligeramente los registros en abril y mayo. En junio y julio se alcanzaron los mayores niveles, aunque en el segundo siempre fueron algo más elevados. Durante agosto se volvieron a registrar valores similares a los de mayo, mientras que de septiembre a diciembre aparecieron cantidades muy bajas.

En las gráficas de evolución diaria de las concentraciones se aprecian diferencias entre los distintos años (FIG. 45). La presencia de Myrtaceae se hizo más frecuente en abril y mayo, aunque con valores muy bajos. Durante todo el mes de junio se produjo el ascenso progresivo de las concentraciones alcanzando los niveles máximos a finales de este mes o principios de julio. Durante la primera quincena de julio los niveles se mantuvieron con una media de 10 granos/m³, descendiendo paulatinamente durante la segunda quincena, y desapareciendo casi por completo en agosto. Desde septiembre hasta finales de año, este polen fue muy poco frecuente y cuando aparecía lo hizo con concentraciones muy bajas.

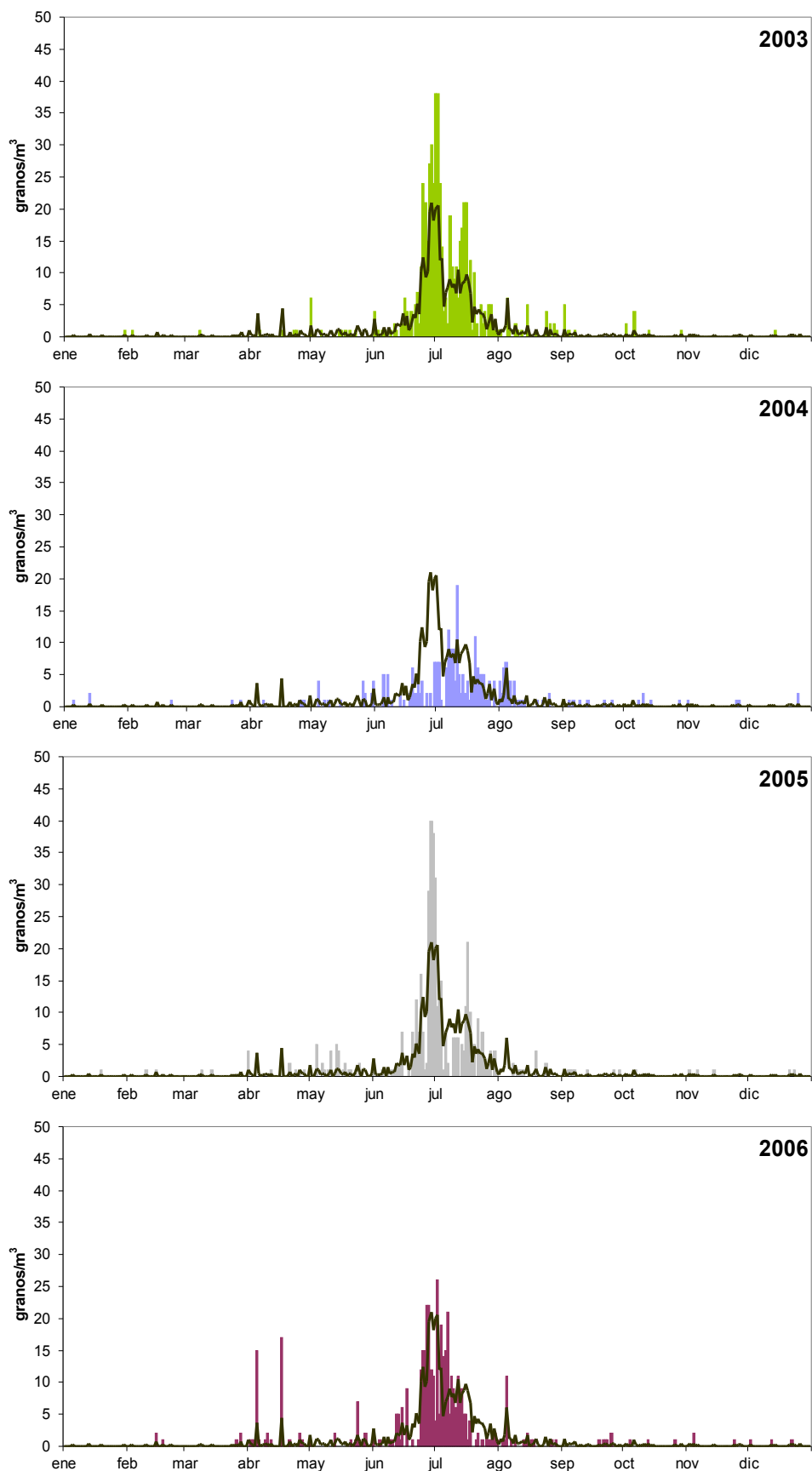


FIG. 45. Concentraciones medias diarias de Myrtaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

Sobre este patrón se produjeron diferencias entre los distintos años, tanto en las fechas como en los niveles alcanzados. Así, 2003 presentó unos periodos muy parecidos al promedio, si bien las concentraciones que se registraron fueron sensiblemente mayores durante todo el periodo de polinación. En 2004, la aparición y ascenso de los niveles de Myrtaceae se vieron retrasados considerablemente, además de presentar niveles inferiores. 2005 y 2006 presentaron unos periodos muy parecidos al de 2003 y al promedio, si bien en 2005 se registró la concentración más elevada del estudio (40 granos/m³) y en 2006 aparecieron ciertos registros de consideración durante abril.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

A pesar de la relativa estabilidad en los periodos de polinación, en la TABLA 27 se observa que los PPP variaron mucho de unos años a otros. La duración fue desde 3 meses y medio en 2003 hasta algo más de 6 meses en 2004, motivado por una gran variación tanto en las fechas de inicio como de fin. Las primeras oscilaron entre principios de abril (2006 y 2004) y mediados de mayo (2003), mientras que la fecha de fin se registró desde principios de septiembre (2003 y 2005) hasta mediados de octubre (2004). De igual modo cambiaron las fechas y concentraciones de los días pico, que oscilaron entre el 29 de junio en 2005 (registrando el máximo del estudio, 40 granos/m³) y el 11 de julio en 2004 (que registró el pico más bajo con sólo 19 granos/m³).

Tanto prepico como postpico fueron muy variables, con la particularidad de que la duración de ambos dentro del mismo año fue muy similar. Así, 2003, que presentó el PPP más corto, tuvo un prepico de 1 mes y 18 días y un postpico de 2 meses, mientras que en 2004, con el PPP más largo, la diferencia entre ambos fue de sólo un día. En cuanto a las cantidades de polen, siempre fueron mayores en el postpico.

<i>Periodo</i>	<i>PPP (95 %)</i>					<i>Pico</i>		<i>Prepico</i>		<i>Postpico</i>	
	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>granos</i>	<i>Duración</i>	<i>granos /m³</i>	<i>Fecha</i>	<i>granos /m³</i>	<i>Duración</i>	<i>granos</i>	<i>Duración</i>	<i>granos</i>
2003	15/05/03	02/09/03	546	3 meses y 18 días	5	01/07/03 02/07/03*	38	1 mes y 18 días	241	2 meses	305
2004	07/04/04	14/10/04	261	6 meses y 7 días	1	11/07/04	19	3 meses y 4 días	125	3 meses y 3 días	136
2005	21/04/05	05/09/05	423	4 meses y 14 días	3	29/06/05	40	2 meses y 8 días	141	2 meses y 6 días	282
2006	05/04/06	25/09/06	417	5 meses y 20 días	2	02/07/06	26	2 meses y 27 días	203	2 meses y 23 días	214

TABLA 27. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de Myrtaceae durante el periodo de estudio (2003-06). * fecha pico utilizada en la determinación de los periodos pre y postpico.

Variación intradiaria

En las gráficas de evolución intradiaria se observa como las concentraciones de Myrtaceae fueron muy constantes a lo largo del día (FIG. 46), con una media del 4 % del polen diario, mientras que en la franja horaria de 7:00 a 9:00 horas los niveles se duplicaron, alcanzando el 8 % del polen diario.

En las gráficas de los distintos años se observan pequeños altibajos durante todo el día, aunque en todos, menos 2003, se observó un ascenso importante de los registros durante la madrugada. 2003 presentó un comportamiento diferente, en el que no se identificó el pico descrito anteriormente. 2004 presentó un registro máximo con más del 10 % del polen diario a las 8:00 horas, mientras que 2005 presentó valores del 7 % y 2006 un pico del 9 % a las 7:00 horas.

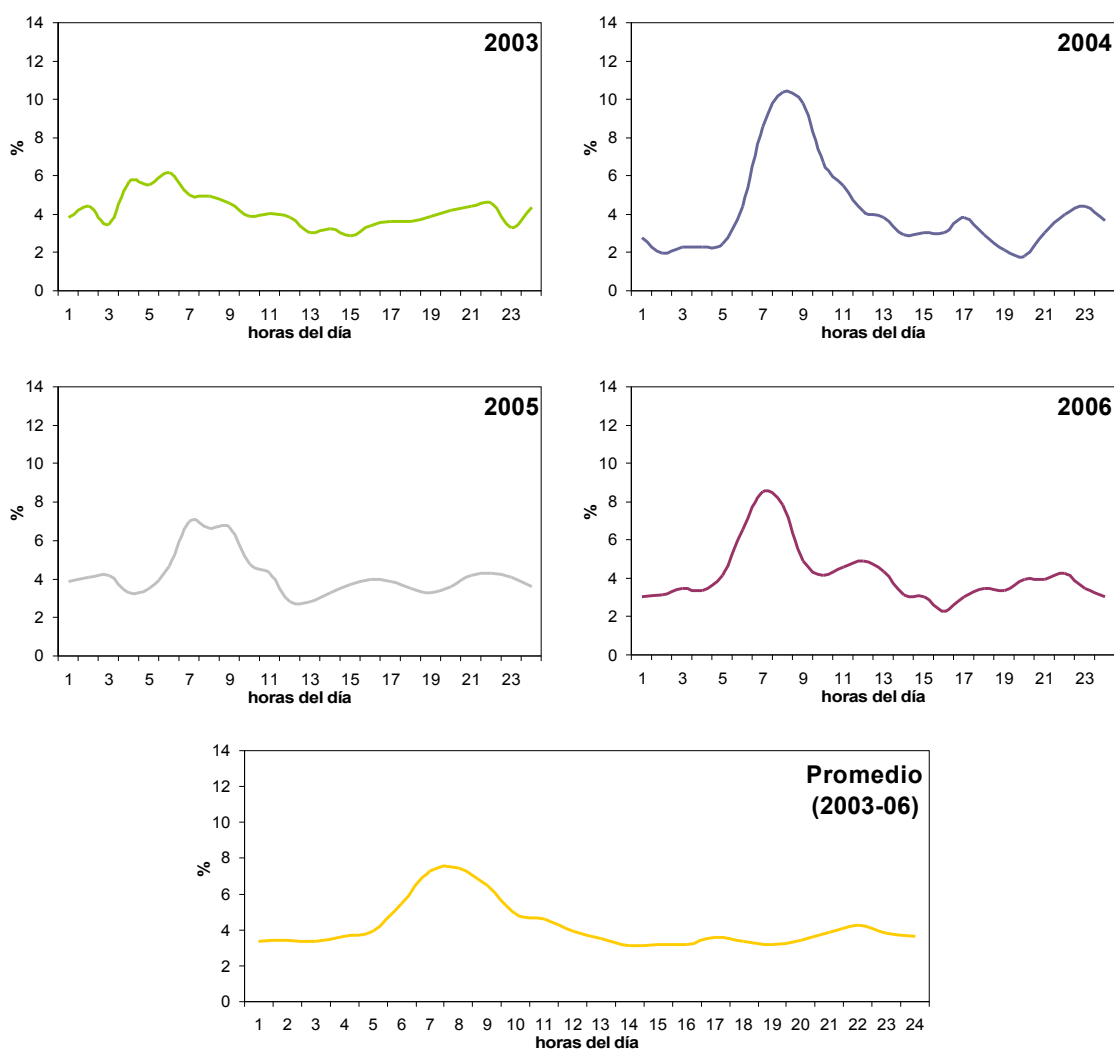


FIG. 46. Variaciones intradiarias de Myrtaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

La única correlación que se repitió durante los cuatro años de estudio fue positiva con la radiación solar (ANEXO I), mientras que la temperatura media (2004-06) y la frecuencia del viento del tercer cuadrante (2003, 2005 y 2006) presentaron significación positiva durante tres años. También se registraron correlaciones puntuales de signo negativo con las precipitaciones (2004), las humedades relativas (2004) y los vientos del primer y segundo cuadrante (2003); y positivas con la velocidad máxima del viento y la frecuencia de éste cuando procedía del cuarto cuadrante (2003).

Durante el prepico apareció una mayor correlación con las temperaturas, repitiéndose en distintos años, mientras que la radiación solar perdió su significación. El efecto negativo de las precipitaciones en 2004, así como el de los vientos del primer y segundo cuadrante de 2003 y 2004 se mantuvieron, al igual que las correlaciones positivas con el viento del tercer cuadrante.

En el periodo postpico volvieron a reflejarse las correlaciones positivas de la radiación solar (2003-06) y las velocidades del viento (2003-04), así como las negativas de la humedad relativa (2004). Las temperaturas por el contrario mostraron un efecto variable, ya que en 2003 fueron negativas y en 2004 positivas.

Los análisis de autocorrelación mostraron un rápido descenso de los coeficientes durante los primeros retardos, que se estabilizó a partir del día 8, manteniéndose éstos durante un periodo largo de tiempo (FIG. 47). Las autocorrelaciones parciales redujeron el número de retardos significativos a sólo dos, siendo la concentración del día previo el que mostró una correlación más significativa.

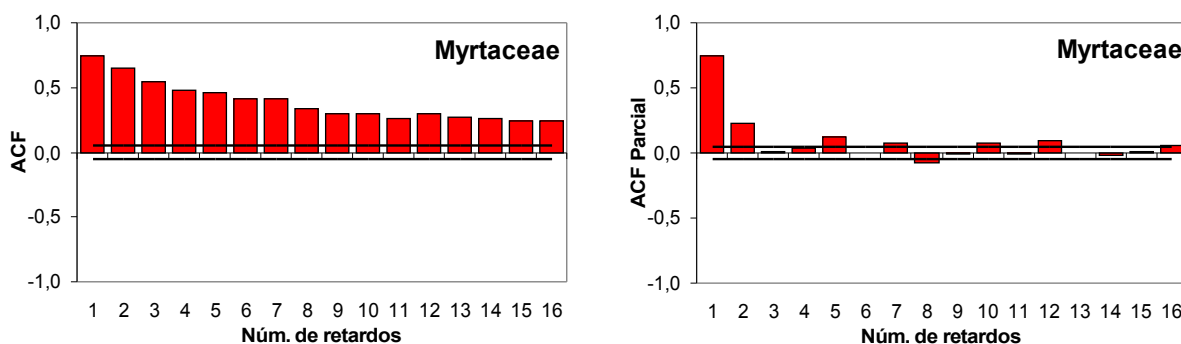


FIG. 47. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de Myrtaceae a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

Tras los análisis de regresión se obtuvieron un total de cinco modelos diferentes en los que se incluyeron sucesivamente la concentración de Myrtaceae del día anterior, la frecuencia del viento del tercer cuadrante, la temperatura máxima y la velocidad del viento, máxima y media. El modelo más sencillo, que emplea sólo la concentración del día previo, explica el 58,1 % de los casos, mientras que el modelo final, con las cinco variables incluidas supera el 60 % de fiabilidad. Tal y como se muestra en la TABLA 28, las mejoras que se producen al incluir las distintas variables en el modelo están confirmadas por el test de ANOVA con una significación del 0,000.

Modelo	R ²	R ² corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R ²	F	Sig.
1 (a)	0,581	0,580	3,588	0,581	858,641	858,641	0,000
2 (a,b)	0,592	0,591	3,544	0,011	16,250	448,022	0,000
3 (a,b,c)	0,595	0,593	3,533	0,003	4,955	302,244	0,000
4 (a,b,c,d)	0,598	0,596	3,521	0,003	5,094	229,461	0,000
5 (a,b,c,d,e)	0,604	0,601	3,501	0,005	8,321	187,414	0,000

TABLA 28. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico Myrtaceae. (a) Myr_{t-1}; (b) Fr3C; (c) Tmáx; (d) VVmáx; (e) VVmed.

En la TABLA 29 se muestran las expresiones matemáticas de los distintos modelos. En ella se puede ver que la única variable que se incorporó con signo negativo fue la velocidad media del viento.

Modelo	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	$Myr = 0,598 + 0,760 Myr_{t-1}$
2	$Myr = - 0,408 + 0,748 Myr_{t-1} + 0,116 Fr3C$
3	$Myr = - 2,397 + 0,733 Myr_{t-1} + 0,123 Fr3C + 0,075 Tmáx$
4	$Myr = - 3,627 + 0,731 Myr_{t-1} + 0,115 Fr3C + 0,096 Tmáx + 0,024 VVmáx$
5	$Myr = - 3,193 + 0,728 Myr_{t-1} + 0,118 Fr3C + 0,080 Tmáx + 0,072 VVmáx - 0,210 VVmed$

TABLA 29. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de Myrtaceae (Myr).

Alergenicidad

El polen de los géneros *Myrtus* L. y *Eucalyptus* L'Her. es considerado como alergógeno por diversos autores (Melhem & Makino, 1978; Lewis *et al.*, 1983; Domínguez *et al.*, 1984).

En la India el polen de *Eucalyptus* L'Her. constituye un alergeno potente con un porcentaje alto (34 %) de prevalencia (Boral & Bhattacharya, 2000). En este sentido, Lorenzoni-Chiesura *et al.* (2000) incluyen a *Eucalyptus globulus* Labill. en un listado de plantas cultivadas que deberían de evitarse en jardines públicos y privados a fin de evitar nuevas sensibilizaciones. Mas recientemente, Hanigan & Johnston (2007) han descubierto que el polen de Myrtaceae es una de las principales causas de admisiones hospitalarias por problemas alérgicos en Darwin (Australia).

Algunos estudios realizados en España (Arenas *et al.*, 1996; Belmonte *et al.*, 1996; Iglesias *et al.*, 1998) citan positividades en los test cutáneos de distintos pacientes al extracto del polen de eucalipto, aunque no parece causar demasiados problemas clínicos.

En los estudios alergológicos realizados en la provincia de Granada no se han encontrado evidencias de que este tipo polínico esté causando sensibilizaciones.

En las búsquedas bibliográficas realizadas no se han encontrado trabajos sobre la identificación de sus alergenios, ni sobre las posibles reacciones cruzadas que estos pudieran presentar.

Discusión

Esta familia, de distribución tropical y subtropical y con algunos representantes en Europa, tiene un gran interés económico, lo que ha hecho que algunas de sus especies se cultiven en el sur de Europa, especialmente en la zona mediterránea. Ésto hace que su polen aparezca en bajas concentraciones en la atmósfera de países europeos y americanos (Nitiu, 2006; Malik *et al.*, 1990; Abreu *et al.*, 2003). En Australia, donde esta familia presenta su mayor centro de diversificación, su polen aparece entre los tipos aerovagantes más importantes (Stevenson *et al.*, 2007; Green *et al.*, 2004b).

A lo largo de la geografía española este polen aparece con niveles muy bajos. En Andalucía se utilizan especies de los géneros *Eucalyptus* y *Callistemon* como ornamentales, especialmente en zonas costeras, como Cádiz (Candau *et al.*, 2002a), Huelva (González Minero *et al.*, 2002) o Málaga (Recio, 1995), alcanzando los niveles más importantes de la península. En Galicia los eucaliptos ocupan extensiones muy grandes de terreno en forma de

cultivos forestales, registrando concentraciones de consideración en Viveiro (Dopazo *et al.*, 2002a) y Santiago de Compostela (Dopazo *et al.*, 2002b). Sin embargo, sorprende que los niveles de Andalucía sean mayores, ya que la superficie que ocupan estas plantas es muy inferior.

La presencia de este polen en la costa granadina se debe a la floración de las especies de *Eucalyptus* y *Callistemon*, ya que la presencia de *Myrtus communis* es muy reducida en el área de estudio, además de presentar un mayor grado de entomofilia y formar parte del sotobosque, lo que dificulta aun más la liberación de su polen al aire (Recio, *l.c.*; Docampo, 2008)

Variaciones importantes entre los registros anuales ya han sido citadas por otros autores, como Docampo (*l.c.*) o Rodríguez Rajo (2001), atribuyéndolo a un comportamiento bianual de este taxon.

Periodos de polinación similares a los de nuestro trabajo han sido descritos en Almería (Sabariego, 2003) y Nerja (Docampo, *l.c.*), con las mayores concentraciones en junio y julio, aunque los niveles registrados en Motril fueron superiores a los de ambas localidades, estas diferencias se acentúan aun más si los comparamos con localidades cercanas del interior, como Granada (Alba, 1997) o Jaén (Ruiz, 2001). Los resultados anuales y periodos más parecidos los encontramos con la ciudad de Málaga, aunque allí aparecen concentraciones diarias mucho más elevadas, de hasta 250 granos/m³. Rodríguez Rajo (*l.c.*) describió para la zona de Vigo un periodo de polinación en los meses de marzo y abril.

Como ya se ha visto este polen ha presentado una gran irregularidad. En este sentido, el retraso y los bajos niveles de 2004 pudieron tener su origen en las bajas temperaturas que se registraron durante la primavera y el verano. Llama la atención que el año con las concentraciones diarias más elevadas sea 2005, uno de los que presentó mayor escasez de lluvias, lo que nos indica una cierta adaptación a los ambientes xéricos de este taxon.

Aunque en Motril apareció un patrón muy claro que se repitió durante los distintos años, en Málaga no se pudo establecer ninguno, ya que hubo grandes variaciones de un año a otro (Recio, *l.c.*). En Argentina, más concretamente en La Plata, aparece un patrón homogéneo a lo largo del día, sin ninguna variación (Nitiu, *l.c.*).

Debido a la baja intensidad con la que suele aparecer este polen, hay pocos estudios de su relación con las variables meteorológicas. En Málaga (Recio, *l.c.*) aparecieron correlaciones

similares a las de Motril, y más recientemente Green *et al.* (*l.c.*), en Australia, establecieron el efecto de las temperaturas y la precipitación sobre las concentraciones de Myrtaceae. En este trabajo, determinaron además que el inicio de la floración y de la antesis está determinado por un régimen de temperaturas específico, lo que concuerda con el anómalo comportamiento de 2004 en Motril, y que las variaciones que se producen entre las distintas variables durante el periodo de polinación pueden deberse a la dispersión multivector de este polen y al elevado número de táxones que integran este tipo polínico. El hecho de que en la costa andaluza sólo aparezcan unas pocas especies facilita que las correlaciones sean más significativas que las descritas por Green *et al.* (*l.c.*).

Todos los modelos de regresión obtenidos consiguen explicar un porcentaje alto de las concentraciones, entre un 58 % y un 60 %. Las variables seleccionadas y los signos con los que fueron incluidas en los modelos demuestran que la concentración del día anterior es la más importante, explicando por sí sola una gran parte de la variabilidad (58 %). La temperatura máxima se mostró favorable para las concentraciones de Myrtaceae en el aire, mientras que los vientos constantes de velocidad alta fueron menos efectivos que las rachas de velocidad máxima. Con respecto a la dirección del viento presentó un efecto positivo aumentando las concentraciones de este polen debido a la presencia de numerosos ejemplares en los bordes de carreteras de la zona de vega, así como en los jardines y parques de la ciudad de Motril.

5.2.1.6. Tipo polínico *Olea*

Se incluye aquí el polen del género *Olea* L. (familia Oleaceae Hoffmannsegg & Link), formado por cerca de 20 especies, nativo de regiones templadas, cálidas y tropicales del S de Europa, África, S de Asia y Australasia.

En la península Ibérica está representado por dos variedades de la especie *O. europaea* L. *O. europaea* var. *sylvestris* (Miller) Lehr. aparece en todo el SE peninsular ligada a los bosquetes costeros, mientras que *O. europaea* var. *europaea* L. presenta una distribución muy amplia, especialmente en algunas provincias andaluzas, como Jaén, Córdoba y Granada, donde ha sido cultivada desde muy antiguo. En la costa granadina aparecen ambas variedades aunque ocupan una extensión pequeña.



Descripción botánica: Los cultivados son árboles no muy elevados, de copa redondeada y tronco grueso, los silvestres son arbustos o árboles de menor tamaño, generalmente con ramillas rígidas y espinoscentes. Hojas persistentes, simples, opuestas, lanceoladas, coriáceas, de color verde-grisáceo por el haz y blanco-grisáceo por el envés. Flores hermafroditas o unisexuales, agrupadas en racimos axilares densos. Flores con dos envueltas periánticas; cáliz con 4 lóbulos poco marcados; corola blanca con 4 lóbulos más largos que el tubo; androceo con 2 estambres de filamentos cortos y anteras gruesas, insertos a la corola en su parte superior. Fruto en drupa.

Época de floración: Florece durante un periodo relativamente corto, desde finales de abril hasta junio.

Polinización: Anfífila (Entomófila/Anemófila).

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; elíptico en visión ecuatorial, subcircular-lobulado en visión polar; prolado-esferoidal o subprolado (P/E=1,05-1,31).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; P=20-27 μm ; E=19-31 μm .

APERTURAS: Polen trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, de 19 μm de longitud, estrechas, subterminales; endoaperturas de tipo poro, a veces poco visibles; membrana apertural psilada.

PAREDES: Exina de 2,0-2,5 μm de grosor, con sexina dos veces más gruesa que la nexina; intina engrosada en las aperturas formando un oncus. Téctum parcial, infratéctum con columelas simples.

ORNAMENTACIÓN: Reticulado, con lúmenes irregulares de 1,5-2,0 μm , tan anchos o más que los muros. Muros verrugosos.

Evolución estacional

El polen de olivo fue el segundo más abundante en la atmósfera de Motril, con el 16,09 % del polen total registrado. Los índices anuales fueron los segundos más elevados en 2003 y 2006, y los terceros, después de Cupressaceae, en 2004 y 2005. Sus valores oscilaron entre 6.640 granos en 2004 y 9.756 granos en 2005 (FIG. 48a), registrando un índice anual medio de 8.669 granos.

Este polen presentó un marcado carácter primaveral, registrándose en abril, mayo y junio el 97,09 % del polen de olivo (FIG. 48b). Los primeros recuentos significativos aparecieron en

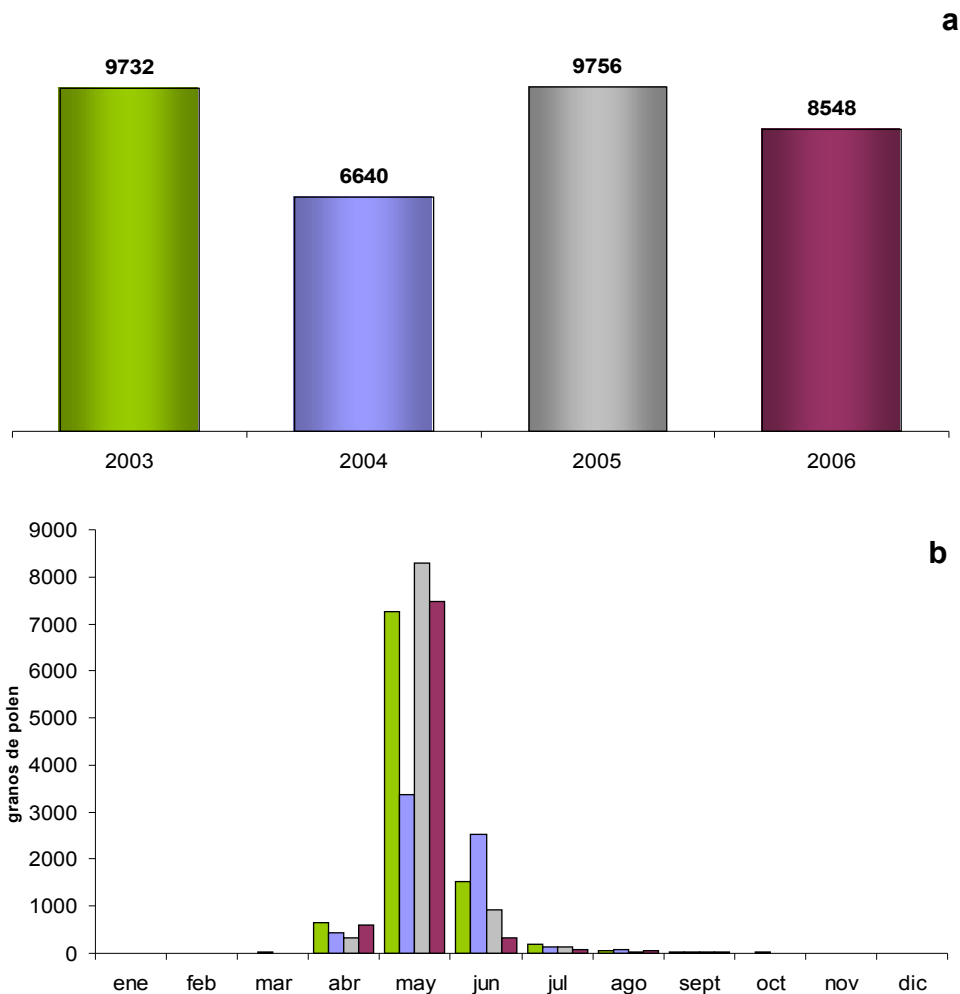


FIG. 48. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Olea* durante los años estudiados (2003-06).

abril, alcanzando en mayo (74,43 %) los valores más altos. Durante junio ya se detectó un descenso importante, registrándose niveles muy bajos durante julio, agosto y septiembre. Los máximos mensuales presentaron un valor medio de 7.671 granos con la excepción de 2004 que presentó el índice más bajo con sólo 3.377 granos. A pesar de su marcada estacionalidad este polen apareció todos los meses, si bien los recuentos fuera de primavera son tan bajos que sólo julio presenta valores mensuales superiores a 100 granos.

La distribución de las concentraciones diarias se caracterizó por una gran regularidad en la aparición de los primeros niveles consistentes a finales de abril, tras lo que se produjo un único pico a mediados de mayo con un valor promedio de 842 granos/m³. Posteriormente los niveles descendieron durante todo junio y los primeros días de julio; fuera de este periodo se detectó esporádicamente a lo largo de todo el año.

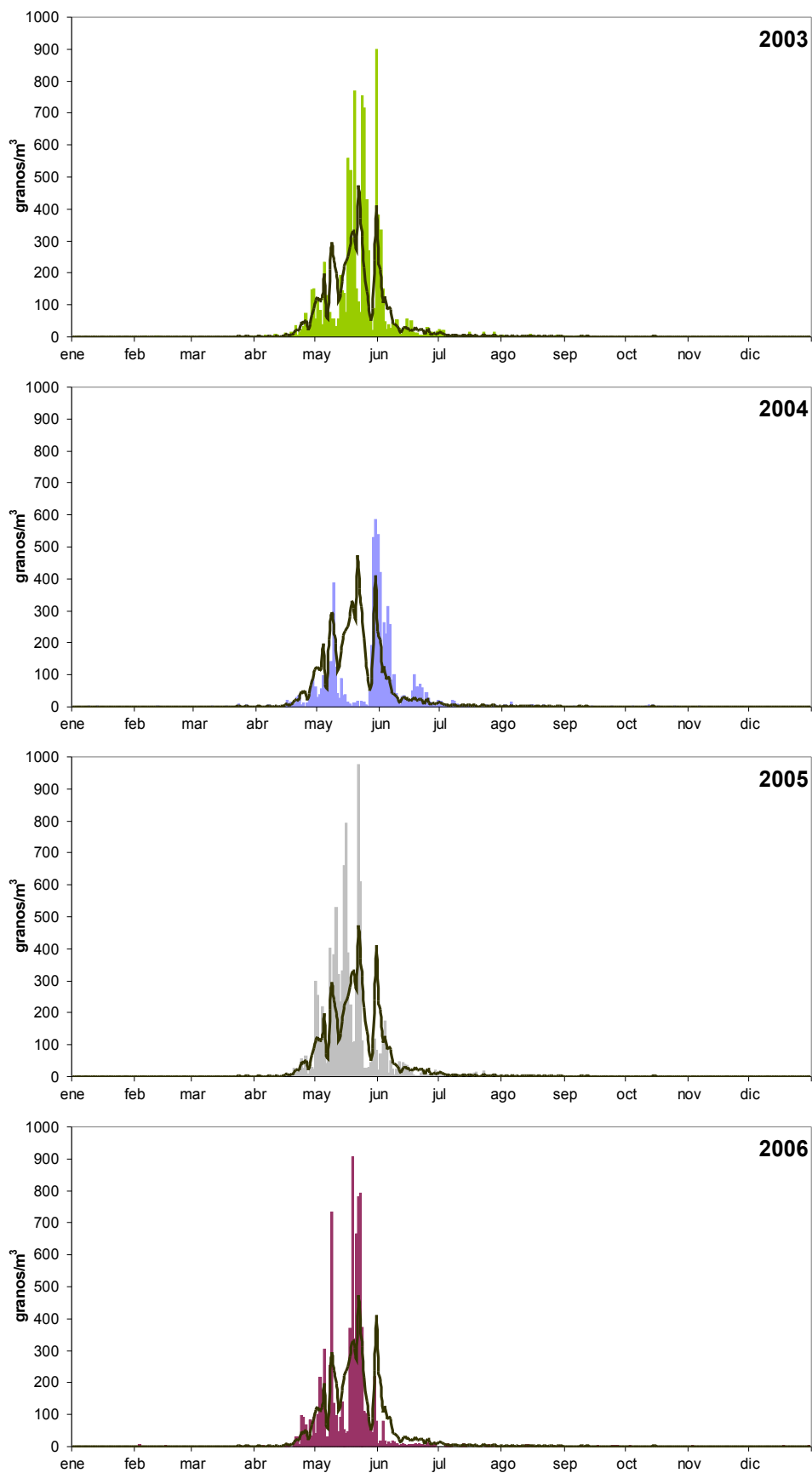


FIG. 49. Concentraciones medias diarias de *Olea* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

Al observar las gráficas de cada año (FIG. 49) observamos que 2003 presentó un comportamiento muy similar al promediado, si bien durante las primeras semanas de mayo los niveles se mantuvieron por debajo de 200 granos/m³, tras lo que ascendieron varias ocasiones por encima de 700 granos/m³, los últimos días de mayo se alcanzó el valor máximo de 898 granos/m³. En 2004 se produjo un descenso importante de los registros durante la segunda quincena de mayo, tras lo que tuvo lugar el pico más bajo del estudio con tan sólo 587 granos/m³. 2005 presentó un comportamiento muy similar al de 2003 y al promedio, si bien en el se registró la concentración diaria más elevada con 976 granos/m³, unos 8 días antes que en los años anteriores. Por último, en 2006 los registros cayeron justo antes del día pico (905 granos/m³) y otro tras el, con niveles muy bajos ya en junio.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

En la TABLA 30 se observa una gran regularidad del inicio del PPP de *Olea*, comenzando siempre alrededor del 24 de abril. Su duración media fue de unos dos meses, si bien en 2004 se alargó y en 2006 se acortó ligeramente. La concentración media durante este periodo osciló alrededor de 127 granos/m³ si bien en 2004 la falta de concentraciones tan elevadas como las del resto de años rebajó considerablemente este parámetro.

La duración de los periodos pre y postpico fueron muy similares entre si, de modo que los acortamientos del PPP afectaron a ambos por igual. La máxima diferencia la encontramos en 2005 en que el periodo prepico fue 10 días más corto que el postpico. La cantidad de polen registrada durante el primero es generalmente mayor que en el postpico, más del doble, si bien en 2004 y 2006 ocurrió lo contrario.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003	26/04/03	02/07/03	9.249	2 meses y 6 días	138	31/05/03	898	1 mes y 5 días	6.807	1 mes y 2 días	2.442
2004	22/04/04	13/07/04	6.309	2 meses y 21 días	77	30/05/04	587	1 mes y 8 días	2.554	1 mes y 14 días	3.755
2005	26/04/05	27/06/05	9.305	2 meses y 1 día	150	22/05/05	976	26 días	6.307	1 mes y 5 días	2.998
2006	24/04/06	20/06/06	8.211	1 mes y 26 días	144	19/05/06	905	25 días	3.406	1 mes y 1 día	4.805

TABLA 30. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Olea* durante el periodo de estudio (2003-06).

Variación intradiaria

El modelo promediado de variación intradiaria mostró niveles algo más elevados de *Olea* durante la noche, tras la cual se produjo un descenso, manteniéndose bajos durante todo el día y hasta la medianoche. La diferencia entre la hora de mayor carga polínica (7:00 horas con un 5,48 % del polen diario) y la mínima (18:00 horas con un 3,12 % del polen diario) fue tan sólo de un 2,4 %.

Los modelos de cada año han presentado ligeras diferencias (FIG. 50); durante 2003, 2005 y 2006 se apreció el mismo patrón que en el promediado, con algunas pequeñas variaciones horarias. Si bien en 2004 se observó un retraso importante en la ascenso nocturno de los niveles y un aumento del porcentaje entre las 20:00 y las 22:00 que no se detectó el resto de los años.

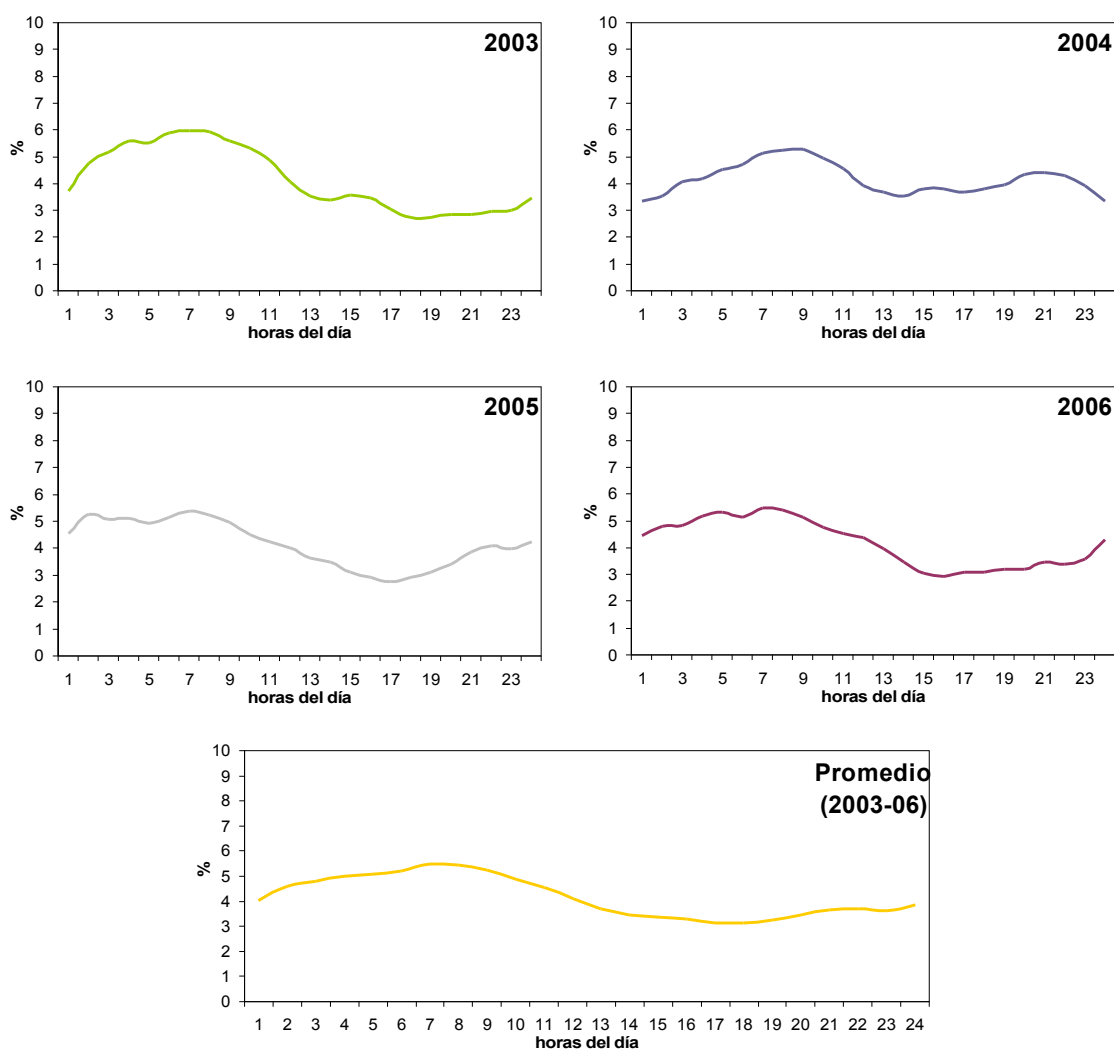


FIG. 50. Variaciones intradiarias de *Olea* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Al analizar el PPP completo sólo aparecieron correlaciones significativas con las temperaturas (ANEXO I), las cuales tuvieron un efecto negativo sobre los niveles de *Olea* en el aire. En 2004 aparecieron correlaciones con la dirección del viento, siendo negativas cuando éste procedía del segundo cuadrante y positivas cuando procedían del tercero. En 2005, tanto la velocidad del viento, como la dirección del cuarto cuadrante mostraron un efecto positivo; y en 2006 la radiación solar se mostró perjudicial para los niveles de *Olea*.

Al analizar el periodo prepico las correlaciones con las temperaturas desaparecieron, o incluso en 2003 se volvieron positivas. Y aunque no hubo correlaciones consistentes, que fueran significativas todos los años, si que se repiten algunas. Así ocurrió con la velocidad del viento (2005 y 2006) y los vientos procedentes del tercer y cuarto cuadrante (2004 y 2005) que mostraron signo positivo; los periodos de calma durante 2004, 2005 y 2006, y los vientos del primer y segundo cuadrante en 2004 fueron negativos.

Durante el postpico las correlaciones negativas con las temperaturas se vieron reforzadas, excepto en 2003, que incluso se redujeron ligeramente. Del resto de variables sólo la humedad relativa en 2003 mostró correlación con el polen de *Olea*, así como la velocidad máxima del viento y el viento del cuarto cuadrante durante 2005.

Los análisis de autocorrelación mostraron un número muy grande de retardos con efecto sobre las concentraciones de *Olea*, especialmente el día previo, tras el que se produjo un descenso escalonado con un periodo de 7 días. Al analizar las autocorrelaciones parciales se comprobó que efectivamente el día previo es el más decisivo, así como la presencia de autocorrelaciones negativas cada 7 días, responsables del descenso escalonado de las autocorrelaciones simples (FIG. 51).

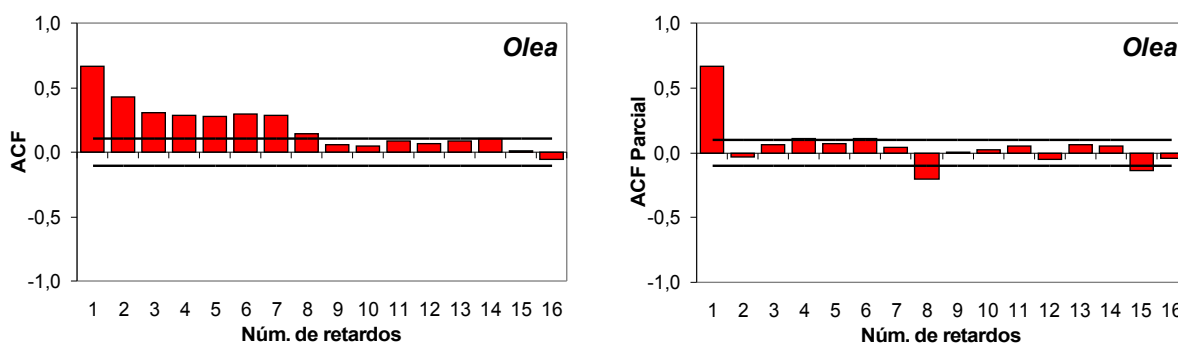


FIG. 51. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Olea* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

De las 16 variables consideradas, el análisis de regresión múltiple por pasos incluyó sólo dos: concentración del día previo y frecuencia del viento del primer cuadrante. Los parámetros de estimación de los dos modelos aparecen reflejados en la TABLA 31, en la que se observa como éstos consiguieron explicar un porcentaje muy similar de las concentraciones de *Olea*, aunque el mejor ajuste lo consigue el modelo de dos variables con un 44,1 %. Además, los resultados de la ANOVA muestran la mejoría de ambos modelos con un nivel de significación de 0,000.

<i>Modelo</i>	R^2	R^2 <i>corr.</i>	<i>Error típ.</i> <i>estimación</i>	<i>Estadísticos de cambio</i>		<i>ANOVA</i>	
				<i>Sig. cambio F</i>	<i>Cambio R²</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1 (a)	0,436	0,434	145,146	0,436	212,478	212,478	0,000
2 (a,b)	0,445	0,441	144,271	0,009	4,348	109,706	0,000

TABLA 31. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Olea*. (a) Ole_{t-1} ; (b) Fr1C.

Las ecuaciones de los distintos modelos considerados se muestra en la TABLA 32. En ella se puede ver que la concentración del día previo se introdujo con signo positivo, mientras que la frecuencia del viento presentó un efecto negativo, reduciendo los niveles de *Olea* en el aire.

<i>Modelo</i>	<i>Ecuación de regresión múltiple por pasos</i>
1	$Ole = 45,434 + 0,663 Ole_{t-1}$
2	$Ole = 64,856 + 0,665 Ole_{t-1} - 7,819 Fr1C$

TABLA 32. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Olea* (Ole).

Alergenicidad

La capacidad alérgica del polen de *Olea* L. ha sido ampliamente estudiada, ya que es la principal causa de alergia en el área mediterránea (D'Amato & Spieksma, 1992), mientras que en el norte y centro de Europa, donde su cultivo escasea, no posee una clínica relevante (D'Amato *et al.*, 1988).

La prevalencia de esta polinosis en el sur de Francia alcanza el 25 % de la población atópica (D'Amato & Liccardi, 1994), al igual que en Italia (Negrini *et al.*, 1992), mientras que en Grecia este valor oscila entre el 22,1 % y el 57,3%, dependiendo de la región (Papageorgiou, 1999).

En España, la incidencia de este polen también cambia en función del área geográfica. Así, mientras que en el norte varía entre el 2 % de Burgos (Carretero *et al.*, 2005) y el 25 % de A Coruña (Dopazo, 2001), estos valores aumentan conforme nos dirigimos al sur, alcanzando el 61 % en Madrid, 66 % en Badajoz, 77 % en Toledo y 85 % en Ciudad Real (Subiza *et al.*, 1998). En Andalucía la incidencia se acrecienta en provincias de tradición olivarera, de este modo en Jaén se supera el 97 %, en Sevilla el 90 % (Subiza *et al.*, *l.c.*) y en Córdoba el 72 % (Domínguez, 1995), mientras que en Málaga o Almería es algo inferior, 69 y 62 % respectivamente (Torrecillas *et al.*, 1998; Sabariego, 2003).

En Granada, la prevalencia supera el 77 %, y el 49 % en monosensibilizados, siendo por ello la primera causa de alergia en la provincia (De Linares, 2007). Además, es la tercera provincia española con mayor índice de polinosis al olivo. Este polen afecta principalmente a adultos de entre 16 y 25 años, aunque las monosensibilidades se producen más frecuentemente entre niños de 6 a 10 años. Los síntomas más habituales son el asma y la rinoconjuntivitis.

El polen de *Olea* L. presenta una compleja mezcla de proteínas donde se han detectado cerca de 20 bandas (Conde *et al.*, 2002). Hasta el momento se han aislado, purificado y caracterizado un total de 10 alérgenos diferentes, de los que Ole e 1 es considerado el alérgeno mayor (Lauzurica *et al.*, 1988). Su secuencia aminoacídica posee una alta homología con alérgenos (Lombardero *et al.*, 2002) de otras especies de los géneros *Ligustrum* L., *Fraxinus* Tourn ex L. y *Siringa* Mill., o con plantas taxonómicamente no relacionadas como *Plantago* L., *Chenopodium* L. o *Lolium* L.

Discusión

Los mayores niveles de polen de olivo aparecen en los países de clima mediterráneo, donde el cultivo de estas plantas está muy extendido, como España, Italia y Grecia (Negri *et al.*, 1992; Liccardi *et al.*, 1994; Syrigou *et al.*, 2003; Díaz de la Guardia *et al.*, 2003).

Aunque de polinización entomófila, las plantas de *O. europaea* producen una gran cantidad de flores, lo que unido a la facilidad de transporte de su polen, hace que allí donde se cultivan se alcancen elevadas concentraciones polínicas en el aire, como ocurre en el sur de la península Ibérica. Además, el polen de olivo puede viajar a distancias considerables apareciendo en lugares donde estas plantas no son frecuentes, en Almería (Sabariego, 2003) constituye incluso el tipo polínico más abundante.

En el norte de España, los niveles registrados son bajos y en algunos puntos ni siquiera se detecta (Dopazo *et al.*, 2002a; Vega Maray *et al.*, 2002a; b; Fernández Casado *et al.*, 2002; Bermejo & García, 2002; Belmonte & Roure, 2002d). La escasez de cultivos en el área de estudio hace que los niveles anuales en Motril sean inferiores a los de otras localidades con mayor tradición olivarera, como Granada o Córdoba, donde los duplican o triplican (De Linares, 2007; Alcázar *et al.*, 2002), o Jaén, donde llegan a ser 13 veces mayores (Ruiz *et al.*, 2002). Sin embargo, la amplia presencia de estas plantas en el Valle de Lecrín y en el interior de la provincia hace de este tipo polínico el segundo más abundante en la costa granadina.

Algunos autores, como Emberlin *et al.* (1990), Díaz de la Guardia *et al.* (*l.c.*) o Recio (1995), han descrito una alternancia en la producción de altas cantidades de polen y fruto. Este fenómeno se ha puesto de manifiesto también en estaciones cercanas a la nuestra, como Nerja (Docampo, 2008), y aunque en Motril se aprecia una tendencia similar, consideramos que las diferencias entre unos años y otros es demasiado baja.

Al igual que en Motril, Nerja presenta un periodo de actividad principal entre abril y junio con presencia de granos sueltos durante todo el año. En el norte de la Península, el periodo de polinación es más tardío, retrasándose hasta mayo (Vega Maray *et al.*, *l.c.*) y en otras zonas, como el centro de Italia, comienza incluso más tarde (Fornaciari *et al.*, 2000).

La floración progresiva que se produce desde las zonas de costa hasta las zonas de interior más elevadas hace que en las primeras, aunque con concentraciones de baja intensidad, el PPP se adelante con respecto a Granada o Jaén (Alba, 1997; Ruiz, 2001), sin embargo, debido a la

influencia de los olivares del interior sobre la aerobiología de la costa, la finalización del PPP se produce de forma simultánea en ambas zonas.

Parte del polen que se registra en la costa procede de los cultivos situados hacia el interior. En localidades donde los olivos crecen cerca de las estaciones de control aerobiológico, como Granada, Jaén o Córdoba, el patrón intradiario es completamente inverso al de Motril. Durante la noche las brisas que proceden de tierra adentro se desplazan hasta la costa cargadas de polen de olivo, registrándose a estas horas los mayores niveles de *Olea*. Este fenómeno también se observó en Nerja y Málaga (Docampo, *l.c.*; Trigo *et al.*, 1997) y en Almería se describió una variación intradiaria similar a la nuestra (Sabariago, 2003).

Las correlaciones registradas en Motril concuerdan con las del resto de localidades del sur de España (Díaz de la Guardia *et al.*, *l.c.*), en tanto que las correlaciones más consistentes son de signo negativo con las temperaturas; y nulas o positivas cuando se considera sólo el prepico. Docampo (*l.c.*), en su estudio sobre la costa malagueña, sugiere que el viento procedente del norte, y por tanto más frío, es el que aporta más polen de *Olea*, lo que explicaría el signo negativo de las correlaciones con las temperaturas. En Motril, los mayores aportes proceden del viento del noroeste y no del noreste, donde las barreras orográficas dificultan el paso de las masas de aire desde el interior, y prueba de ello es el signo con el que se ha incluido esta variable en el análisis de regresión múltiple.

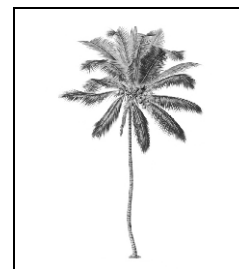
En todos los trabajos consultados las otras variables meteorológicas no son significativas o sus correlaciones son poco congruentes. Especialmente los vientos, ya que dependerán de la distribución de los cultivos en las proximidades del captador. Las autocorrelaciones también fueron similares a las obtenidas por otros autores (Docampo, *l.c.*; Ruiz, *l.c.*; Sabariago, *l.c.*).

Aunque se han realizado numerosos trabajos sobre modelos de pronóstico del polen de olivo (Frenguelli *et al.*, 1989; Recio *et al.*, 1997a; Galán *et al.*, 2001; Rodríguez Rajo *et al.*, 2004; Alba *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2006), en cada uno se ajustan y usan unos parámetros diferentes en función de las peculiaridades de la zona de estudio. En nuestro caso, la concentración del día anterior explica por si sola un 43,4 % de los casos, aunque la inclusión de la frecuencia del viento del primer cuadrante mejora de forma significativa el modelo, explicando conjuntamente el 44,1 %. El resto de variables meteorológicas no explican las variaciones que se producen en las concentraciones de olivo y por tanto no se incluyeron en los modelos propuestos.

5.2.1.7. Tipo polínico *Palmae*

Este tipo engloba el polen de la familia *Palmae* Juss., que presenta unas 3.400 especies distribuidas por las regiones ecuatoriales, tropicales y subtropicales, donde constituyen un elemento muy característico del paisaje. En Europa sólo hay una especie autóctona, *Chamaerops humilis* L., frecuente sobre suelos pobres y secos, preferentemente en exposiciones soleadas.

En el área de estudio, además de *Ch. humilis*, aparecen numerosas especies que se han introducido como elementos ornamentales, entre ellas cabe destacar: *Phoenix dactilifera* L., *Washingtonia filifera* Wendl., *Washingtonia robusta* Wendl., *Phoenix canariensis* Hort. Ex Chabaud. y *Trachycarpus fortunei* (Hook.) Wendl.



Descripción botánica: Plantas leñosas, perennes, generalmente no ramificadas. Hojas generalmente pinnatisectas o palmatisectas, pero a veces costapalmeadas o bipinnadas, grandes, siempreverdes, con vaina, típicamente agrupadas en un rosetón terminal. Inflorescencias simples (en espádice) o ramificadas (en régimen), generalmente axilares, provistas de una o varias espatas. Flores unisexuales o excepcionalmente hermafroditas, normalmente actinomorfas; perianto con 6 tépalos sepaloideos, dispuestos en 2 verticilos; androceo con un número variable de estambres, aunque frecuentemente con 6; gineceo súpero. Frutos en baya o en drupa.

Época de floración: La gran diversidad de especies que componen este tipo polínico hace que el periodo de floración comprenda prácticamente todo el año. La mayoría de las especies florecen desde marzo a mayo (*Chamaerops humilis* y *Phoenix dactilifera*), otras (*Washingtonia filifera* y *W. robusta*) a final de primavera o en los meses estivales (julio-agosto), y otras (*Phoenix canariensis*) se puede encontrar en floración desde el mes de marzo hasta noviembre.

Polinización: Anfilila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Heteropolar, con simetría bilateral; planoconvexo en visión ecuatorial, elíptico en visión polar; oblado o suboblado (P/E=0,59-0,80).

TAMAÑO: Mediano; P=16-22 μm ; E=22-25 μm .

APERTURAS: Monoanasulcado. Aperturas simples de tipo sulco, que recorren todo el polo.

PAREDES: Exina de 2 μm de grosor, sexina tan gruesa como la nexina. Téctum parcial, infratéctum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Perforado-reticulado. Con lúmenes de 0,5-1,0 μm y forma irregular; muros en general más gruesos.

Evolución estacional

El polen de *Palmae* presentó un índice anual medio de 346 granos, con una gran regularidad entre los registros anuales, que presentaron valores muy próximos al promedio (FIG. 52a). El año con el menor contenido fue 2005 con 327 granos, mientras que el máximo fue 2006 con 354 granos. Su aportación al espectro polínico fue del 0,64 %.

En la evolución de los índices mensuales observamos que este polen se registró a lo largo de todo el año con valores bajos. En marzo-abril se produce un ligero aumento, y en el mes de julio otro, registrándose en abril (2004) o julio (2003, 2005) los registros máximos (FIG. 52b).

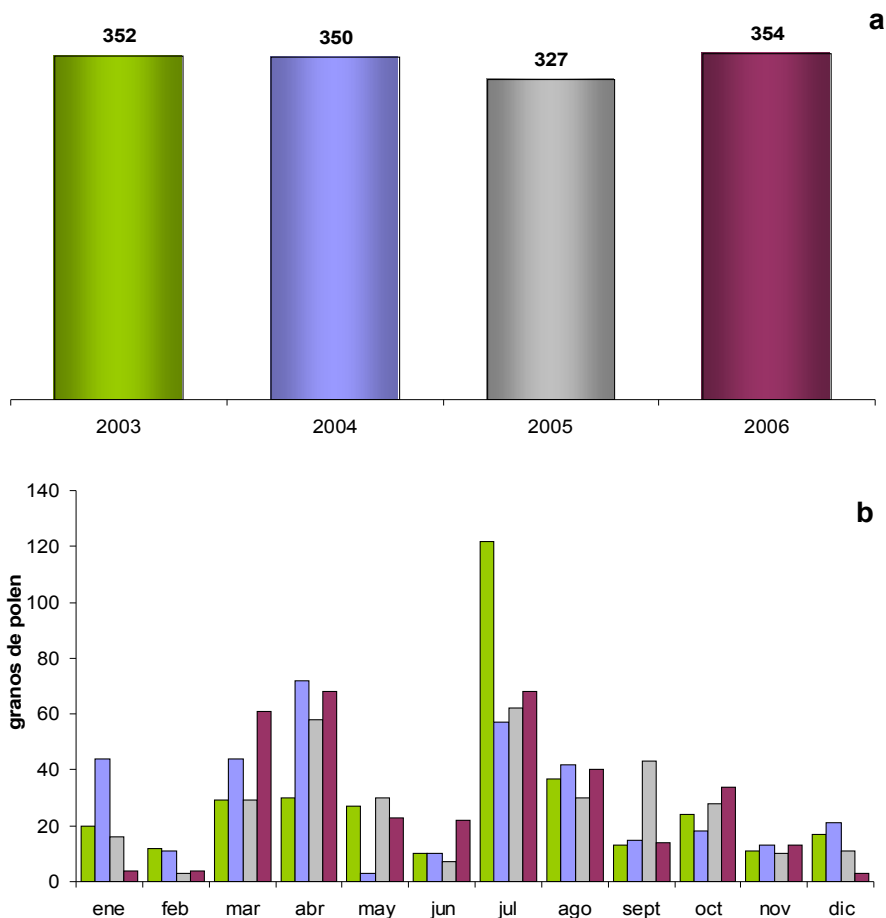


FIG. 52. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Palmae durante los años estudiados (2003-06).

En 2006 estos dos meses presentaron exactamente la misma cantidad de polen de Palmae. El registro más elevado fue el de julio de 2003 con 122 granos; los más bajos se registraron en febrero (2005), mayo (2004) y diciembre (2006) con 3 granos cada uno.

En la evolución de las concentraciones medias diarias se comprueba que este polen apareció de forma frecuente durante todo el año con concentraciones muy bajas (1-5 granos/m³), haciéndose más frecuente y aumentando las concentraciones durante dos periodos claros (FIG. 53), en marzo-abril y en julio-agosto. De forma general, en ambos periodos se registraron concentraciones superiores a 5 granos/m³, el de marzo-abril presentó una duración algo mayor, mientras que el de julio-agosto fue más corto pero con concentraciones más elevadas.

En las gráficas de los distintos años se observa que el patrón es el mismo aunque aparecen ligeras diferencias entre unos y otros. En 2003 el primer pico no se detectó apenas y se

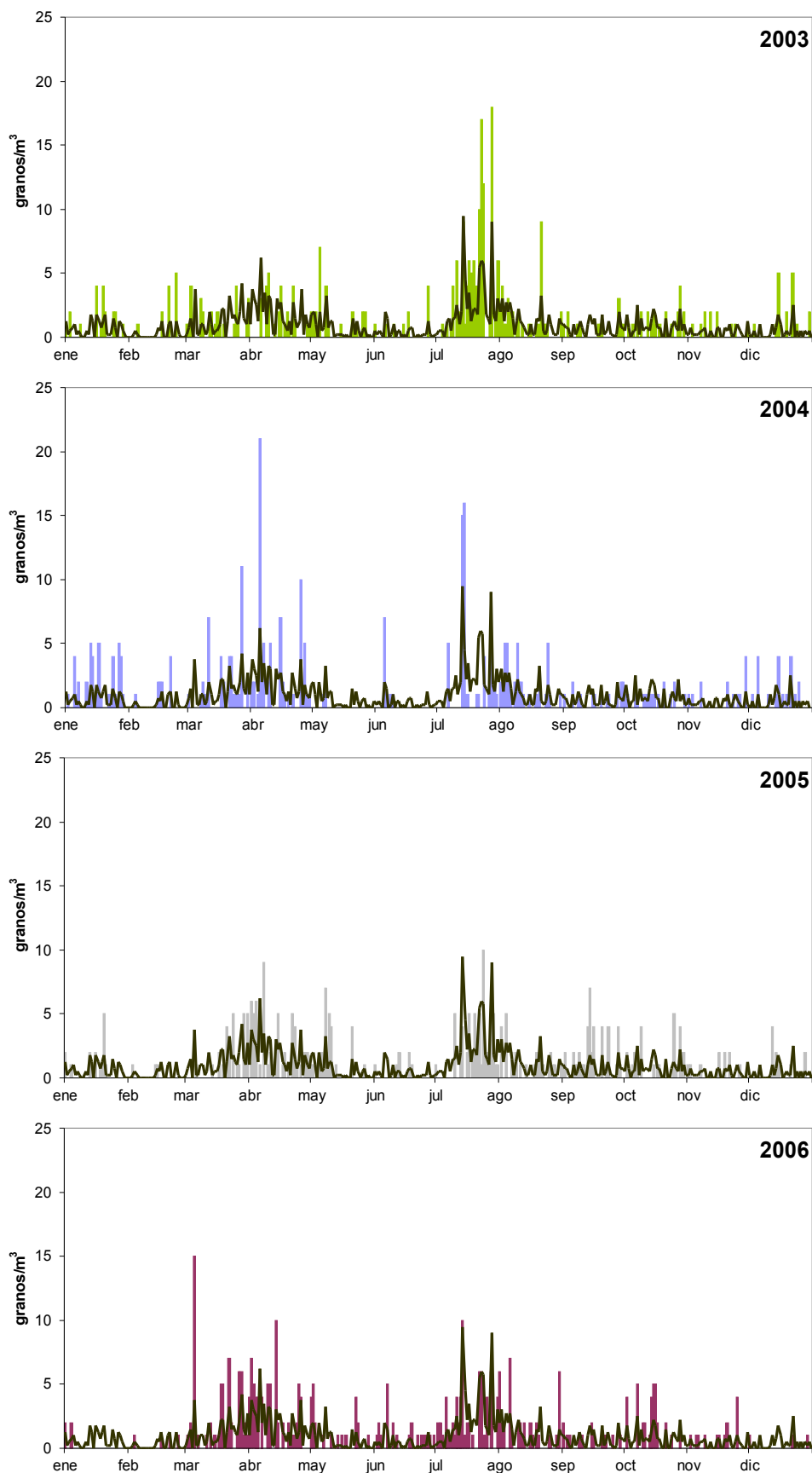


FIG. 53. Concentraciones medias diarias de Palmae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

alcanzaron los últimos días de julio las mayores concentraciones con 17 y 18 granos/m³. 2004 y 2006 presentaron una evolución de las concentraciones muy similar a la promediada pero alcanzando en el pico de primavera los registros más elevados, con 21 granos/m³. En 2005 los periodos de polinación establecidos fueron muy similares al promedio, pero las concentraciones registradas fueron más bajas, con picos máximos que ascendieron a tan sólo 9 y 10 granos/m³.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

En la TABLA 33 se observa como, debido a la presencia tan prolongada de este polen en la atmósfera, los PPP fueron extremadamente largos, de 8 meses y medio el más corto (2006) y 11 meses y 8 días el más largo (2004). Generalmente comenzó a mediados de enero y terminó a mediados de diciembre, excepto en 2006 que el inicio se retraso a principios de marzo y terminó a finales de noviembre.

Los periodos pre y postpico fueron muy variables, así en 2003 y 2005, que presentaron el pico máximo a finales de julio, el prepico duró más de 6 meses, mientras que en 2004 y 2006 fueron mucho más cortos, especialmente en 2006, ya que su pico se adelantó considerablemente y presentó un prepico de sólo 3 días.

Los postpico fueron algo más estables variando únicamente en función de la fecha del pico. En este sentido los años impares presentaron valores muy semejantes entre sí, al igual que los años pares. En los primeros la duración fue de 4 meses y 20 días aproximadamente y en los segundos fue de 8 meses y medio.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos	Fecha	granos	Duración	granos	Duración	granos
2003	18/01/03	19/12/03	334	11 meses y 1 día	1	28/07/03	18	6 meses y 10 días	216	4 meses y 22 días	118
2004	11/01/04	19/12/04	333	11 meses y 8 días	1	05/04/04	21	2 meses y 25 días	96	8 meses y 14 días	237
2005	18/01/05	12/12/05	308	10 meses y 25 días	1	24/07/05	10	6 meses y 6 días	169	4 meses y 19 días	139
2006	02/03/06	20/11/06	337	8 meses y 18 días	1	05/03/06	15	3 días	3	8 meses y 15 días	334

TABLA 33. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de Palmae durante el periodo de estudio (2003-06).

Variación intradiaria

En la gráfica de evolución intradiaria para el promedio de los cuatro años estudiados (FIG. 54) se observa que las concentraciones de *Palmae* aumentaron considerablemente entre las 9:00 y las 13:00 horas, pasando de un 2-3 % a casi el 8 % del polen diario.

Este incremento apareció siempre, aunque dependiendo del año, el pico máximo varió desde las 9:00 horas y un 9,8 % (2005) hasta las 13:00 horas (2004) y un 7,6 % (2006). De igual manera que en otros tipos polínicos, aparecieron frecuentes altibajos sin ningún patrón fijo que se repitiese en los distintos años. Los registros más bajos se produjeron siempre de noche, a las 23:00 horas en 2003, 1:00 horas en 2004 y 2006, y a las 4:00 horas en 2005.

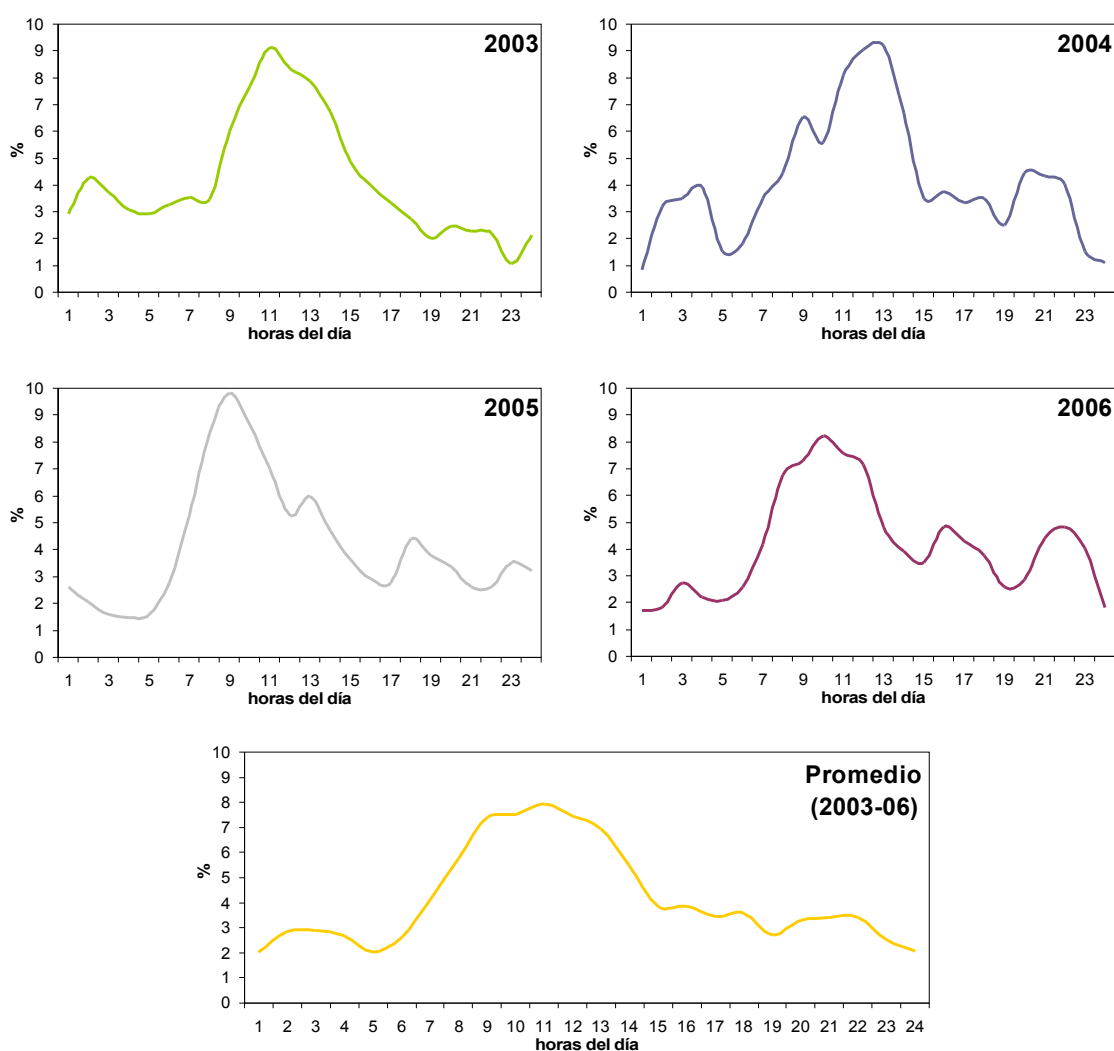


FIG. 54. Variaciones intradiarias de *Palmae* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Aparecieron muy pocas correlaciones entre las variables meteorológicas y las concentraciones de Palmae (ANEXO I), sólo algunas de forma aislada en años determinados, aunque no hubo grandes variaciones entre los periodos completos, los prepico y los postpico.

De forma general fueron significativas y positivas con las temperaturas (2003 y 2005), la radiación solar (2003, 2005 y 2006) y el viento del tercer cuadrante (2003). Las correlaciones de signo negativo que aparecieron fueron con la humedad relativa (2006) y el viento del primer cuadrante (2003 y 2005).

Durante el prepico las temperaturas se mostraron positivas (2004 y 2005), así como los vientos del cuarto cuadrante (2006), mientras que los vientos del primer cuadrante se mostraron negativos (2004) y los del tercer cuadrante fueron variables, positivos en 2004 y negativos en 2005.

Durante el postpico sólo aparecieron correlaciones positivas con las temperaturas (2003 y 2005) y la radiación solar (2003, 2005 y 2006), y negativas con la humedad relativa (2006). No hubo durante este periodo ninguna correlación significativa con los vientos.

Los análisis de autocorrelación mostraron un gran número de retardos significativos, aunque los coeficientes de todos ellos fueron muy bajos. El más alto fue el día previo, con apenas un 0,25 (FIG. 55). Al realizar los análisis de autocorrelación parcial sólo el día previo mantuvo la significación, al descender los coeficientes del resto de retardos.

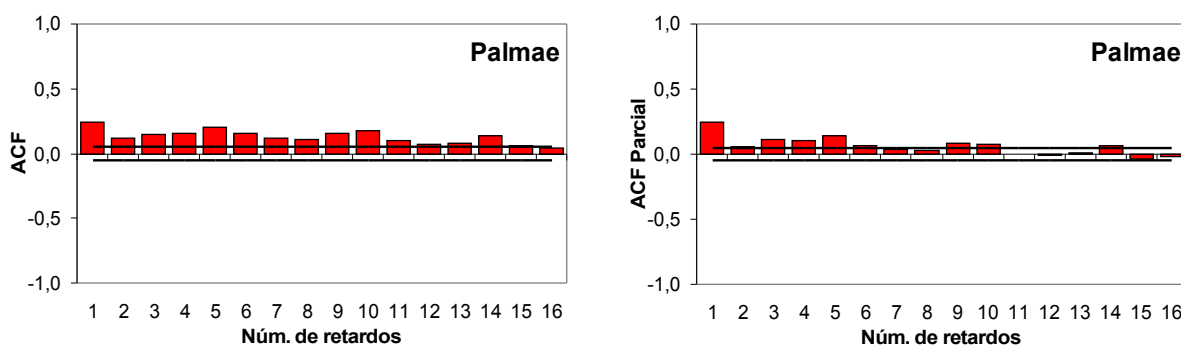


FIG. 55. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de Palmae a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

Los modelos de regresión obtenidos mostraron un ajuste muy bajo en todos los casos, explicando tan sólo el 8,3 % de la variabilidad de las concentraciones de Palmae. En la TABLA 34 se ve que las variables seleccionadas fueron la concentración de polen de Palmae del día anterior, la temperatura máxima, la frecuencia del viento del primer cuadrante y la temperatura media. Como ocurrió en todos los tipos polínicos la variable que mejor explicó los datos fue la concentración del día anterior, con un 6,9 % de la fiabilidad, mientras que el resto de variables independientes explicaron una proporción muy pequeña.

Modelo	R ²	R ² corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R ²	F	Sig.
1 (a)	0,069	0,069	1,893	0,069	89,283	89,283	0,000
2 (a,b)	0,077	0,075	1,886	0,008	9,981	49,966	0,000
3 (a,b,c)	0,081	0,079	1,882	0,004	5,191	35,158	0,000
4 (a,b,c,d)	0,086	0,083	1,878	0,005	6,677	28,163	0,000

TABLA 34. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico Palmae. (a) Pal_{t-1}; (b) Tmáx; (c) Fr1C; (d) Tmed.

En la TABLA 35 se muestran las fórmulas obtenidas para los distintos modelos. En ella se puede ver que la concentración previa y la temperatura máxima fueron incluidas con signo positivo, mientras que la frecuencia del viento del primer cuadrante y la temperatura media se incluyeron de forma negativa.

Modelo	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	Pal = 0,724 + 0,258 Pal _{t-1}
2	Pal = - 0,101 + 0,249 Pal _{t-1} + 0,035 Tmáx
3	Pal = 0,222 + 0,246 Pal _{t-1} + 0,027 Tmáx - 0,031 Fr1C
4	Pal = 0,011 + 0,244 Pal _{t-1} + 0,132 Tmáx - 0,036 Fr1C - 0,119 Tmed

TABLA 35. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de Palmae (Pal).

Alergenicidad

Chakraborty *et al.* (1996) han analizado el potencial alergénico de las proteínas polínicas de varias especies, aunque previamente otros autores, como Subba Reddi (1974), Sáenz (1978), Michel *et al.* (1978), Lewis *et al.* (1983), Singh (1987) y Blanco *et al.* (1995), ya habían descrito su alergenicidad. Según Radwan *et al.* (2006), este polen debe ser considerado como un importante alérgeno en aquellos países donde sus especies abundan.

En Arabia Saudí, el polen de *Phoenix dactylifera* ha sido citado como uno de los principales causantes de polinosis entre la población atópica (Harfi *et al.*, 1992). Kwaasi *et al.* (1992) encontraron un 25 % de pacientes que dieron positivo a los tests cutáneos realizados con extractos de polen de *P. dactylifera*. En la India, otro estudio llevado a cabo por Chakraborty *et al.* (1999) pone de manifiesto que el polen de algunas especies de palmera causa el 44 % de las sensibilizaciones.

En España, concretamente en Elche, también se han encontrado pacientes alérgicos a este polen, con un 5,6 % de positividades en las pruebas cutáneas (Fernández Sánchez *et al.*, 1998).

En Granada, no hay evidencias de polinosis causadas por este polen.

Kwaasi *et al.* (1994) sugieren que la alergenicidad de la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) varía incluso de unas variedades a otras, ya que ésta se encuentra determinada por la cantidad de alérgenos mayores que aparece en cada variedad. En los últimos años se han caracterizado algunos de los alérgenos mayores, como Pho d 2 (Asturias *et al.*, 2005) y se han establecido distintas reacciones cruzadas. Así, mediante inhibición RAST, se encontró una reacción importante entre el polen de *P. dactylifera* y *P. canariensis* (Blanco *et al.*, 1995), y más recientemente se ha establecido también la reacción cruzada entre *P. dactylifera* y *Chamaerops humilis* (Mistrello *et al.*, 2008).

Discusión

Este tipo polínico aparece sólo en zonas tropicales y templadas del planeta, donde las especies de esta familia se desarrollan de modo silvestre o son cultivadas como ornamentales, estando ausente completamente de las regiones frías. Aunque en los últimos años se ha descubierto su potencial alergénico, los estudios sobre su aerobiología son muy escasos, debido a las bajas concentraciones con las que normalmente se recoge.

Este polen sólo se detecta en parte de las localidades españolas, estando ausente en regiones como Galicia (Méndez *et al.*, 2002a), Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002), Extremadura (Paulino *et al.*, 2002), Asturias (Fernández Casado *et al.*, 2002) y León (Vega Maray *et al.*, 2002b); apareciendo generalmente en la costa mediterránea y de forma especial en Almería (Sabariego, 2003), donde registra los niveles más elevados de la Península y constituye el cuarto tipo polínico en abundancia. Los resultados obtenidos en Motril se mostraron ligeramente superiores a los de localidades próximas más occidentales como Nerja (Docampo, 2008) o Málaga (Recio, 1995); y mucho más elevadas que las de zonas del interior como Granada o Jaén donde este polen apenas se detecta. Por el contrario los niveles detectados en Murcia fueron muy similares.

El modo en que este polen apareció en Motril es similar al de Murcia (Moreno-Grau *et al.*, 2002), Almería (Sabariego, *l.c.*) o Nerja (Docampo, *l.c.*), apareciendo de forma eventual durante todo el año, con bajas concentración, y presentando varios picos máximos. En Almería y Murcia aparecen tres, ya que a finales de octubre se registran concentraciones elevadas, mientras que en Nerja aparece un sólo periodo de mayor actividad a finales de invierno, no registrándose el pico de verano.

Los valores de concentración que aparecen en Motril son muy similares a los de Murcia y Nerja, achacándose las diferencias en los valores anuales a la falta del pico de verano en ésta última. Sin embargo en Almería las concentraciones diarias que se registran son mucho más elevadas, con picos de hasta 130 granos/m³. La ausencia del pico de marzo-abril en 2003 se debió a las precipitaciones que se produjeron durante este periodo que impidieron que los niveles ascendieran.

Debido a su continua presencia en la atmósfera los periodos de polinación fueron muy largos, del mismo modo que ocurre en Almería o Málaga, que también presentaron una gran variabilidad interanual. Con respecto a los periodos pre y postpico también presentaron resultados similares, e incluso en Almería, en el año 2000, ocurrió lo mismo que en Motril en 2006, que al presentar el día pico en marzo-abril el periodo prepico se vio reducido a tan sólo tres días.

Sólo se ha encontrado información de la evolución intradiaria de este taxon en las ciudades de Almería (Sabariego, *l.c.*), Córdoba (Galán *et al.*, 1991) y Murcia (Munuera, 1999), encontrando en las dos primeras un patrón idéntico al de Motril, los cuales comparten incluso los porcentajes de cada franja horaria. En el caso de Murcia el patrón es similar si bien

el ascenso de las concentraciones se retrasa hasta las 11:00 horas y permanece hasta las 19:00 horas.

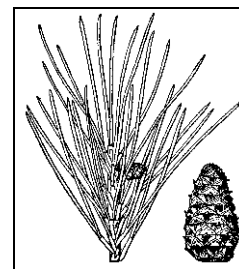
Los análisis de correlación mostraron unos resultados muy parecidos a los de Almería y Murcia, si bien en esta última las correlaciones con los vientos fueron más significativas y consistentes. En Almería, por el contrario, los vientos se mostraron, como en Motril, poco significativos. En términos generales, las temperaturas y la radiación solar favorecen la presencia de *Palmae* en la atmósfera, debido a su papel en la maduración de las flores y las anteras, mientras que la humedad relativa dificulta su liberación y favorece su aglutinación y depósito por lo que reduce su presencia. Los vientos de componente Oeste, procedentes de zonas más urbanizadas, aportan las mayores concentraciones de *Palmae*, mientras que los de componente Este las reducen, ya que estas zonas se encuentran menos palmeras.

Este tipo polínico es el que peores modelos de regresión ha obtenido ya que no llegan a explicar el 10 % de la variación. De nuevo la mayor proporción la consiguen explicar las concentraciones del día previo, seguida de la temperatura máxima, que presentó un efecto positivo sobre las concentraciones de *Palmae*, y la frecuencia del viento, que junto a la temperatura media, afectaron negativamente a este polen reduciendo sus niveles en el aire. En cualquier caso, las variables meteorológicas sólo mejoraron el modelo incluyendo matices sobre las predicciones establecidas con la concentración del día anterior. Al partir de un modelo inicial tan pobre estas modificaciones no consiguen mejorarlo como para obtener una fiabilidad de estimación útil y práctica.

5.2.1.8. Tipo polínico *Pinus*

Se incluye aquí al género *Pinus* L., además de otros géneros de la familia *Pinaceae* Spreng. ex F. Rudolphi (*Abies* Miller y *Picea* A. Dietr.). Los géneros incluidos se distribuyen fundamentalmente por el Hemisferio Norte, hasta las regiones subárticas.

Pinus L. es el más extendido en el área de estudio ya que *P. pinaster* Aiton y *P. halepensis* Miller se han utilizado en las repoblaciones forestales de las sierras cercanas. De forma natural aparecen *P. sylvestris* L. y *P. nigra* Arnold en Sierra Nevada. Distintas especies de los géneros *Abies* Miller y *Picea* A. Dietr. han sido utilizados como ornamentales en jardines y parques.



Descripción botánica: Árboles perennifolios, monoicos, resinosos. Con brotes largos (macroblastos) acompañados o no de otros de crecimiento limitado (braquiblastos). Hojas dispuestas en espiral o fasciculadas, aciculares o lineares. Conos con escamas en espiral; los masculinos, con 2 sacos polínicos por escama; los femeninos, con escamas libres de 2 tipos, unas estériles (tectrices) –a veces inconspicuas en la madurez– y otras fértiles (seminíferas) situadas en la axila de las primeras y con 2 rudimentos seminales en su cara interna. Fructificaciones leñosas (estróbilos o piñas).

Época de floración: La mayoría de las especies florecen desde principios de marzo hasta finales de mayo (*P. halepensis* Miller), aunque algunas especies prolongan su floración durante el mes de julio (*P. pinaster* Aiton).

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Heteropolar, con simetría bilateral; corpus-plano-convexo y sacos casi circulares en visión ecuatorial, corpus casi circular y sacos elípticos en visión polar; de peroblado a oblado-esferoidal ($P/E=0,41-0,95$).

TAMAÑO: Grande; $P=30-62 \mu\text{m}$; $E=56-81 \mu\text{m}$; sacos aeríferos de $14-38 \mu\text{m}$ de altura, $30-65 \mu\text{m}$ de profundidad y $46-78 \mu\text{m}$ de anchura.

APERTURAS: Polen analeptomado. Apertura de tipo leptoma.

PAREDES: Exina de $2-3 \mu\text{m}$ en el polo proximal, sexina dos veces más gruesa que la nexina. Tectum completo, ondulado en los sacos aeríferos, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Psilado-perforado en el polo distal del corpus y en los flotadores.

Evolución estacional

Pinus presentó un índice anual medio de 1.514 granos, lo que equivale al 2,81 % del espectro polínico de la costa de Granada. Los índices anuales mostraron valores muy parecidos entre si y al valor medio (FIG. 56a), teniendo lugar en 2006 el total anual más bajo, con 1.335 granos, y en 2005 el más alto, con 1.634 granos.

En 2004 el mayor índice mensual se registró en febrero, mientras que el resto de los años éste tuvo lugar en marzo. El mayor registro de todo el estudio se produjo en marzo de 2006 (FIG. 56b), contabilizándose un total de 856 granos. Durante los meses de abril, mayo y junio todavía se encontraron numerosos granos de *Pinus* en las muestras, a partir de julio y hasta

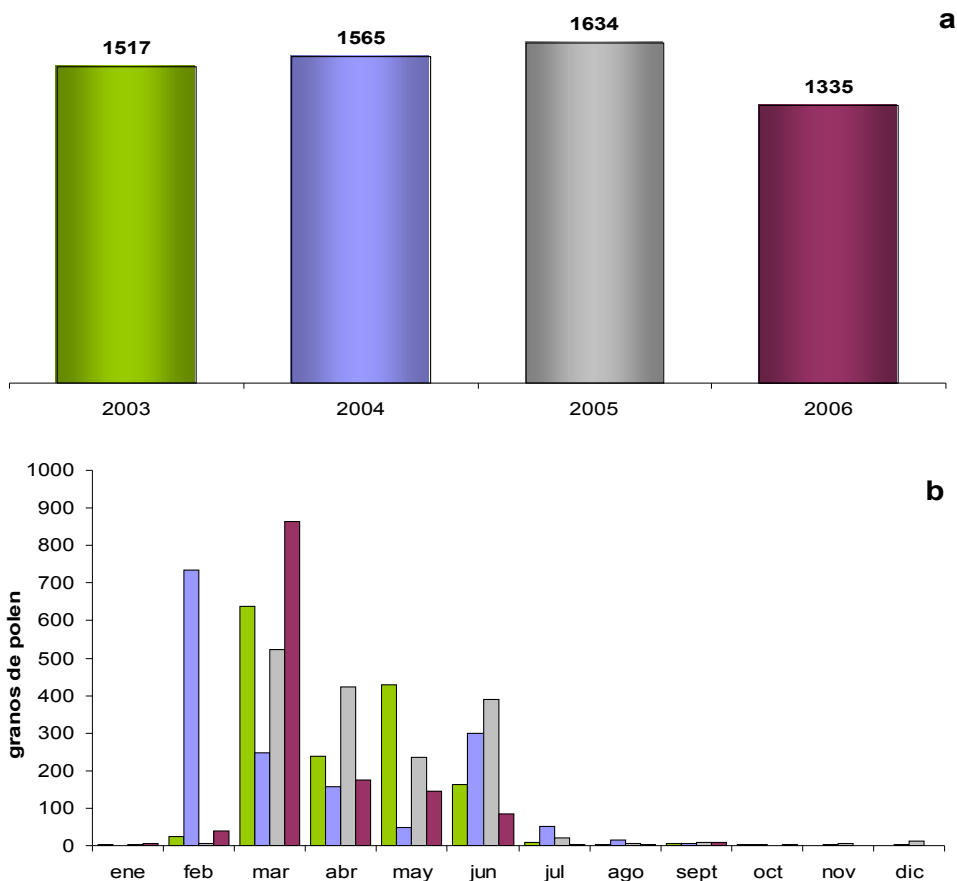


FIG. 56. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Pinus* durante los años estudiados (2003-06).

enero del año siguiente los niveles fueron muy bajos (menos del 0,5 % del polen de *Pinus* anual), detectándose de forma ocasional.

La evolución de las concentraciones diarias fue muy característica, tras registrarse los primeros granos a finales de febrero se produjo un brusco ascenso, alcanzando los registros más elevados en apenas unos días. Posteriormente encontramos un periodo largo (de dos a cuatro meses) en el que este polen apareció regularmente con una concentración media de 30 granos/m³. Posteriormente los niveles registraron un segundo pico, en el que no llegaron a niveles tan altos como el que dio comienzo a la estación polínica. Con este segundo pico se produjo el fin de la polinación de *Pinus*.

Las principales diferencias entre un año y otro las encontramos en la fecha de inicio de la estación polínica, y por tanto en la fecha del día pico (Fig. 57), así como en el valor de su concentración. La fecha de fin también fue variable, pero no tanto como el inicio, por lo que la duración de la estación se vio afectada principalmente por ésta última.

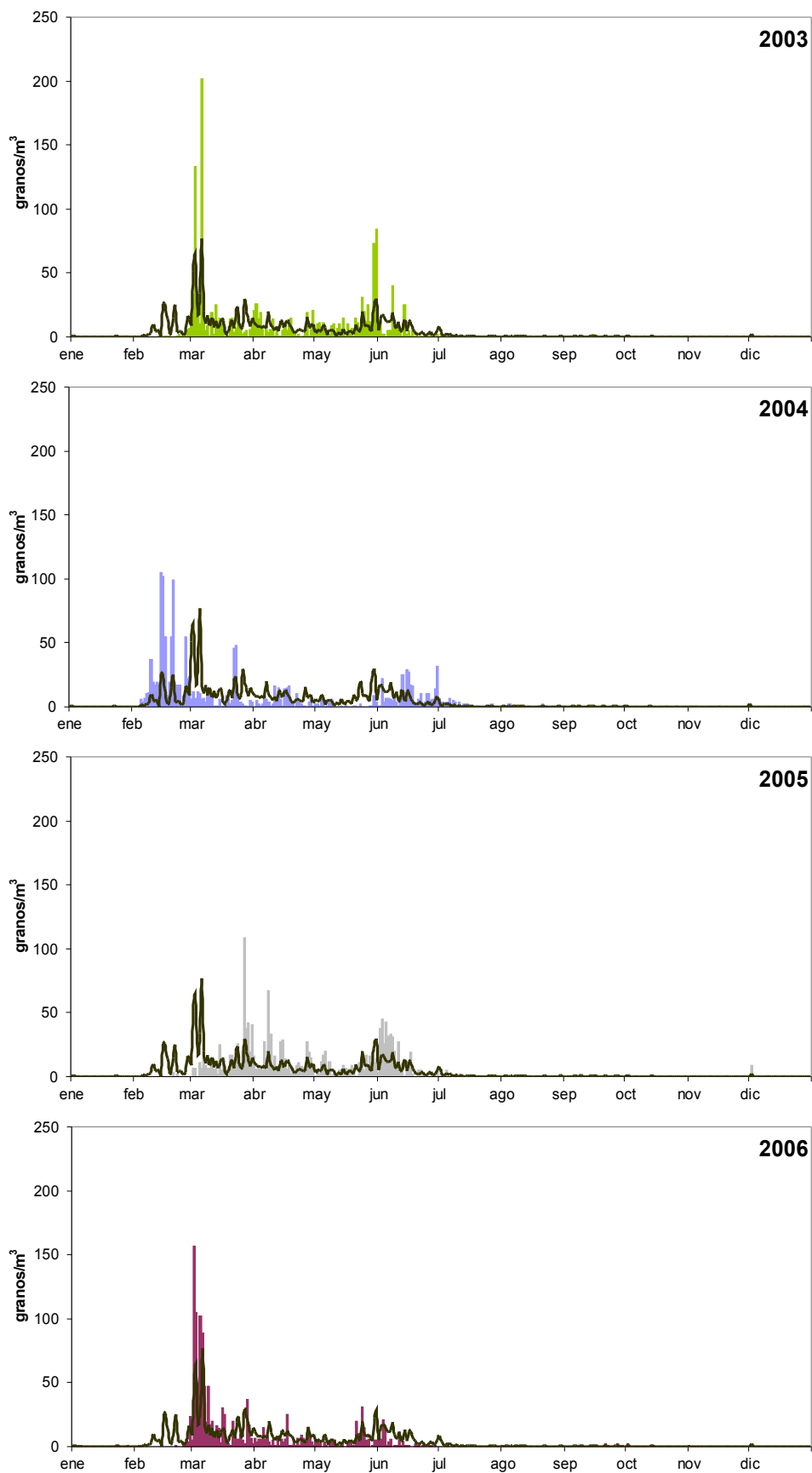


FIG. 57. Concentraciones medias diarias de *Pinus* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

Los años 2003 y 2006 presentaron periodos de polinación muy semejantes y a la vez muy parecidos al promedio, alcanzando los dos registros máximos de todo el estudio los primeros días de marzo (202 granos/m³ en 2003 y 157 granos/m³ en 2006). 2004 presentó el periodo de polinación más largo de todos, ya que comenzó a mediados de febrero y terminó a principios de julio. En 2005 la polinación de *Pinus* comenzó en marzo, al igual que en 2003 y 2006, sin embargo finalizó a principios de julio, con lo que la duración total fue algo mayor. Este año, además, tardó casi un mes en alcanzar el pico tras el inicio de la estación. Los picos de 2004 y 2005 presentaron valores muy parecidos con 105 y 109 granos/m³ respectivamente.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

En la TABLA 36 se puede ver que la duración del PPP varió entre los tres meses y medio de 2003 y 2006, y los 5 meses de 2004, aunque la concentración media durante todos ellos fue parecida. Como ya hemos indicado anteriormente, estas diferencias vienen determinadas por la fecha en la que este polen apareció en las muestras, ya que la fecha de fin se mostró mucho más estable.

Las fechas pico variaron considerablemente de un año a otro, y generalmente estuvieron muy próximas a la fecha de inicio del PPP, lo que determinó periodos prepico muy cortos, de 2 a 5 días, excepcionalmente 21 en 2005. De este modo, los periodos postpico fueron muy largos, registrando la mayor cantidad de polen.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003	02/03/03	18/06/03	1.441	3 meses y 16 días	13	06/03/03	202	4 días	209	3 meses y 12 días	1.232
2004	10/02/04	11/07/04	1.484	5 meses y 1 día	10	15/02/04	105	5 días	94	4 meses y 25 días	1.390
2005	06/03/05	08/07/05	1.559	4 meses y 2 días	13	27/03/05	109	21 días	249	3 meses y 12 días	1.310
2006	28/02/06	13/06/06	1.279	3 meses y 13 días	12	02/03/06	157	2 días	29	3 meses y 11 días	1.250

TABLA 36. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Pinus* durante el periodo de estudio (2003-06).

Variación intradiaria

En el modelo de variación intradiaria promedio (FIG. 58) se observó un incremento de los niveles de *Pinus* durante toda la noche (2:00-9:00 horas) y registros más bajos durante la tarde (16:00-20:00 horas), produciéndose periodos de transición a lo largo de la mañana (10:00-13:00 horas) y a última hora del día (22:00-24:00 horas). Aunque el patrón es muy claro, la diferencia entre la carga polínica de la noche y de la tarde fue baja, sólo un 3 %.

En los distintos años se observó el mismo comportamiento, aunque con pequeñas variaciones. En 2003 apareció un pico máximo (7 %) de madrugada (7:00 horas) y los porcentajes de la tarde fueron algo más bajos que en el promedio. El comportamiento intradiario de 2004 y 2005 fue muy parecido, con un pico a las 3:00 ó 4:00 horas; en 2006 las concentraciones se contuvieron durante las primeras horas de la noche, alcanzando el pico máximo (8 %) a las 10:00 horas.

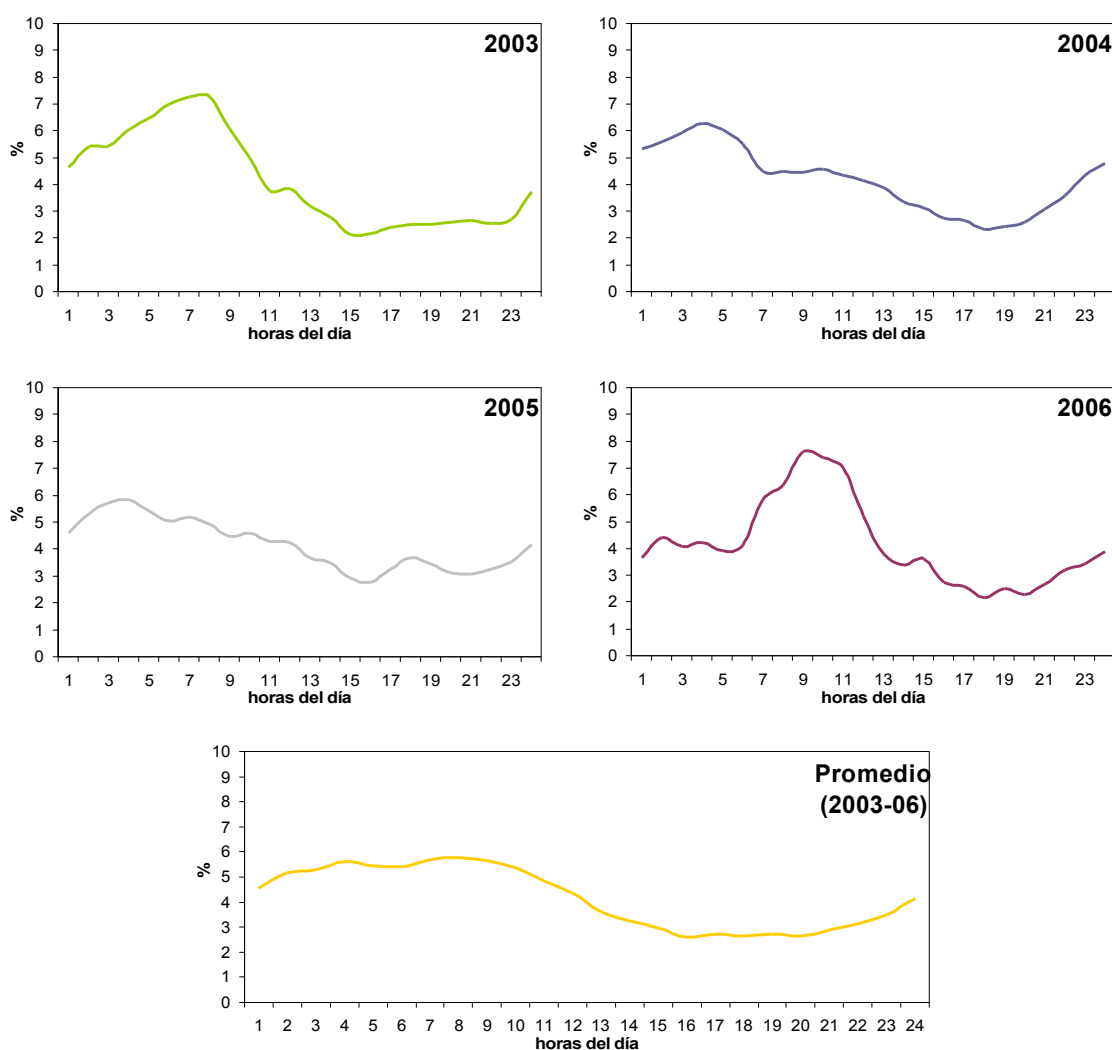


FIG. 58. Variaciones intradiarias de *Pinus* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Durante el PPP de *Pinus* no hubo ningún parámetro que presentara correlación durante todos los años estudiados, aunque la temperatura y la humedad relativa se mostraron perjudiciales para las concentraciones de este polen en tres de ellos (ANEXO I). La radiación solar también mostró correlaciones negativas, pero sólo en 2004 y 2005. De forma eventual aparecieron correlaciones positivas con la velocidad del viento y los vientos del cuarto cuadrante (2006), mientras que los vientos del segundo (2006) y tercer cuadrante (2004) afectaron de forma negativa (2006).

Durante los periodos prepico no aparecieron demasiadas correlaciones, volviéndose positivas las que aparecieron con la temperatura (2004, 2005 y 2006) y la radiación solar (2006). La velocidad del viento (2006) y la frecuencia de éste cuando procede del cuarto cuadrante se volvieron a mostrar positivas, mientras que el viento del sureste (segundo cuadrante) mantuvo las correlaciones negativas (2005 y 2006).

Durante los periodos postpico se repitieron exactamente las mismas correlaciones que se han descrito durante el PPP completo, ya que estos dos periodos son casi idénticos.

Las autocorrelaciones mostraron un descenso de los coeficientes muy rápido, lo que redujo el número de retardos con respecto a otros tipos polínicos como *Urticaceae* u *Olea*. Al considerar las autocorrelaciones parciales aparecieron sólo tres retardos significativos (FIG. 59), de los cuales la concentración de dos días antes mostró un coeficiente menor cerca del umbral de significación. De este modo, la concentración de uno y tres días antes fueron los retardos más importantes, por lo que se incluyeron en los análisis de regresión.

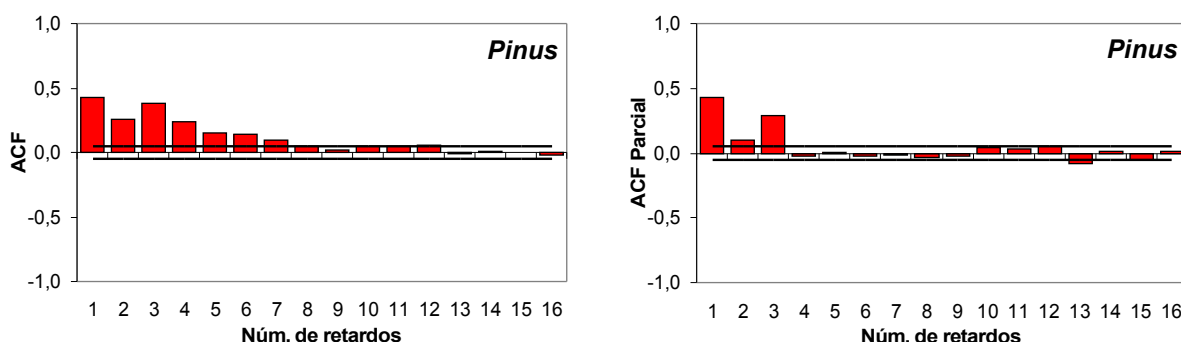


FIG. 59. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Pinus* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

El análisis de regresión múltiple por pasos proporcionó tres modelos diferentes, en los que se incluyeron las siguientes variables: concentración de uno y tres días previos, así como la frecuencia del viento procedente del cuarto cuadrante. Las concentraciones de los días anteriores fueron las variables que mayor porcentaje de variación explicaron, con un 19,6 % y un 9,6 % respectivamente, mientras que la frecuencia del viento del cuarto cuadrante explica un porcentaje inferior al 1 %. Sin embargo su inclusión está avalada por la probabilidad de F (0,000). En la TABLA 37 se observa que la fiabilidad final del modelo de tres variables fue muy baja, ya que sólo explica el 28,7 % de los datos.

<i>Modelo</i>	<i>R²</i>	<i>R² corr.</i>	<i>Error típ. estimación</i>	<i>Estadísticos de cambio</i>		<i>ANOVA</i>	
				<i>Sig. cambio F</i>	<i>Cambio R²</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1 (a)	0,198	0,196	19,169	0,198	124,763	124,763	0,000
2 (a,b)	0,295	0,292	17,992	0,097	69,400	105,514	0,000
3 (a,b,c)	0,301	0,297	17,924	0,007	4,831	72,487	0,000

TABLA 37. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Pinus*. (a) Pin_{t-1} ; (b) Pin_{t-3} ; (c) Fr4C.

En la TABLA 38, que recoge las expresiones de los tres modelos obtenidos, se observa que las variables fueron incluidas siempre con signo positivo, lo que indica un papel positivo de las concentraciones previas y del viento del cuarto cuadrante.

<i>Modelo</i>	<i>Ecuación de regresión múltiple por pasos</i>
1	$Pin = 6,400 + 0,479 Pin_{t-1}$
2	$Pin = 3,479 + 0,377 Pin_{t-1} + 0,345 Pin_{t-3}$
3	$Pin = 1,437 + 0,364 Pin_{t-1} + 0,340 Pin_{t-3} + 0,514 Fr4C$

TABLA 38. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Pinus* (Pin).

Alergenicidad

Diversos autores han propuesto que debe considerarse como un polen de baja capacidad alérgica, ya que su gran tamaño le impediría penetrar en el tracto respiratorio (Armentia *et al.*, 1990) y su bajo contenido proteico (Cornfold *et al.*, 1990) junto a su naturaleza hidrofóbica le dificultan disolverse en los tejidos (Harris & German, 1985). Sin embargo, Dankkaart *et al.* (1991) identificaron este polen en el tracto respiratorio y Accorsi *et al.* (1991) en las secreciones nasales y en los bronquios. A pesar de que se han citado casos de polinosis provocados por *Pinus* (Harris & German, *l.c.*; Geraldine & Freeman, 1993), el porcentaje de personas sensibilizadas suele ser muy bajo y generalmente aparecen en zonas con una gran densidad de árboles (García Ortega & Belmonte, 2002).

En el sur de Francia no se detectó ningún paciente con sensibilidad a este tipo polínico (Bousquet *et al.*, 1984) y en Turquía está catalogado como poco alérgico (Güvensen & Öztürk, 2002), ya que el número de sensibilizaciones es muy bajo a pesar de que en ambos países las concentraciones de *Pinus* registradas fueron elevadas.

En el norte de la península Ibérica, concretamente en Vigo, el polen de *Pinus* L. constituye el 19 % del total anual (Rodríguez Rajo *et al.*, 2004) mientras que sólo el 3 % de la población atópica presenta reacción a este polen (Belmonte *et al.*, 1998), apareciendo incluso algunos casos monosensibilizados (Marcos *et al.*, 2001). En Burgos, a pesar de ser el cuarto tipo polínico por orden de abundancia, con más del 10 % del contenido polínico anual, poco más del 3 % de los pacientes desarrollaron sensibilidad en las pruebas cutáneas (Carretero *et al.*, 2005). En Madrid, donde *Pinus* representa el 7 % del polen anual, el porcentaje de incidencia osciló entre el 2 % para extractos de *P. pinaster* Aiton, el 4 % para *P. halepensis* Mill. y *P. pinea* L., y el 7 % para *P. sylvestris* L. (Subiza *et al.*, 1995). En Murcia este polen es el responsable tan sólo del 1 % de las sensibilizaciones (Munuera & García, 2002).

En Granada, el análisis de la venta de vacunas antialérgicas mostró sólo un 0,05 % de prevalencia de *Pinus* en la población atópica (Díaz de la Guardia *et al.*, 1991).

Aunque existen evidencias de reactividad cruzada entre el polen de *Pinus radiata* D. Don y el de *Lolium perenne* L. (Cornfold *et al.*, 1990), su importancia clínica es completamente desconocida (Fountain & Cornfold, 1991).

Discusión

El polen de *Pinus* ha sido descrito como uno de los tipos polínicos más abundantes durante la primavera en distintos países de Europa (Jato *et al.*, 2000; Kasprzyk, 1999; Kapyla & Koivikko, 1975), India (Singh, 1983) o China (Li & Yao, 1990); y en menor medida también en Australia (Bass & Morgan, 1997), Nueva Zelanda (Fountain & Cornford, 1991) y Estados Unidos (Dvorin *et al.*, 2001).

Pinus es uno de los táxones mejor representados en la atmósfera de Vigo (Jato *et al.*, *l.c.*), donde constituye entre un 13 y un 21 % del espectro total. Allí sus concentraciones son de las más elevadas de España, sólo igualadas en Cataluña (Belmonte & Roure, 2002c; Belmonte *et al.*, 2002b). Las concentraciones detectadas en Motril fueron similares a las de puntos cercanos, como Granada (Alba, 1997), Almería (Sabariego, 2003) o Málaga (Recio *et al.*, 2002), sin embargo se mostraron muy inferiores a los de Nerja (Docampo, 2008), donde este polen es mucho más abundante y alcanza niveles similares a los del norte de la Península. Sin embargo los altos registros de Nerja están afectados por la proximidad de densos pinares a la estación de control aerobiológico (Docampo, *l.c.*).

Los periodos de polinación fueron similares a los descritos en las localidades anteriores, en la mayoría de las cuales también se registran dos picos, uno al inicio y otro al final de la estación. Las principales diferencias aparecen en la fecha de inicio y en la duración del PPP. En este sentido (Pessi & Pulkkinen, 1994) pusieron de manifiesto un gradiente latitudinal en el inicio de la floración de *P. sylvestris* que determina una diferencia de 24 días con respecto a puntos separados por 1.000 km de distancia en dirección norte-sur. Jato *et al.* (*l.c.*) sugieren que la duración de la polinación se debe a la participación de varias especies, con floraciones más o menos largas y solapadas. Así el pico de mayor intensidad que tiene lugar en marzo se debería a la floración de *P. halepensis* y *P. pinaster*, que se desarrollan en las sierras más próximas al captador, mientras que el pico de junio se debería a la floración de los ejemplares de estas mismas especies junto a los de *P. sylvestris* y *P. nigra* que se desarrollan a mayor altitud. Green *et al.*, (2003) pusieron de manifiesto una fuerte relación entre la longitud de la estación y la temperatura máxima, con periodos más largos cuando ésta es inferior a 21,6 °C, lo que justificaría el retraso en la fecha de fin de su polinación en 2004.

Si tenemos en cuenta la longitud del PPP y la rapidez con la que aparecieron los picos obtenemos unos periodos prepico muy cortos y unos postpico extremadamente largos, al igual que ocurre en casi todas las localidades anteriormente citadas.

La variación intradiaria de Motril fue similar a la descrita en Almería (Sabariego, *l.c.*), sin embargo difiere notablemente de las de Nerja (Docampo, *l.c.*), Málaga (Recio, 1995) o Granada (Alba, *l.c.*). En éstas últimas los mayores registros se producen durante el día, con un pico máximo entre las 12:00 y las 14:00 horas, que puede llegar hasta el 25% del polen diario en el caso de Nerja. El motivo principal del patrón de la costa granadina es la distribución de los pinares en el área de estudio, junto al efecto de los vientos locales, ya que todas las poblaciones de pinos que aparecen se encuentran al norte del captador, por lo que los vientos nocturnos que traen el aire de tierra firme son los que aportan la mayor cantidad de polen de *Pinus* a la atmósfera.

En este sentido las correlaciones establecidas con los vientos, aunque poco significativas indican un efecto favorable de los vientos de componente norte y uno negativo de los de componente sur, lo que corrobora el comportamiento de los datos intradiarios. Con respecto al resto de variables llama la atención el signo negativo de las temperaturas durante el PPP, lo que se justifica debido al peculiar comportamiento de este tipo polínico con un periodo postpico que ocupa la práctica totalidad del periodo de polinación. El resto de las correlaciones fueron similares a las encontradas en otros estudios (Jato *et al.*, *l.c.*; Docampo, *l.c.*). Las altas correlaciones que aparecieron durante los prepicos no deben de tenerse en cuenta ya que la corta duración de estos periodos hicieron que se incluyeran pocos datos en los análisis, por lo que su fiabilidad es muy reducida.

Los modelos obtenidos tras el análisis de regresión múltiple explican una proporción muy baja de la variación de *Pinus*, no llegando a un 30 % en el mejor de los casos. La concentración del día anterior predice por si sola un 19,6 %, mientras que la inclusión de la concentración de tres días antes supone una mejora sustancial, explicando entre las dos el 29,2 % de los datos. La incorporación de la frecuencia del viento del cuarto cuadrante mejora significativamente el modelo, aunque sólo explicó un 0,5 % de la varianza. Todas las variables se incluyeron con signo positivo, lo que refuerza la hipótesis del efecto positivo de los vientos del norte sobre las concentraciones de *Pinus* en el aire del litoral.

5.2.1.9. Tipo polínico *Plantago*

Éste comprende al género *Plantago* L. (familia *Plantaginaceae* Juss.), que con cerca de 200 especies se distribuye de forma cosmopolita por todo el planeta, aunque está representado especialmente en las zonas templadas y en las altas montañas intertropicales.

En el área de estudio encontramos con facilidad las especies *P. major* L., *P. lanceolata* L., *P. lagopus* L. y *P. coronopus* L., las cuales poseen un comportamiento ruderal-arvense. Se desarrollan, por tanto, con facilidad en pastizales, bordes de caminos, baldíos, cultivos y otros lugares nitrificados.



Descripción botánica: Hierbas perennes, a veces anuales, o matas algo lignificadas, en general acaules o subacaules. Hojas alternas, generalmente en roseta basal, más raramente opuestas o verticiladas, simples, pecioladas, sin estípulas. Inflorescencia por lo común en espiga, axilar, a veces con flores solitarias. Flores generalmente hermafroditas, por excepción unisexuales, actinomorfas, tetrámeras, bracteadas. Cáliz con sépalos soldados, persistente. Corola con pétalos soldados, tubulosa, escariosa, persistente. Androceo con (3)4 estambres alternipétalos, soldados al tubo de la corola, exertos. Gineceo bicarpelar, sincárpico; ovario súpero. Fruto en pixidio, por excepción en aquenio.

Época de floración: Las especies de *Plantago* L. poseen un periodo de floración relativamente amplio, que se desarrolla desde principios de primavera hasta finales de verano (marzo a junio).

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Apolar, con simetría radial; circular en visión ecuatorial y polar; esferoidal ($P/E=1$).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; $D=19-35 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Pantoporado. Aperturas simples de tipo poro, de 4 a 14 en número y $3-4 \mu\text{m}$ de diámetro, con un anillo formado por engrosamiento de la nexina.

PAREDES: Exina de $2 \mu\text{m}$ de grosor, con sexina más gruesa que la nexina. Téctum completo, infratéctum columelado, con columelas delgadas y cortas.

ORNAMENTACIÓN: Generalmente con gránulos más densos en la proximidad de las aperturas, resultando el polen escábrido.

Evolución estacional

El polen de *Plantago* representó un 0,56 % del espectro polínico total durante el periodo estudiado y su índice anual medio fue de 303 granos. Los valores anuales en 2003, 2004 y 2006 fueron ligeramente superiores al valor promedio (Fig. 60a), con el máximo en 2003 (355 granos), mientras que 2005 presentó el total más bajo con sólo 204 granos.

La presencia intranual de este polen se limitó a los meses de marzo a julio (Fig. 60b), si bien algunos años presentaron registros muy bajos durante febrero (2003 y 2004), agosto (2006) y septiembre (2003), fuera de este periodo los registros fueron completamente nulos. Los valores máximos variaron de unos años a otros, así en 2003 y 2004 se detectaron en

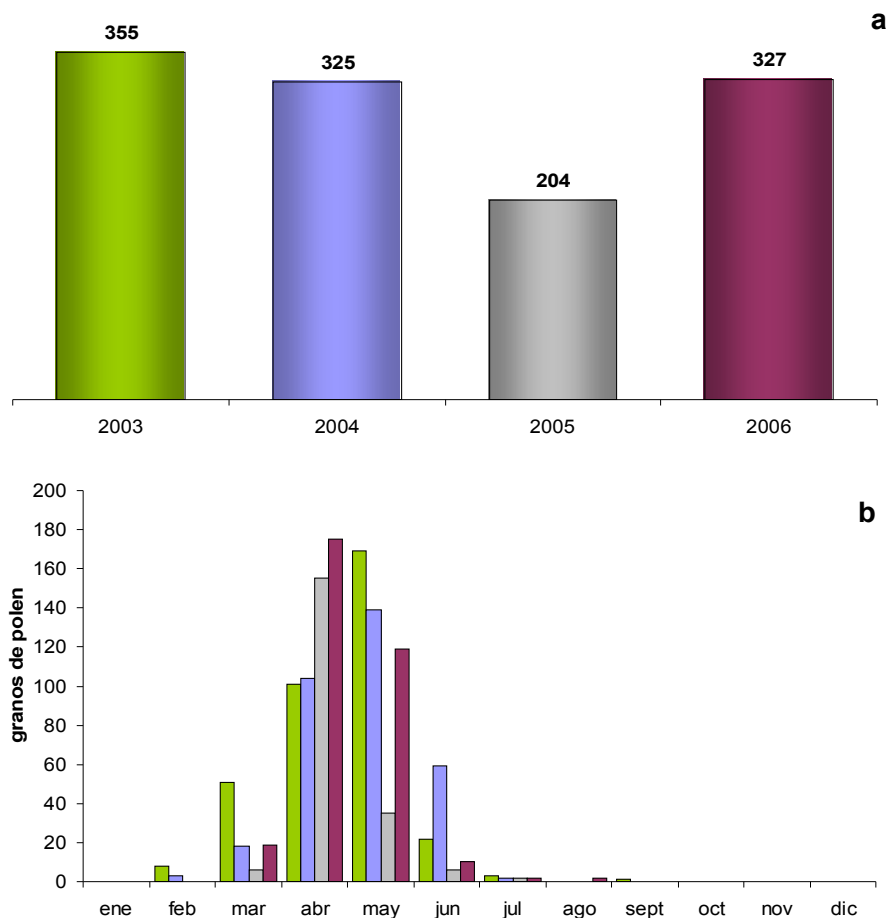


FIG. 60. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Plantago* durante los años estudiados (2003-06).

mayo, mientras que en 2005 y 2006 tuvieron lugar en abril. El mayor recuento mensual fue el de abril de 2006 con 175 granos. En marzo y junio se detectaron niveles de consideración, y en julio fueron muy bajos aunque durante este mes apareció polen de *Plantago* todos los años.

La evolución estacional de las concentraciones diarias de *Plantago* se caracterizó por la aparición de los primeros granos durante marzo, aunque a finales de febrero se detectaron esporádicamente, alcanzando un pico local a principios de abril, tras este pequeño máximo los niveles siguieron ascendiendo para alcanzar el pico absoluto a finales de mes (FIG. 61). Durante mayo y junio los registros descendieron, siendo muy baja su presencia en julio.

Las concentraciones diarias fueron ligeramente más elevadas en 2003 y 2004, que en los dos últimos años de estudio. Este polen, presentó en 2003 un periodo de polinación con tres picos locales diferentes, uno en abril, otro a principios de mayo y otro a mediados, registrando éste último el máximo anual con 24 granos/m³. En 2004, la evolución fue similar si bien se

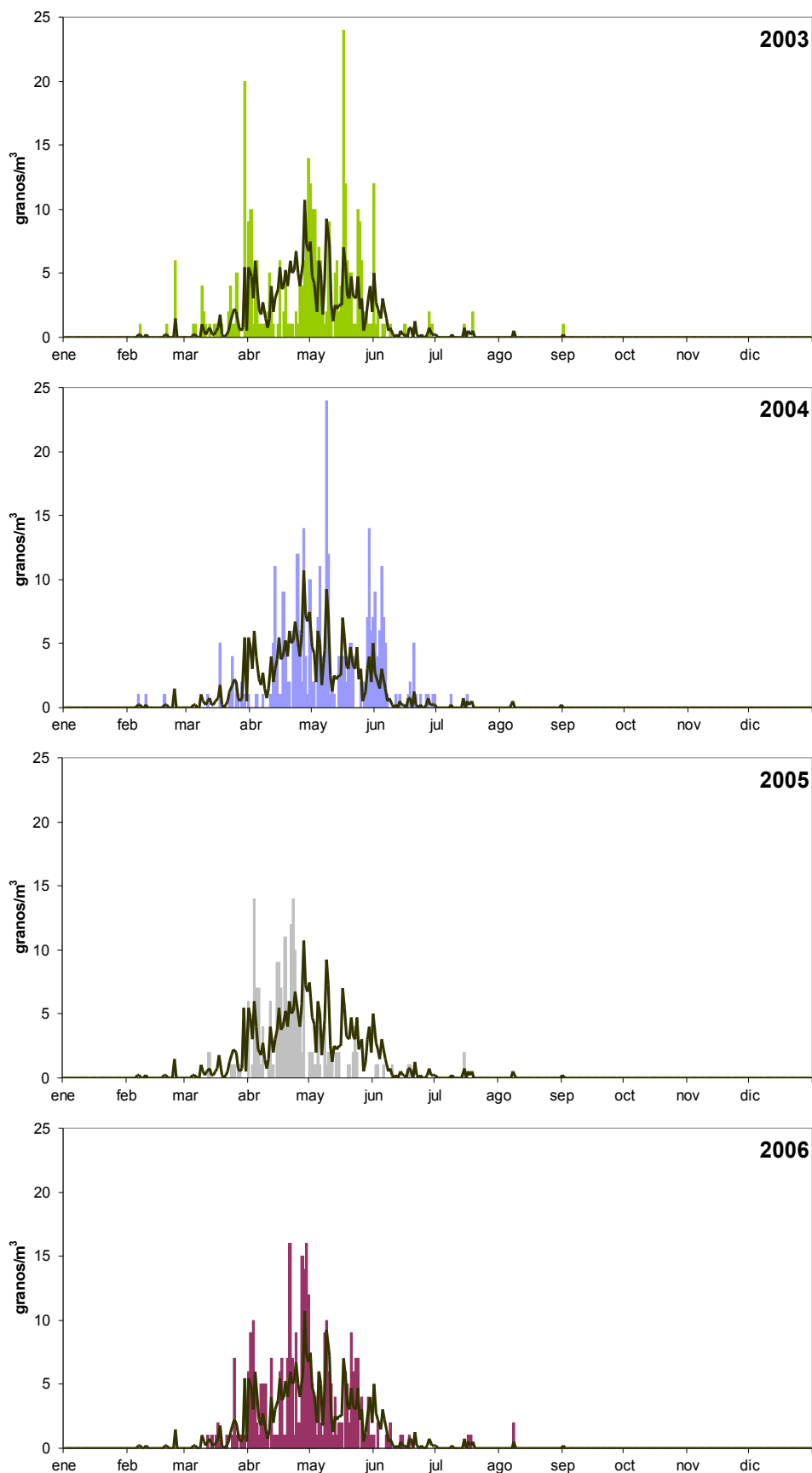


FIG. 61. Concentraciones medias diarias de *Plantago* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

retrasó ligeramente no apareciendo el pico de marzo y alcanzando los primeros días de mayo el máximo anual con 24 granos/m³. 2005 y 2006 presentaron una distribución de las concentraciones muy similar, con un primer pico a principios de abril y el segundo a finales, ambos años presentaron valores máximos parecidos, con 14 y 16 granos/m³ respectivamente.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

En la TABLA 39 se observa que los PPP presentaron cierta regularidad en cuanto a las fechas de inicio y fin, ya que todos comenzaron en marzo y terminaron en abril. En las fechas de inicio hubo una variación total de 23 días, desde el 5 de marzo en 2003 hasta el 28 de marzo en 2005, mientras que las fechas de fin presentaron una variabilidad menor (14 días), desde el 6 de junio de 2006 hasta el 20 de junio en 2005. Como estas variaciones no se produjeron de forma simultánea en ambas fechas, si no que variaron independientemente, la duración osciló entre los 2 meses y 9 días de 2005 y los 3 meses y 4 días de 2003.

Los periodos prepico fueron muy variables, desde los 26 días de duración de 2005 hasta los 2 meses y 12 días de 2003. La cantidad de polen registrada durante cada uno de los periodos varió de acuerdo a la duración, de modo que el mayor registro lo presentó 2003 con 236 granos y el más bajo 2005 con 112 granos.

Los periodos postpico fueron bastante más estables, con una duración promedio de un mes y 12 días, aunque, excepcionalmente, en 2003 duro mucho menos. Las cantidades registradas durante este periodo también variaron de forma importante entre los 81 granos de 2005 y los 157 de 2004.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003	05/03/03	09/06/03	338	3 meses y 4 días	4	17/05/03	24	2 meses y 12 días	236	23 días	102
2004	17/03/04	20/06/04	308	3 meses y 3 días	3	08/05/04	24	1 mes y 22 días	151	1 mes y 12 días	157
2005	28/03/05	06/06/05	193	2 meses y 9 días	3	04/04/05 23/04/05*	14	26 días	112	1 mes y 14 días	81
2006	25/03/06	09/06/06	310	2 meses y 15 días	4	21/04/06 29/04/06*	16	1 mes y 4 días	158	1 mes y 11 días	152

TABLA 39. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Plantago* durante el periodo de estudio (2003-06). * fecha pico utilizada en la determinación de los periodos pre y postpico.

Variación intradiaria

El patrón de distribución intradiaria promediado para el periodo de estudio (FIG. 62) fue muy homogéneo a lo largo del día, oscilando entre el 4 y el 5 % del polen diario.

Al analizar el patrón obtenido para cada año se observa que son diferentes unos de otros. Así, en 2003 apareció un pequeño pico a las 11:00 horas del 7 %, mientras que durante la noche se registraron las menores cantidades con el 3-4 % del polen diario. 2004, 2005 y 2006 presentaron un comportamiento muy irregular con constantes subidas y bajadas, en las que se registran máximos de 7 % y mínimos del 3 %. Las horas a las que se producen los distintos picos variaron considerablemente de un año a otro. En 2004 aparecieron a las 5:00 y a las 17:00 horas; en 2005 a las 2:00 y a las 13:00 horas; mientras que en 2006 aparecieron a las 2:00, a las 7:00 y las 15:00 horas.

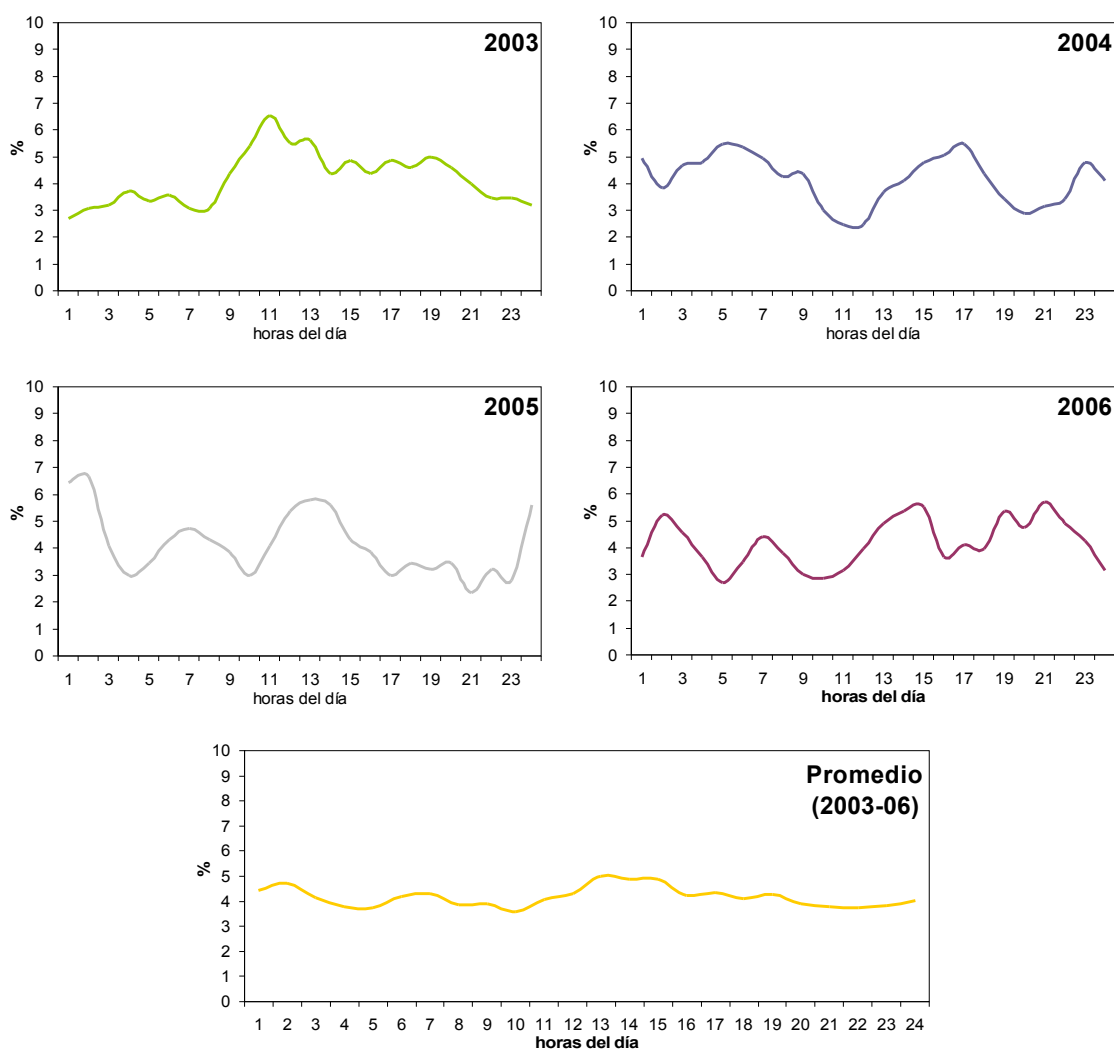


FIG. 62. Variaciones intradiarias de *Plantago* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Las correlaciones de las variables meteorológicas con las concentraciones de polen de *Plantago* fueron escasas, generalmente con una significación débil e incluso algunas poco coherentes (ANEXO I).

Durante el PPP completo sólo presentaron correlación positivas las temperaturas en 2003, mientras que éstas fueron negativas en 2005. La radiación solar (2003-04), el viento del tercer cuadrante (2003), las precipitaciones (2003-04), la humedad relativa (2004) y los vientos del primer cuadrante (2003 y 2005) mostraron correlaciones de signo negativo.

Durante el periodo prepico las temperaturas se mostraron positivas todos los años, excepto 2005 que no mostraron significación alguna, al igual que la radiación solar (2003-04) y el viento del tercer cuadrante (2003). Por su parte, las lluvias siguieron siendo negativas en 2003 y 2004, así como la humedad relativa en 2004 y los vientos del primer cuadrante en 2003.

Los periodos postpico no manifestaron correlaciones apenas, sólo negativas con las temperaturas y los vientos del primer cuadrante en 2005, con la humedad relativa mínima en 2003; y una correlación positiva con la humedad relativa máxima durante 2006.

Las autocorrelaciones mostraron un número bajo de retardos con efecto significativo sobre las concentraciones de *Plantago*, tan sólo cuatro, de las cuales el mayor coeficiente lo obtuvo la concentración del día anterior. Al realizar las autocorrelaciones parciales sólo aparecieron significativas y positivas las correlaciones del día previo y la de tres días antes (Fig. 63), pero ésta última con un coeficiente muy bajo.

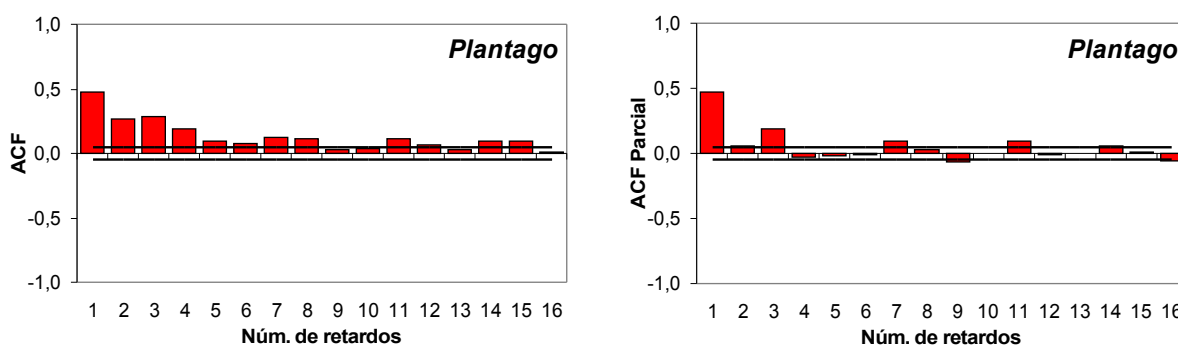


FIG. 63. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Plantago* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

Los análisis de regresión ofrecieron como resultado tres modelos diferentes en los que se incluyeron secuencialmente la concentración del día anterior, la concentración de tres días antes y la radiación solar como variables predictoras. En la TABLA 40 se observa que el ajuste de los modelos fue muy bajo, explicando el más complejo sólo un 28,8 % de los casos, mientras que el más simple, que utiliza sólo la concentración del día anterior, obtuvo por sí sólo una fiabilidad del 24,9 %. La inclusión de la concentración del tres días previos y la radiación solar presentó una significación de 0,000 en el test de ANOVA.

Modelo	R ²	R ² corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R ²	F	Sig.
1 (a)	0,251	0,249	3,500	0,251	115,840	115,840	0,000
2 (a,b)	0,280	0,276	3,436	0,029	13,995	67,093	0,000
3 (a,b,c)	0,294	0,288	3,407	0,014	6,853	47,772	0,000

TABLA 40. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Plantago*. (a) Plan_{t-1}; (b) Plan_{t-3}; (c) RadSolar.

En la TABLA 41, que muestra las ecuaciones de los distintos modelos, se puede ver como todas las variables fueron incluidas con signo positivo, lo que indica el efecto positivo de éstas sobre las concentraciones de polen de *Plantago*. Sólo la constante del último modelo presentó signo negativo.

Modelo	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	Plan = 1,747 + 0,495 Plan _{t-1}
2	Plan = 1,315 + 0,448 Plan _{t-1} + 0,175 Plan _{t-3}
3	Plan = - 0,117 + 0,445 Plan _{t-1} + 0,172 Plan _{t-3} + 0,078 RadSolar

TABLA 41. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Plantago* (Plan).

Alergenicidad

La capacidad alérgica de este tipo polínico ha sido descrita en algunas zonas de Europa y Australia (Bousquet *et al.*, 1984), aunque Watson & Constable (1991), en un estudio sobre su polinosis en Europa, hallaron un porcentaje muy bajo de pacientes sensibles, la mayoría de los cuales también reaccionaron al polen de Poaceae, siendo muy raros los casos de monosensibilidad; por ello es muy difícil evaluar el grado de alergenidad de este taxon vegetal (Ranea Arroyo, 2002).

En el sur de Italia la prevalencia al polen de *Plantago* L. alcanza sólo el 3 % de la población alérgica (D'Amato & Lobefalo, 1989); mientras que en Turquía se le considera un aeroalergeno de capacidad media (Güvensen & Öztürk, 2002), en Holanda y Montpellier (Francia) se hallaron prevalencias mucho más elevadas, del 36 % (Driessen & Derksen, 1989; Bousquet *et al.*, *l.c.*).

En España estos porcentajes aumentan considerablemente, afectando al 65 % en Santander (De Benito & Soto, 2001), 56 % en Jaén (Ruiz, 2001), 41 % en A Coruña (Ferreiro *et al.*, 1998), 23 % en Almería (Sabariego, 2003), 18 % en Elche (Fernández Sánchez *et al.*, 1998) o 11 % en Málaga (Torrecillas *et al.*, 1998). En Madrid ocupa el tercer lugar en importancia alérgica, detrás de las gramíneas y el olivo (Subiza *et al.*, 1986), y en Ourense el segundo, tan sólo superado por la prevalencia de las gramíneas (Arenas *et al.*, 1996).

El polen de este taxon afecta al 23,4 % de la población alérgica de la provincia de Granada, existiendo sólo un 1 % de personas monosensibles. Esta polinosis afecta principalmente a varones con edades entre 16 y 25 años, en el caso de los pacientes monosensibles la distinción entre sexos se acentúa y la franja de edad cambia a 26-45 años (De Linares, 2007). La sintomatología más frecuente es siempre la afección de las vías respiratorias bajas (asma o rinoconjuntivitis asmática)

Recientemente se han identificado y caracterizado los principales componentes alérgicos de *Plantago lanceolata*, resultando Pla 1 1 como el alergeno principal (Calabozo *et al.*, 2001). Otros estudios sugieren la existencia reactividades cruzadas entre el polen de *Plantago*, el melón y las gramíneas (García Ortiz *et al.*, 1995).

Discusión

Las especies del género *Plantago* se distribuyen por las zonas templadas de los dos hemisferios, con una representación importante en Europa y la península Ibérica. Aunque

algunas de las especies de este género son muy comunes como ruderales y arvenses en toda Europa, su polen nunca alcanza niveles muy altos en la atmósfera, ya que según Nilsson & Spieksma (1992) son especies parcialmente entomófilas. Según Ranea Arroyo (2002), la polinación es más intensa y prolongada en zonas rurales, mostrando también una mayor duración en zonas mediterráneas que continentales.

Según González Minero *et al.* (1998a) este tipo polínico es más frecuente en el norte de la península Ibérica que en el sur, pero estudios más recientes, como el de Gutiérrez Bustillo *et al.* (1999) y Tormo *et al.* (2001), demuestran que es más importante el ambiente en las proximidades del captador que su latitud, altura, etc. Si bien es cierto que este polen aparece en todas las estaciones con las que cuenta la REA, sólo en algunas aparecen índices anuales superiores a 1.000 granos, éstas son: Córdoba (Alcázar *et al.*, 2002), Jaén (Ruiz, 2001), Málaga (Recio *et al.*, 2002), Nerja (Docampo, 2008), Ciudad Real (Prieto *et al.*, 2002), Extremadura (Silva *et al.*, 2002; Paulino *et al.*, 2002), así como algunos puntos de Galicia (Dopazo *et al.*, 2002b; Rodríguez Rajo *et al.*, 2002a) y Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002). Los registros alcanzados en Motril son parecidos a los de Almería (Sabariego, 2003), Barcelona (Belmonte *et al.*, 2002a), A Coruña (Hervés *et al.*, 2002), Ourense (Méndez *et al.*, 2002a) o Aranjuez (Díez Herrero *et al.*, 2002). Incluso en estas localidades con registros tan elevados los niveles diarios no ascienden mucho rara vez por encima de 20 granos/m³ de aire, y con picos máximos de 50-60 granos/m³, excepcionalmente por encima de 100 granos/m³ en Málaga y Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, *l.c.*).

Los periodos de polinación que se presentaron en Motril concuerdan con los de las estaciones más próximas, como Nerja (Docampo, *l.c.*) o Almería (Sabariego, *l.c.*), mientras que se observan diferencias con estaciones más septentrionales, tal y como ya describieron González Minero *et al.* (*l.c.*) y Gutiérrez Bustillo *et al.* (*l.c.*).

Tormo *et al.* (*l.c.*) pusieron de manifiesto una relación entre las lluvias invernales y la fecha de inicio de la polinación, produciéndose más tarde en años con inviernos más lluviosos. Los mismos autores indicaron la falta de una explicación biológica para este fenómeno, pero también señalan al trabajo de Poot (1997), quien demostró que distintos ejemplares de *Plantago lanceolata* florecían de manera diferente incluso bajo condiciones homogéneas. Por lo que las variaciones en las fechas de inicio, fin y día pico de este taxon podrían explicarse por el comportamiento errático de las especies del género. Sin embargo si

parece haber cierta relación entre las lluvias primaverales y la longitud del periodo de polinación, por lo menos en Motril.

En los estudios realizados sobre el comportamiento intradiario de este tipo polínico (Galán *et al.*, 1991; Docampo, *l.c.*; Sabariego, *l.c.*; Tormo *et al.*, *l.c.*; etc) aparece un periodo de mayor actividad entre las 10:00 y las 16:00 horas, variando entre todas ellas el porcentaje que éste intervalo representa sobre el polen total diario. Sin embargo, en Motril el patrón es totalmente diferente, ya que las concentraciones se mantuvieron muy estables a lo largo del día, apareciendo grandes diferencias entre los distintos años. Tormo *et al.* (*l.c.*) sugieren que el patrón tan estable que aparece en casi todas las localidades estudiadas puede deberse al momento en que se produce la antesis de estas especies. La falta de este patrón en Motril puede verse afectado por los bajos registros, ya que si no hay datos suficientes el patrón de distribución intradiario puede quedar enmascarado.

Las correlaciones mostradas en este trabajo coinciden con las de Tormo *et al.* (*l.c.*) para Extremadura, mostrando un ejemplo típico de las variables meteorológicas sobre las concentraciones polínicas, con un efecto negativo de la humedad relativa y las precipitaciones al favorecer la aglutinación y el depósito de las partículas, así como uno positivo de las temperaturas y la radiación solar debido al efecto sobre la antesis y el transporte de las partículas aerotransportadas, esto explicaría el retraso en el ascenso de las concentraciones y ausencia del primer pico del año 2004. Con respecto al viento, Tormo *et al.* (*l.c.*) sugieren que estas correlaciones no dependen de la distribución de las plantas en los alrededores del captador, si no de las condiciones meteorológicas de humedad y temperatura asociadas con dichos vientos. Aunque en Motril las correlaciones con los vientos fueron muy escasas y poco significativas, por lo que sería difícil atribuirles una causa.

La falta de correlaciones de algunos periodos como los prepico de 2005 y 2006 pueden estar motivados por el bajo número de datos incluidos en dichos análisis.

Los análisis de regresión mostraron unos resultados muy pobres, similares a los de *Rumex* en los que se consiguió explicar menos del 30 % de los datos, la mayor parte de la predicción se consigue con la concentración del día anterior, debido a la autocorrelación que muestra la serie de datos.

5.2.1.10. Tipo polínico *Platanus*

Se incluyen en este grupo las 8 especies del género *Platanus* L. (familia *Platanaceae* T. Lesbit.), que se distribuyen por Asia y América. Varias de las especies, y sus híbridos, tienen un uso primordial como árbol de paseo en zonas templadas. En Europa y Norteamérica está muy difundido *P. hispanica* Miller ex Münchh, se trata de un árbol de crecimiento rápido muy resistente que tolera bien los ambientes contaminados, aunque su uso está desaconsejado debido a la alergia que produce el polen y los vilanos.



En el área de estudio se encuentra presente *P. hispanica* Miller ex Münchh como ornamental en las avenidas y parques de los pueblos y ciudades, como Motril, Almuñecar y Salobreña, así como en los bordes de algunas carreteras de la zona.

Descripción botánica: Árboles caducifolios, con indumento de pelos estrellados. Ritidoma que se desprende en placas, escamoso y persistente en la base de los troncos viejos. Hojas largamente pecioladas, 3-7 palmatífidas o palmatipartidas, con los lóbulos enteros o dentados; estípulas caducas. Inflorescencias solitarias o en grupos de 2-7, sobre largos pedúnculos, que aparecen al mismo tiempo que las hojas. Flores muy pequeñas. Sépalos escamiformes, más cortos que los pétalos. Pétalos escariosos, agudos. Estambres 3-8. Carpelos (3)6-9, envueltos en la base por un penacho de pelos largos. Aquenios claviformes, que por lo general se desprenden al año siguiente de la maduración.

Época de floración: Presenta un periodo de floración muy corto y constante entre la segunda mitad de marzo y la primera de abril.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; de circular a subelíptico en visión ecuatorial, de subtriangular a subcircular en visión polar; oblado-esferoidal ($P/E=0,89$).

TAMAÑO: Pequeño; $P=17-20 \mu\text{m}$; $E=19-24 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Trizonocolpado. Aperturas simples de tipo colpo, subterminales, anchas; membrana apertural granulosa.

PAREDES: Exina de $1,5-2,0 \mu\text{m}$ de grosor, sexina doble que la nexina. Tectum parcial, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Finamente reticulado, con lúmenes pequeños e irregulares. Muros apiculados en los ángulos.

Evolución estacional

Durante los años de muestreo el polen de *Platanus* presentó un índice anual medio de 480 granos, por lo que su contribución al espectro polínico de la costa granadina fue inferior al uno por ciento (0,89 %). Los valores anuales fueron en continuo aumento (FIG. 64a) desde los 424 granos de 2003 hasta los 560 granos en 2006.

En la gráfica de las concentraciones mensuales (FIG. 64b) se observa la gran estacionalidad de este tipo polínico que aparece casi exclusivamente en marzo y abril. El resto del año sólo aparecieron algunos granos en febrero (2004), mayo (2005), junio (2003 y 2005)

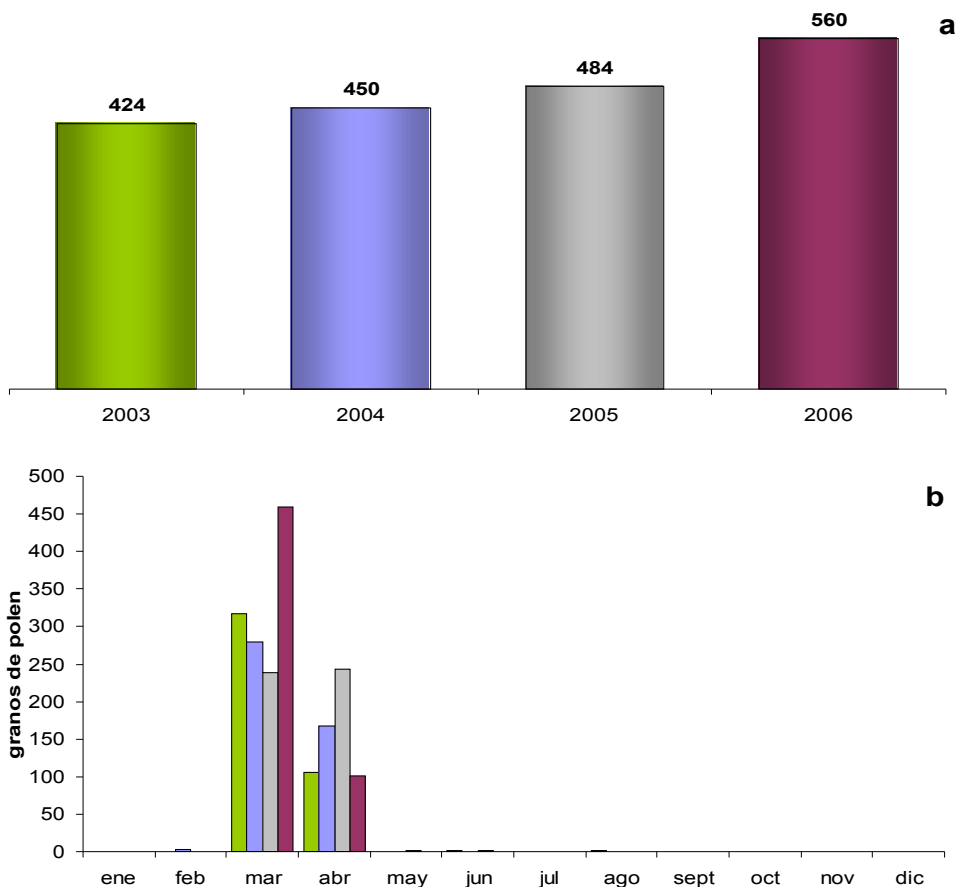


FIG. 64. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Platanus* durante los años estudiados (2003-06).

y agosto (2003). Los máximos registros mensuales se produjeron generalmente en marzo, con niveles claramente inferiores en abril, si bien en 2005 los registros de los dos meses fueron muy similares.

En la evolución promediada de las concentraciones diarias se observa un periodo de polinación muy definido que comenzó a principios de marzo, en el que las concentraciones se elevaron rápidamente alcanzando los mayores registros entre finales de marzo y principios de abril, posteriormente los niveles descendieron de forma repentina, desapareciendo del aire a finales de abril. Durante el resto del año este polen no volvió a aparecer (FIG. 65).

En las gráficas de los distintos años vemos un comportamiento similar. 2003 presentó una evolución muy parecida al promedio, no sólo en fechas de inicio, fin y día pico, si no también en las concentraciones. Este año presentó dos días pico con un valor de 32 granos/m³. Los otros tres años presentaron diferencias con respecto al promedio. En 2004 no se registró polen alguno de *Platanus* durante la última quincena de abril; en 2005 no apareció hasta bien

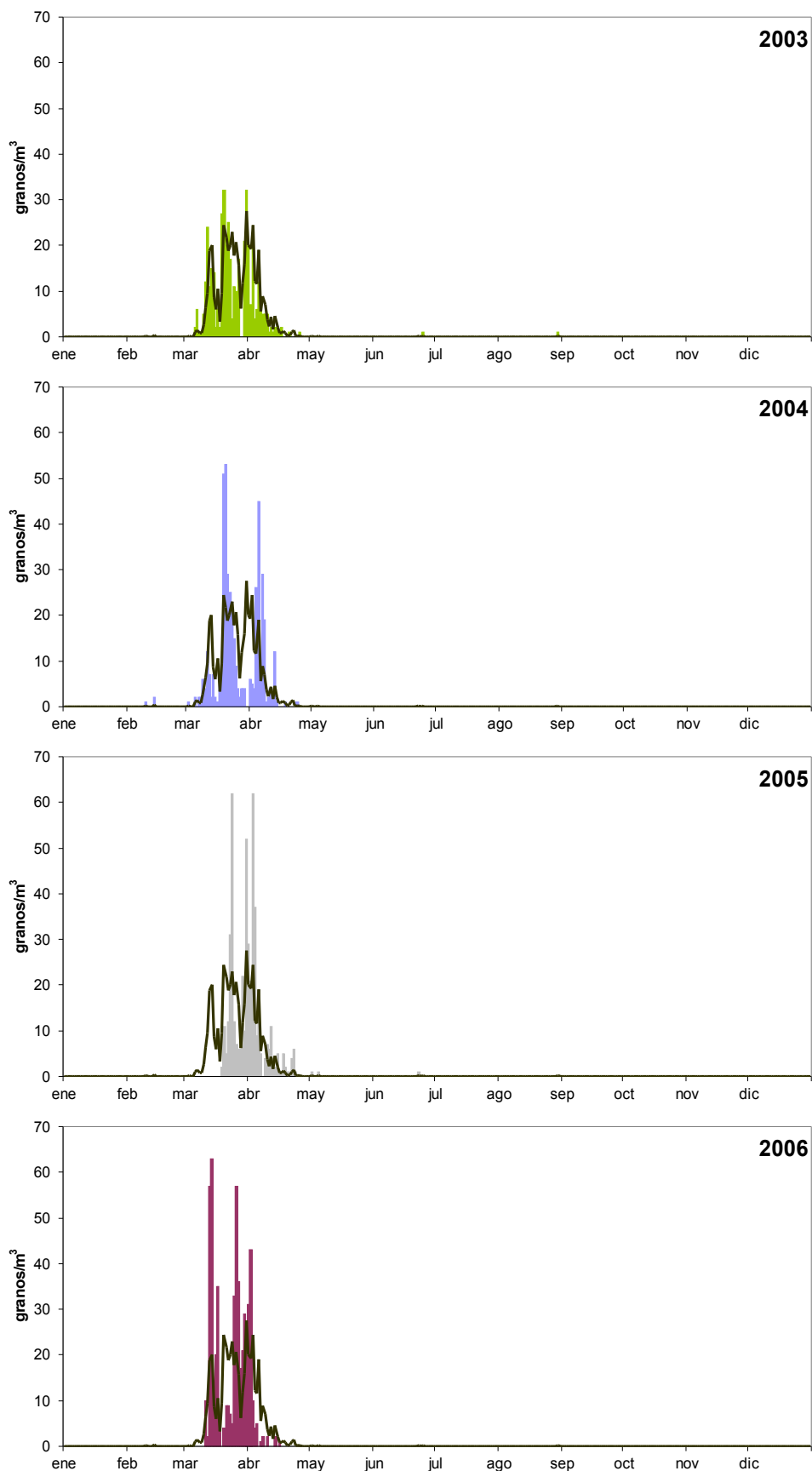


FIG. 65. Concentraciones medias diarias de *Platanus* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

entrado marzo, por lo que su final también se retrasó hasta principios de mayo; y en 2006 se retrasó su inicio una semana y se adelantó su final casi dos. Además, en estos tres años, se aprecia un fuerte descenso de los niveles en el periodo de máximas concentraciones, lo que determina la aparición de dos picos, en 2005 éstos tuvieron exactamente la misma cantidad de polen. Los valores registrados durante los picos de estos tres últimos años fueron mayores que el de 2003, registrándose 53 granos/m³ en 2004, 62 granos/m³ en 2005 y 63 granos/m³ en 2006.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

El PPP de *Platanus* fue muy constante en los cuatro años, con una duración media de un mes. El más corto de todos ellos fue 2006, con 22 días, y el más largo fue el de los años 2003 y 2004, en los que duró un mes y 4 días. En la TABLA 42 se muestra que el inicio se situó alrededor del día 10 de marzo, excepto 2005 que se retrasó hasta el día 20; y las fechas de fin variaron entre el 4 de abril en 2006 y el 22 de abril en 2005.

Los años 2003 y 2005 se detectaron dos días con la misma concentración pico, por lo que se utilizó aquel que estaba más cerca del 50 % del polen acumulado para calcular los periodos pre y postpico. Los periodos prepico fueron más cortos que los postpico, con una duración entre 10 y 14 días y cantidades que variaron desde los 107 granos en 2004 hasta los 286 granos en 2005. El año 2006 fue excepcional ya que presentó un prepico de sólo un día en el que se registraron 57 granos. Los postpico fueron todos similares en cuanto a duración, con una media de 22 días, mientras que los registros variaron entre los 182 granos de 2005 hasta los 474 granos de 2006.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003	10/03/03	14/04/03	403	1 mes y 4 días	12	20/03/03* 31/03/03	32	10 días	118	25 días	285
2004	09/03/04	13/04/04	425	1 mes y 4 días	12	20/03/04	53	11 días	107	24 días	318
2005	20/03/05	22/04/05	468	1 mes y 2 días	14	24/03/05 03/04/05*	62	14 días	286	19 días	182
2006	13/03/06	04/04/06	531	22 días	24	14/03/06	63	1 día	57	21 días	474

TABLA 42. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Platanus* durante el periodo de estudio (2003-06).

* fecha pico utilizada en la determinación de los periodos pre y postpico.

Variación intradiaria

El promedio de variación horaria que apareció en Motril mostró un aumento de los niveles durante el día, mientras que durante la noche y últimas horas de la tarde se presentaron niveles muy bajos (2 % del polen diario). El ascenso comenzó a las 7:00 horas, aunque no es hasta las 10:00 horas que se acentúa alcanzando a las 12:00 el pico máximo (12 % del polen diario). Posteriormente los niveles descendieron lentamente hasta las 19:00 horas, para mantener ese registro durante el resto del día (FIG. 66).

Los tres últimos años presentaron un patrón similar al promediado, si bien hubo diferencias en cuanto al valor del pico. De este modo, 2004 presentó el registro máximo con el 16 %, mientras que 2005 y 2006 presentaron el mismo porcentaje (14 %). El año más diferente fue 2003, en que el pico apareció a las 8:00 horas con sólo un 10 % del polen diario.

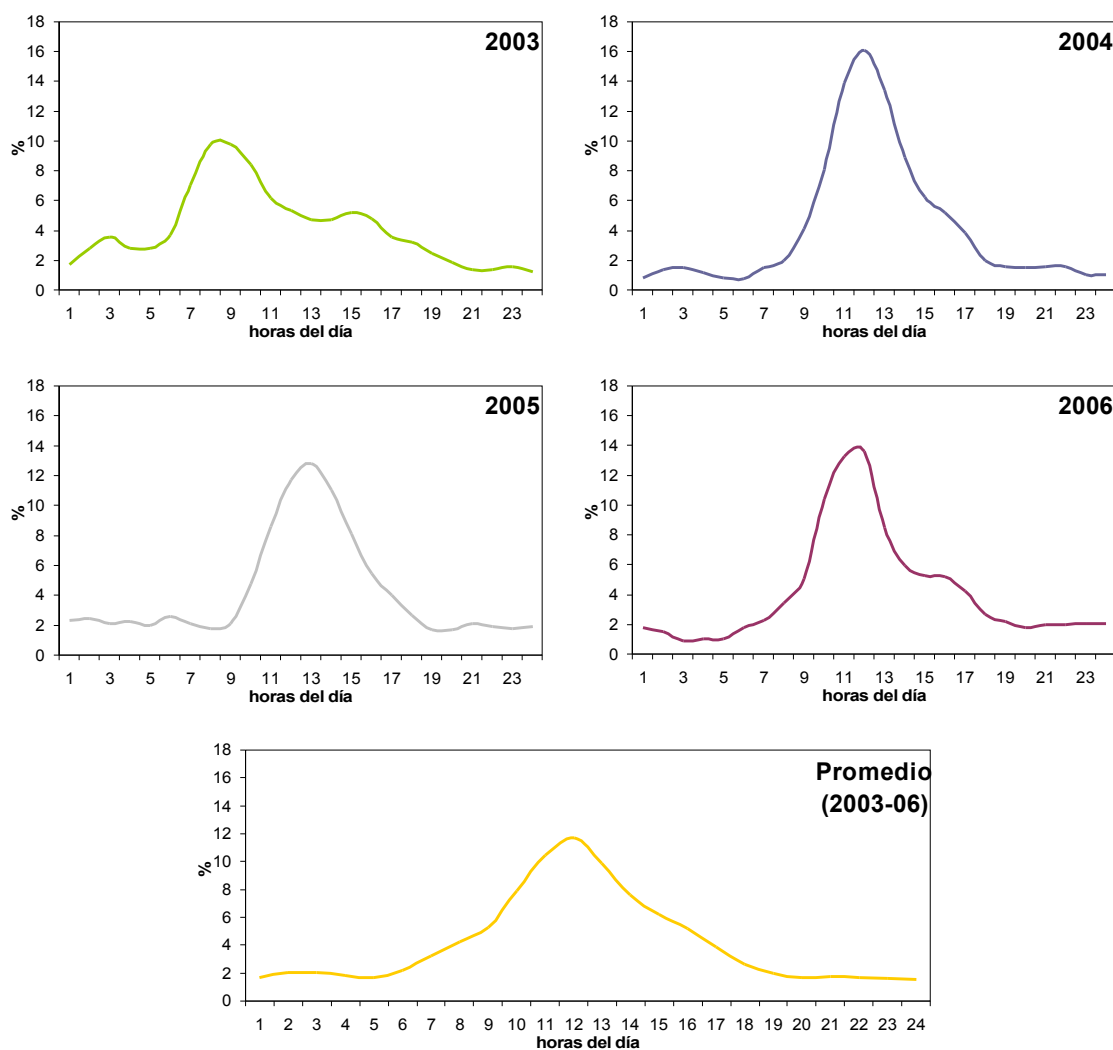


FIG. 66. Variaciones intradiarias de *Platanus* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

El número de correlaciones que aparecieron entre las variables meteorológicas y las concentraciones de *Platanus* (ANEXO I) fue muy bajo, además de que sólo unas pocas se repitieron a lo largo de varios años.

La temperatura máxima se mostró positiva durante 2004 y 2006, y la temperatura media sólo en 2004. Las precipitaciones manifestaron su efecto negativo sobre las concentraciones de polen durante 2004 y 2006. La radiación solar presentó un comportamiento variable, siendo positivo durante 2004 y negativo en 2005. La velocidad del viento, tanto máxima como media, se mostró negativa durante 2004, mientras que los periodos de calma fueron favorables en 2004 y 2006. La dirección de los vientos que aportaron cantidades mayores de polen fueron los del primer (2003) y segundo cuadrante (2006), mientras que los del tercer cuadrante se mostraron negativos (2006).

Durante el periodo prepico desaparecieron casi todas las correlaciones que se han descrito anteriormente, debido al bajo número de datos incluyen estos periodos. Además las pocas correlaciones que aparecieron tuvieron un grado de significación bajo.

Durante el postpico aparecieron de nuevo las correlaciones que se manifestaron durante los PPP completos, además de un efecto negativo de la humedad relativa durante 2003.

Los análisis de correlación sobre la propia serie de datos muestran un número muy bajo de retardos con autocorrelación, sólo tres, de los cuales el día anterior fue el que mayor índice presentó (FIG. 67). Al obtener los resultados de las autocorrelaciones parciales volvió a presentarse el día previo como el más significativo, mientras que los demás tuvieron un efecto diferente de forma alterna.

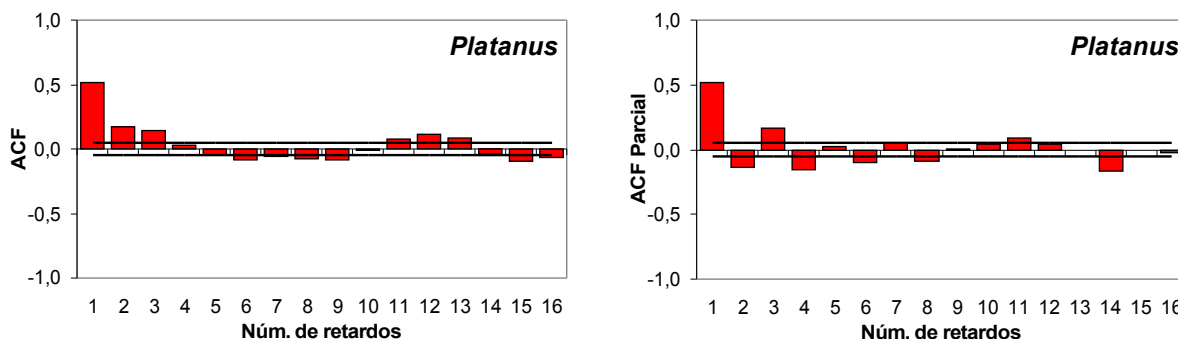


FIG. 67. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Platanus* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

Como resultado de la regresión múltiple por pasos se han obtenido cinco modelos diferentes, en los que se incluyeron como variables predictoras la concentración del día anterior, la velocidad máxima del viento, la temperatura máxima, la temperatura media y la frecuencia del viento procedente del segundo cuadrante. Cada uno de los pasos está justificado por los resultados del test ANOVA. En la TABLA 43 se puede ver como la concentración del día previo explica un porcentaje importante de la variación (27,7 %), pero con la inclusión de los meteorológicos se consiguió aumentar la fiabilidad hasta el 39,9 %.

Modelo	R ²	R ² corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R ²	F	Sig.
1 (a)	0,282	0,277	12,162	0,282	55,274	55,274	0,000
2 (a,b)	0,331	0,321	11,781	0,049	10,264	34,585	0,000
3 (a,b,c)	0,376	0,363	11,415	0,045	10,133	27,938	0,000
4 (a,b,c,d)	0,402	0,385	11,216	0,026	5,958	23,191	0,000
5 (a,b,c,d,e)	0,420	0,399	11,083	0,018	4,329	19,866	0,000

TABLA 43. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Platanus*. (a) Pla_{t-1}; (b) VV_{máx}; (c) T_{máx}; (d) T_{med}; (e) Fr2C.

En la TABLA 44 se puede observar como las concentraciones del día anterior, la temperatura máxima y la frecuencia del viento del segundo cuadrante mostraron signo positivo, lo que favoreció las concentraciones de *Platanus*, mientras que la velocidad máxima del viento y la temperatura media presentaron signo negativo, reduciendo los niveles de este polen en el aire.

Modelo	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	Pla = 6,399 + 0,513 Pla _{t-1}
2	Pla = 15,395 + 0,454 Pla _{t-1} - 0,222 VV _{máx}
3	Pla = - 13,582 + 0,420 Pla _{t-1} - 0,231 VV _{máx} + 1,484 T _{máx}
4	Pla = - 8,195 + 0,422 Pla _{t-1} - 0,185 VV _{máx} + 3,241 T _{máx} - 2,745 T _{med}
5	Pla = - 10,367 + 0,415 Pla _{t-1} - 0,155 VV _{máx} + 3,192 T _{máx} - 2,746 T _{med} + 0,416 Fr2C

TABLA 44. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Platanus* (Pla).

Alergenicidad

Desde la década de los setenta se conoce la existencia de hipersensibilidad de tipo I al polen de *Platanus*, aunque la prevalencia de este taxon es bastante escasa (Enrique *et al.*, 2002).

Entre la poca información alergológica que existe sobre este polen en Europa podemos destacar que afecta al 13 % de los alérgicos en Montpellier, 5 % en Nápoles (D'Amato & Lobefalo, 1989) y 8 % en Grecia (Gioulekas *et al.*, 2004).

En España la sensibilización a este taxon varía muchísimo de una zonas a otras. Mientras que en Ciudad Real afecta al 19 % (Feo Brito *et al.*, 1998), en Santander al 14 % (De Benito & Soto, 2001), en A Coruña al 13 %, en Santiago de Compostela al 9 % (Dopazo, 2001), en Barcelona al 8 % (Enrique *et al.*, *l.c.*) o en Málaga al 5 % (Torrecillas *et al.*, 1998), en otras ciudades presenta un porcentaje mayor, con un 25 % en Zaragoza y Logroño (Pola *et al.*, 1998, Lobera & Blasco, 1998), un 29 % en Badajoz (González *et al.*, 1998) y un 52 % en Toledo (Moral *et al.*, 1998), siendo en Madrid la primera causa de polinosis con un 56 % de las sensibilizaciones (Subiza *et al.*, 1994).

En la provincia de Granada el polen de *Platanus* L. afecta al 17 % de la población atópica, y sólo el 1 % en monosensibles (De Linares, 2007). Esta polinosis afecta preferentemente a varones de entre 11 y 45 años, especialmente en el caso de las monosensibilizaciones que además ve reducida la franja de edad a 26-35 años. Los síntomas más habituales son rinoconjuntivitis asmática o asma, que en los pacientes monosensibles pasan a ser rinitis y/o conjuntivitis.

El estudio de las proteínas alergénicas de *Platanus acerifolia* Willd. comenzó hace relativamente poco, con la caracterización de Pla a 1 (Asturias *et al.*, 2002) y Pla a 2 (Ibarrola *et al.*, 2004). Éste último es el alérgeno mayor, ya que aunque produce el 83 % de las sensibilizaciones, además posee un elevado grado de homología con lipoproteínas de transferencia de géneros taxonómicamente no relacionadas como *Betula* L. (Bet v 2), *Phleum* L. (Phl p 7) y *Parietaria* L. (Par j 1) (Asturias *et al.*, 2003; Amoresano *et al.*, 2003; Arilla *et al.*, 2006).

Discusión

Platanus es un taxon muy utilizado como ornamental, por lo que su polen alcanza niveles considerables en gran número de países europeos, como Francia, Italia, Suiza, Bélgica,

Portugal y Gran Bretaña (Miranda, 2002), así como del continente americano, tales como Estados Unidos (Lewis *et al.*, 1983) y Argentina (Nitiu & Mallo, 2002).

En la península Ibérica los mayores registros se producen en las grandes ciudades, como Sevilla (Candau *et al.*, 2002b), Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002) o Barcelona (Belmonte *et al.*, 2002a), donde superan los 10.000 granos anuales; así como en otras ciudades de menor índole donde esta taxon es muy utilizado, como ocurre en Córdoba (Alcázar *et al.*, 2002), Zaragoza (Bermejo & García, 2002), Ciudad Real (Prieto *et al.*, 2002) o incluso Chirivel (Cariñanos *et al.*, 2002a), donde se registran habitualmente entre 5.000 y 10.000 granos anuales. Las concentraciones detectadas en Motril distan mucho de estos valores, siendo más parecidos a los de ciudades como Huelva (González Minero *et al.*, 2002), Málaga (Recio, 1995), Valencia (Tortajada & Mateu, 2002) o Santiago de Compostela (Dopazo *et al.*, 2002b); y superiores a los de otras localidades cercanas como Nerja (Docampo, 2008) o Almería (Sabariego, 2003).

González Minero & Candau (1997) describieron un patrón bianual en la producción polínica de *Platanus*, sin embargo este no se ha vuelto a observar en ninguno de los trabajos sobre este taxon (Iglesias *et al.*, 2007; Díaz de la Guardia *et al.*, 1999; Gabarra *et al.*, 2002). En alguna localidades, como Córdoba (Alcázar *et al.*, 2002) o Granada (De Linares, 2007), los registros anuales de *Platanus* están sufriendo un incremento en los últimos años, aunque de forma temporal las podas de mantenimiento que se realizan ayudan a reducir el número de inflorescencias y por tanto la producción polínica (Alcázar *et al.*, *l.c.*; De Linares, *l.c.*). En este sentido, actuaciones humanas, como la introducción o eliminación de ejemplares, las podas y el riego, afectan considerablemente la producción polínica de este taxon (Gabarra *et al.*, *l.c.*; Iglesias *et al.*, *l.c.*).

En todos los estudios anteriores aparecieron periodos de polinación similares, con una floración corta e intensa, que varía desde marzo hasta mayo dependiendo de la ubicación geográfica y los patrones meteorológicos (Iglesias *et al.*, *l.c.*), lo que provoca pequeñas variaciones de un sitio a otro y entre los distintos años. En Barcelona se han registrado fenómenos de reflatación considerables (Gabarra *et al.*, *l.c.*), lo que provoca pequeños picos de *Platanus* a finales de verano.

Es interesante que este tipo polínico con un periodo de polinación tan corto, en ciudades como Sevilla se sitúa entre los más importantes del espectro polínico, registrando una gran cantidad de polen en apenas unas semanas (González Minero & Candau, *l.c.*).

En Galicia, el patrón intradiario descrito para *Platanus* se caracteriza por un aumento de los niveles durante la tarde (Iglesias *et al.*, *l.c.*). Estudios realizados en otros puntos de España mostraron también este comportamiento (Trigo *et al.*, 1997; Galán *et al.*, 1991), excepto en Vigo que presentó las mayores concentraciones durante la noche, influenciadas por la circulación de vientos locales al tratarse de una localidad costera (Rodríguez Rajo, 2001). El patrón más parecido al de Motril aparece en Almería (Sabariego, 2003), donde también hay un pico a mediodía, pero a diferencia de Motril mantiene los niveles altos durante toda la tarde. Si bien el patrón de Motril podría deberse a la apertura de las anteras durante las horas de máxima temperatura y mínima humedad, también se ve favorecido por los vientos diurnos procedentes del sur, al desarrollarse la mayoría de los ejemplares en el casco urbano y en la zona de vega cerca de las instalaciones portuarias.

Las correlaciones que aparecieron en Galicia fueron similares a las de Motril, es decir, aparecieron pocas y cuando lo hacían no fueron consistentes a lo largo del estudio, apareciendo sólo en algunas ocasiones (Iglesias *et al.*, *l.c.*). Aún así, determinaron que el inicio de la floración de *Platanus* está gobernado por la temperatura previa a la floración, comenzando antes cuando aumentan las temperaturas de febrero. Si bien Alba & Díaz de la Guardia (1998) sugieren que el fotoperiodo también juega un papel importante en el fin de la dormancia y el inicio de la polinación, lo que ayudaría a reducir las diferencias interanuales.

Los análisis de regresión múltiple consiguieron explicar un porcentaje muy bajo de los casos estudiados, incluso el modelo más complejo con cinco variables independientes, no consiguió alcanzar una fiabilidad del 40 %. Los signos de la inclusión de cada variable refuerza las pocas correlaciones que aparecieron, actuando de forma positiva, la concentración del día anterior, la temperatura máxima y la frecuencia del viento del segundo cuadrante (componente sur), mientras que los vientos fuertes tuvieron un efecto negativo, al diluir las concentraciones de polen de *Platanus*. La temperatura media se incluyó finalmente con signo negativo, si bien es cierto que en las correlaciones presentó un carácter variable.

5.2.1.11. Tipo polínico Poaceae

Este tipo lo comparten todas las especies de la familia *Poaceae* Barnhart (=Gramineae Juss.), se trata de una familia cosmopolita con una gran diversidad, ya que con unos 650 géneros y 9.000 especies se encuentra distribuida por todo el planeta. Sus especies están tan diversificadas que las encontramos en casi todos los hábitat, estando presente desde el nivel del mar hasta las más altas montañas, así como desde el ecuador hasta los polos.



En la zona de estudio está representada de forma muy diversa en distintos tipos de ambientes. Formando parte de la vegetación natural destacan *Arundo donax* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steudel, *Arrenatherum elatius* Mert. & K., *Avena sp* L., *Dactylis glomerata* L., *Poa annua* L., *Stipa tenacissima* L. y *Lyngeum spartum* L.; como especies ruderales nombraremos *Hordeum murinum* L., *Aegilops ovata* L. y *Avenula sp* (Dumort.) Dumort.; como especies cultivadas están *Saccharum officinarum* L. y *Zea mays* L., esta última cultivada en menor medida, y la primera en fuerte receso.

Descripción botánica: Plantas herbáceas anuales o perennes, cespitosas o rizomatosas estoloníferas, con tallos cilíndricos huecos, articulados. Hojas liguladas, esparcidas, diferenciadas en vaina y limbo. Flores generalmente hermafroditas, reunidas en inflorescencias parciales denominadas espiguillas, compuestas por lema, pálea y dos lodículas; androceo de tres estambres con filamentos largos y anteras medifijas; gineceo con dos estigmas plumosos; las espiguillas se reúnen en espigas o panículas. Fruto en cariósipide.

Época de floración: La mayoría de las especies florecen en los meses de abril a junio, pero la diversidad de ésta familia y la de los hábitats en los que vive determina que podamos encontrar ejemplares en floración durante prácticamente todo el año.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Heteropolar, con simetría radial; de circular a ligeramente elíptico en visión ecuatorial, circular en visión polar; esferoidal (P/E=1).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; D=16-47 μm .

APERTURAS: Polen monoanaporado. Aperturas simples de tipo poro, de 2-4 μm , operculadas; el opérculo desaparece con la acetólisis.

PAREDES: Exina de 1,0-1,5 μm de grosor, sexina más gruesa que la nexina, aunque esta última se engruesa formando un anillo en las proximidades de las aperturas. Tectum completo, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Granulado o granulado-insulado.

Evolución estacional

Poaceae, con un 4,10 % del espectro aerobiológico, fue el quinto tipo polínico más importante en cuanto a cantidad registrada. Con un promedio de 2.207 granos, su índices anuales fueron muy similares en 2003, 2004 y 2006, sin embargo en 2005 este polen presentó sólo un 35,5 % con respecto al resto de los años (FIG. 68a).

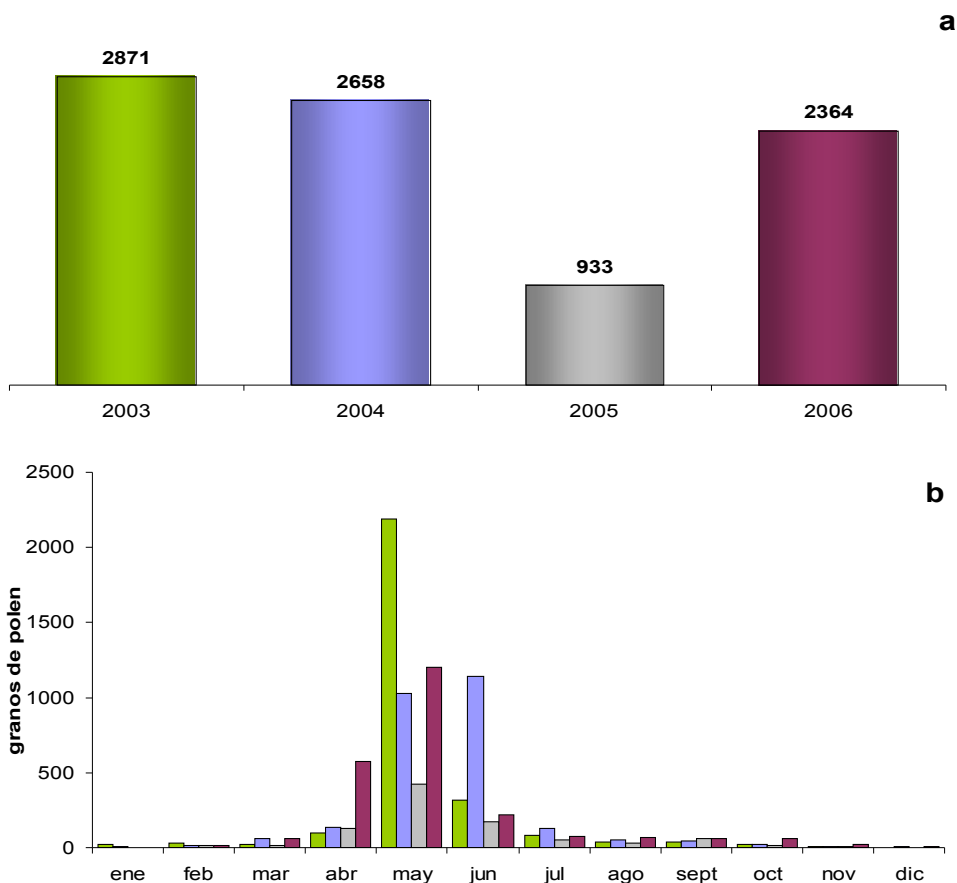


FIG. 68. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Poaceae durante los años estudiados (2003-06).

En la evolución de los índices mensuales (FIG. 68b) se observa un periodo de máxima actividad entre abril y junio, aunque su polen se detectó a lo largo de todo el año, incluso en los meses de invierno. Tras el ascenso de los niveles de abril se alcanzaron en mayo los máximos mensuales, si bien en 2004 éste se retrasó hasta junio. Posteriormente los niveles descendieron considerablemente registrándose valores muy bajos durante el resto del año. Los máximos oscilaron entre los 425 granos de 2005 y los 2.191 granos de 2003; 2004 y 2006 presentaron registros muy parecidos con 1.144 y 1.202 granos respectivamente.

Este polen se caracterizó por presentar una gran estacionalidad, con un periodo corto en el que se registran las concentraciones más elevadas. Este periodo está formado por los meses de mayo y junio, aunque algunos años se registró a principios de abril un pequeño pico tras el cual las concentraciones ascendieron paulatinamente (FIG. 69). Fuera de él, aunque frecuentes, las concentraciones diarias fueron muy bajas y de carácter ocasional. Las concentraciones pico se registraron siempre en mayo, generalmente en la última quincena, con valores que oscilaron entre 33 granos/m³ (2005) y 482 granos/m³ (2003), siendo éste último el máximo de

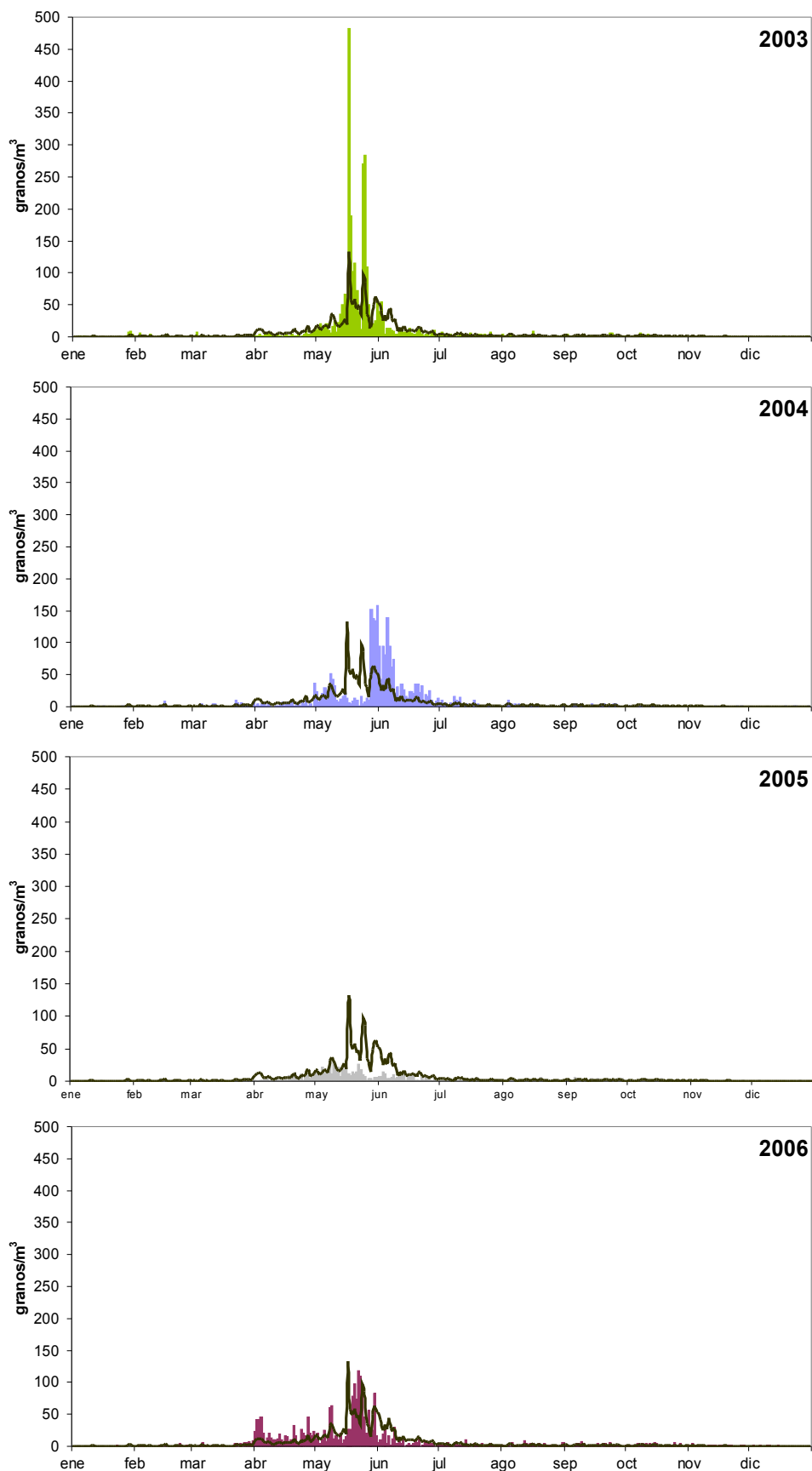


FIG. 69. Concentraciones medias diarias de Poaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

todo el estudio. De nuevo 2004 y 2006 presentaron un comportamiento más parecido con picos diarios de 159 y 118 granos/m³ respectivamente. 2003 tuvo una estación polínica clara con concentraciones altas y un sólo pico. En 2004, a mediados de mayo se produjo un drástico descenso de los niveles, tras el que los niveles volvieron a ascender repentinamente, alcanzando el pico en pocos días. El año 2005 se caracterizó por presentar concentraciones diarias muy bajas que apenas llegaron a 30 granos/m³, mientras que 2006 mostró un patrón similar al de 2004, aunque con niveles inferiores.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

Poaceae presentó un PPP muy extenso, sobre todo teniendo en cuenta la estacionalidad tan marcada que presenta. Tal y como se observa en la TABLA 45, el inicio tuvo lugar de forma constante entre el 25 y el 31 de marzo, pero la fecha de fin varió considerablemente entre el 1 de septiembre (2003) y el 15 de octubre (2006), lo que determinó periodos que van desde los 5 meses hasta los 6 meses y medio de duración. La cantidad de polen incluida en ellos fue constante, excepto en 2005 que presentó registros muy inferiores.

La duración del periodo prepico, debido a la variabilidad de la fecha pico, osciló entre el mes y medio y algo más de dos meses; de igual modo, el polen registrado durante este periodo varió de forma importante: 231 granos en 2005, 450 granos en 2003, 1.028 granos en 2004 y 1.208 granos en 2006.

Con respecto a los periodos postpico, también fueron muy variables, con duraciones que van desde los 3 meses y medio (2003) hasta los 5 meses (2005) y registros completos que oscilaron entre los 656 (2005) y los 2.280 granos (2003).

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos	Fecha	granos	Duración	granos	Duración	granos
			/m ³	/m ³	/m ³		/m ³				
2003	31/03/03	01/09/03	2.730	5 meses y 1 día	18	17/05/03	482	1 mes y 17 días	450	3 meses y 15 días	2.280
2004	25/03/04	09/09/04	2.525	5 meses y 15 días	15	31/05/04	159	2 meses y 6 días	1.028	3 meses y 9 días	1.497
2005	25/03/05	08/10/05	887	6 meses y 14 días	5	08/05/05	33	1 mes y 14 días	231	5 meses	656
2006	29/03/06	15/10/06	2.243	6 meses y 17 días	11	22/05/06	118	1 mes y 24 días	1.208	4 meses y 24 días	1.035

TABLA 45. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de Poaceae durante el periodo de estudio (2003-06).

Variación intradiaria

En el patrón de variación intradiaria obtenido para Poaceae durante el periodo completo no aparecen grandes variaciones, si no que se mantuvo constante a lo largo de todo el día, con valores que oscilaron entre el 4 y el 5 % (FIG. 70).

Por su parte, los modelos anuales fueron muy desiguales entre si, y si algo los caracterizó fueron los constantes altibajos que se sucedieron a lo largo de todo el día. Durante los años 2004 y 2006 se apreciaron niveles superiores durante la primera mitad del día, con un máximo a las 6:00 horas (2006) y otro entre las 10:00 y las 11:00 (2004 y 2006), en todo caso la diferencia entre el máximo y el mínimo no llegó a un 2 % en ninguno de los casos.

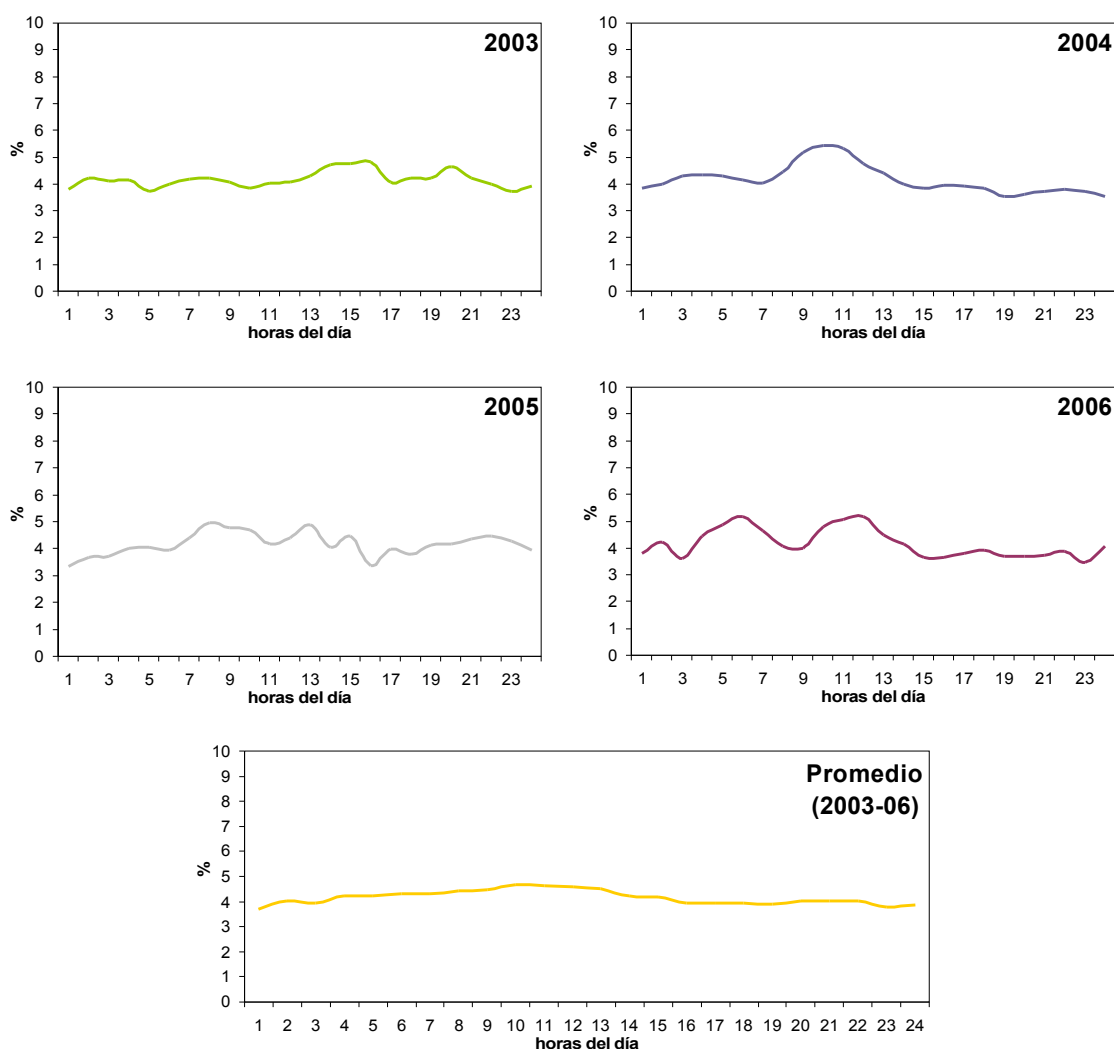


FIG. 70. Variaciones intradiarias de Poaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Los análisis de correlación mostraron una estrecha relación entre las concentraciones de Poaceae y las temperaturas, que de forma general presentaron un efecto negativo, al igual que las precipitaciones, mientras que la radiación solar fue beneficiosa (ANEXO I). El efecto de los vientos no fue constante, si no que varió según el año; se detectó un efecto positivo de la velocidad máxima en 2005 y de la velocidad media en 2006, así como de los vientos del primer (2006), segundo (2003) y tercer cuadrante (2004), mientras que las calmas (2006) y los vientos de cuarto cuadrante (2003) se mostraron perjudiciales.

Durante el prepico el efecto de las temperaturas fue positivo, al igual que el de la radiación solar (2003 y 2005), los vientos del segundo (2003) y tercer cuadrante (2004), y los periodos de calma (2003 y 2005). Puntualmente en 2003 se registraron correlaciones significativas de signo negativo con las velocidades del viento y con el viento del cuarto cuadrante.

Al considerar el postpico, las temperaturas volvieron a mostrar un efecto negativo, mientras que la radiación solar favoreció la presencia del polen de Poaceae en el aire, al igual que la velocidad media del viento, los vientos del primer (2003 y 2006) y segundo cuadrante (2003), mientras que los vientos del tercer y cuarto cuadrante (2003) junto con las calmas (2006) afectaron de forma negativa.

De nuevo aparecieron un elevado número de retardos con autocorrelación positiva, con un aumento del coeficiente al cabo de una semana, lo que indica cierta periodicidad. Al eliminar el efecto acumulado de los datos se observa que efectivamente el retardo más importante fue el día previo, como en el resto de tipos polínicos, y que la concentración de una semana antes muestra significación (FIG. 71), por lo que también se incluyó en la regresión múltiple.

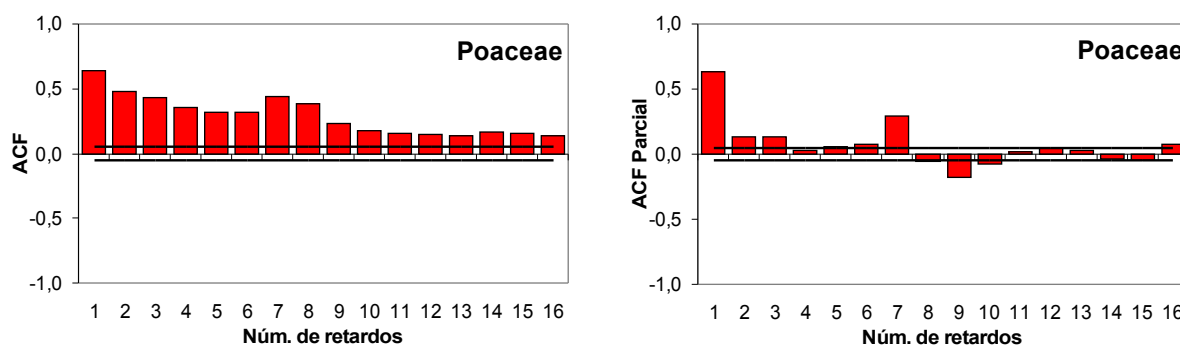


FIG. 71. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de Poaceae a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

El análisis de regresión múltiple por pasos incluyó tres variables: concentración del día previo, concentración de siete días antes y frecuencia del viento del tercer cuadrante. En la TABLA 46, que muestra los ajustes de los modelos, se observa que éstos mejoran de forma considerable al incluir la concentración de siete días antes, y sólo ligeramente al incorporar la frecuencia del viento de tercer cuadrante, con la que se obtiene finalmente una fiabilidad del 48 %. Los estadísticos F del test ANOVA determinaron la mejoría de los modelos con una significación del 0,000.

<i>Modelo</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² <i>corr.</i>	<i>Error típ.</i> <i>estimación</i>	<i>Estadísticos de cambio</i>		<i>ANOVA</i>	
				<i>Sig. cambio F</i>	<i>Cambio R</i> ²	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1 (a)	0,407	0,406	25,762	0,407	450,836	450,836	0,000
2 (a,b)	0,479	0,477	24,160	0,072	91,149	301,876	0,000
3 (a,b,c)	0,482	0,480	24,098	0,003	4,374	203,742	0,000

TABLA 46. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico Poaceae. (a) Poa_{t-1}; (b) Poa_{t-7}; (c) Fr3C.

En la TABLA 47 se muestran las expresiones de los tres modelos obtenidos, las cuales incluyen las variables siempre con signo positivo, lo que indica un papel positivo de las concentraciones previas y del viento del tercer cuadrante.

<i>Modelo</i>	<i>Ecuación de regresión múltiple por pasos</i>
1	Poa = 5,166 + 0,636 Poa _{t-1}
2	Poa = 2,550 + 0,545 Poa _{t-1} + 0,293 Poa _{t-7}
3	Poa = -0,896 + 0,550 Poa _{t-1} + 0,291 Poa _{t-7} + 0,388 Fr3C

TABLA 47. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de Poaceae (Poa).

Alergenicidad

Radauer & Breiteneder (2006) estimaron que la cuarta parte de las especies catalogadas como alergógenas pertenecían a la familia Poaceae. En el mundo occidental (con climas templados) y en el sur de Australia se le considera una de las principales causas de polinosis primaveral (D'Amato *et al.*, 1992), debido a la combinación de los granos de polen con la polución, lo que facilita además la liberación de sus alergenos a la atmósfera (Petrovska *et al.*, 2004).

En el área mediterránea la prevalencia varía según las zonas. En Italia los porcentajes varían de unas zonas a otras, en el sur la incidencia es del 38 % (D'Amato & Lobefalo, 1989), en el centro del 65 % (Grilli-Caiola *et al.*, 2002) y en el norte del 53 % (Negri *et al.*, 1992), al igual que en Grecia donde oscilan entre el 43 y el 70 % (Papageorgiou, 1999).

En España, un estudio realizado por Subiza (2003) muestra que en el norte aparecían los porcentajes más elevados de sensibilización: 91 % en Burgos, 85 % en Vitoria, 81 % en A Coruña y Madrid, 80 % en Bilbao, 79 % en Santander y 50 % en Barcelona. En Andalucía estos valores también son muy elevados, donde es generalmente la segunda causa de polinosis por detrás del olivo; con un 87 % de prevalencia en Sevilla (Subiza *et al.*, 1998), 74 % en Jaén (Ruiz, 2001), 56 % en Málaga (Torrecillas *et al.*, 1996) o 36 % en Almería (Sabariego, 2003).

En la provincia de Granada, la incidencia supera el 54 % aunque en pacientes monosensibilizados este porcentaje desciende a tan solo el 15 % (De Linares, 2007). El grupo de edad más afectado se encuentra entre los 16 y 35 años, con preferencia por los varones, aunque cuando se trata de monosensibles ésto se invierte. El síntoma más frecuente es la rinoconjuntivitis asmática, aunque en monosensibles también son importantes las rinitis y las conjuntivitis.

En la familia Poaceae se han identificado hasta 12 subfamilias de alergenos, siendo las especies *Lolium perenne* L. y *Phleum pratense* L. las más estudiadas. En relación a *L. perenne* L. se han identificado 7 alergenos hasta la fecha. Lol p 1 es el alergeno mayor (Kahn & Marsh, 1986), y presenta reacción cruzada con alergenos procedentes de otras gramíneas (Standring *et al.*, 1987). También se han descrito reacciones cruzadas con el polen de *Platanus* L. (Varela *et al.*, 1997) y una asociación entre las sensibilizaciones a gramíneas y a *Olea* L. en el sur de España, a *Parietaria* L. en el Mediterráneo o a *Betula* L. en el norte (Hernández de Rojas *et al.*, 1991).

Discusión

En el centro y sur de Europa, donde se incluyen un mayor número de especies, la estación polínica de Poaceae es más prolongada y presenta un sólo pico en mayo, mientras que en el norte es más corta y el pico se desplaza a los meses de verano (Emberlin *et al.*, 2000; Sánchez *et al.*, 2003).

En los últimos años se ha observado una tendencia a aumentar los niveles anuales en el sur de España (Domínguez *et al.*, 1993, Recio, 1995; De Linares, 2007), sin embargo en el norte y centro de Europa no hay evidencias de que se produzca tal incremento, detectándose como mucho un adelanto en los periodos de floración (Clot, 2003).

Los índices anuales de Poaceae alcanzan valores considerables en todas las estaciones aerobiológicas pertenecientes a la REA, siendo con frecuencia uno de los principales tipos polínicos. Cabe destacar que los niveles más bajos se registran en las áridas regiones de Almería (Sabariego, 2003) y Cartagena (Moreno-Grau *et al.*, 2002), donde algunos años no llega a 1.000 granos de polen, y las más altas se vuelven a producir en Extremadura (Silva *et al.*, 2002; Paulino *et al.*, 2002), donde se superan los 20.000 granos anuales con facilidad. En este sentido, los niveles registrados en la costa granadina son similares a los de otras zonas como Viveiro (Dopazo *et al.*, 2002a), Oviedo (Fernández Casado *et al.*, 2002), Zaragoza (Bermejo & García, 2002), u otras más próximas como Sevilla (Candau *et al.*, 2002b), Jaén (Ruiz *et al.*, 2002), Granada (Alba *et al.*, 2002) o Nerja (Docampo, 2008).

Los periodos de polinación que se recogen en Motril son parecidos a los descritos en otras localidades del sur de España (Alba, 1997; Sabariego, *l.c.*; Ruiz, 2001), si bien en algunos puntos, como Nerja (Docampo, *l.c.*) éstos comienzan incluso antes, ya que en marzo se produce un primer pico de concentraciones de cierta importancia.

Al analizar los resultados de la costa de Granada, llama la atención los bajos registros anuales, mensuales y diarios de 2005. Según González Minero *et al.* (1998c), en el sur de España la intensidad de la polinación de Poaceae está relacionada con las precipitaciones previas a su floración, lo que justificaría el extraño desarrollo de ésta durante 2005 en Motril. En 2004, las lluvias también jugaron un papel importante, aunque en esta ocasión reduciendo los niveles de polen una vez que éste se encontraba en el aire. A pesar de que distintos autores (González Minero *et al.*, 1998a; Díaz de la Guardia *et al.*, 1995) han señalado el papel de las temperaturas sobre el inicio de la floración de las gramíneas, en nuestro estudio no se apreció ningún retraso en 2004, año que presentó una primavera con temperaturas muy suaves.

A pesar de la marcada estacionalidad de Poaceae, con tres meses de máxima actividad, el PPP se prolongó entre cinco y seis meses y medio, lo que se debe a la aparición esporádica pero frecuente de este polen fuera de los meses de abril a junio. Esta presencia está determinada por el gran número de especies que constituyen la familia, así como la diversidad de hábitats en los que éstas se desarrollan, presentando periodos de floración amplios y solapados. Las distintas oscilaciones que aparecieron, tanto en la fecha pico, como en la duración y cantidades de polen registrados durante el prepico y el postpico, se deben principalmente a la distribución y abundancia de las precipitaciones, que afectaron especialmente al periodo prepico, ya que el postpico normalmente se desarrollo a principios de verano libre de éstas.

La evolución de las concentraciones a lo largo del día fue muy irregular, variando mucho de unos años a otros. Así, aunque se obtuvo un patrón promedio muy homogéneo a lo largo del día, en los distintos años aparecen algunos picos durante últimas horas de la noche (2005 y 2006) y primeras horas de la mañana (2004 y 2006). Entre las estaciones aerobiológicas más cercanas encontramos algunas, como Nerja (Docampo, *l.c.*) o Almería (Sabariego, *l.c.*), en las que se producen también variaciones interanuales importantes; otras presentan patrones más estables, como Málaga (Recio, 1995) o Granada (Alba, *l.c.*) en la primera se aprecia un pico claro de 12:00 a 14:00 horas, mientras que en la segunda el patrón también es muy homogéneo a lo largo del día.

Las correlaciones obtenidas con la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y la radiación solar fueron similares a las descritas en otros estudios (Docampo, *l.c.*; Green *et al.*, 2004a; Alba, *l.c.*). Mientras que el efecto de los vientos presentó un comportamiento más errático y variable, cambiando de unos años a otros, sin presentar un patrón fijo que pueda estar determinado por la distribución de estas plantas.

En los análisis de regresión se incluyeron las concentraciones de uno y siete días antes, además del viento del tercer cuadrante, que no mostraban correlaciones significativas con la variable dependiente. La concentración del día previo explica casi el 41 % de los datos, mientras que la inclusión de la concentración de siete días antes supone una mejora del 7,1 %. El último modelo, con las tres variables incorporadas, presenta un fiabilidad final del 48 %. Los vientos del suroeste proceden de la zona de vega, donde se desarrollan gran cantidad de gramíneas como ruderales, además de asentarse los cultivos de maíz y caña de azúcar.

5.2.1.12. Tipo polínico *Quercus*

Aquí se incluye al género *Quercus* L. (familia *Fagaceae* Dumortier), el cual abarca unas 200 especies que se distribuyen fundamentalmente por las zonas templadas y tropicales del Hemisferio Norte. Algunas de sus especies son formadoras de bosques, dando lugar a las grandes masas forestales europeas de robles y encinas.

En la costa granadina aparece formando parte de la vegetación natural. Entre las especies más frecuentes está *Q. ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp., que constituye el estrato arbóreo de los encinares desarrollados, tanto en suelo básico como silíceo, aunque también forma matorrales en gran parte del área de estudio; *Q. faginea* Lam., que forma parte de la faciación húmeda de los encinares en vaguadas y lugares umbríos; *Q. pyrenaica* Willd. especie que da lugar a pequeñas manchas de melojares, desarrollados sólo en los barrancos húmedos de Sierra Nevada; y *Q. coccifera* L., que forma parte de los matorrales y bosquetes de las zonas más secas.



Descripción botánica: Árboles, a veces arbustos. Hojas pinnatilobadas o pinnatífidas, con menos frecuencia serradas, dentadas o enteras, perennes, marcescentes o caducas; con estípulas caedizas. Flores unisexuales, con perianto acampanado, urceolado o pateniforme; las masculinas en amentos colgantes, perianto de (4)6(9) lóbulos, estambres por lo general 6-12; las femeninas en amentos, en glomérulos o solitarias, axilares, cada una en el interior de un involucre de numerosas escamas; ovario tricarpelar. Frutos (glandes) denominados vulgarmente bellotas; aquenios de oblongo-elipsoidales a globosos, 1 por cúpula; cúpula hemisférica o discoidal, entera, coriácea, escamosa, que abarca la base del aquenio.

Época de floración: El periodo de floración de las distintas especies coincide, teniendo lugar desde marzo a mayo.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; de circular a subelíptico en visión ecuatorial, circular o triangular-angulaperturado en visión polar; de suboblado a subprolado (P/E=0,80-1,33).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; P= 19-33 μm ; E= 15-34 μm .

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas tipo colpo, terminales; endoaperturas de tipo poro, de márgenes difusos, situadas en el ecuador.

PAREDES: Exina de 2 μm de grosor en la mesocolpia, sexina igual de gruesa o 1,5 veces más gruesa que la nexina. Téctum completo, infratéctum con columelas.

ORNAMENTACIÓN: Granulado-verrugoso. Verrugas con superficie rugulada.

Evolución estacional

Con una concentración anual media de 3.714 granos y una aportación al espectro polínico del 6,89 % el polen de *Quercus* fue el cuarto más abundante en la atmósfera del litoral granadino. Los índices anuales fueron muy similares durante los años 2003, 2004 y 2006, sin embargo en 2005 este polen sufrió un espectacular aumento del 266 % con respecto al resto de años (FIG. 72a).

Aunque los primeros registros mensuales aparecieron en marzo, las cantidades más importantes se registraron siempre entre abril y junio, apareciendo niveles inferiores a 100

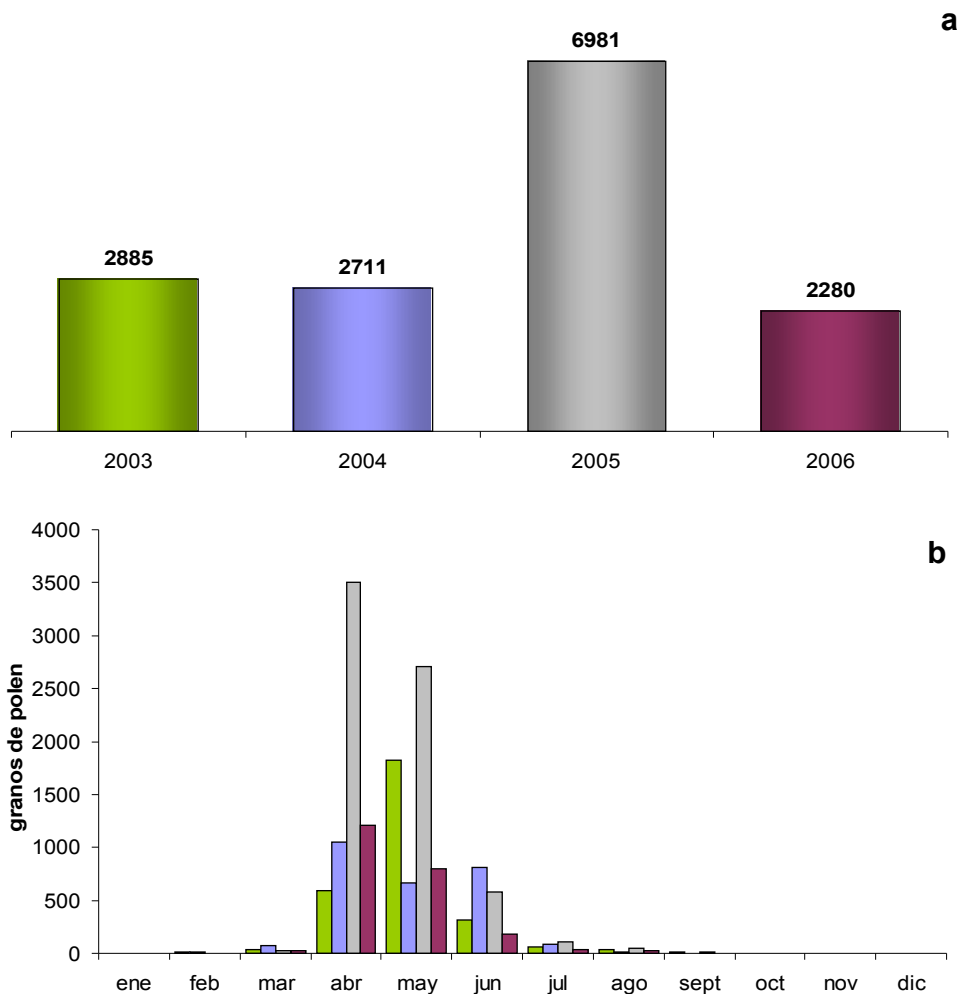


FIG. 72. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Quercus* durante los años estudiados (2003-06).

granos durante julio y agosto. El máximo mensual se registró normalmente en abril, excepto en 2003 que tuvo lugar en mayo (FIG. 72b), sus valores variaron entre los 1.050 granos de 2004 y los 1.827 de 2003, aunque el máximo mensual de todo el estudio se registró en 2005 con 3.504 granos.

La distribución de las concentraciones medias diarias de *Quercus* a lo largo del año se caracterizó por la aparición de varios picos de intensidad variable entre abril y junio (FIG. 73). Tras registrarse concentraciones moderadas durante la primera quincena de abril se produjo el pico de mayor intensidad a finales de mes. A lo largo de mayo se sucedieron distintos picos de intensidad decreciente hasta que en junio se produjo el descenso paulatino de las registros dejando de detectarse en julio.

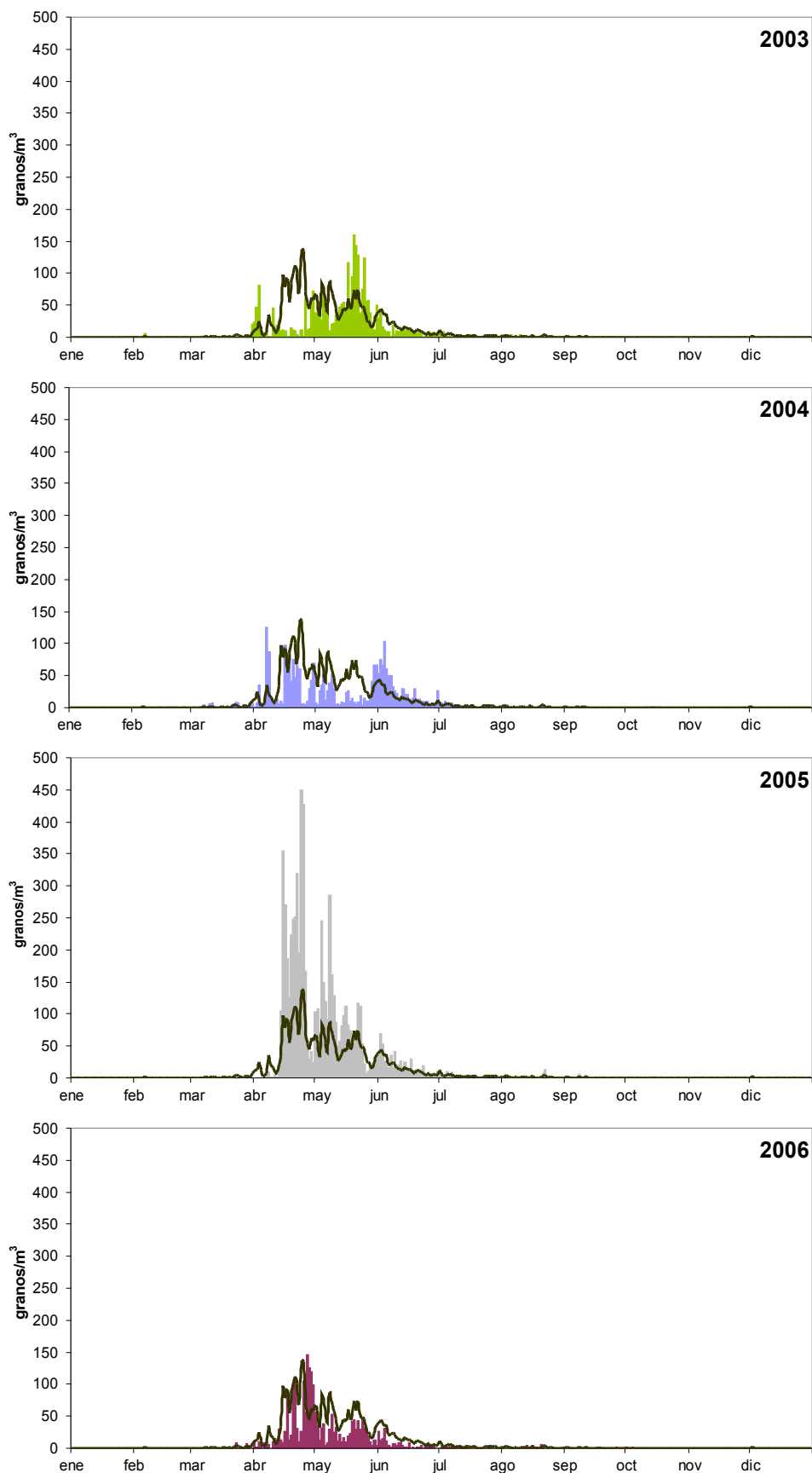


FIG. 73. Concentraciones medias diarias de *Quercus* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

En 2003 se detectaron hasta tres picos de concentraciones crecientes, alcanzando el máximo a finales de mayo (160 granos/m³), mientras que en 2004 se identificaron dos periodos de mayor actividad, uno a principios de abril, en el que se alcanzó el pico máximo (126 granos/m³), y otro a principios de junio, con concentraciones medias diarias superiores a 50 granos/m³. 2005 y 2006 presentaron un comportamiento similar, con un claro periodo de máxima actividad a finales de abril, en el que se alcanzaron los picos (449 granos/m³ en 2005 y 146 granos/m³ en 2006), y concentraciones decrecientes durante los meses sucesivos. La principal diferencia entre estos dos años fue los registros diarios tan elevados de 2005 frente a los de 2006.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

El inicio del PPP tuvo lugar siempre durante la primera quincena de abril, con una variación máxima de 16 días. La fecha de finalización presentó aproximadamente la misma variación, excepto en 2005 que se produjo el inicio más tardío y finalizó antes que ningún otro. Ésto determinó que el PPP de este año fuera el más corto, no llegando a alcanzar los 3 meses de duración.

En la TABLA 48 se observa que la variabilidad en las fechas de los días picos hizo que la duración del periodo prepico variase considerablemente de un año a otro, al igual que la cantidad de polen registrada durante el mismo. El prepico más corto fue de 8 días (2004), en el que apenas se recogieron 80 granos, y el más largo alcanzó un mes y medio (2003). El mayor registro polínico se alcanzó en 2005, recogándose 2.178 granos en apenas 9 días.

De forma análoga ocurrió en el postpico que variaron entre apenas 2 meses de duración (2003) y casi 3 meses (2004). Oscilando su carga polínica entre los 1.246 granos de 2003 y los 4.469 granos de 2005.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003	02/04/03	16/07/03	2.741	3 meses y 14 días	26	20/05/03	160	1 mes y 18 días	1.495	1 mes y 27 días	1.246
2004	30/03/04	06/07/04	2.577	3 meses y 7 días	26	07/04/04	126	8 días	80	2 meses y 29 días	2.497
2005	15/04/05	01/07/05	6.647	2 meses y 16 días	86	24/04/05	449	9 días	2.178	2 meses y 7 días	4.469
2006	06/04/06	07/07/06	2.168	3 meses y 1 día	24	27/04/06	146	21 días	692	2 meses y 10 días	1.476

TABLA 48. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Quercus* durante el periodo de estudio (2003-06).

Variación intradiaria

La variación intradiaria promediada se mostró muy homogénea a lo largo del día, en ella se observa un pequeño aumento de los niveles a las 7:00 horas y una ligera disminución a lo largo de toda la tarde. La diferencia entre la máxima carga polínica (5,5 % del polen diario) y la mínima (3,2 % del polen diario) fue muy baja, tan sólo del 2,3 %.

Los patrones intradiarios de los distintos años fueron muy desiguales (FIG. 74), aunque en casi todos se produjo una disminución del polen de *Quercus* a lo largo de la tarde. En 2003 el patrón fue muy homogéneo a lo largo del día en comparación con el resto de los años. Mientras que en 2004 y 2006 apareció un pico a las 7:00 horas y en 2005 las concentraciones disminuyeron desde medianoche hasta las 15:00 horas que se alcanzó el mínimo. Posteriormente los niveles volvieron a aumentar, alcanzando el máximo a las 24:00 horas.

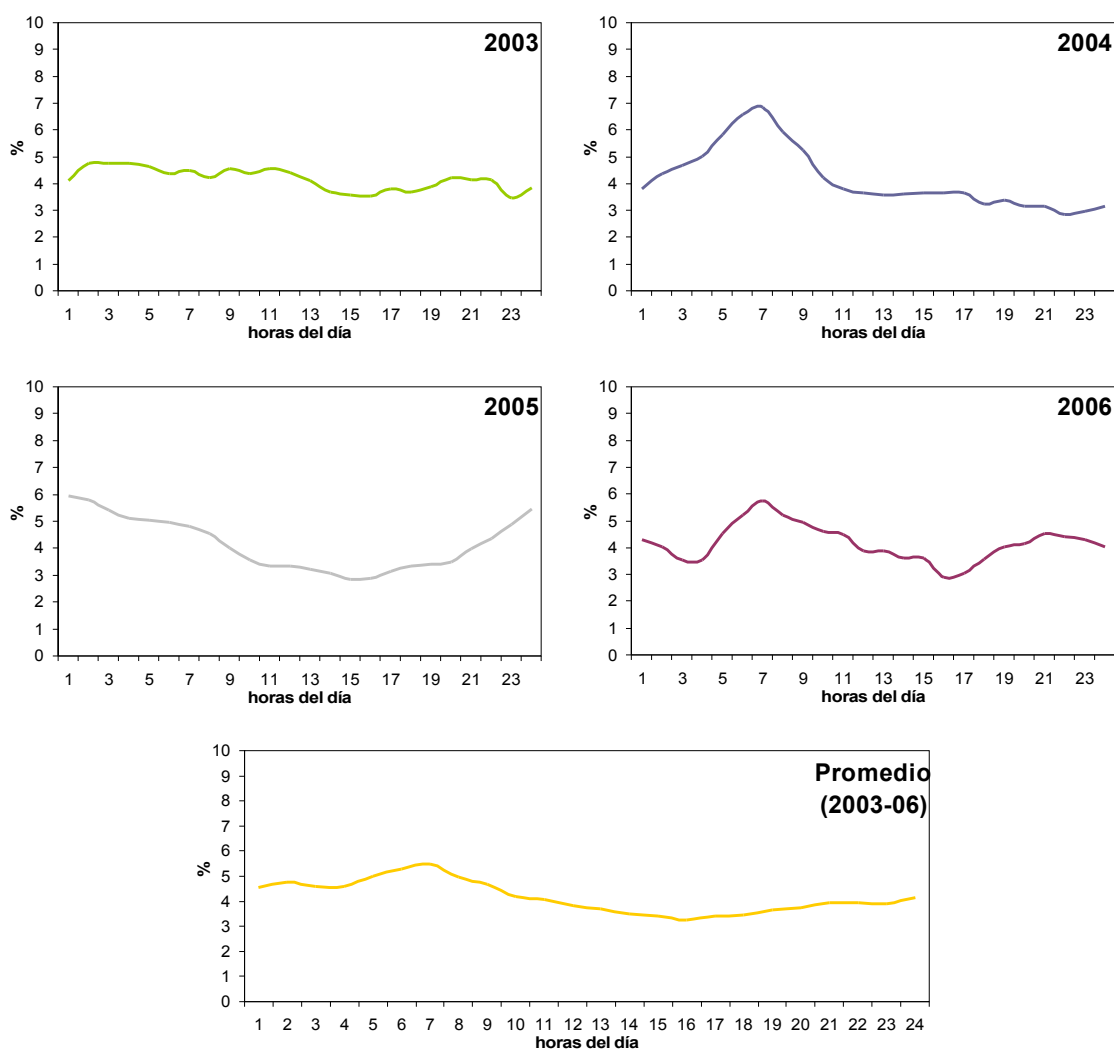


FIG. 74. Variaciones intradiarias de *Quercus* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Las únicas correlaciones que aparecieron durante varios años fueron con la temperatura y la velocidad media del viento, negativa la primera y positiva la segunda, con una apenas correlaciones significativas en 2004 (ANEXO I). En 2005 se puso de manifiesto el efecto negativo de la humedad relativa, la radiación solar y el viento procedente del primer cuadrante, así como el positivo del viento del cuarto cuadrante y la velocidad máxima del viento; sin embargo en 2006, los vientos del primer cuadrante se volvieron positivos, mientras que la humedad relativa siguió siendo negativa, al igual que los vientos del tercer cuadrante.

Durante el prepico el efecto de las temperaturas desapareció (2005) o se volvió positivo (2003 y 2006). Durante 2003 la radiación solar tuvo un efecto positivo, mientras que los vientos del primer y cuarto cuadrantes redujeron los niveles de polen de *Quercus*. El resto de años no presentaron correlación significativa alguna durante este periodo.

Al analizar el postpico se observa un refuerzo de las correlaciones negativas de los vientos así como un del viento del tercer cuadrante, mientras que la velocidad del viento varió mucho dependiendo del año (desaparece en 2003 y 2005 o se fortalece en 2004 y 2006). El resto de variables no presentaron un patrón fijo, si no que aparecen correlaciones puntuales dependiendo de la variable y el año, así ocurrió con la radiación solar en 2006, la frecuencia del viento del primer cuadrante en 2003 y 2006, del segundo cuadrante en 2003, y las calmas durante 2004 y 2006.

El análisis de autocorrelación vuelve a mostrar un número muy grande de retardos con coeficientes decrecientes. Al analizar las autocorrelaciones parciales el retardo más significativo fue el día previo, y aunque otros retardos también fueron significativos sus coeficientes se situaron muy cerca del umbral (FIG. 75).

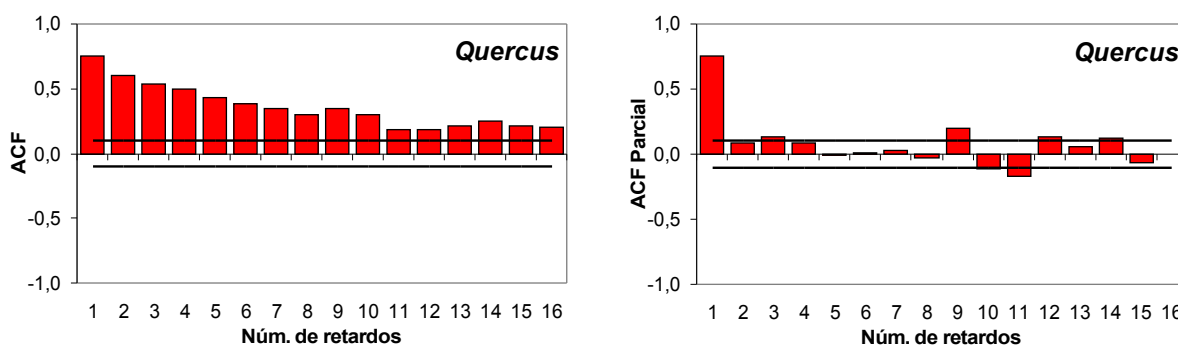


FIG. 75. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Quercus* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

El análisis de regresión múltiple por pasos propone la inclusión de 4 variables en el modelo: la concentración del día previo, la velocidad máxima del viento, las precipitaciones y la frecuencia del viento del primer cuadrante. En la TABLA 49 se observa que el coeficiente de determinación de los distintos modelos varió entre el 61 % cuando sólo se utiliza la concentración del día anterior y casi el 63 % cuando se incluyen las cuatro. El uso del modelo más complejo, cuando se disponga de la información necesaria, está avalado por el tests ANOVA con una significación del 0,000.

<i>Modelo</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² <i>corr.</i>	<i>Error típ.</i> <i>estimación</i>	<i>Estadísticos de cambio</i>		<i>ANOVA</i>	
				<i>Sig. cambio F</i>	<i>Cambio R</i> ²	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1 (a)	0,611	0,610	36,130	0,611	621,035	621,035	0,000
2 (a,b)	0,622	0,620	35,681	0,011	10,990	323,866	0,000
3 (a,b,c)	0,628	0,625	35,447	0,006	6,221	220,846	0,000
4 (a,b,c,d)	0,632	0,628	35,296	0,004	4,375	168,150	0,000

TABLA 49. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Quercus*. (a) Que_{t-1} ; (b) VVmáx; (c) Lluvia; (d) Fr1C.

Las fórmulas de los distintos modelos obtenidos se muestra en la TABLA 50, en ella se observa que la concentración del día previo y la velocidad máxima del viento afectan favorablemente a la concentración de *Quercus*, mientras que las lluvias y el viento del primer cuadrante lo hacen con signo negativo.

<i>Modelo</i>	<i>Ecuación de regresión múltiple por pasos</i>
1	$Que = 8,619 + 0,782 Que_{t-1}$
2	$Que = - 5,739 + 0,779 Que_{t-1} + 0,423 VVmáx$
3	$Que = - 6,156 + 0,777 Que_{t-1} + 0,463 VVmáx - 1,588 Lluvia$
4	$Que = - 1,591 + 0,776 Que_{t-1} + 0,446 VVmáx - 1,453 Lluvia - 1,655 Fr1C$

TABLA 50. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Quercus* (Que).

Alergenicidad

Este polen está clasificado como alérgeno moderado (Lewis *et al.*, 1983), ya que a pesar de su frecuencia en la atmósfera su incidencia en la población no es muy elevada (Ickovic & Thibaudon, 1991; Viñas, 2002b; Bartra *et al.*, 2004), causando sintomatología sólo cuando se presenta en muy grandes cantidades (Linskens & Cresti, 2000).

En Italia, Negrini & Arobba (1992) cifran su incidencia en el 13-15 %, mientras que en Roma la prevalencia de este tipo polínico es del 6 % (Luscri *et al.*, 1996). En el estudio de Farnham (1990) aparece un 29 % de positividades en los test cutáneos, lo que le convierte, junto a *Betula*, en una de las dos primeras causas de polinosis en Nueva Inglaterra (USA).

En España esta polinosis no parece crear una clínica importante, si bien aparece en ciertas localidades. En Jaén su prevalencia es sólo del 2 % (Peralta, 1998) y en Mérida sólo el 3,5 % de los pacientes dieron positivo en los test cutáneos, no hallándose ningún paciente monosensible (Prados *et al.*, 1995). En Madrid, el porcentaje se incrementa hasta el 14 % (Subiza *et al.*, 1995) y en Burgos hasta el 18 % (Carretero *et al.*, 2005). En un reciente estudio realizado en Barcelona se han descrito los dos primeros casos de alergia respiratoria en pacientes monosensibles al polen de *Quercus* (Bartra *et al.*, 2004).

En Granada la incidencia de esta polinosis es muy baja, en un análisis sobre las recetas médicas dispensadas por farmacias de toda la provincia (Díaz de la Guardia *et al.*, 1991) se detectó sólo un 0,08 % de prevalencia.

El polen de *Quercus* presenta reacción cruzada con otros pólenes de la misma familia, además de con distintas especies de las familias Oleaceae, Poaceae (Ickovic & Thibaudon, *l.c.*) y Betulaceae (Niederberger *et al.*, 1998), éstas últimas mucho más relevantes desde el punto de vista alérgico. Su baja incidencia ha hecho que se trabaje poco en la determinación y caracterización de sus alérgenos. En este sentido, sólo se ha descrito Que a 1, extraído del polen de *Quercus alba*, que además presenta una secuencia aminoterminal muy similar a la que aparece en los alérgenos 1 de la familia Betulaceae (Bet v 1, Aln g 1, Car b 1), lo que explicaría la reacción cruzada anteriormente descrita (Ipsen & Hansen, 1991).

Discusión

El género *Quercus* es abundante en la mayor parte de Europa y aunque son varias las especies repartidas por este continente no difieren mucho en la época de floración, por lo que su comportamiento aerobiológico es muy similar en las diferentes regiones europeas. No

obstante, las zonas más septentrionales presentan periodos de polinación algo más tardíos que en el sur (Spieksma, 1991a).

Como las diferentes especies de este género constituyen las formaciones climácicas de la vegetación en la mayoría de los ecosistemas españoles, este tipo polínico aparece en la atmósfera de todas las localidades estudiadas, si bien es cierto que los niveles varían de unos puntos a otros en función de la climatología, serie de vegetación dominante, estado de degradación de la vegetación, etc. En general, los índices más bajos se registran en Galicia y Cartagena, con niveles anuales inferiores a 1.000 granos (Dopazo *et al.*, 2002a; b; Moreno-Grau *et al.*, 2002), mientras que en el resto de la Península se supera fácilmente este umbral (Alba *et al.*, 2002; Bermejo & García, 2002; Vega Maray *et al.*, 2002a; Belmonte & Roure, 2002d); destacan los altos niveles de Córdoba (Alcázar *et al.*, 2002), Ciudad Real (Prieto *et al.*, 2002), Girona (Belmonte *et al.*, 2002b), Extremadura (Silva *et al.*, 2002; Paulino *et al.*, 2002) y Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002; Martín Madrigal *et al.*, 2002) que superan los 10.000 granos anuales.

En la zona de estudio parece haber un gradiente creciente de polen de *Quercus* de este a oeste, desde Almería (Sabariego, 2003) hasta Málaga (Recio, 1995), que se correspondería con un mayor desarrollo y conservación de las formaciones de encinas y un mayor índice pluviométrico, lo que se relaciona tanto con la vegetación presente, como con la producción polínica. Los periodos de polinación sin embargo son similares en todas las estaciones aerobiológicas, Almería (Sabariego, *l.c.*), Nerja (Docampo, 2008), Vélez-Málaga (Trigo *et al.*, 2007) y Málaga (Recio, *l.c.*), siendo las diferencias interanuales como la de 2005 en Motril un factor común en todas ellas. En Nerja (Docampo, *l.c.*) índices anuales elevados de *Quercus* parecen relacionarse con la abundancia de precipitaciones pero en Motril la mayor producción polínica se produjo en 2005, después de pasar un largo periodo de sequía que se prolongó desde la primavera de 2004.

En la evolución de las concentraciones diarias se observa el efecto de las lluvias, ya que en los periodos libres de ella se libera el polen al aire y se alcanzan los distintos picos. La ausencia de precipitaciones de 2004 y 2005 redujo la cantidad de agua disponible por las encinas para la producción de polen, pero al no producirse lavado atmosférico durante su polinación se alcanzaron los valores diarios más altos de todo el estudio. Recio (*l.c.*) sugiere que los distintos picos que se detectan se deben a la floración secuencial causada por la altitud

de las comunidades vegetales, por lo que los últimos registros se deberían a la floración en zonas más elevadas del interior de la provincia.

En un estudio sobre la fenología y aerobiología del género *Quercus* en Córdoba (Gómez-Casero, 2003), se describió una gran flexibilidad en las fechas de inicio y fin del PPP, así como de los días pico, al igual que se ha observado en otras ciudades como Jaén (Ruiz, 2001), Granada (Alba, 1997), Nerja (Docampo, *l.c.*), Málaga (Recio, *l.c.*) o Almería (Sabariego, *l.c.*).

El patrón intradiario de *Quercus*, con concentraciones ligeramente más elevadas durante la noche, recuerda al descrito para *Olea*, y concuerda con el de localidades como Nerja (Docampo, *l.c.*) o Málaga (Recio, *l.c.*). El principal motivo es que las poblaciones de encinas y coscojas se localizan en las sierras litorales al norte del punto de muestreo, por lo que las brisas nocturnas procedentes de tierra firme aportan mayores niveles que los vientos diurnos que suelen proceder de mar adentro.

Las correlaciones obtenidas fueron también muy variables, excepto en el caso de las temperaturas, la velocidad media del viento y el viento del tercer cuadrante. La falta de correlaciones, especialmente durante 2004, puede estar provocada por los constantes ascensos y descensos de las concentraciones diarias, por lo que no hay una dinámica tan clara como otros años u otros tipos polínicos. La corta duración de algunos prepicos, con la consecuente escasez de datos en los análisis, provoca que éstos sean poco significativos. Este comportamiento tan herrático y variable también ha sido descrito en puntos de muestreo cercanos (Docampo, *l.c.*, Sabariego, *l.c.*).

En el caso de *Quercus*, vuelve a ser la concentración del día anterior la variable que mayor porcentaje de la variación explica, con un 61 %. La velocidad máxima del viento también se incluye con signo positivo debido a su efecto favorable al promover la liberación del polen. Las otras dos variables utilizadas afectaron negativamente a los niveles de *Quercus* incluyéndose con signo negativo en los modelos. Por una lado, las lluvias provocan el lavado atmosférico depositando el polen sobre el sustrato, y por otra parte, el viento procedente del noroeste, donde las formaciones vegetales de encinas se encuentran en mayor estado de degradación, aportan bajas cantidades de este polen. Con la inclusión de todas las variables se logra un porcentaje de ajuste final del 63 %.

5.2.1.13. Tipo polínico *Rumex*

Característico del género *Rumex* L., de la familia *Polygonaceae* Juss. a la que, junto con el género *Polygonum* L., proporciona el 90 % de las especies. Incluye 50 especies que se distribuyen por todo el planeta, por lo que se considera un género cosmopolita.

R. induratus Boiss & Reuter, *R. bucephalophorus* L., *R. pulcher* L. son las especies más frecuentes en la costa de Granada. Se trata de táxones con una amplia distribución que con frecuencia forman parte de las comunidades ruderal-arvenses de los alrededores de pueblos y ciudades. También es importante la presencia de *R. induratus* Boiss & Reuter en la vegetación de taludes y bordes de carreteras.



Descripción botánica: Hierbas perennes, bienales o anuales, raramente arbustos o sufrútices. Ócreas membranáceas, enteras o algo laciniadas, a veces caducas. Hojas pecioladas o las superiores sésiles, de nervadura pinnada o subpalmeada. Flores hermafroditas o unisexuales, verticiladas, en inflorescencias ramosas o raramente simples. Perianto sepaloideo, con 2 verticilos trímeros de piezas desiguales, no aladas, las internas libres, aunque a veces concrescentes con el ovario, las externas menores, libres o soldadas en la base. Estambres 6, en 2 verticilos. Pistilo con 3 estilos reflejos; estigmas multifidos, a menudo purpúreos. Fruto en aquenios trígonos, con 3 valvas herbáceas o membranáceas.

Época de floración: La floración de las distintas especies se va solapando desde el mes de marzo hasta agosto.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; subcircular en visión ecuatorial, circular en visión polar; de oblado-esferoidal a subprolado ($P/E=0,90-1,17$).

TAMAÑO: Pequeño; $P=16-29 \mu\text{m}$; $E=16-30 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, en posición meridiana, terminales; endoaperturas de tipo poro, en posición ecuatorial.

PAREDES: Exina de $1,8 \mu\text{m}$ de grosor, sexina y nexina del mismo tamaño. Téctum completo, infratéctum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Escábrido y con pequeños gránulos densamente dispuestos.

Evolución estacional

El tipo polínico *Rumex* aportó el 0,67 % del polen que se registró en Motril, sus índices anuales variaron entre los 255 granos de 2005 y los 445 granos de 2004, presentando un valor medio de 360 granos. Tanto 2003 como 2006 presentaron valores muy parecidos al promedio (FIG. 76a), 385 y 356 granos respectivamente.

El comportamiento mensual de este polen fue muy regular, apareciendo siempre desde marzo hasta julio, aunque los mayores registros aparecieron en abril y mayo (FIG. 76b). Así, abril presentó los máximos recuentos durante 2004 y 2005, mientras que en 2003 y 2006 fue

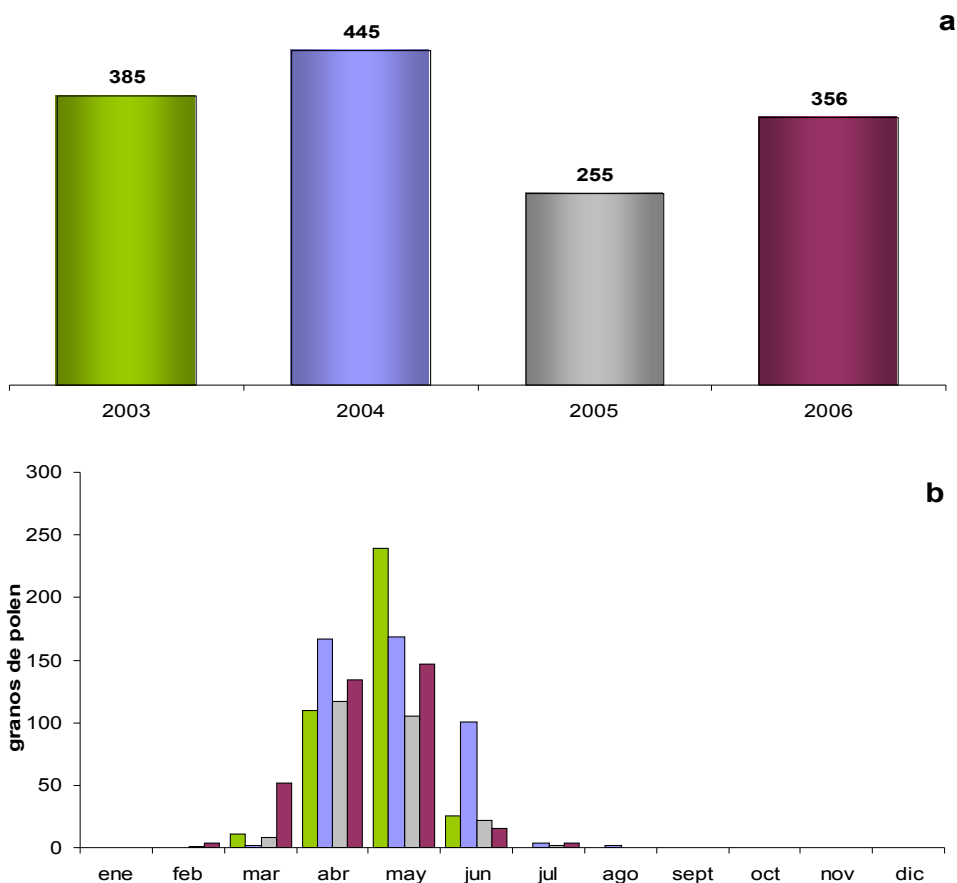


FIG. 76. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Rumex* durante los años estudiados (2003-06).

mayo. Durante enero y desde agosto hasta diciembre los registros polínicos fueron completamente nulos. El registro más alto tuvo lugar en mayo de 2003 con 239 granos.

En la evolución de las concentraciones diarias se observa que este polen no apareció durante todo enero y casi todo febrero, a finales del cual aparecieron algunos granos sueltos. En marzo se hizo más frecuente en las muestras y durante abril los niveles ascendieron, alcanzando las concentraciones más altas generalmente durante los últimos días del mes (FIG. 77). Estos niveles altos se mantuvieron durante todo mayo y en junio este polen se retiró de la atmósfera, aunque apareció ocasionalmente en algunas muestras de julio, e incluso agosto.

Aunque todos los años presentaron una marcada estacionalidad, si que aparecieron diferencias importantes entre unos y otros. En 2003 este polen apareció en contadas ocasiones hasta la última quincena de abril, en la que se produjeron concentraciones de 25 granos/m³. El pico apareció el 17 de mayo con 26 granos/m³, tras el cual los niveles descendieron considerablemente. En 2004 apareció a principios de abril, presentando un pico local, en

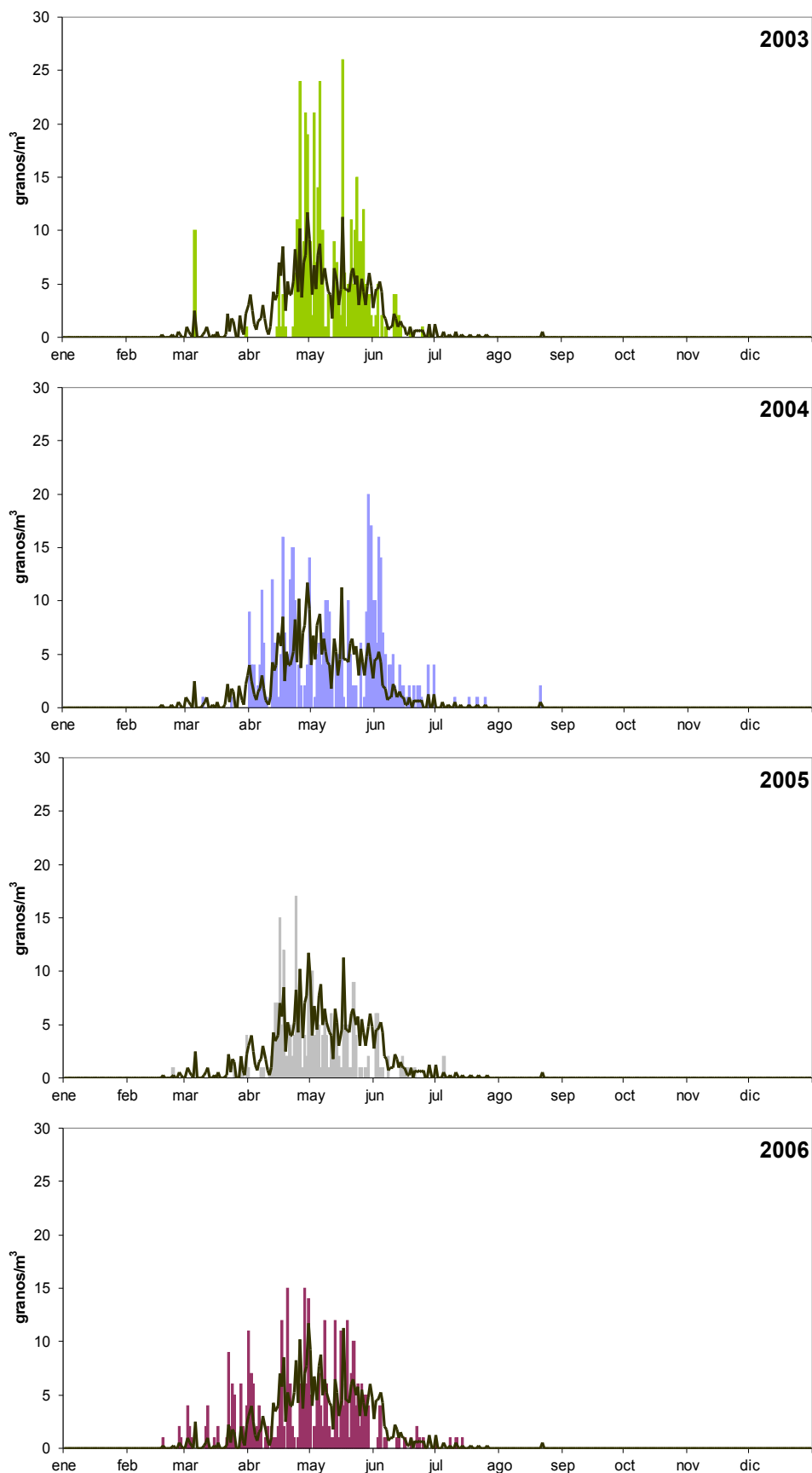


FIG. 77. Concentraciones medias diarias de *Rumex* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

mayo los niveles descendieron ligeramente, alcanzando el pico el 29 de mayo con 20 granos/m³. Al igual que en 2004, en 2005 apareció a principios de abril, pero este año presentó el pico el 24 de abril con 17 granos/m³. El año que antes apareció fue en 2006, que ya presentaba recuentos de *Rumex* a finales de febrero, los niveles se fueron intensificando hasta alcanzar dos días picos, 20 y 28 de abril con 15 granos/m³.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

En la TABLA 51 se observa como existen diferencias importantes en los parámetros que definen los PPP de los distintos años, siendo la fecha de inicio el más variable. Este dato presentó una variación total de casi un mes, desde el 3 de marzo en 2006 hasta el 2 de abril en 2004, mientras que la variación en la fecha de fin fue de sólo 15 días, desde el 12 de junio en 2003 hasta el 27 de junio en 2004. Todas estas variaciones hicieron que la duración total oscilara entre los 2 meses y medio de 2005 y los 3 meses y medio de 2006.

Todo ésto, junto a las diferentes fechas en las que se alcanzaron los picos hizo que los periodos prepico y postpico también fueran muy diferentes entre los distintos años. La duración del prepico osciló entre los 24 días (2005) y los 2 meses y 11 días (2003), mientras que la duración del postpico fue desde los 26 días (2003) hasta 1 mes y 22 días (2006). Las cantidades de polen registradas durante el prepico presentó también una gran variabilidad interanual, mientras que en los postpico se mostró más estable.

Periodo	PPP (95 %)					Pico		Prepico		Postpico	
	Inicio	Fin	granos	Duración	granos /m ³	Fecha	granos /m ³	Duración	granos	Duración	granos
2003	06/03/03	12/06/03	375	3 meses y 6 días	4	17/05/03	26	2 meses y 11 días	236	26 días	139
2004	02/04/04	27/06/04	420	2 meses y 25 días	5	29/05/04	20	1 mes y 27 días	280	29 días	140
2005	31/03/05	15/06/05	243	2 meses y 15 días	3	24/04/05	17	24 días	75	1 mes y 21 días	168
2006	03/03/06	19/06/06	339	3 meses y 16 días	3	20/04/06 28/04/06*	15	1 mes y 25 días	147	1 mes y 22 días	192

TABLA 51. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de *Rumex* durante el periodo de estudio (2003-06).

* fecha pico utilizada en la determinación de los periodos pre y postpico.

Variación intradiaria

El análisis de las concentraciones intradiarias (FIG. 78) muestra que las concentraciones durante la noche fueron superiores a las que se registraron durante el día. La máxima carga polínica se produjo a las 8:00 horas (6,4 % del polen diario) mientras que la mínima se produjo a las 19:00 horas (2,4 % del polen diario), lo que supone una diferencia del 4 %.

En todos los años apareció este mismo patrón, aunque en las gráficas se observan algunas oscilaciones horarias que no se reflejan durante el periodo promedio. En 2003 y 2006 los niveles fueron altos desde las 4:00 hasta las 10:00 horas, mientras que en 2004 los niveles ascendieron durante toda la noche alcanzando el pico a las 8:00 horas. 2005 presentó unos registros nocturnos menos elevados que el resto de años, aunque también superiores a los diurnos.

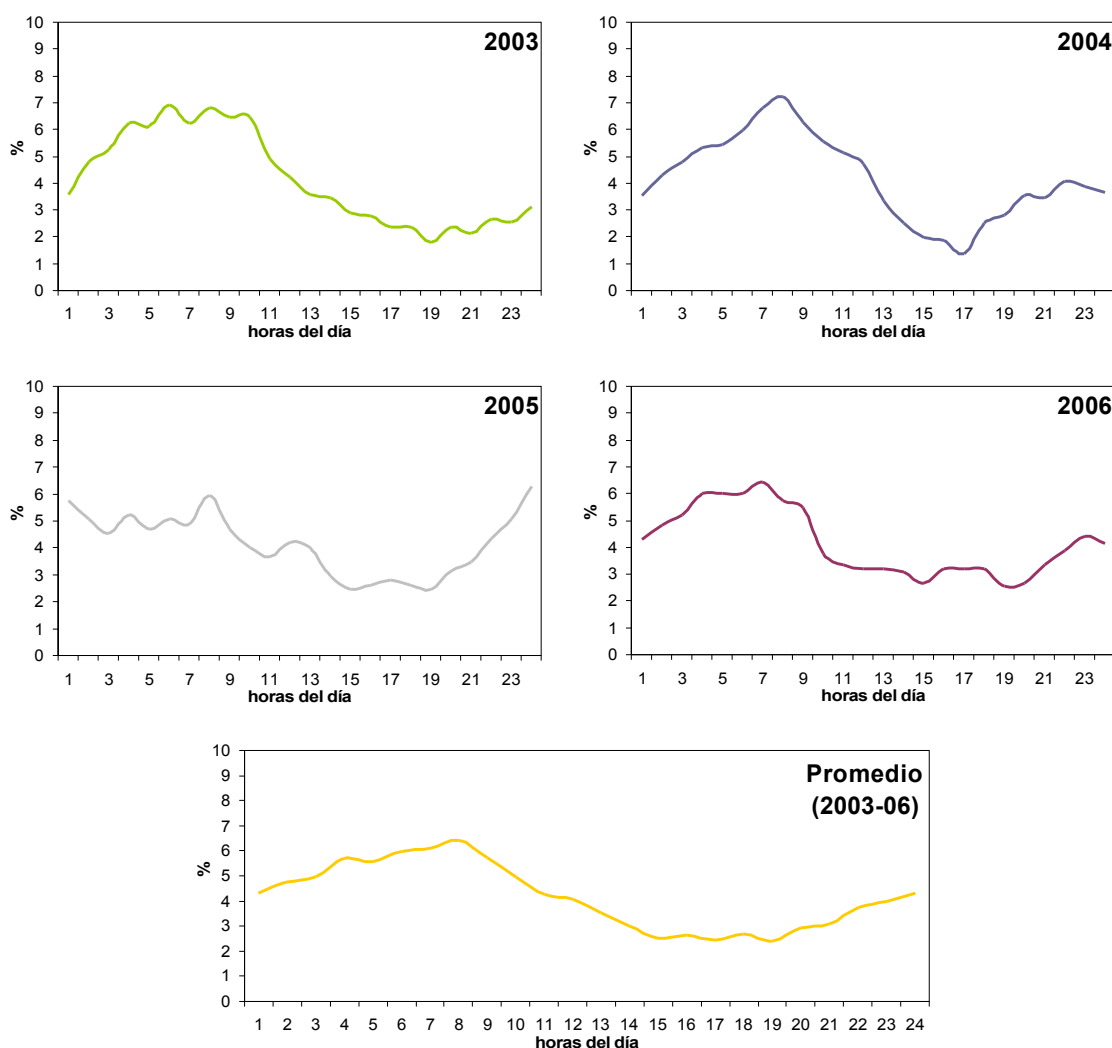


FIG. 78. Variaciones intradiarias de *Rumex* para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Las correlaciones entre las concentraciones de *Rumex* y los parámetros meteorológicos fueron muy poco consistentes (ANEXO I). Aparecieron correlaciones con casi todas las variables, pero sólo en un año o dos, aunque no se produjeron cambios en su signo. De este modo fueron positivas las correlaciones con la temperatura (2003), la radiación solar (2003 y 2005) y el viento del tercer cuadrante (2003); y negativas con las lluvias (2003), la humedad relativa (2005), el viento del primer cuadrante (2003 y 2005) y los periodos de calma (2004).

Durante el prepico aparecieron correlaciones positivas con las temperaturas (2003, 2005 y 2006), la velocidad máxima del viento (2005), el viento del tercer (2003, 2005 y 2006) y del cuarto cuadrante (2005), así como con la radiación solar en todos los años. Las lluvias (2004), la humedad relativa (2005), los periodos de calma (2004) y los vientos del primer (2003 y 2005) y del segundo cuadrante (2005) presentaron correlaciones de signo negativo.

Durante el postpico las temperaturas (2003, 2005 y 2006), el viento del tercer cuadrante (2003) se volvieron negativas, mientras que la humedad relativa mantuvo su correlación (2003).

Los análisis de autocorrelación muestran que las concentraciones de *Rumex* estuvieron influenciadas por los niveles detectados durante los 11 días anteriores (FIG. 79), siendo la concentración del día anterior la que mostró mayor coeficiente. Al analizar las autocorrelaciones parciales sólo fueron significativas dos retardos, las concentraciones de uno y tres días anteriores, entre las que destacan las primeras.

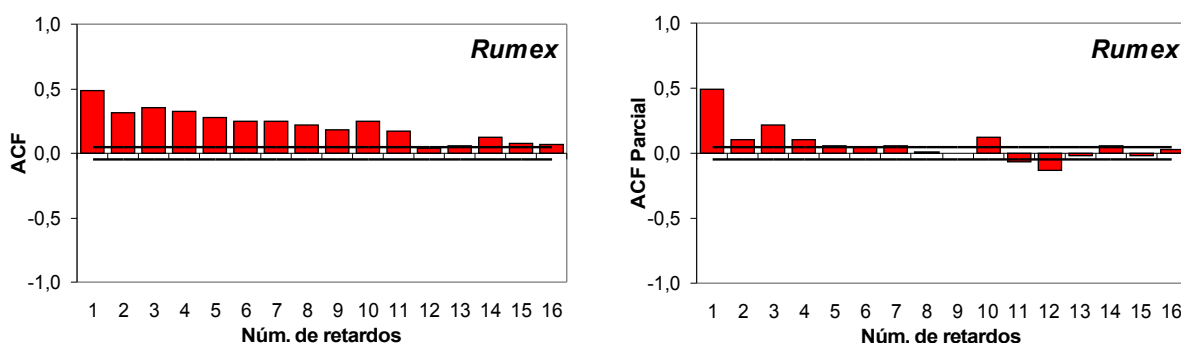


FIG. 79. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de *Rumex* a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

Tras los análisis de regresión se obtuvieron cuatro modelos en los que se incluyeron como variables predictoras la concentración de *Rumex* del día anterior y de tres días antes, la radiación solar y la frecuencia del viento del tercer cuadrante. El primer modelo incluyó la concentración del día previo y consiguió explicar un 22,1 % de la variación, mientras que el modelo más complejo, que incluyó las cuatro variables, llegó al 28,8 %. Tal y como se puede observar en la TABLA 52, todas las variables se incluyeron con un nivel de significación de 0,000.

<i>Modelo</i>	R^2	R^2 <i>corr.</i>	<i>Error típ.</i> <i>estimación</i>	<i>Estadísticos de cambio</i>		<i>ANOVA</i>	
				<i>Sig. cambio F</i>	<i>Cambio R²</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1 (a)	0,223	0,221	3,993	0,223	116,933	116,933	0,000
2 (a,b)	0,274	0,271	3,865	0,051	28,594	76,728	0,000
3 (a,b,c)	0,286	0,281	3,837	0,012	6,808	54,153	0,000
4 (a,b,c,d)	0,295	0,288	3,818	0,009	5,135	42,313	0,000

TABLA 52. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico *Rumex*. (a) Rum_{t-1} ; (b) Rum_{t-3} ; (c) RadSolar; (d) Fr3C.

En la TABLA 53 se muestran las fórmulas de los distintos modelos. En ella se puede comprobar como todas las variables fueron incluidas con signo positivo, sólo en los dos últimos modelos la constante se vuelve de signo negativo.

<i>Modelo</i>	<i>Ecuación de regresión múltiple por pasos</i>
1	$Rum = 1,912 + 0,473 Rum_{t-1}$
2	$Rum = 1,320 + 0,403 Rum_{t-1} + 0,239 Rum_{t-3}$
3	$Rum = - 0,108 + 0,391 Rum_{t-1} + 0,232 Rum_{t-3} + 0,081 RadSolar$
4	$Rum = - 0,709 + 0,396 Rum_{t-1} + 0,227 Rum_{t-3} + 0,077 RadSolar + 0,079 Fr3C$

TABLA 53. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de *Rumex* (Rum).

Alergenicidad

El polen de *Rumex* L., a pesar de no alcanzar concentraciones muy elevadas en la atmósfera, puede provocar reacciones alérgicas debido a su abundancia en lugares próximos a núcleos de población. Numerosos autores lo señalan como causante de polinosis (Saumande *et al.*, 1980; Domínguez *et al.*, 1984; Frank *et al.*, 1991), aunque su relevancia clínica puede estar infravalorada debido a la coincidencia de su floración con la de otros tipos alergógenos más abundantes en el aire, como *Olea* y Poaceae (Docampo, 2008).

En Holanda, donde el polen de *Rumex* representó menos del 2 % del contenido anual, el 1,7 % de los pacientes presentaron sensibilidad a sus extractos (Spieksma, 1991b), mientras que en Michigan (USA) cerca del 70 % de los pacientes presentaron resultados positivos en los prick test (Solomon, 1969).

En España, en la provincia de Burgos el 15 % de los pacientes alérgicos mostraron sensibilidad a los extractos de *Rumex* (Carretero *et al.*, 2005), mientras que en Málaga este porcentaje desciende al 7 % (Torrecillas *et al.*, 1998), lo que equivale a la prevalencia de tipos polínicos mucho más abundantes como Cupressaceae o *Quercus* (Docampo, *l.c.*), y en A Coruña presenta una incidencia del 34 % (Ferreiro *et al.*, 1998). En otras ciudades españolas como Almería este polen ni siquiera se incluye en los test, por lo que no se dispone de datos sobre su prevalencia real (Sabariego, 2003).

En Granada, no se han encontrado evidencias de alergias a este polen.

Su baja presencia en el aire y la consiguiente escasa prevalencia en los análisis clínicos ha hecho que no se trabaje en el aislamiento y caracterización de sus alergenios, por lo que tampoco disponemos de información sobre sus posibles reacciones cruzadas.

Discusión

Se trata de un taxon muy común en el hemisferio norte, cuyos pólenes han sido citados en la atmósfera de numerosas localidades europeas y norteamericanas (Spieksma, 1991a; Dvorin *et al.*, 2001), presentando una fenología muy variable dependiendo del clima y de las especies implicadas. En Escandinavia los mayores registros se producen de junio a julio, mientras que en centro-europa lo hacen en mayo y junio; en el área mediterránea los niveles más altos se detectan en abril y mayo (Spieksma, *l.c.*; Nilsson & Spieksma, 1992).

Los niveles detectados en Motril son de la misma magnitud que los de otras localidades cercanas como Vélez-Málaga (Trigo *et al.*, 2007), Málaga (Recio, 1995) o Nerja (Docampo,

2008), mientras que los niveles de Granada (Alba, 1997), Almería (Sabariego, 2003) o Jaén (Ruiz, 2001) fueron sensiblemente inferiores. Registros más elevados hay que buscarlos en Ciudad Real (Prieto *et al.*, 2002), León (Vega Maray *et al.*, 2002b) y Extremadura (Silva *et al.*, 2002; Paulino *et al.*, 2002), así como en algunos años en Sevilla (Candau *et al.*, 2002b) y Huelva (González Minero *et al.*, 2002), donde se registran índices anuales superiores a los 1.000 granos. En el resto de la geografía española, especialmente la zona del levante presentan valores más bajos (Tortajada & Mateu, 2002; Belmonte & Roure, 2002d), al igual que Galicia (Dopazo *et al.*, 2002a; Rodríguez Rajo *et al.*, 2002b), donde además ya se manifiesta cierto retraso en los periodos de polinación.

Como ya hemos indicado, este polen presenta una tendencia a retrasar su polinación cuanto más al norte, en este sentido los periodos establecidos en Motril concuerdan con esta hipótesis, siendo similares a los del resto de localidades cercanas estudiadas y citadas anteriormente.

Aunque el polen de *Rumex* presentó una gran estacionalidad, las concentraciones diarias que se registran son bajas, alcanzando picos máximos de 26 granos/m³. Al tratarse de una planta herbácea se pueden considerar como niveles bajos o intermedios. Las grandes variaciones que se presentaron en las fechas que este polen apareció en el aire en Motril no parecen tener una explicación en el comportamiento de la meteorología. Si bien las precipitaciones podrían retrasar el inicio de la floración, los dos años con mayores precipitaciones en invierno y primavera (2003 y 2006) presentaron comportamientos diferentes, retrasándose en 2003 y adelantándose en 2006. Los cambios en las temperaturas tampoco parecen ser la causa, ya que 2004 año en el que tardaron en ascender las temperaturas primaverales presentó un comportamiento promedio, mientras que 2003, el año que más se retrasó el inicio de la polinación de *Rumex*, presentó un comportamiento típico desde el punto de vista térmico.

Un patrón de distribución intradiaria similar al de Motril apareció en la cercana localidad de Nerja (Docampo, *l.c.*) donde los niveles presentan constantes altibajos, pero con una tendencia clara a disminuir durante las horas de la tarde. En Almería, por el contrario, no aparece un patrón claro, ya que se producen grandes variaciones entre los años estudiados (Sabariego, *l.c.*). Sin embargo, en Córdoba, Galán *et al.* (1991) establecieron una pauta más marcada con mayores concentraciones durante las horas del mediodía.

En Nerja, donde este polen ocupa la décima posición del espectro polínico, aparecen correlaciones muy similares a las de Motril. Debido a la floración primaveral de las especies del género *Rumex* las temperaturas presentaron correlaciones positivas con las temperaturas durante el prepico y negativas durante el postpico. La radiación solar también se mostró favorable a las concentraciones de este polen en el aire, aunque durante el postpico no apareció correlación alguna. Debido a su papel fundamental sobre el lavado y deposición de las partículas en aerotransportadas, las precipitaciones y la humedad relativa se mostró negativa en todos los periodos considerados, tanto pre como postpico. En general, la presencia de *Rumex* en las muestras estuvo favorecida por la aparición de vientos, mientras que los periodos de calmas se mostraron perjudiciales. Con respecto a la dirección de éstos, las mayores cantidades de polen proceden de la zona occidental del área de estudio, mientras que el viento de componente este se mostró perjudicial.

Los modelos de regresión obtenidos para este tipo polínico presentaron un ajuste muy bajo, explicando sólo el 28,8 % de los casos. De todas las variables independientes consideradas las que mayor proporción de la variación explicaron fueron la concentración de uno y tres días antes, alcanzando por si solas porcentajes del 27,1 % de fiabilidad, mientras que las variables meteorológicas (radiación solar y frecuencia del viento del tercer cuadrante) sólo explicaron un 1,1 % entre las dos. Las concentraciones de los días previos se incluyeron con signo positivo, por lo que afectan de forma positiva a las concentraciones de polen. La radiación solar tienen un efecto positivo sobre el polen de *Rumex*, al igual que los vientos procedentes del tercer cuadrante (la zona de vega) donde se desarrollan gran cantidad de estas plantas en los bordes de acequias y caminos.

5.2.1.14. Tipo polínico Urticaceae

Este polen lo presenta la familia Urticaceae Juss. (excepto *Urtica membranacea* Poir.), integrada por 52 géneros y cerca de 1.900 especies de distribución cosmopolita, más abundante en los trópicos y regiones templadas, poco representada en Australia y regiones frías.

En la costa granadina aparecen dos géneros: *Parietaria* L. y *Urtica* L. Las especies más frecuentes son *P. mauritanica* Durie, *P. judaica* L., *U. dioica* L. y *U. urens* L., aunque también están *P. diffusa* Mert. & Koch, *U. dubia* Forskal y *U. pilulifera* L., todas ellas ruderal-nitrófilas. El género *Parietaria* es frecuente en fisuras y grietas de zonas urbanas, en las zonas de vega invade los cultivos arbóreos; *Urtica* prefiere suelos nitrificados muy húmedos, siendo frecuente en bordes de acequias, caminos e invernaderos.



Descripción botánica: Hierbas, a veces leñosas en la base, polígamas, monoicas o dioicas, generalmente con pelos urticantes. Hojas opuestas o alternas, pecioladas, simples, generalmente con cistolitos. Flores pequeñas, verdosas, unisexuales o hermafroditas, axilares y solitarias o en cimas racemiformes a veces condensadas en capítulos. Flores con perianto de 3-4 piezas sepaloideas; las masculinas con estambres 3-4, con filamentos inflexos en el capullo y reflexos en la antesis, pistilo rudimentario y estéril; las femeninas con o sin perianto, ovario súpero, unilocular. Fruto en aquenio, ovoideo, generalmente con el perianto persistente o acrescente.

Época de floración: Las distintas especies presentan periodos de floración largos que se solapan entre sí en primavera. En general, *Parietaria* florece en primavera, otoño y principios de invierno, mientras que *Urtica* florece en primavera y principios de verano.

Polinización: Exclusivamente anemófila. Libera el polen a la atmósfera de forma activa por un sistema de catapulta (dehiscencia explosiva).

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; subcircular en visión ecuatorial, circular o subcircular en visión polar; suboblado u oblado-esferoidal ($P/E=0,75-0,93$).

TAMAÑO: Pequeño; $P=11-16 \mu\text{m}$; $E=14-19 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Polen trizonoporado, a veces tetra-pentazonoporado. Aperturas simples de tipo poro, de $2 \mu\text{m}$ de diámetro, operculadas; márgenes aperturales engrosados, aspidados, a veces difusos.

PAREDES: Exina de $1 \mu\text{m}$ de grosor en la mesoporia, sexina delgada, nexina indistinguible en *Parietaria* y con sexina dos veces más gruesa que la nexina en *Urtica*. Tectum completo, infráctum formado por columelas muy pequeñas y densas.

ORNAMENTACIÓN: Equinulado. Espínulas de tamaño diverso, uniforme y densamente distribuidas por la superficie.

Evolución interanual y estacional

El polen de Urticaceae fue el más abundante en la atmósfera de Motril. Su índice anual medio ascendió a 22.038 granos (FIG. 80a), lo que supuso el 40,91 % del espectro polínico. Sus registros anuales siempre fueron los más altos, oscilando entre los 19.359 granos de 2005 (34,67 % del polen total) y los 24.868 granos de 2006 (46,67 %), lo que equivale en ambos casos a una desviación del 12 % con respecto al valor promediado.

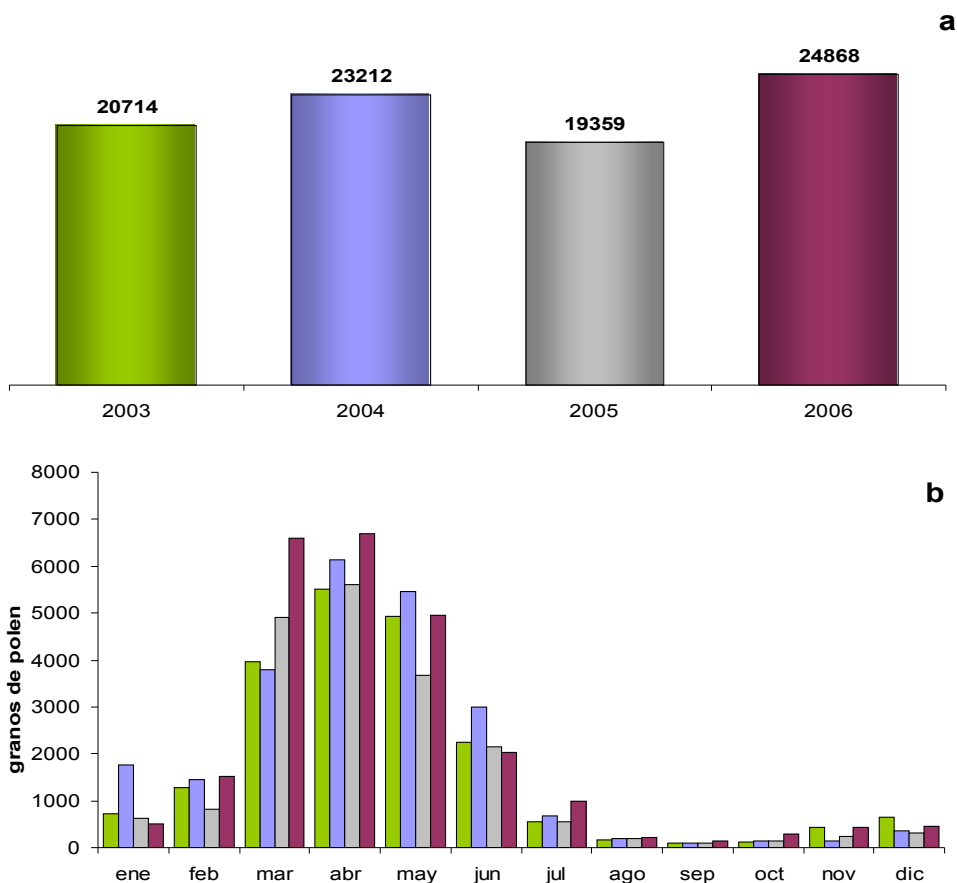


FIG. 80. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Urticaceae durante los años estudiados (2003-06).

En cuanto al comportamiento de las concentraciones mensuales también ha sido muy regular. Este tipo polínico apareció durante todo el año, con un periodo de máxima actividad entre marzo y junio. Los niveles ascendieron durante los primeros meses del año para alcanzar los mayores índices en abril (FIG. 80b), posteriormente se produjo un descenso de las concentraciones, registrando valores muy bajos durante parte del verano (agosto y septiembre) y del otoño (octubre).

En la distribución de las concentraciones diarias aparecieron diferencias entre los distintos años, especialmente en la fecha de los días pico y su concentración. Tras los dos primeros meses del año, en los que se registraron concentraciones bajas (menos 2004 que presentó valores superiores al resto y cercanos a 100 granos/m³), se produjo un aumento de los niveles, que siguieron ascendiendo hasta alcanzar los máximos durante la segunda quincena de marzo (2005 y 2006) o la primera de abril (2004). No ocurrió así en 2003, que debido a un brusco descenso retrasó su pico a principios de mayo. Los registros diarios máximos oscilaron entre

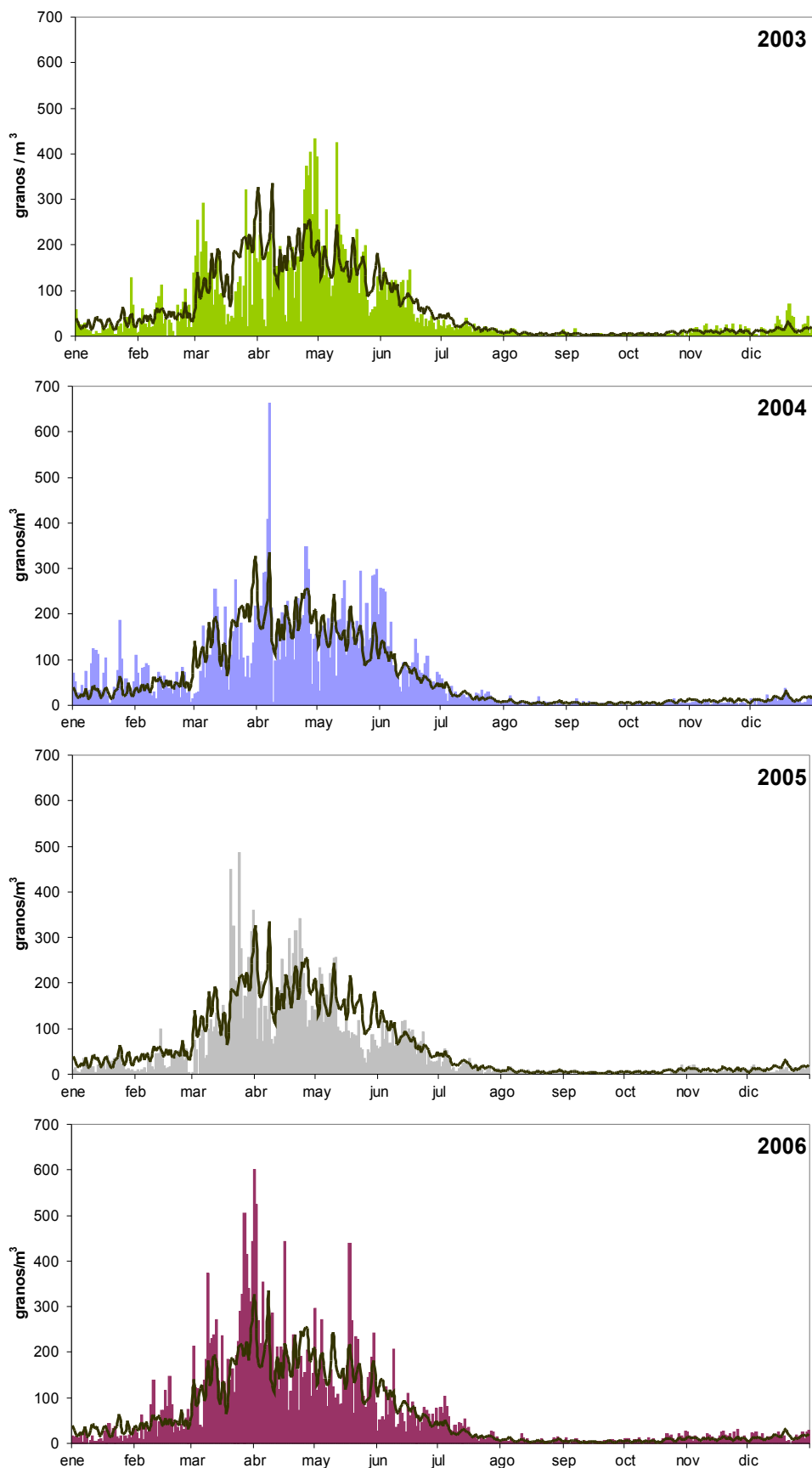


FIG. 81. Concentraciones medias diarias de Urticaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (línea).

432 granos/m³ (2003) y 663 granos/m³ (2004). Posteriormente, durante un par de meses (Fig. 81) se registraron niveles elevados, superiores a 200 granos/m³; debido al retraso que sufrió el pico de 2003 este periodo apareció antes. En junio se produjo el descenso de las concentraciones, para mantenerse muy bajas durante el verano y principios de otoño. Aunque rara vez llega a desaparecer del aire por completo.

Periodo Principal de Polinación (PPP)

En la TABLA 54 se puede observar la extensión que presentó el PPP de Urticaceae como consecuencia de su continuada presencia en el aire. Su inicio tuvo lugar entre finales de noviembre (2003-04) y principios de diciembre (2004-05 y 2005-06), mientras que la fecha de fin fue más estable concluyendo siempre en la segunda semana de julio. Ésto determina un periodo promedio de 7 meses, en los que la concentración diaria media rondó la cantidad de 100 granos/m³.

El periodo 2003-04 presentó un prepico más largo, debido al prematuro inicio de su PPP y el ligero retraso de su día pico. Por el contrario, el postpico fue ligeramente más corto, aunque sólo un par de semanas y no el mes que cabría esperar. Por su parte, los periodos 2004-05 y 2005-06 fueron muy parecidos en cuanto a fechas y duración.

La cantidad de polen registrada durante el prepico fue inferior a la del postpico, comportándose ambos periodos de manera muy estable en los distintos años, excepto en el prepico de 2004-05 que presentó un 50 % menos de polen que el resto de los periodos prepico.

<i>Periodo</i>	<i>PPP (95 %)</i>					<i>Pico</i>		<i>Prepico</i>		<i>Postpico</i>	
	<i>Inicio</i>	<i>Fin</i>	<i>Duración</i>	<i>granos</i>	<i>granos</i>	<i>Fecha</i>	<i>granos</i>	<i>Duración</i>	<i>granos</i>	<i>Duración</i>	<i>granos</i>
				/m ³	/m ³		/m ³				
2003-04	26/11/03	09/07/04	7 meses y 13 días	22.598	100	07/04/04	663	4 meses y 11 días	9.340	3 meses y 2 días	13.258
2004-05	11/12/04	12/07/05	7 meses y 1 día	18.349	86	24/03/05	486	3 meses y 13 días	4.474	3 meses y 19 días	13.875
2005-06	15/12/05	12/07/06	6 meses y 28 días	23.087	110	01/04/06	601	3 meses y 17 días	8.817	3 meses y 11 días	14.270

TABLA 54. Parámetros del Periodo Principal de Polinación de Urticaceae durante los años de estudio (2003-06). Calculado desde el 1 de septiembre hasta el 31 de agosto del año siguiente.

Variación intradiaria

En las gráficas de variación intradiaria (FIG. 82) se puede apreciar un notable incremento de la concentración durante las horas centrales del día, con un patrón muy similar en todos los años. Este incremento comenzó a lo largo de la mañana (8:00-9:00), alcanzando rápidamente el pico a las 12:00 (11,5 % del polen diario). Durante la tarde se produjo un descenso paulatino que se prolongó hasta bien entrada la noche (23:00), en ella los niveles fueron muy bajos, registrándose en su conjunto apenas el 10 % del polen diario.

La principal diferencia entre los distintos años radica en el porcentaje registrado a cada hora, especialmente el valor de los picos. Así, en 2003 aparece el más alto con casi el 13 %, mientras que 2004 presentó el menor, con algo más del 10 %. El resto de los años (2005 y 2006) presentaron aproximadamente la misma proporción (11 %).

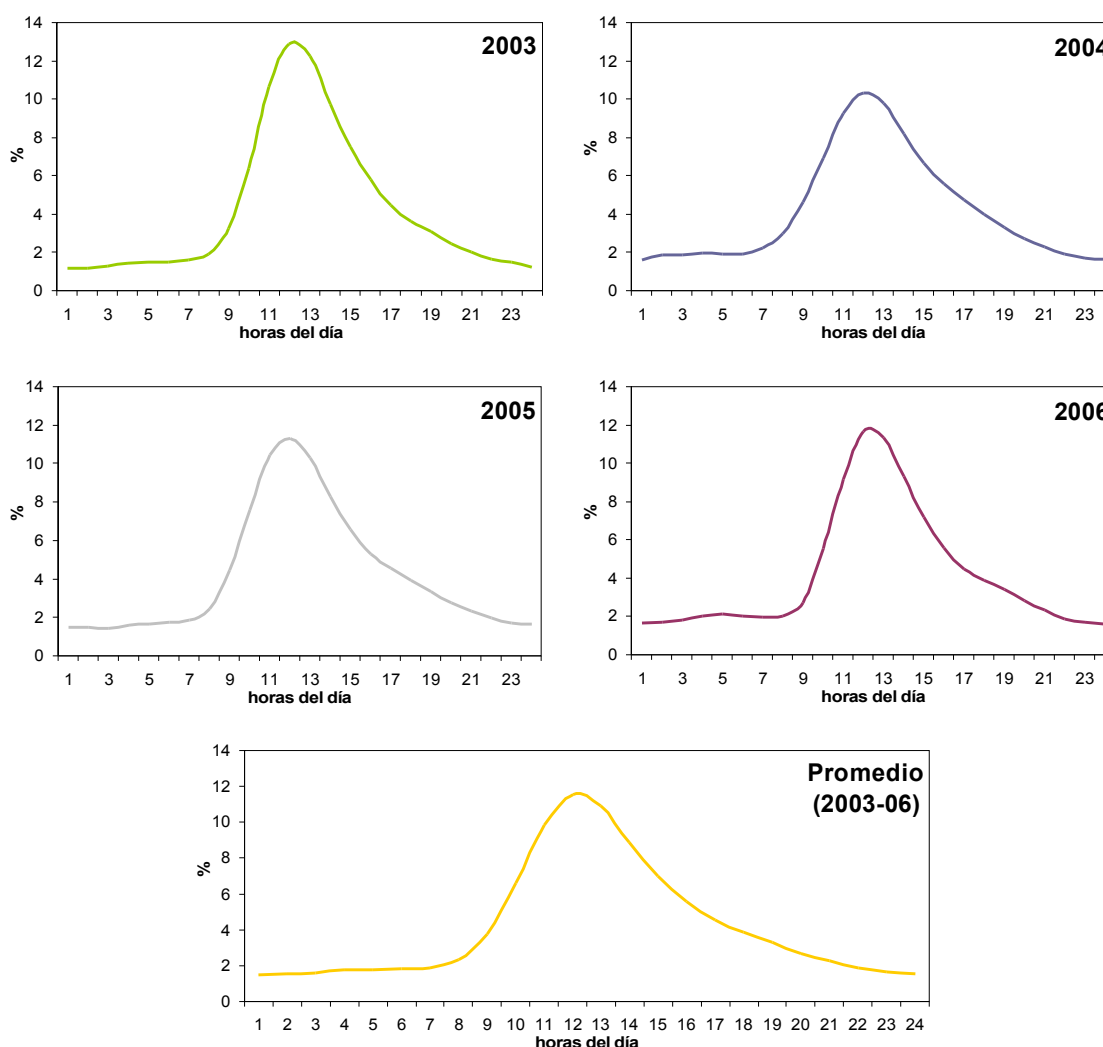


FIG. 82. Variaciones intradiarias de Urticaceae para cada uno de los años de estudio y el promedio de todos ellos (2003-06).

Correlaciones y autocorrelaciones

Las correlaciones obtenidas entre las concentraciones de Urticaceae y las variables meteorológicas (ANEXO I) durante el PPP completo fueron significativas y positivas con las temperaturas, la radiación solar, los vientos procedentes del tercer cuadrante y los periodos de calma; mientras que las precipitaciones y los vientos del primer cuadrante tuvieron un efecto negativo.

Al considerar sólo el prepico, las correlaciones siguieron siendo significativas, tanto las positivas como las negativas, y además, aparecieron relaciones con variables que anteriormente no se habían detectado, como es el caso del efecto positivo de la humedad relativa en el prepico de 2003-04. Durante este mismo periodo también apareció significación negativa con la velocidad máxima del viento.

Por el contrario, durante el postpico, las correlaciones cambiaron de signo (temperatura y radiación solar) o se vieron debilitadas (direcciones del viento). De forma ocasional, durante el postpico de 2004-05 la humedad relativa resultó negativa para las concentraciones de Urticaceae, y la velocidad del viento fue positiva.

La autocorrelación de la serie de datos de Urticaceae mostró un gran número de días con significación en los que los coeficientes descienden lentamente (FIG. 83). Aunque el número de retardos con autocorrelación positiva fue mayor incluso que el número de retardos considerados en el test, al analizar las autocorrelaciones parciales vemos que los coeficientes descendieron considerablemente, quedando sólo cuatro retardos significativos. Entre éstos destaca la concentración del día previo, que mostró con diferencia el mayor coeficiente y la mayor significación.

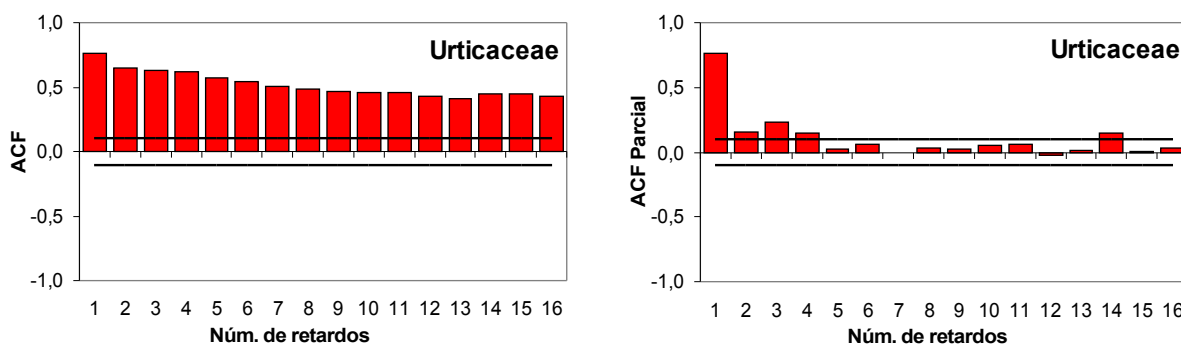


FIG. 83. Autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de concentraciones de Urticaceae a lo largo del periodo de estudio (2003-06).

Regresión lineal múltiple

En el análisis de regresión múltiple por pasos se obtuvieron ocho modelos diferentes en los que se incluyeron siete variables distintas, ya que en el paso 7 se extrajo la temperatura mínima que se había incorporado previamente. Aunque la inclusión de las distintas variables provocó pequeñas mejoras en cuanto al coeficiente de determinación (R^2), el test ANOVA indica que dichas mejoras son significativas (Sig. 0,000). En la TABLA 55 se observa que el modelo más sencillo explicó un 58,9 % de la variación mientras que los últimos modelos, con 5 y 6 variables llegaron a explicar casi el 64,6 %.

Modelo	R^2	R^2 corr.	Error típ. estimación	Estadísticos de cambio		ANOVA	
				Sig. cambio F	Cambio R^2	F	Sig.
1 (a)	0,590	0,589	60,890	0,590	1080,842	1080,842	0,000
2 (a,b)	0,612	0,611	59,251	0,022	43,124	592,296	0,000
3 (a,b,c)	0,621	0,620	58,606	0,009	17,588	409,459	0,000
4 (a,b,c,d)	0,631	0,630	57,844	0,010	20,859	320,452	0,000
5 (a,b,c,d,e)	0,642	0,639	57,065	0,010	21,582	267,732	0,000
6 (a,b,c,d,e,f)	0,646	0,643	56,781	0,004	8,495	226,764	0,000
7 (a,b,c,e,f)	0,646	0,643	56,755	0,000	0,331	272,295	0,000
8 (a,b,c,e,f,g)	0,649	0,646	56,528	0,003	7,017	229,910	0,000

TABLA 55. Parámetros del error de estimación de los distintos modelos de regresión obtenidos para el tipo polínico Urticaceae. (a) Urt_{t-1} ; (b) RadSolar; (c) Fr3C; (d) $T_{mín}$; (e) $T_{máx}$; (f) Tmed; (g) Fr2C.

En la TABLA 56 se detallan las fórmulas de los distintos modelos obtenidos. Como se puede observar, todas las variables incluidas figuran con signo positivo, excepto la temperatura mínima y la temperatura media.

Mod	Ecuación de regresión múltiple por pasos
1	$Urt = 23,004 + 0,762 Urt_{t-1}$
2	$Urt = 4,363 + 0,692 Urt_{t-1} + 1,863 RadSolar$
3	$Urt = -1,558 + 0,682 Urt_{t-1} + 1,474 RadSolar + 1,813 Fr3C$
4	$Urt = 20,373 + 0,678 Urt_{t-1} + 2,404 RadSolar + 2,136 Fr3C - 3,059 T_{mín}$
5	$Urt = -30,355 + 0,677 Urt_{t-1} + 1,546 RadSolar + 2,503 Fr3C - 7,044 T_{mín} + 5,205 T_{máx}$
6	$Urt = -23,219 + 0,670 Urt_{t-1} + 2,019 RadSolar + 2,474 Fr3C - 1,293 T_{mín} + 10,022 T_{máx} - 11,233 Tmed$
7	$Urt = -20,404 + 0,688 Urt_{t-1} + 2,108 RadSolar + 2,440 Fr3C + 10,612 T_{máx} - 13,178 Tmed$
8	$Urt = -24,285 + 0,655 Urt_{t-1} + 1,957 RadSolar + 3,667 Fr3C + 10,903 T_{máx} - 14,053 Tmed + 1,932 Fr2C$

TABLA 56. Modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para la concentración de Urticaceae (Urt).

Alergenicidad

La capacidad alérgica de los dos géneros que constituyen este tipo polínico es muy distinta; en el caso de *Urtica* L. es muy inferior al de *Parietaria* L., que está considerado el polen más alérgico en zonas costeras mediterráneas (D'Amato & Spieksma, 1990; Belmonte & Roure, 1991).

La prevalencia de esta polinosis difiere según el área de estudio; D'Amato & Liccardi (1994) determinaron que el 25 % de la población del sur de Francia padecía esta enfermedad, mientras que estos porcentajes varían considerablemente a lo largo de las geografías italiana (Negrini *et al.*, 1992; Grilli-Caiola *et al.*, 2002; D'Amato & Lobefalo, 1989) y griega (Papageorgiou, 1999).

En España, la sensibilización al polen de *Parietaria* se encuentra muy relacionada con la costa mediterránea y con poblaciones con un alto grado de humedad. En Málaga es donde aparece el mayor porcentaje de sensibilizaciones, con un 30 % (Torrecillas *et al.*, 1998), A Coruña y Jaén muestran un 29 % (Ferreiro *et al.*, 1998; Ruiz, 2001), Almería un 25 % (Sabariego, 2003) y Madrid, al igual que Santander, un 19 % (Subiza *et al.*, 1998; De Benito & Soto, 2001). En Barcelona y Málaga constituye la tercera causa de polinosis, mientras que en Córdoba sólo aparece en un 2,5 % de los pacientes (Domínguez *et al.*, 1993).

En un estudio clínico realizado recientemente con datos de toda la provincia de Granada (De Linares, 2007) se observó que la polinosis a *Parietaria* L. afecta al 16 % de la población atópica, siendo el 10 % en los casos monosensibles. Esta afección se localiza principalmente en la zona costera, donde constituye la principal causa de alergia, mientras en el resto de la provincia es la cuarta. El grupo de edad al que más afecta es de 11 a 45 años, causando principalmente síntomas asmáticos.

En los extractos de *Parietaria judaica* L. se han localizado al menos nueve alérgenos diferentes, de los cuales se han aislado y caracterizado sólo 3: Par j 1 (Costa *et al.*, 1994), Par j 2 (Duro *et al.*, 1996) y Par j 3 (Asturias *et al.*, 2004). Par j 1 presenta homología con otros alérgenos del género *Parietaria* L., más concretamente *P. officinalis* L. (Par o 1) y *P. mauritanica* Durie (Par m 1), sin embargo ésta no se presenta con *Urtica dioica* L. (Ayuso *et al.*, 1995). También se han descrito reacciones cruzadas con especies del género *Morus* L. (D'Amato *et al.*, 1992).

Discusión

La distribución cosmopolita de esta familia hace que su polen aparezca en numerosos estudios de índole internacional (Nitiu, 2006; Lewis *et al.*, 1983; Tejera & Beri, 2005), exceptuando el continente Australiano (Stevenson *et al.*, 2007). Con respecto a Europa, este polen es más frecuente y aparece en mayores concentraciones en los países mediterráneos (D'Amato & Spieksma, 1990).

En España, este polen es más frecuente en las zonas litorales, como la costa mediterránea (Docampo, 2008; Belmonte *et al.*, 2002a, 2002b; Tortajada & Mateu, 2002), la costa de Cádiz (Candau *et al.*, 2002a) o Vigo (Rodríguez-Rajo *et al.*, 2002b), que en las zonas de interior, como Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002) o Castilla León (Vega Maray *et al.*, 2002a; 2002b). En localidades próximas, como Nerja (Docampo, *l.c.*), Almería (Sabariego, 2003) o incluso Granada (Díaz de la Guardia *et al.*, 1998), este polen también representa un porcentaje importante del espectro polínico, aunque los valores que se alcanzan en Motril fueron mucho más elevados, duplicando los niveles de Nerja (Docampo, *l.c.*) y triplicando los de Granada (Díaz de la Guardia *et al.*, *l.c.*), siendo los niveles documentados más elevados de toda la península Ibérica.

Los periodos de polinación y la evolución de las concentraciones diarias fueron similares al de éstas localidades. Si bien, en latitudes más septentrionales este polen presenta una polinación más corta, que se retrasa conforme nos desplazamos hacia el norte (Vega Maray *et al.*, *l.c.*; Emberlin & Norris-Hill, 1991).

El lavado atmosférico de las precipitaciones sobre las partículas aerovagantes y su efecto negativo sobre la dehiscencia de las anteras hicieron que en la primavera de 2003 se retrasara el pico hasta finales de abril. Trigo *et al.* (1996) pusieron de manifiesto que un aumento de las temperaturas tras un periodo de lluvias provoca un ascenso de los niveles de Urticaceae, lo que explicaría el retraso en el pico de 2004 y su adelanto en 2005. Por otro lado, la escasez de precipitaciones durante los otoños de 2004 y 2005 determinó un inicio del PPP más tardío con respecto a 2003-04.

El patrón de variación intradiaria fue muy similar al de otros estudios (Docampo, *l.c.*; Emberlin & Norris-Hill, *l.c.*; Trigo *et al.*, *l.c.*; Díaz de la Guardia *et al.*, *l.c.*), aunque hay pequeñas diferencias en la hora a la que se alcanza el porcentaje máximo, dependiendo de la meteorología propia de cada zona. Todo los autores coinciden en señalar al efecto de las temperaturas, la radiación solar y la humedad sobre la dehiscencia de las anteras como el

origen de este patrón. Además, en Motril jugaría un papel importante las brisas; durante el día el viento proveniente del mar atraviesa la vega, donde estas plantas proliferan, antes de llegar al captador, trayendo grandes cantidades de este polen. De este modo se acentúa aún más las diferencias entre los registros diurnos y nocturnos con respecto a zonas de interior que carecen de estos vientos locales (Alba, 1997; Ruiz, 2001).

Sin lugar a dudas la cantidad y estabilidad de los registros anuales de Urticaceae en Motril se deben al hábitat en el que viven estas plantas, que al asentarse sobre suelos nitrificados y húmedos (en muchas ocasiones cultivos regados por el hombre) se aseguran un aporte hídrico y de nutrientes continuo que favorece una elevada producción polínica. Si bien el polen de las plantas herbáceas está infrarepresentado en los muestreos aerobiológicos realizados a una determinada altura (Galán *et al.*, 1995a), en el caso de Urticaceae este fenómeno no es tan acusado (Alcázar *et al.*, 1998). Además, en la costa de Granada, la acción constante de los vientos locales perturba la estratificación del aire y favorece el tránsito vertical de estas partículas, lo que junto a su pequeño tamaño garantiza una representación fidedigna en los muestreos de altura (Alcázar *et al.*, *l.c.*).

El solapamiento de los prolongados periodos de floración de estas especies, junto a unas condiciones excepcionales para su desarrollo, determinan el extenso PPP de su tipo polínico. Esto ha permitido incluir una serie de datos amplia en los análisis estadísticos realizados.

Las correlaciones y autocorrelaciones han sido también muy similares a las recogidas por otros autores (Díaz de la Guardia *et al.*, *l.c.*; Galán *et al.*, 2000; Docampo, *l.c.*; Sabariego, *l.c.*), encontrando las principales diferencias con la dirección del viento, ya que en cada localidad éstas estarán determinadas por la distribución de la flora local. Los cambios producidos a la hora de analizar el prepico y el postpico también se recoge en los trabajos anteriores.

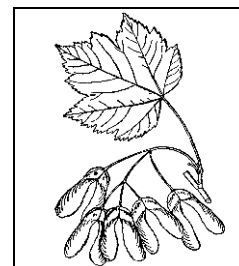
Los modelos de regresión obtenidos demuestran que la variable que más condiciona las concentraciones del día en curso es la concentración del día anterior. Al incorporar variables exógenas, el modelo mejora progresivamente, aunque de manera muy sutil. Los parámetros meteorológicos que se utilizaron fueron los que están relacionados con la antesis de estas plantas (temperatura y radiación solar) así como la frecuencia de los vientos de componente sur, que es donde se desarrollan estas comunidades. Todas ellas favorecen la presencia de este polen al aparecer con signo positivo.

5.2.2. TIPOS POLÍNICOS SECUNDARIOS (0,5-0,05 % DEL ESPECTRO POLÍNICO)

5.2.2.1. Tipo polínico *Acer*

Distintas especies del género *Acer* L. (familia Aceraceae Juss.) integran este tipo polínico. Entre los táxones cultivados están *A. negundo* L., *A. pseudoplatanus* L. y *A. palmatum* Thunb. Las especies autóctonas poseen una localización muy puntual, entre ellas cabe citar *A. granatense* Boiss., que forma parte de bosques y espinales caducifolios de Sierra Nevada.

Descripción botánica: Árboles caducifolios. Hojas simples, opuestas, sin estípulas, largamente pecioladas, palmatilobuladas. Flores pentámeras, actinomorfas, dispuestas en racimos corimbiformes, a menudo unisexuales; androceo con 8 estambres; ovario súpero bilocular, con 1(-2) primordios seminales en cada cavidad. Fruto en esquizocarpo, formado por dos sámaras.



Época de floración: La floración de estas especies tiene lugar durante abril y mayo, pero algunas especies como *A. negundo* florecen algo más temprano (marzo y abril).

Polinización: Anemófila, con cierto carácter entomófilo.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; elíptico en visión ecuatorial, circular en visión polar; subprolado (P/E=1,14-1,30).

TAMAÑO: Mediano; P=32-36 μm ; E=26-30 μm .

APERTURAS: Trizonocolpado. Aperturas simples de tipo colpo.

PAREDES: Exina de cerca de 2 μm de grosor, sexina casi dos veces más gruesa que la nexina. Tectum completo, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Más o menos rugulado, con relieve supratectal granuloso.

Evolución estacional

El tipo polínico *Acer* es muy poco importante en cuanto a cantidad de polen, ya que sólo se registraron 156 granos en los cuatro años de estudio, y su aportación al espectro polínico fue del 0,07 %. Los índices anuales fueron generalmente bajos, entre 17 y 29 granos, menos en 2004 que presentó un valor cuatro veces superior al resto de los años (FIG. 84a), por lo que el índice anual medio ascendió hasta 39 granos.

Presentó un periodo de polinación muy concreto, que tuvo lugar entre marzo y abril, y aunque si se detectó, su presencia fuera de estos meses es anecdótica. El mes de mayor índice mensual siempre fue abril (FIG. 84b).

En las gráficas de datos diarios (FIG. 85) se observa un periodo muy restringido de bajas concentraciones (1-2 granos/ m^3) y con un pico en abril que, dependiendo del año, alcanza

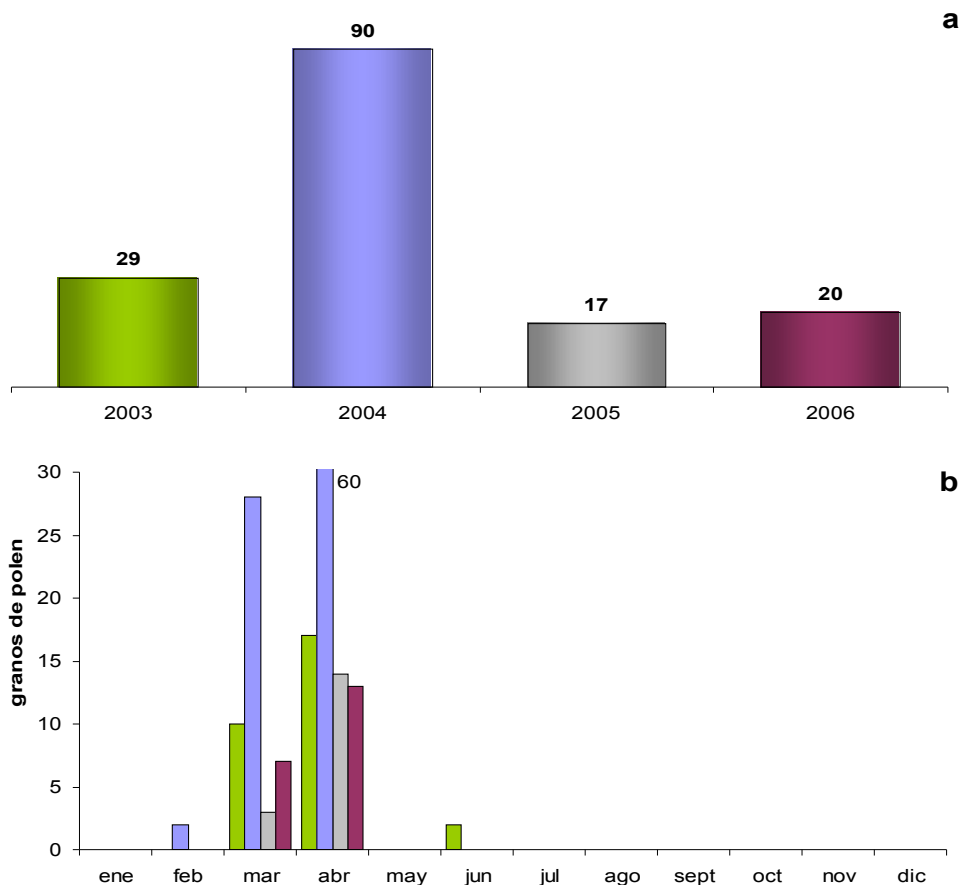


FIG. 84. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Acer* durante los años estudiados (2003-06).

valores de 6 granos/m³ (2005 y 2006), 10 granos/m³ (2003) y 25 granos/m³ (2004), éste último fue el registro más elevado de todo el estudio.

Alergenicidad

Diversos autores consideran al polen de *Acer* como alergénico (Eriksson *et al.*, 1987; Rogers, 1989). Precisamente las especies ornamentales parecen ser las más agresivas, por lo que son las que mas sensibilizaciones provocan (Sell *et al.*, 1993). Si bien debido a su baja incidencia no debería provocar problemas de sensibilización en la costa de Granada.

Discusión

La presencia de este polen en la costa de Granada se debe casi exclusivamente a los ejemplares cultivados como ornamentales, ya que las formaciones naturales de Sierra Nevada presentan una localización muy puntual en el piso supramediterráneo a bastante distancia del punto de muestreo, por lo que su contribución al espectro polínico debe ser muy baja o nula.

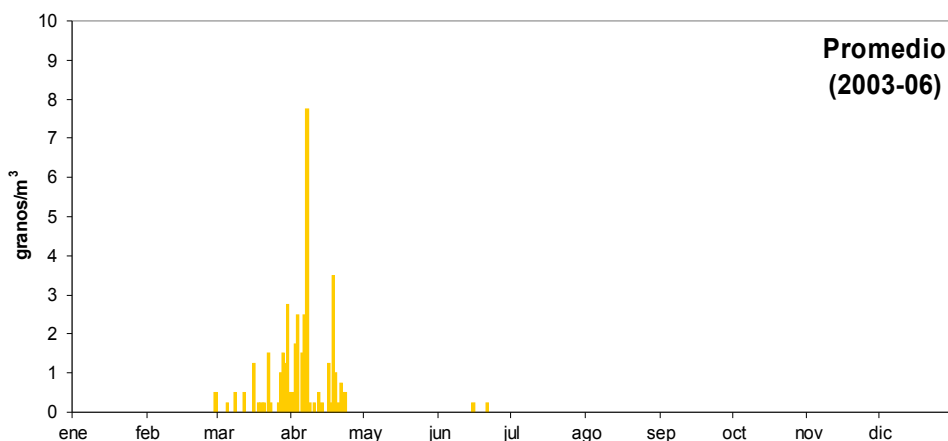


FIG. 85. Concentraciones medias diarias de *Acer* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

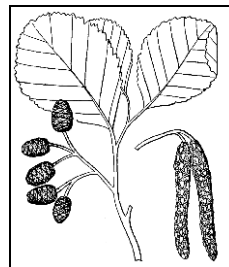
A lo largo de la Península Ibérica encontramos numerosas ciudades donde este polen no se detecta, como Oviedo (Fernández Casado *et al.*, 2002) o Zaragoza (Bermejo & García, 2002), mientras que otras presentan niveles importantes, como los de Aranjuez (Díez Herrero *et al.*, 2002), dependiendo siempre de su utilización como ornamentales. En algunos de los estudios realizados en localidades cercanas este polen no aparece (Docampo, 2008; Recio, 1995), en otras aparece con concentraciones similares a las de Motril (Sabariego, 2003) y en otras alcanza niveles más elevados (Alba, 1997).

Los altos registros de 2004 tienen su origen en la respuesta de las especies arbóreas a las precipitaciones del año previo. 2003 fue el año más húmedo de los estudiados y la distribución de las lluvias durante 2004, con una ausencia total de éstas durante la última semana de marzo y la primera de abril, permitió el ascenso de las concentraciones de este tipo polínico.

5.2.2.2. Tipo polínico *Alnus*

La única especie que integra este tipo polínico es *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, perteneciente a la familia Betulaceae Gray. Se trata de grandes árboles que se encuentran escasamente representados en el área de estudio y que forman parte de la vegetación de ribera, sobre todo en terrenos silíceos.

Descripción botánica: Árboles o arbustos. Corteza lisa, a veces verruculosa, volviéndose agrietada o escamosa en los troncos viejos. Hojas de obovadas a suborbiculares, a veces elípticas u ovado-oblongas, generalmente aserradas o dentadas. Amentos masculinos alargados, inicialmente erectos; flores en grupos de 3 en la axila de cada bráctea; perianto simple, 4-partido; estambres (1-3)4, de filamentos indivisos. Amentos femeninos cortos; flores 2 por bráctea, desnudas. Infrutescencias ovoideas o elipsoidales, estrobiliformes, persistentes, con brácteas lignificadas, 5-lobuladas o truncadas. Aquenios generalmente samaroides, bialados, pequeños y comprimidos.



Época de floración: *A. glutinosa* florece durante el invierno y principios de primavera (noviembre-marzo).

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Subisopolar, con simetría radial; elíptico-planoconvexo en visión ecuatorial, tetragonal o pentagonal-angulaperturado en visión polar, con ángulos agudos y lados cóncavos; oblado (P/E=0,56-0,68).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; P=13-18 μm ; E=23-28 μm .

APERTURAS: Penta-tetrazonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo o poro, bordeadas por unas protuberancias ocasionadas por el engrosamiento de la exina y por la formación de vestíbulo; endoaperturas de tipo poro, coincidentes con las ectoaperturas.

PAREDES: Exina de 1 μm de grosor en la mesocolpia y de 3 μm en las aperturas. Tectum completo, infratectum sin columelas.

ORNAMENTACIÓN: Rugulado, sobre cuyos muros se disponen pequeños y escasos elementos escábridos, punteado en los arcos.

Evolución estacional

Del tipo polínico *Alnus* se identificaron un total de 174 granos, por lo que la aportación al espectro polínico fue baja, tan solo un 0,08 %. El índice polínico anual varió mucho de unos años a otros (FIG. 86a), oscilando entre 19 (2004) y 76 granos (2005), con un valor medio que se situó en 44 granos. Los años 2003 y 2006 presentaron valores más parecidos entre sí y a la media, con 35 y 44 granos respectivamente.

Este polen es típicamente invernal, concentrándose el 95 % del polen anual en los tres primeros meses del año. Los máximos registros se alcanzaron siempre en febrero, menos 2004 que presentó el mayor valor mensual en enero y 2006 en el que febrero y marzo presentaron exactamente la misma cantidad (FIG. 86b).

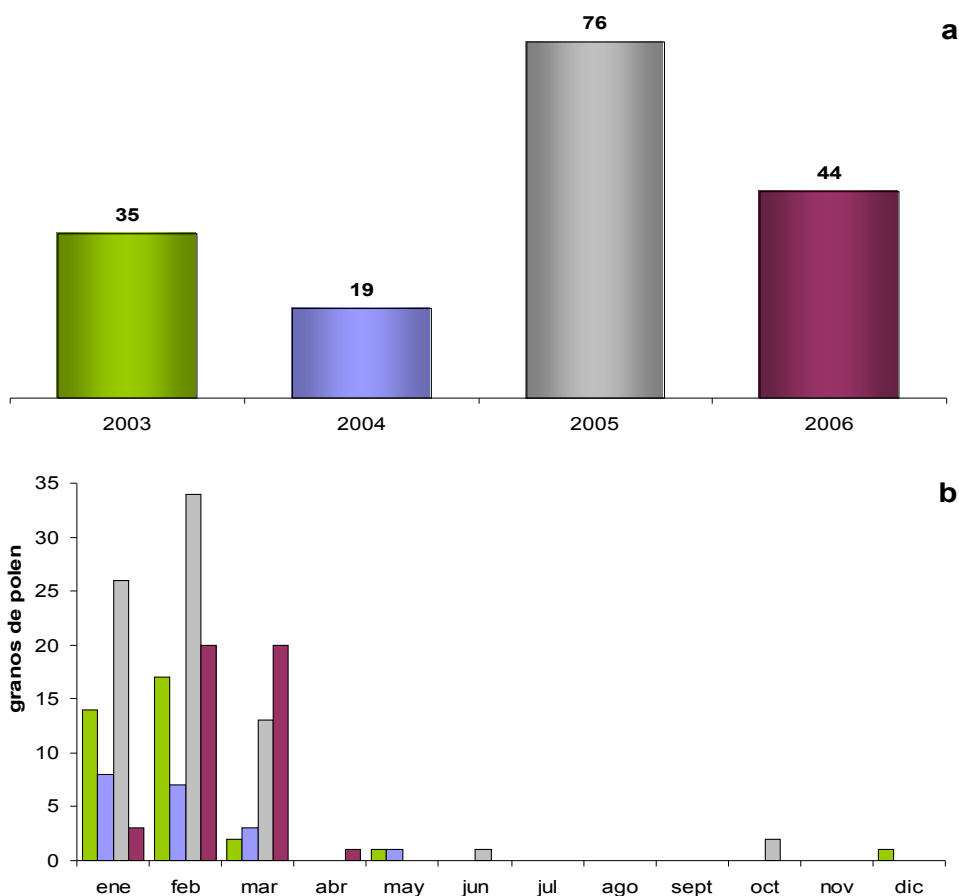


FIG. 86. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Alnus* durante los años estudiados (2003-06).

En la gráfica de las concentraciones diarias (FIG. 87) se observa la marcada estacionalidad de este polen que comenzó en enero y terminó en marzo, fuera de este periodo sólo aparecieron algunos granos esporádicamente. Con respecto a los días pico se observó también una gran variabilidad apareciendo en cualquiera de esos tres meses. Los valores de éstos oscilaron alrededor de 7 granos/m³ los dos primeros años, alcanzando 11 granos/m³ en 2005 y 19 granos/m³ en 2006, éste último fue el más elevado de todo el estudio y se registró en enero.

Alergenicidad

El polen de *A. glutinosa* ha sido citado en varias ocasiones como causa de problemas alérgicos (Stanley & Linskens, 1974; Ekebon *et al.*, 1996). De hecho, es responsable de polinosis tempranas en América del norte y en zonas del centro y norte de Europa (D'Amato, 1991; Viñas, 2002a), y en algunas zonas de España, concretamente Ourense, donde llega a originar el 17 % de las sensibilizaciones (Iglesias *et al.*, 1998b).

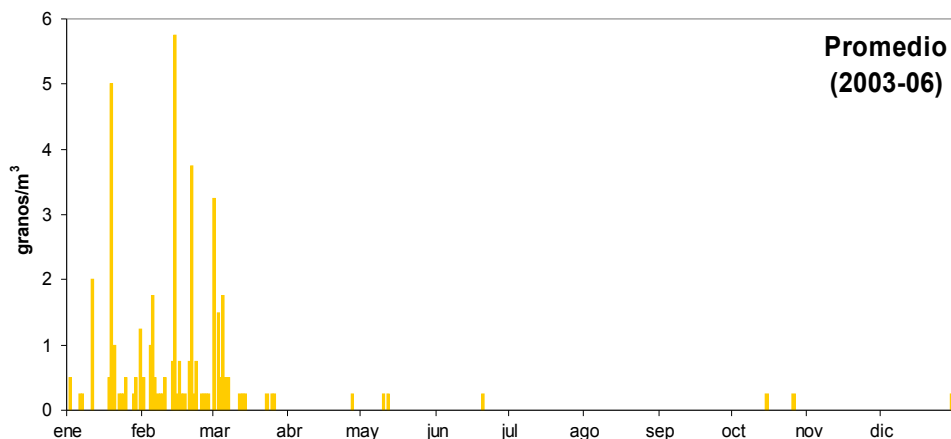


FIG. 87. Concentraciones medias diarias de *Alnus* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Aunque presenta reactividad cruzada con otros pólenes de la misma familia, como *Betula* y *Corylus* (Grote *et al.*, 1988), y con especies de la familia Fagaceae, las bajas concentraciones encontradas en Motril no deben suponer un riesgo para la población atópica.

Discusión

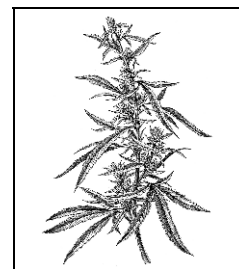
La baja presencia de este taxon en la zona de estudio y la baja incidencia de su polen en la atmósfera de Motril hacen pensar en un origen a media o larga distancia.

Los niveles encontrados son muy similares a los de otras localidades costeras próximas, como Nerja (Docampo, 2008), Málaga (Recio, 1995) o Cádiz (Candau *et al.*, 2002a). Con respecto a la península Ibérica, los niveles ascienden conforme nos desplazamos desde el sureste árido, donde los niveles son nulos (Sabariego, 2003; Moreno Grau *et al.*, 2002), hacia el noroeste (Galicia y León), donde este polen juega un papel importante en el espectro polínico (Méndez *et al.*, 2002b, Rodríguez-Rajo *et al.*, 2002a, Vega Maray *et al.*, 2002a).

5.2.2.3. Tipo polínico *Cannabis*

Este es el tipo polínico que presenta la especie *Cannabis sativa* L., oriunda de Asia central. En el área de estudio, al igual que en casi toda la Península Ibérica aparece como subespontánea, ya que se trata de una planta introducida por el hombre y cultivada desde muy antiguo.

Descripción botánica: Hierbas anuales, usualmente dioicas. Tallo erecto. Hojas palmaticompuestas, las basales opuestas y las del resto del tallo alternas; haz escábrido, con cortos pelos aciculares; envés peludo y glanduloso. Inflorescencias masculinas paniculadas, laxas, dispuestas en las axilas superiores del tallo; inflorescencias femeninas en racimos compactos, axilares, paucifloros. Flores femeninas con un corto perianto y dos estigmas filiformes, envueltas en una bráctea fuertemente acuminada, de superficie externa glandulosa. Aquenios sésiles o brevemente pedicelados.



Época de floración: La floración de esta especie se produce entre los meses de mayo y julio.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; elíptico en visión ecuatorial, de subtriangular a circular en visión polar; oblado o suboblado ($P/E=0,60-0,82$).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; $P=14-23 \mu\text{m}$; $E=20-28 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Trizonoporado, a veces tetrazonoporado. Aperturas simples de tipo poro, circulares u ovadas, de cerca de $2 \mu\text{m}$ de diámetro, claramente aspidadas.

PAREDES: Exina muy delgada. Intina engrosada en las proximidades de los poros, formando un oncus.

ORNAMENTACIÓN: Escábrido.

Evolución estacional

El polen de *Cannabis* representó, con un total de 230 granos y un índice anual medio de 58 granos, el 0,11 % del espectro polínico de la costa de Granada. El último año (2006) se registró un índice superior al resto de los años, especialmente en comparación con 2005, al cual casi duplica (FIG. 88a). Los dos primeros años (2003 y 2004) presentaron unos totales anuales muy parecidos entre si, con 51 y 58 granos respectivamente, y a su vez al valor medio.

Este polen apareció en los muestreos desde finales de primavera y se mantuvo durante buena parte del verano. Los años 2003 y 2006 presentaron su mayor registro mensual en junio, mientras que en 2004 éste se retrasó hasta julio, y en 2005 se produjo un descenso de los niveles haciendo que mayo y julio presentaran exactamente la misma cantidad (FIG. 88b).

En la evolución de las concentraciones medias diarias (FIG. 89) se observa los picos de concentración se alcanzan generalmente a finales de junio o principios de julio, excepto en

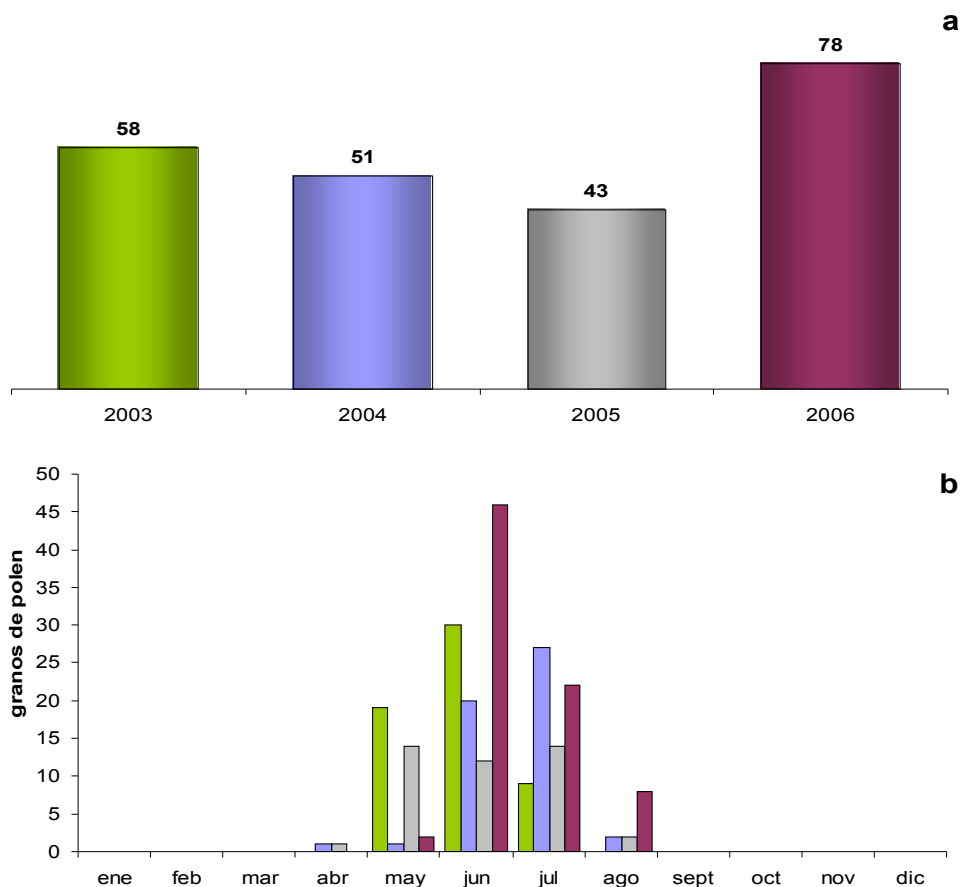


FIG. 88. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Cannabis* durante los años estudiados (2003-06).

2003 que tuvieron lugar a principios de mayo. El valor de las concentraciones máximas osciló entre 7 granos/m³ (2005) y 12 granos/m³ (2004), excepcionalmente se alcanzaron 17 granos/m³ en junio de 2006.

Alergenicidad

Su polen fue descrito como alergógeno por Maloney & Brodkey (1940) y posteriormente Lewis *et al.*, (1983) lo consideraron parte de la flora alergógena de Norteamérica. Estudios más recientes lo citan como causa importante de polinosis en Pakistán (Sadiq *et al.*, 2007), Arizona (Geraldine & Freeman, 1983) y Nebraska (Stokes *et al.*, 2000).

Aunque de forma discreta también se ha comenzado a trabajar en el aislamiento y descripción de sus alergenitos (Tanaka *et al.*, 1998).

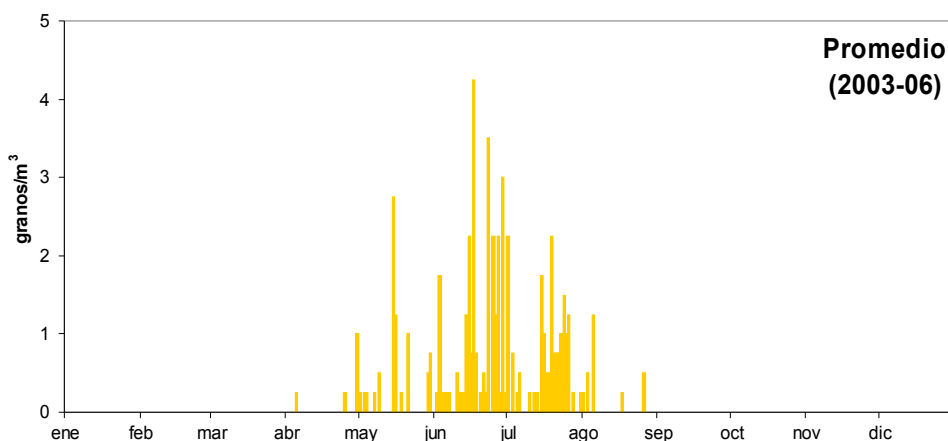


FIG. 89. Concentraciones medias diarias de *Cannabis* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Discusión

Este polen aparece sistemáticamente en casi todas las localidades del sur de España, como Cádiz (Candau *et al.*, 2002a), Málaga (Recio, 1995), Nerja (Docampo, 2008), Antequera (Recio *et al.*, 2000) y Estepona (Toro, 1997). Aunque este taxon aparece de forma subespontánea en la Península Ibérica, la baja frecuencia con la que aparece y la ausencia de cultivos hace pensar que estos granos de polen proceden de las plantaciones del Rif marroquí, tal y como ya describieron Cabezudo *et al.*, (1997).

Los niveles y periodos de polinación con los que este polen se registró en Motril son muy similares a los descritos en las otras poblaciones del sur de España donde también aparece.

5.2.2.4. Tipo polínico *Castanea*

Tipo polínico de las especies del género *Castanea* Mill., de la familia Fagaceae Dumortier, que parece tener su origen en los Balcanes, Asia Menor y el Cáucaso, aunque actualmente está muy extendida por cultivo en toda la región mediterránea. En el área de estudio el uso de *C. sativa* Mill. es tan antiguo que actualmente se encuentra naturalizada en la vertiente sur de Sierra Nevada, donde encontramos las únicas poblaciones.



Descripción botánica: Árboles caducifolios de copa amplia. Hojas dísticas, aserradas, con muchos nervios que terminan en los dientes y los hacen cuspidados; peciolo cortos. Amentos largos y erectos, los superiores andróginos, los inferiores masculinos. Flores masculinas en cimas, 6-7 en la axila de cada bráctea, perianto con 6 lóbulos ovado-obtusos; estambres 10-20. Flores femeninas en cimas trifloras con un involucre de brácteas; perianto urceolado, 6-8 lobado; 6-8 estambres rudimentarios; ovario 6(9)-locular. Aquenios (castañas) 1-3 en cada cúpula; cúpula subglobosa, muy espinosa.

Época de floración: La floración tiene lugar de mayo a julio.

Polinización: Entomófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; elíptico en visión ecuatorial, triangular-planaperturado en visión polar, con ángulos obtusos y lados casi planos; subprolado o prolado (P/E=1,27-1,55).

TAMAÑO: Pequeño; P=14-15 μm ; E=9-11 μm .

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, terminales; endoaperturas de tipo poro, lalongadas, situadas en el ecuador; membrana apertural escábrida.

PAREDES: Exina de 1-2 μm de grosor en la mesocolpia, relación sexina/nexina de aproximadamente 1,5. Téctum completo, infratéctum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Rugulado.

Evolución estacional

El índice anual medio de *Castanea* ha sido de 151 granos, los registros anuales fueron mayores durante los dos primeros años (2003 y 2004), descendieron por debajo de la media en 2005 (FIG. 90a) y alcanzaron el mínimo en 2006 (80 granos). Con una suma total de 604 granos durante todo el periodo, este polen representó el 0,28 % del espectro polínico.

Apareció en la atmósfera a principios de la época estival. En junio y julio, además de registrarse los niveles mensuales más altos, se concentró el 94 % del total anual. De este modo en junio se alcanzó el mayor índice polínico durante los años 2003 y 2005, mientras que durante 2004 y 2006 esto ocurrió en julio (FIG. 90b).

El índice polínico mensual dependió del inicio de la estación, de modo que cuando se produjo un adelanto en la floración los picos de concentración se registraron a finales de junio (21 de junio en 2003 y 29 de junio en 2005), mientras que el resto de los años presentaron los

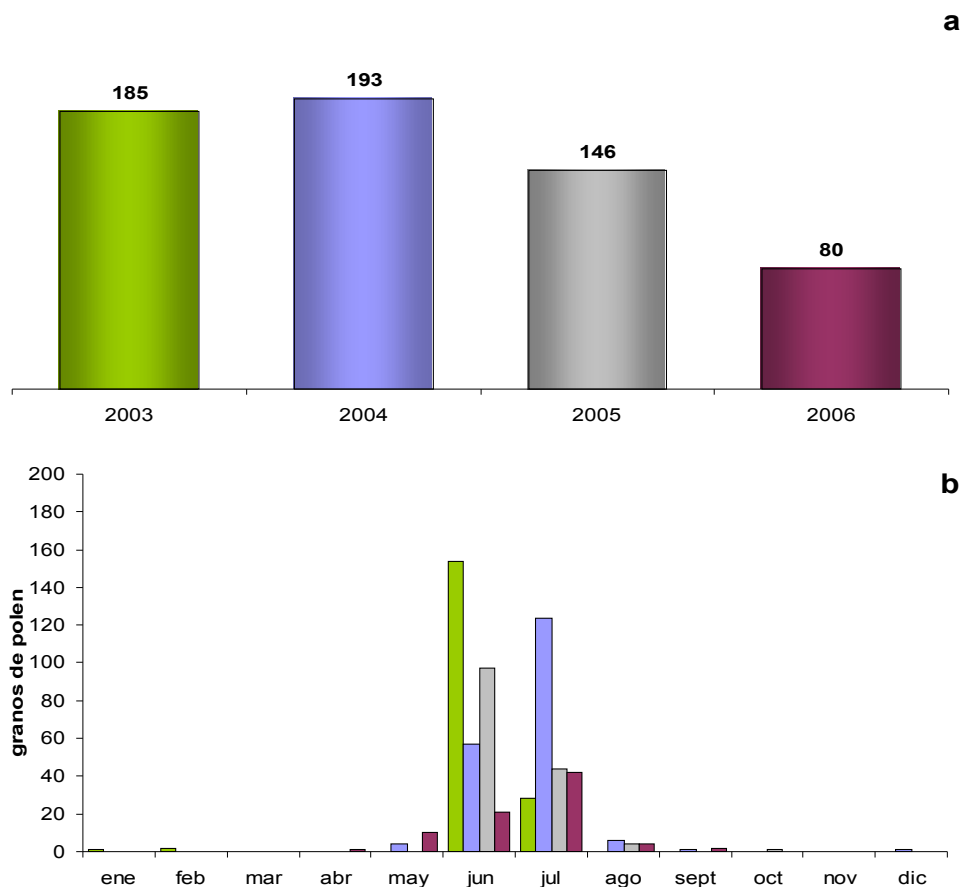


FIG. 90. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Castanea* durante los años estudiados (2003-06).

picos durante la primera quincena de julio (4 de julio en 2004 y 15 de julio en 2006). En algunas ocasiones se registraron los primeros granos de *Castanea* durante mayo (2004 y 2006), y los últimos en agosto (2004 y 2005). Al observar la evolución de las concentraciones diarias (FIG. 91) se observa como fuera de este periodo no se recogió apenas polen de castaño, excepto algunos granos de forma dispersa.

Las concentraciones de *Castanea* en la atmósfera de Motril fueron bajas y oscilaron entre 5 y 15 granos/m³ durante los meses de mayor actividad, fuera del cual difícilmente alcanzan estos niveles. Las concentraciones máximas superaron el valor de 20 granos/m³ (29 granos/m³ en 2004 y 24 granos/m³ en 2005), llegando incluso a 45 granos/m³ en 2003. El año 2006 fue excepcional ya que presentó un periodo de polinación muy largo, desde mayo hasta agosto, con valores diarios muy bajos y una concentración pico de tan sólo 9 granos/m³.

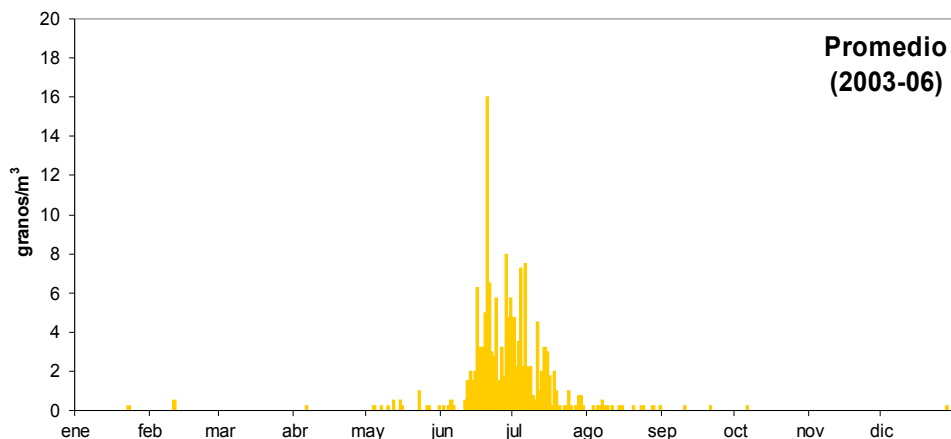


FIG. 91. Concentraciones medias diarias de *Castanea* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Alergenicidad

Aunque está descrita como especie causante de polinosis en el área Mediterránea (Domínguez *et al.*, 1984; Laurent *et al.*, 1993; Frenguelli, 1994) y frecuentemente presenta reactividad cruzada con *Alnus*, *Betula*, *Quercus* y *Corylus* (Ickovic & Thibaudon, 1991; Jäger & Litschaner, 1999) el porcentaje de positividades en test cutáneos generalmente es muy bajo.

En algunas zonas de Suiza el porcentaje de sensibilización dentro de la población atópica alcanza el 37 % (Frei *et al.*, 1995). Sin embargo, en España apenas provoca reacciones, y aunque se han documentado casos de alergias, concretamente en Ourense (Iglesias *et al.*, 1998) y Ponferrada (Fernández González *et al.*, 1998), apenas representan el 8 y el 4 % de los casos respectivamente.

Discusión

A pesar de ser una planta entomófila debido al pequeño tamaño de su polen es muy común que éste sea aerotransportado a grandes distancias (Comtois, 1997; Mandrioli, 1998b).

Iglesias *et al.* (1999), en un estudio sobre el tipo polínico *Castanea* en 13 ciudades españolas, observaron que es más frecuente en el norte de la península Ibérica, reduciéndose considerablemente los niveles conforme nos desplazamos hacia el sur.

Comparando los resultados obtenidos en Motril con los datos publicados por Iglesias *et al.* (*l.c.*) se observa que la costa de Granada presenta valores próximos a los de Estepona, la localidad con mayor concentración de *Castanea* de toda Andalucía, y de otras poblaciones situadas más al norte, como Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002) y Tarragona (Belmonte & Roure, 2002b), sin llegar a los niveles alcanzados en Galicia (Jato *et al.*, 2001b). Esto supone

un notable aumento con respecto a localidades cercanas como Nerja (Docampo, 2008), Málaga (Recio, 1995) e incluso Almería (Sabariego, 2003), esta última con niveles superiores a la media de Andalucía. Los altos índices obtenidos en Motril se deben a la presencia y proximidad de Sierra Nevada, donde *C. sativa* se encuentra muy extendida por su ladera sur (Las Alpujarras, tanto granadina como almeriense).

La estacionalidad que hemos observado en nuestro estudio concuerda con el trabajo de Iglesias *et al.* (*l.c.*), en el que se describe un comportamiento muy similar en todas las localidades estudiadas, con el periodo de polinación durante los meses de junio y julio. Sólo se observaron algunos adelantos al mes de mayo, e incluso abril, en Málaga y Córdoba, estando éstos relacionados con ascensos de las temperaturas. Sin embargo, la presencia de *Castanea* durante mayo en Motril no coincide con un aumento de las temperaturas, si bien podría deberse a que este polen procede de zonas más o menos alejadas donde las condiciones microclimáticas pueden diferir ligeramente de las registradas en la costa.

5.2.2.5. Tipo polínico Compositae

Se incluye aquí la familia Compositae Giseke (=Asteraceae Martinov), a excepción del género *Artemisia* L. Esta familia de distribución cosmopolita, con cerca de 1.100 géneros y 20.000 especies, es considerada la más numerosa de las plantas con flor. En el área de estudio está muy bien representada y aparecen con frecuencia las siguientes especies ruderales arvenses y viarias: *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers., *Aster squamatus* (Sprengel) Hieron, *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter, *Matricaria chamomilla* L., *Senecio vulgaris* L., distintas especies del género *Sonchus* L., etc. Cultivadas en los jardines se pueden encontrar especies del género *Senecio* L., *Calendula* L., etc.



Descripción botánica: Plantas herbáceas, a veces arbustivas, anuales o perennes. Hojas alternas, opuestas o en roseta basal, de formas muy diversas, sin estípulas. Inflorescencias en capítulo, rodeado por un involucre de brácteas, a veces agrupados en inflorescencias compuestas. Flores pequeñas, hermafroditas, actinomorfas o zigomorfas, pentámeras, gamopétalas; cáliz nulo o formado por pelos simples, corola tubular, con 4-5 lóbulos (flósculo), o ligulada, con 3 ó 5 dientes; androceo de 5 estambres; gineceo ínfero, bicarpelar, con un estilo y dos estigmas. Fruto en aquenio, a veces coronado por el cáliz acrescente.

Época de floración: La gran cantidad de especies que forman esta familia origina un periodo de floración que perdura prácticamente durante todo el año. Sin embargo, la mayoría de ellas florecen desde la primavera hasta el verano.

Polinización: Entomófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; de circular a elíptico en visión ecuatorial, circular, subcircular o subtriangular en visión polar; de oblado a prolado (P/E=0,73-1,46).

TAMAÑO: Pequeño a grande; P=15-70 μm ; E=25-60 μm .

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo; meso y endoaperturas de tipo poro a veces muy difíciles de apreciar debido al grosor de la exina.

PAREDES: Exina muy variable en grosor y estructura. Téctum parcial o completo, infratéctum por lo general columelado

ORNAMENTACIÓN: Equinolofado, equinado, equinulado o escábrido, a veces con espinas muy aparentes.

Evolución estacional

Con un total de 422 granos y un promedio anual de 105 granos, este polen representó el 0,2 % del espectro polínico de la costa de Granada. En este sentido, 2004 y 2006 presentaron valores parecidos entre si y cercanos a la media, mientras que 2003 y 2005 se desviaron significativamente de ésta. En 2003 se recogió un 40 % más de lo habitual, mientras que en 2005 sólo se registró un 50 % de esta cantidad (FIG. 92a).

Este polen se detectó fundamentalmente en los meses de primavera y verano, también apareció en menor medida en otoño y esporádicamente durante el invierno (FIG. 92b). En abril

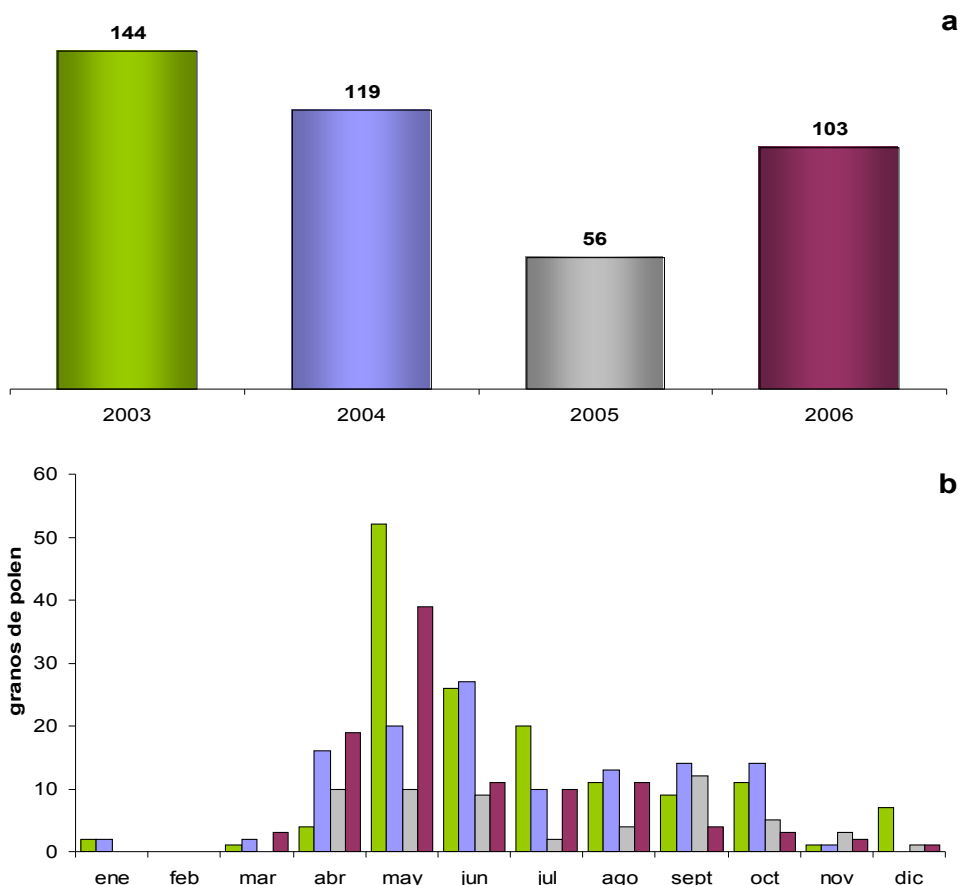


FIG. 92. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Compositae* durante los años estudiados (2003-06).

se registraron los primeros índices mensuales consistentes, que ascendieron rápidamente alcanzando el máximo mensual en mayo (2003 y 2006) o en junio (2004), de forma extraordinaria en 2005 éste tuvo lugar en septiembre. Posteriormente los niveles descendieron progresivamente para permanecer en el aire durante todo el verano y parte del otoño, durante el cual este polen desapareció de los muestreos.

En la evolución de las concentraciones diarias (FIG. 93) se observa un comportamiento similar, con niveles bajos de polen de *Compositae* a lo largo de la mayor parte del año, con la excepción del invierno, donde apenas hay registros. A pesar del notable aumento de las concentraciones en primavera, el pico máximo ascendió tan solo a 10 granos/m³ en mayo de 2003. Estos niveles tan bajos hicieron que algunos años presentasen varios días pico, como ocurre en 2004, que registró en diversas ocasiones concentraciones de 5 granos/m³. En 2005 se registró un sólo pico con esa misma cantidad pero ocurrió en septiembre, mientras que 2006 alcanzó un máximo de 9 granos/m³ en mayo.

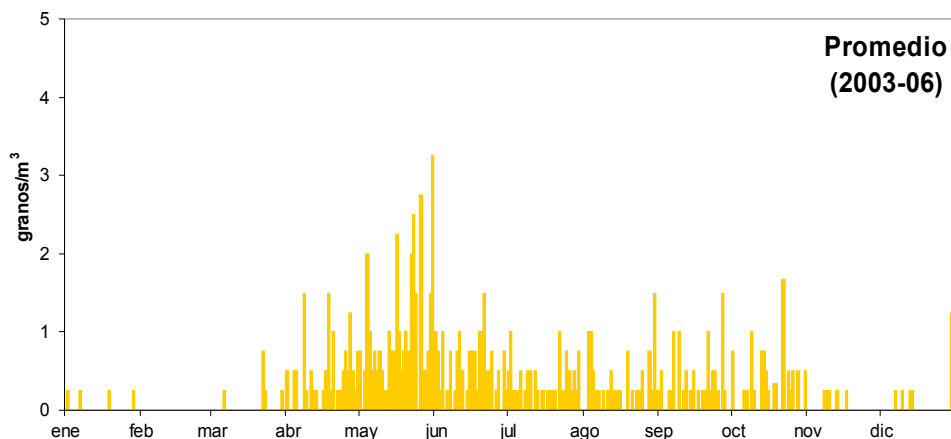


FIG. 93. Concentraciones medias diarias de *Compositae* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Alergenicidad

El polen de esta familia no se considera especialmente alergógeno, aunque Melhen *et al.* (1979) en Brasil y Saumande *et al.* (1980) en Francia lo consideraron como parte de la flora alergógena de sus respectivos países. Recientemente se ha documentado que el girasol, a pesar de ser una planta entomófila, puede provocar polinosis al alcanzar su polen concentraciones considerables durante la floración en las proximidades de los cultivos (Jiménez *et al.*, 1994); *Taraxacum* es otro género que también ha sido descrito como causante de polinosis (Guilarte, 2002).

Además, se han descrito reacciones cruzadas entre distintas especies de la familia (Fernández *et al.*, 1993) incluso con las especies de los géneros *Artemisia* y *Ambrosia*, que aunque pertenecen a la misma familia, debido a su polinización anemófila y su especial morfología, se estudian como tipos polínicos independientes, ya que además se consideran alérgenos importantes.

En las ciudades de Vigo (Belmonte *et al.*, 1998) y Cartagena (Belchí *et al.*, 1997) se han detectado pacientes alérgicos al polen de *Compositae*, concretamente a *Taraxacum* con una incidencia de sensibilización del 2 % y el 3,3 % respectivamente.

Discusión

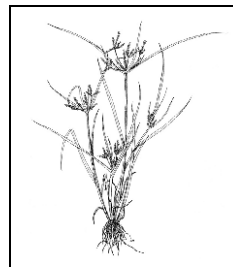
Aunque las compuestas son una familia cosmopolita bien representada en España, al ser mayoritariamente entomófilas su polen no alcanza grandes concentraciones en la atmósfera, si bien suele aparecer de forma esporádica durante buena parte del año en la práctica totalidad de las localidades españolas.

En algunas zonas los niveles son mayores a los de Motril, como Ciudad Real (Prieto *et al.*, 2002) o Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002), mientras que en el resto de Andalucía (Candau *et al.*, 2002a; Candau *et al.*, 2002b) o Catalunya (Belmonte & Roure, 2002b) los valores son muy parecidos. Con respecto a los periodos de polinación, los resultados son similares a los que se describen en todas las localidades españolas.

Esta familia está formada principalmente por plantas herbáceas que dependen de las precipitaciones para su desarrollo y floración, por lo que las bajas concentraciones registradas durante 2005 pueden deberse a la escasez de lluvias durante las estaciones previas.

5.2.2.6. Tipo polínico Cyperaceae

En este tipo polínico se incluyen todas las especies de la familia Cyperaceae Juss., que con cerca de 4.500 especies agrupadas en 104 géneros se encuentra en todos los continentes, preferentemente en las regiones templadas y frías. En la provincia de Granada los principales representantes son los géneros *Scirpus* L., *Cyperus* L. y *Carex* L., que forman parte de la vegetación natural en bordes de ríos, humedales, lagunas, y en general cualquier suelo húmedo o temporalmente encharcado.



Descripción botánica: Hierbas anuales o perennes, graminiformes, con tallos trígonos o redondeados. Hojas lineares, con vaina en la base. Flores dispuestas en espigas, que a su vez se reúnen en inflorescencias compuestas. Flores pequeñas, hermafroditas o unisexuales, bracteadas; perianto nulo o constituido por escamas o pelos; androceo de 1-3 estambres; gineceo bicarpelar o tricarpelar, con ovario unilocular. Fruto en núcula.

Época de floración: La mayoría de las especies desarrollan su floración de marzo a julio.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Heteropolar, con simetría radial, más o menos piriforme; triangular en visión ecuatorial, circular en visión polar; de prolado-esferoidal a perprolado ($P/E=1,05-2,72$)

TAMAÑO: Pequeño a grande; $P=17-60 \mu\text{m}$; $E=14-32 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Anaporozonocolpado, anazonoporado o inaperturado. Las aperturas cuando aparecen son simples, una de tipo poro en el polo distal que en ocasiones va acompañada de varias de tipo colpo en la zona ecuatorial; membrana apertural insulada o verrugosa.

PAREDES: Exina de $1 \mu\text{m}$ de grosor, sexina más gruesa que la nexina. Téctum completo, infratéctum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Granulado o escábrido-perforado.

Evolución estacional

Este polen representó el 0,15 % del espectro y tuvo una variación interanual muy baja (FIG. 94a), con índices anuales muy próximos al promedio, que tubo un valor de 79 granos. Estos índices fueron ascendiendo paulatinamente desde 2003, año en que se registró el mínimo (74 granos), hasta 2006 (con 85 granos).

Apareció de modo esporádico durante la mayor parte del año, produciéndose un aumento considerable de los registros mensuales en mayo y junio (FIG. 94b). En éste último se presentaron los mayores niveles, excepto en 2005 que tuvieron lugar en mayo. Posteriormente los valores descendieron y se mantuvieron bajos durante todo el verano, en 2006 se produjo un nuevo ascenso durante agosto y septiembre.

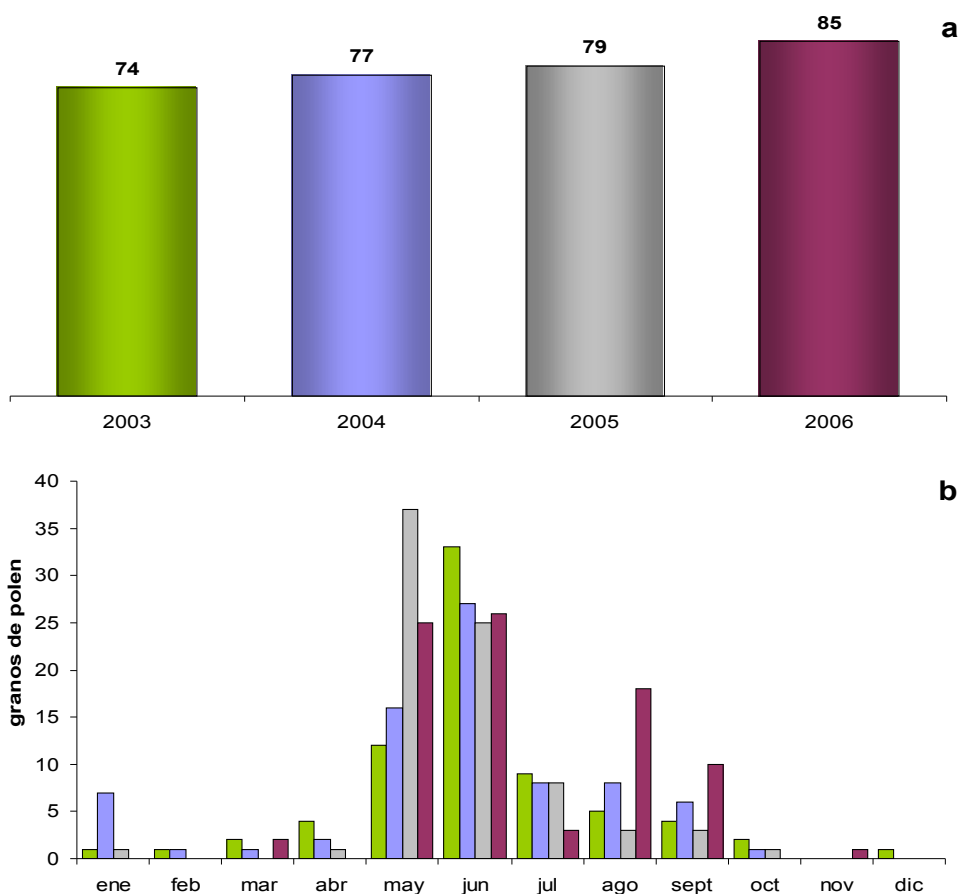


FIG. 94. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Cyperaceae durante los años estudiados (2003-06).

Las concentraciones diarias fueron generalmente bajas (FIG. 95), entre 1 y 2 granos/m³, y los registros más elevados se alcanzaron en mayo y junio con concentraciones de 5 granos/m³ (2003, 2004) y 6 granos/m³ (2005 y 2006). En 2006 se registró el pico máximo del periodo estudiado que alcanzó los 9 granos/m³ el día 30 de agosto.

Alergenicidad

Aunque este polen no suele aparecer en los tratados de alergenidad varios géneros de la familia han sido citados como alergógenos (Lewis *et al.*, 1983; Halse, 1984). Un estudio más reciente (Bessot *et al.*, 1992) menciona a algunas especies del género *Cyperus* como causantes de reacciones en pacientes atópicos.

Discusión

Las especies de esta familia no son muy abundantes en el área de estudio, de ahí la baja representación de este polen, y cuando aparecen lo hacen ligadas a medios húmedos, lugares

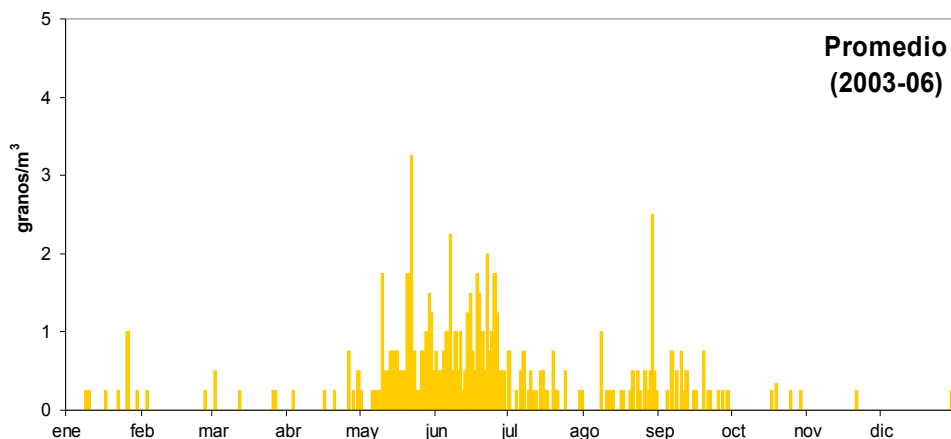


FIG. 95. Concentraciones medias diarias de Cyperaceae para el promedio de los años de estudio (2003-06).

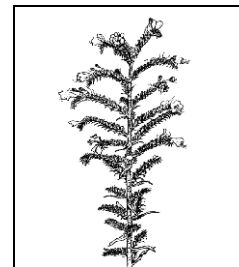
encharcados o cursos de agua, lo que les asegura una producción polínica uniforme a lo largo de los distintos años. Generalmente su polen aparece durante la primavera y principios de verano (Docampo, 2008), pero debido a los inviernos tan suaves de esta zona algunas especies de los géneros *Cyperus* y *Carex* pueden florecer fuera del periodo habitual.

Este polen es muy frecuente en toda la Península Ibérica, apareciendo en casi todos los estudios consultados, aunque las concentraciones suelen ser más bajas que las de Motril. Destaca la zona de Galicia (Hervés *et al.*, 2002; Dopazo *et al.*, 2002), donde los registros son tan bajos que en algunos puntos no aparece, y la zona de Extremadura donde alcanza los niveles más elevados (Paulino *et al.*, 2002), además en ambas localidades el periodo de polinación es mucho más cortos, restringiéndose a mayo y junio.

Los niveles y periodos de polinación aquí descritos son semejantes a los puestos de manifiesto por Docampo (*l.c.*) para la cercana localidad de Nerja, y por Recio (1995) para Málaga. Mientras que en el interior de la provincia y en localidades costeras más orientales las concentraciones son más bajas todavía (Sabariego, 2003; Alba, 1997).

5.2.2.7. Tipo polínico *Echium*

Este tipo polínico lo presentan todas las especies del género *Echium* L. (familia Boraginaceae Juss.). Las 60 especies que comprenden este género se encuentran en la parte occidental de Asia, en el N y S de África, Europa, Madeira y en las Islas Canarias. Su presencia en el área de estudio se debe a su comportamiento ruderal arvense, encontrando *E. plantagineum* L. con frecuencia en cunetas y bordes de caminos.



Descripción botánica: Hierbas o pequeños arbustos, anuales, bienales o perennes, cubiertos de indumento setoso-hispido. Hojas basales pecioladas y las caulinares sentadas, simples. Flores pentámeras zigomorfas, reunidas en inflorescencias cimosas. Estambres insertos a distintas alturas en el tubo de la corola, con filamentos de diferente longitud, algunos incluso y otros exsertos. Estigma bifido. Fruto en tetranúcula.

Época de floración: Desde finales de febrero a junio.

Polinización: Entomófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Heteropolar, con simetría radial; piriforme en visión ecuatorial, circular-triangular, planaperturado en visión polar; subprolado o prolado ($P/E=1,30-1,87$).

TAMAÑO: Pequeño; $P=13-25 \mu\text{m}$; $E=8-15 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, terminales; endoaperturas de tipo poro, isodiamétricas, situadas hacia el polo distal; membrana apertural granulada.

PAREDES: Exina de $1 \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, sexina tan gruesa como la nexina, engrosada esta última alrededor de las endoaperturas formando costillas. Tectum completo, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Perforado-ligeramente reticulado, con lúmenes redondeados de menos de $1 \mu\text{m}$ y escasos gránulos sobre los muros.

Evolución estacional

Aunque este polen representó el 0,12 % del espectro polínico de la costa granadina con un total de 257 granos y una media anual de 64 granos, el 58 % de éstos se recogieron durante 2006 (150 granos). El año 2004 presentó un valor próximo a la media, mientras que en 2003 y 2005 los índices fueron más bajos (FIG. 96a), con tan sólo 22 y 23 granos respectivamente.

Echium es un polen típicamente primaveral que alcanzó los índices mensuales más elevados en mayo (49 % del total anual), seguido de abril. Fuera del periodo primaveral apenas se registró, con la excepción de algunos granos sueltos en marzo, julio y septiembre (FIG. 96b).

En la distribución de los valores medios diarios (FIG. 97) se observa el mismo patrón descrito anteriormente, con un periodo de polinación muy marcado durante los meses de primavera, en los que se registran concentraciones bajas de $1-2 \text{ granos}/\text{m}^3$ con picos máximos

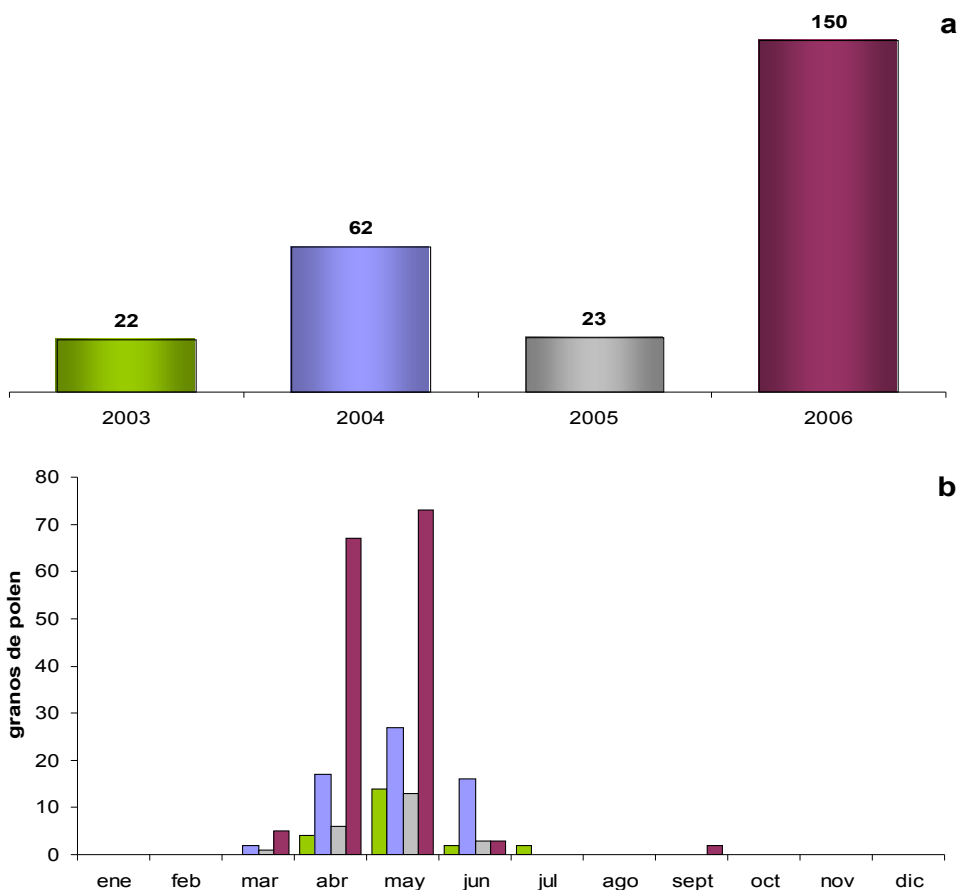


FIG. 96. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Echium* durante los años estudiados (2003-06).

de 5 granos/m³ (2005) y 6 granos/m³ (2003 y 2004) en mayo. 2006 presentó concentraciones superiores así como los picos máximos del estudio que ascendieron a 10 granos/m³ y se registraron en abril.

Alergenicidad

En ninguna de las búsquedas bibliográficas realizadas se han encontrados indicios de alergenidad, así como interés alguno en su contenido proteico y alérgico.

Discusión

Al tratarse de un taxon típicamente entomófilo no aparece de forma general en los estudios aerobiológicos. Aunque su polen de pequeño tamaño y poco peso, unido a su elevada producción polínica, hace que pueda pasar con cierta facilidad a la atmósfera por efecto de turbulencias y corrientes de aire (Muñoz *et al.*, 2005).

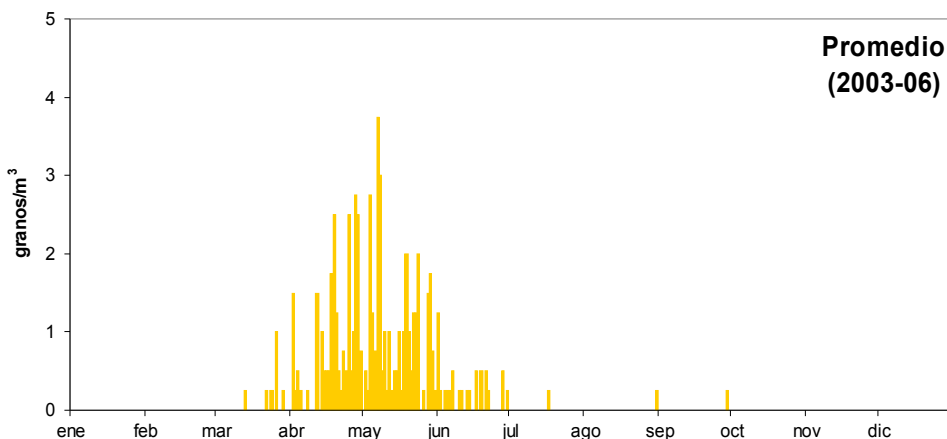


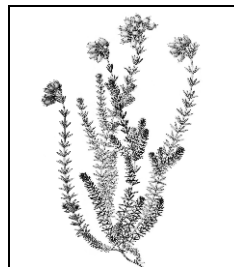
FIG. 97. Concentraciones medias diarias de *Echium* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Las variaciones interanuales detectadas en Motril también han sido descritas por otros autores (Docampo, 2008), achacándolas al efecto de la abundancia y distribución de precipitaciones. La falta de lluvias explicaría los bajos índices de 2004 y 2005, mientras que en 2003 se deberían a la coincidencia del periodo de polinación de *Echium* con precipitaciones frecuentes y de intensidad considerable.

Si bien este polen no aparece de forma generalizada en toda la Península Ibérica cuando lo hace es con niveles muy parecidos a los de la costa granadina, como Málaga (Recio, 1995), Nerja (Docampo, 2008) o Ponferrada (Vega Maray *et al.*, 2002a), y con un periodo de polinación parecido, sólo se han detectado concentraciones más elevadas en algunas localidades extremeñas (Paulino *et al.*, 2002).

5.2.2.8. Tipo polínico Ericaceae

Se incluyen aquí las distintas especies de la familia Ericaceae Durande, integrada por más de 80 géneros y aproximadamente 2.800 especies, de distribución cosmopolita, aunque mejor representada en el S de África, N de América, el Himalaya y el SW de Europa. En el área de estudio tenemos como principales representantes a los géneros *Arbutus* L. y *Erica* L. *Arbutus unedo* L. es utilizada como ornamental, *Erica terminalis* Salisb. y *Erica arborea* L. forman parte del sotobosques en algunas sierras cercanas.



Descripción botánica: Arbustos o pequeños árboles, perennes o caducos. Hojas simples, generalmente con inserción helicoidal, coriáceas, sin estípulas. Flores solitarias o en inflorescencias de tipo diverso, actinomorfas o ligeramente zigomorfas, hermafroditas. Corola gamopétala, tubular, urceolada, con 4-5 lóbulos, caduca o marcescente; estambres en número igual o doble que el de los pétalos, insertos en un disco nectarífero. Ovario súpero. Fruto en cápsula, baya o drupa.

Época de floración: La mayoría de las especies presentan floración primaveral (marzo a julio), pero algunas (*A. unedo* L.) florecen en otoño.

Polinización: Entomófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: En tétradas tetraédricas, regulares.

TAMAÑO: Tétradas grandes o medianas (27-67 μm). Polen pequeño o mediano (17-45 μm).

APERTURAS: Cada grano de la tétrada es trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo que afectan a granos de polen contiguos; endoaperturas de tipo poro, lalongadas, situadas en las zonas de contacto de dos granos de polen; membrana apertural granulada.

PAREDES: Exina entre 1,0-2,5 μm , sexina y nexina difíciles de distinguir. Téctum completo, infratéctum con o sin columelas.

ORNAMENTACIÓN: Verrugoso, psilado o psilado-punteado.

Evolución estacional

Con una suma total de 214 granos y un porcentaje del 0,1 % del espectro polínico, Ericaceae presentó un índice anual medio de 54 granos, aunque realmente éste varió de unos años a otros (FIG. 98a). Los dos primeros (2003 y 2004) se registraron niveles muy bajos (30 y 35 respectivamente), mientras que en 2005 se produjo el mayor índice anual con 141 granos, lo que representa el 67 % del total recogido durante los 4 años, y 2006 presentó un registro de tan sólo 8 granos.

El periodo de polinación generalmente se produjo desde marzo hasta junio (FIG. 98b), alcanzando los máximos registros en abril los años pares (2004 y 2006) y en mayo los impares (2003 y 2005). Fuera de este periodo, y dependiendo del año, aparecieron granos sueltos prácticamente todo los meses, excepto diciembre, que no presentó registro alguno.

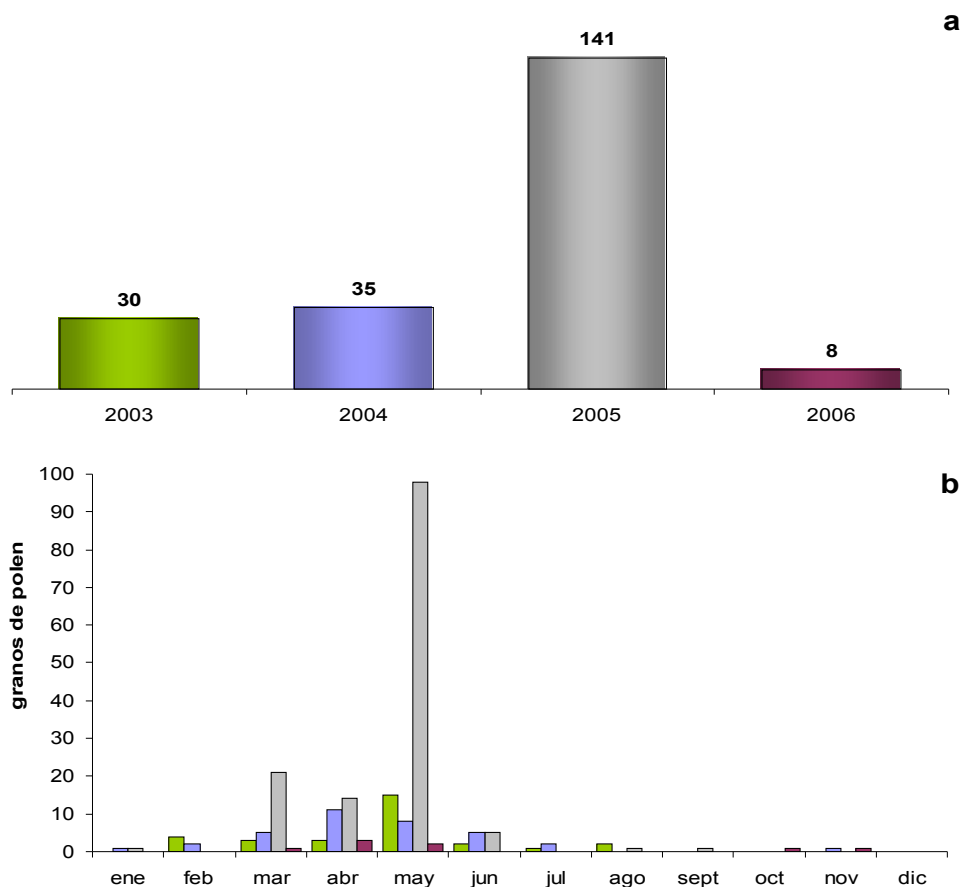


FIG. 98. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Ericaceae durante los años estudiados (2003-06).

La evolución de las concentraciones diarias refleja la existencia de niveles bajos durante un periodo más o menos dilatado que ascienden para alcanzar sus máximos en mayo (Fig. 99). Estos valores fueron de 4 y 9 granos/m³ (2003 y 2004), mientras que en 2006 fue de tan sólo 2 granos/m³. Durante 2005, año con los registros más elevados, se observó el valor máximo del estudio (32 granos/m³ en mayo), así mismo se registró un pico de menor intensidad a finales de invierno, en el que se alcanzaron concentraciones de 6 granos/m³.

Alergenicidad

No suele tener importancia desde el punto de vista alergológico, ya que suele aparecer con niveles muy bajos. Sin embargo, diversos autores han citado algunos de sus géneros como causantes de polinosis (Halse, 1984; Lewis *et al.*, 1983; Osvath, 1991), y en algunos sitios como Estambul *Erica arborea* se ha manifestado altamente alergénica incluso a bajas concentraciones (Aytuğ & Güven, 1991).

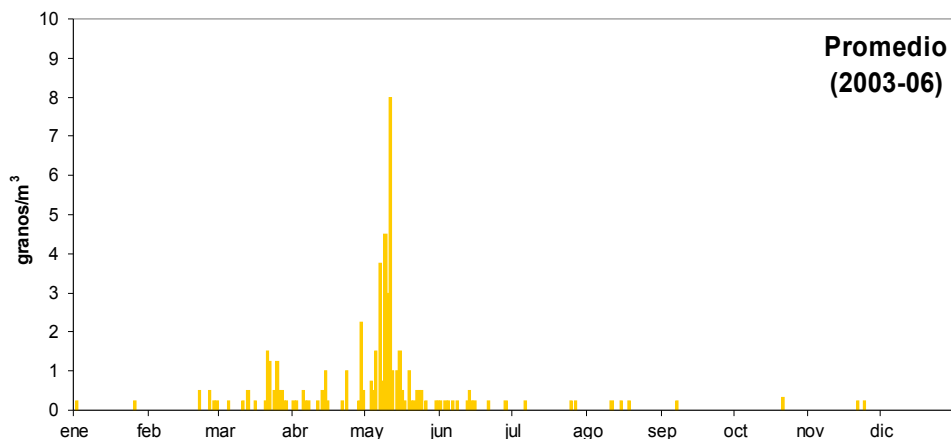


FIG. 99. Concentraciones medias diarias de Ericaceae para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Discusión

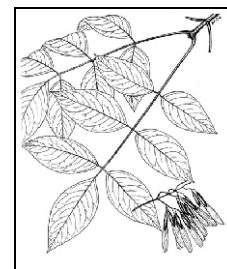
El polen de Ericaceae procede de formaciones de matorral y de sotobosques existentes en las sierras circundantes (Sierra de Lujar, Sierra de Cázulas y Sierra Nevada), no siendo frecuentes estas especies en las inmediaciones del captador. Aunque se trata de una familia de polinización anfífila, debido a que sus estambres se hacen exertos por extensión de los filamentos, las concentraciones detectadas no suelen ser elevadas.

Los niveles anuales de Motril son muy parecidos a los de otras estaciones aerobiológicas del sur de la Península Ibérica, como Nerja (Docampo, 2008) o Granada (Alba, 1997), mientras que son algo más elevados que los de zonas más áridas como Almería (Sabariego, 2003) o Cartagena (Moreno Grau *et al.*, 2002). A lo largo de la geografía española se produce un aumento de los índices anuales conforme nos desplazamos hacia zonas más húmedas, como Cádiz (Candau *et al.*, 2002a), y meridionales, como Galicia (Méndez *et al.*, 2002a) o Cataluña (Belmonte *et al.*, 2002b). En muchos de estos estudios (Docampo, *l.c.*; Sabariego, *l.c.*; Rodríguez-Rajo *et al.*, 2002b) se han detectado variaciones interanuales como las detectadas en Motril.

El periodo de polinización tan dilatado y los diversos picos registrados responden a las diferentes épocas de floración de las diversas especies de éste taxon. Así, *Arbutus unedo* florece de noviembre a enero, mientras que las ericas lo hace en primavera, *E. arborea* inicia su floración en febrero y *E. terminalis* comienza en mayo (Bayer, 1993).

5.2.2.9. Tipo polínico *Fraxinus*

Se integran en este tipo polínico las especies del género *Fraxinus* Tourn ex L., de la familia Oleaceae Hoffmannsegg & Link. En el área de estudio se distinguen dos especies, *F. angustifolia* Vahl es frecuente en lugares húmedos y frescos próximos a los márgenes de ríos, donde forma parte de los bosques en galería, y *F. excelsior* L. que junto a la anterior se usa como planta ornamental.



Descripción botánica: Árboles caducifolios. Hojas opuestas, compuestas, imparipinnadas, con 5-9 folíolos lanceolados de margen aserrado. Flores agrupadas en densos racimos laterales, opuestos. Flores hermafroditas o unisexuales, con cáliz y corola ausentes en *F. angustifolia* y *F. excelsior*; androceo con dos estambres de filamentos cortos insertos en el cáliz o en el receptáculo floral. Fruto en sámara lanceolada, con una sola semilla.

Época de floración: Estas especies florecen durante el invierno e inicios de primavera (diciembre-marzo).

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; elíptico en visión ecuatorial, circular en visión polar; de suboblado a prolado-esferoidal (P/E=0,80-1,14).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; P=15-25 μm ; E=16-25 μm .

APERTURAS: Trizonocolpado. Aperturas simples de tipo colpo; membrana apertural psilada.

PAREDES: Exina de 2,0-2,5 μm de grosor, sexina más gruesa que la nexina. Tectum parcial, infratectum con columelas simples.

ORNAMENTACIÓN: Reticulado, con lúmenes más o menos irregulares, a veces más pequeños en las proximidades de las aperturas, muros lisos.

Evolución estacional

Con un registro total de 217 granos de polen, el índice anual medio se situó en 54 granos, lo que supuso tan sólo el 0,1 % del espectro total. Mientras que 2003 y 2004 mostraron índices muy parecidos y dentro de la media (FIG. 100a), los dos últimos años (2005 y 2006) variaron considerablemente respecto a ésta, de modo que 2005 sufrió un aumento del 128 % y 2006 una disminución del 44 %.

El polen de *Fraxinus* es típicamente invernal y en la costa de Granada se detectó desde finales de otoño hasta principios de primavera (FIG. 100b). Generalmente apareció en noviembre, para mantenerse en la atmósfera durante todo el invierno y desaparecer de los muestreos en marzo. Los índices mensuales más elevados variaron de un año a otro. Así, para 2003 fueron enero y diciembre (con 15 granos cada uno), mientras que para 2004 fue enero (20 granos). En el caso de 2005 las sumas mensuales más elevadas tuvieron lugar en febrero y marzo (22 granos), y en 2006 éstas correspondieron a febrero (12 granos).

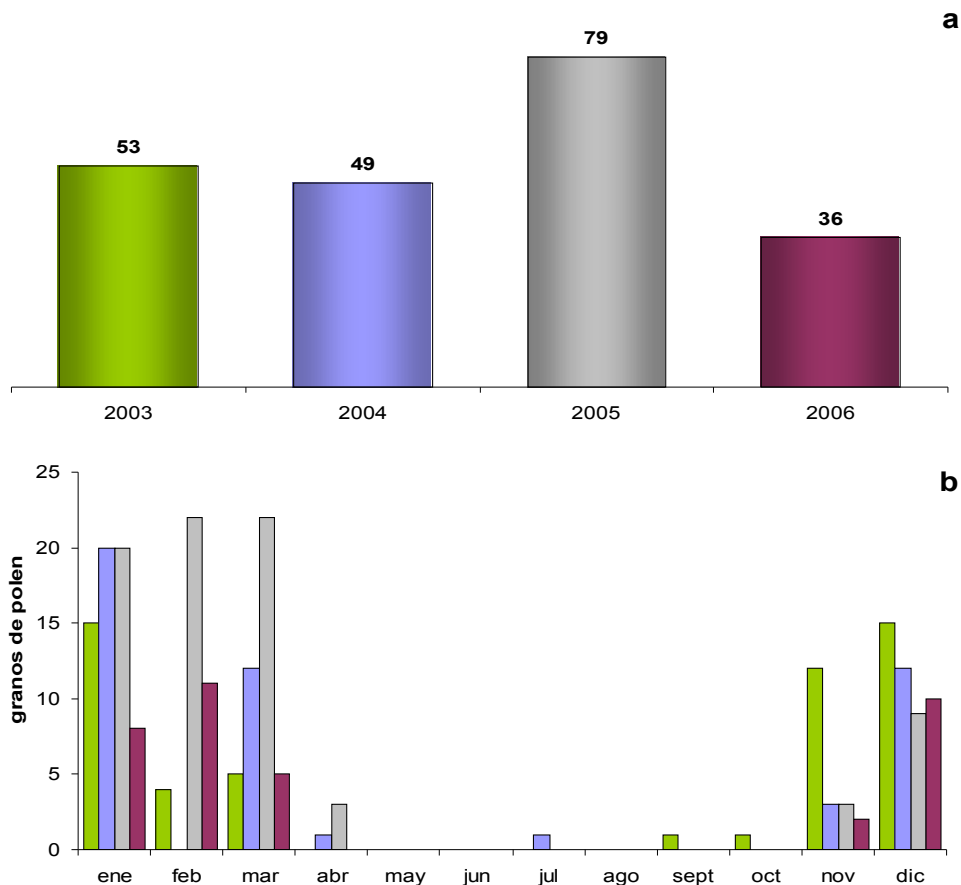


FIG. 100. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Fraxinus* durante los años estudiados (2003-06).

Al igual que el resto de tipos polínicos con una aportación tan pequeña, las concentraciones diarias fueron bajas (FIG. 101), inferiores a 5 granos/m³. Los picos tampoco fueron muy elevados y variaron entre 6 granos/m³ (enero de 2004) y 11 granos/m³ (febrero de 2005). La fecha en la que se alcanzaron estos máximos también varió de un año a otro, registrándose en diciembre durante 2003, en enero durante 2004 y en febrero durante los dos últimos años (2005 y 2006).

Alergenicidad

Debido a su baja incidencia, este polen no debe causar problemas de salud en la zona de estudio, si bien son diversos los estudios que lo describen como alergógeno o implicado en casos de reactividad.

En Suiza, Gehrig & Peters (2000) establecieron en 100 granos/m³ el umbral de concentración diaria a partir del cual se desencadenan reacciones alérgicas. Es conocida su reactividad cruzada con otras Oleaceas, como los géneros *Olea* y *Ligustrum* (Subiza *et al.*,

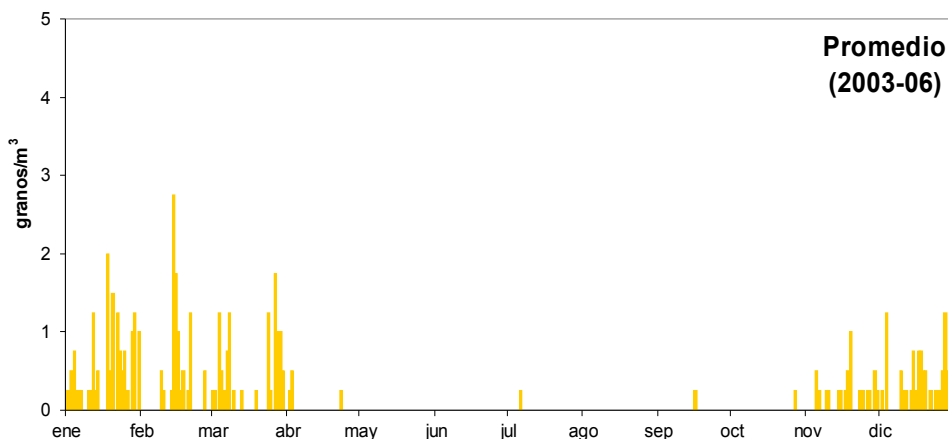


FIG. 101. Concentraciones medias diarias de *Fraxinus* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

1998; Conde *et al.*, 2002), por lo que pacientes sensibles al olivo o al aligustre pueden presentar sintomatología frente al polen de *Fraxinus*. Además esto explica el alto número de sensibilizaciones encontrados en estudios de Málaga (Burgos, 1991) y Córdoba (Guerra *et al.*, 1995).

Discusión

Se trata de un género muy extendido en toda Europa, bien representado en España, y su presencia en las muestras aerobiológicas de toda la Península Ibérica así lo confirman. Desde el sureste árido (Sabariego *et al.*, 2002; Cariñanos *et al.*, 2002a; Moreno Grau *et al.*, 2002), donde los niveles son muy bajos, este polen adquiere mayor importancia conforme nos desplazamos a zonas más húmedas, especialmente Catalunya (Belmonte *et al.*, 2002b) y Galicia (Méndez *et al.*, 2002b), donde se registran los niveles más elevados.

El polen de *Fraxinus* tiene una incidencia baja en la atmósfera de Motril ya que se trata de un género poco representado en las inmediaciones de la estación de control aerobiológico. Por lo que los granos de polen detectados se deben a transporte a media distancia desde las sierras cercanas, donde si aparece formando parte de la vegetación de ribera.

Tanto los niveles como los periodos de este táxon coinciden con los descritos en otras localidades andaluzas como Málaga (Recio, 1995), Nerja (Docampo, 2008) o Cádiz (Candau *et al.*, 2002a), si bien en otras ciudades como Córdoba (Alcázar *et al.*, 2002) o Sevilla (Candau *et al.*, 2002b) se registran niveles más elevados.

5.2.2.10. Tipo polínico Leguminosae

Este tipo polínico engloba el polen de todas las especies de la familia Leguminosae Juss. (=Fabaceae Lindl., Papilionaceae Giseke), que con cerca de 700 géneros y 18.000 especies es una de las mayores familias de angiospermas. Se distribuye por todo el mundo, aunque son más frecuentes en las regiones tropicales y subtropicales. En el área de estudio encontramos numerosas especies que forman parte de la vegetación natural (*Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss., *Genista umbellata* (L'Hér.) Dum. Cours., *Genista cinerea* (Vill.) DC. in Lam. & DC.), o bien son utilizadas como plantas ornamentales (*Robinia pseudoacacia* L.).



Descripción botánica: Árboles, arbustos, sufrútices o hierbas, anuales o perennes. Hojas alternas u opuestas, estipuladas o no, pecioladas o sésiles, simples o compuestas. Inflorescencias en racimos o espigas, terminales o axilares, rara vez panículas, flores solitarias o geminadas en las axilas foliares. Flores pentámeras, rara vez tetrámeras, actinomorfas o zigomorfas. Sépalos generalmente soldados, a veces libres. Pétalos libres, frecuentemente en disposición papilionada, rara vez sin pétalos o con éstos soldados. Androceo diplostémono, a veces haplostémono o poliándrico. Gineceo monocarpelar. Fruto en legumbre, a veces articulada (lomento). Semillas de 1 a numerosas.

Época de floración: La floración tiene lugar principalmente en los meses primaverales y estivales.

Polinización: Entomófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; de circular a elíptico en visión ecuatorial, circular en visión polar; de oblado a perprolado ($P/E=0,63-2,25$).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; $P=12-50 \mu\text{m}$; $E=7-43 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Trizonocolporado, a veces tetra-hexazonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, terminales; endoaperturas de tipo poro, lalongadas; membrana apertural granulada, psilada o verrugosa dependiendo de la especie.

PAREDES: Exina de $0,5-2,0 \mu\text{m}$ de grosor, sexina tan gruesa como la nexina, a veces difíciles de distinguir. Téctum parcial o completo, infratéctum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Psilado, perforado, reticulado o rugulado

Evolución estacional

A pesar de que su contribución al espectro polínico fue del 0,19 % y de que sumó un total de 410 granos, el 63 % de este polen se recogió el primer año de estudio (2003) con un índice de 258 granos (FIG. 102a). El resto de valores anuales fueron decrecientes desde 82 (2004) hasta 22 granos (2006).

En la evolución de las concentraciones mensuales (FIG. 102b) se observa que este polen se registró principalmente en abril y mayo, aunque con frecuencia también apareció fuera de este periodo. Es precisamente en estos dos meses cuando se alcanzaron los registros máximos. De

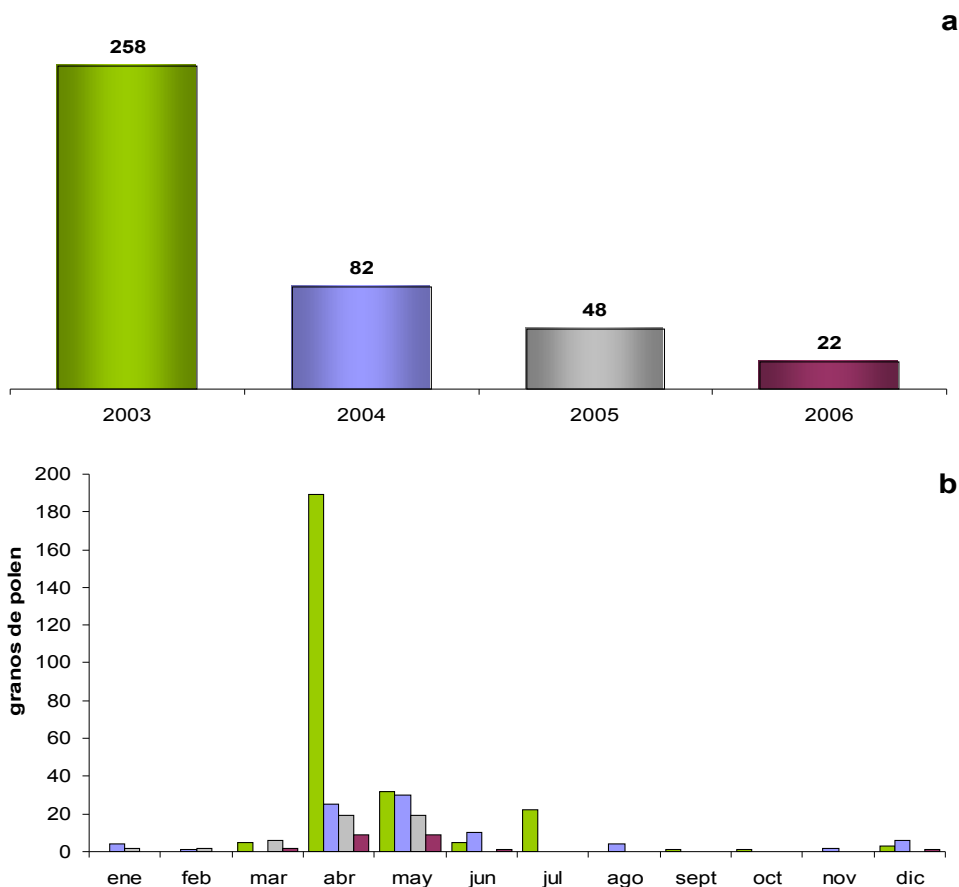


FIG. 102. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Leguminosae durante los años estudiados (2003-06).

este modo, en 2003 el máximo fue en abril, mientras que en 2004 fue en mayo; los dos últimos años (2005 y 2006) presentaron exactamente la misma cantidad en ambos meses.

En la gráfica de concentraciones diarias (FIG. 103) se puede ver como generalmente los niveles de este tipo polínico fueron bajos, con la excepción de 2003 que presentó valores superiores al resto de los años, especialmente en abril. Fue precisamente en este mes cuando se detectó la concentración máxima de todo el estudio (93 granos/m³). El resto de los años presentaron picos que no superaron el umbral de 7 granos/m³, mientras que las concentraciones más habituales fueron 1-3 granos/m³.

Alergenicidad

Los casos de polinosis originados por esta familia son escasos, debido a que su polinización es fundamentalmente entomófila y a que su presencia en el aire no suele alcanzar valores considerables (Sabariego, *l.c.*).

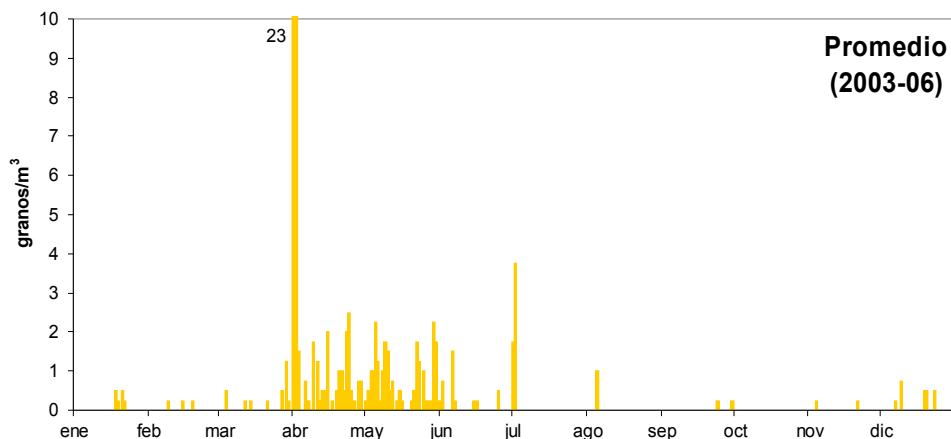


FIG. 103. Concentraciones medias diarias de Leguminosae para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Discusión

Debido a su fuerte entomofilia este polen no aparece habitualmente en los estudios aerobiológicos.

Aunque ha sido citado en algunas regiones españolas de características tan diferentes como León (Vega Maray *et al.*, 2002b) o Galicia (Méndez *et al.*, 2002a) y el sureste árido (Sabariego, 2003; Munuera, 1999), siempre aparece en niveles muy bajos, parecidos a los obtenidos en Motril los tres últimos años. Sin embargo, en otros puntos de muestreo más cercanos como Jaén (Ruiz, 2001), Granada (Alba, 1997), Málaga (Recio, 1995) o Nerja (Docampo, 2008), no se ha descrito su presencia.

La importancia de este polen en la costa granadina se ve falseada por las altas concentraciones detectadas en 2003, sin las cuales la contribución al espectro polínico hubiera sido muy inferior. En Almería (Sabariego, *l.c.*) durante el año 2001 se produjo un aumento de este polen del 500 % con respecto a años anteriores. En Motril el aumento de Leguminosae podría obedecer a la primavera tan lluviosa que presentó el año 2003, precedida de un otoño también abundante en precipitaciones.

5.2.2.11. Tipo polínico *Morus*

Tipo polínico representado por el género *Morus* L. (familia Moraceae Link). Destaca la especie *M. alba* L., plantada en huertos y jardines aunque a veces aparece como subespontáneo en bordes de caminos y carreteras. También está presente la especie *M. nigra* L. cultivada como ornamental y por sus frutos comestibles.



Descripción botánica: Árboles monoicos. Hojas generalmente indivisas, con menos frecuencia lobuladas, pelosas o glabras. Estípulas caducas. Inflorescencias masculinas y femeninas en espigas axilares, oblongas, pedunculadas. Flores con perianto sepaloideo constituido por 4 sépalos, unisexuales; las masculinas con 4 estambres y ovario rudimentario; las femeninas con ovario sésil, uniovulado, estilo corto o subulado con dos estigmas filiformes. Infrutescencia (mora) en sorosis.

Época de floración: La floración de las especies del género *Morus* tiene lugar de marzo a mayo.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; circular en visión ecuatorial y polar; esferoidal ($P/E=1$).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; $D= 16-28 \mu\text{m}$.

APERTURAS: Bizonoporado, a veces trizonoporado. Aperturas simples de tipo poro, generalmente opuestas, a veces aspidadas, con opérculo granuloso que se desprende con la acetolisis.

PAREDES: Exina delgada, de $0,5-1,0 \mu\text{m}$ de grosor, sexina algo más gruesa que la nexina. Tectum completo, infratectum con columelas apenas marcadas e intina sobresaliendo a veces en forma de oncus a través de las aperturas.

ORNAMENTACIÓN: Granulado.

Evolución estacional

Del tipo polínico *Morus* se han identificado a lo largo de estos cuatro años un total de 180 granos, lo que supone una concentración anual media de 45 granos y un 0,08 % del espectro polínico de la costa de Granada. Los valores anuales fueron ascendiendo progresivamente, pasando de 19 (2003) a 92 granos (2006). De este modo, los dos primeros años presentaron resultados similares, bastante inferiores a la media, mientras que en 2006 se produjo un gran aumento en el que se duplicó dicho valor (FIG. 104a).

La presencia de este polen en el aire se restringió a un periodo muy concreto desde mediados de marzo hasta principios de mayo (FIG. 104b), fuera del cual no apareció. Generalmente las concentraciones mensuales más altas se detectaron en abril, a excepción de 2006 en que se adelantaron a marzo.

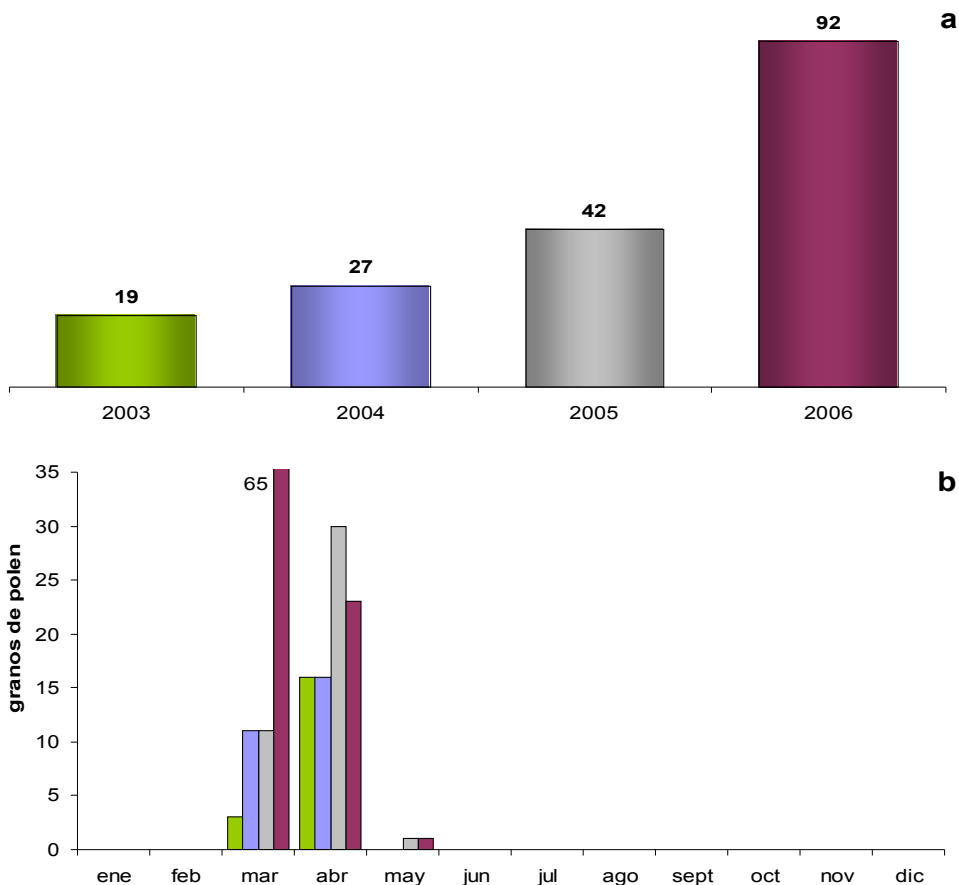


FIG. 104. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Morus* durante los años estudiados (2003-06).

Durante el periodo de polinación de *Morus* las concentraciones diarias fueron bajas, entre 1 y 3 granos/m³, alcanzando en marzo y abril los picos de concentración máximos (FIG. 105), que oscilaron entre 5 granos/m³ (2004) y 7 granos/m³ (2003 y 2005). En 2006 se alcanzaron los niveles diarios más elevados de todo el estudio (12 granos/m³) en marzo, 15 días antes que el resto de los años.

Alergenicidad

Este polen fue calificado como alergógeno en Norteamérica (Levetin & Buck, 1980), y más recientemente, Güvensen & Öztürk (2002) lo consideraron de alergenidad media en Turquía. En algunas ciudades españolas, como Málaga (Burgos, 1991) y Tarragona (Belmonte *et al.*, 1998), también es responsable de ciertas manifestaciones alérgicas. A nivel antigénico se ha comprobado que presenta factores comunes con *Parietaria judaica* (Ayuso *et al.*, 1990).

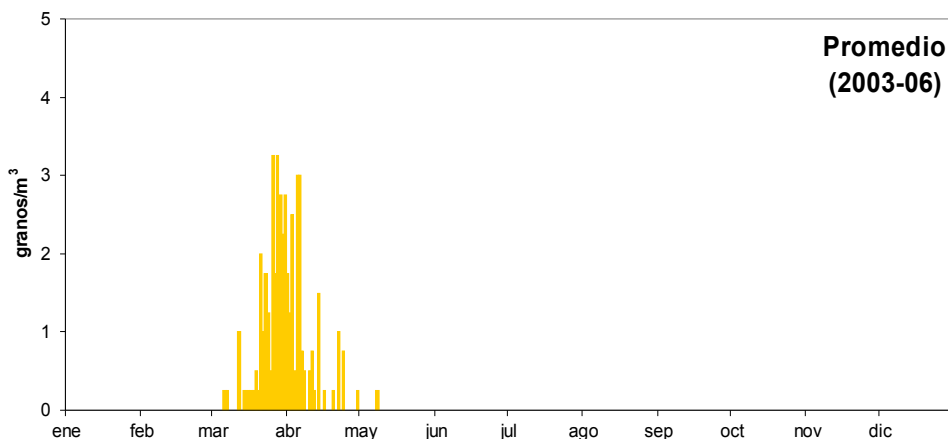


FIG. 105. Concentraciones medias diarias de *Morus* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Discusión

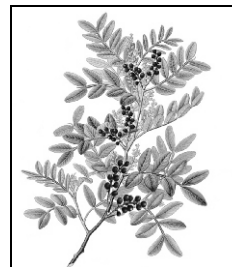
La incidencia del polen de *Morus* en Motril es muy baja, ya que se trata de un género poco extendido en el área de estudio. Los granos de polen detectados proceden de los ejemplares cultivados como ornamentales.

El fuerte incremento de 2006 pudo deberse a la distribución de las precipitaciones en ese año. La floración de este taxon coincide habitualmente con las lluvias primaverales, que por lavado atmosférico reducen sus niveles, sin embargo en 2006 se produjo una ausencia de éstas durante la polinación de *Morus*, permitiendo que aumentaran las concentraciones diarias, y por tanto también los registros mensuales y anuales.

Los resultados en Motril son bajos y muy semejantes por tanto a los de zonas próximas, más o menos húmedas, como Almería (Sabariego, 2003) y Málaga (Recio, 1995). En el resto de España encontramos localidades con niveles muy inferiores o incluso en las que este polen no aparece, como Galicia (Hervés *et al.*, 2002) y Cartagena (Moreno Grau *et al.*, 2002), mientras que en otras alcanza niveles muy superiores, como Zaragoza (Bermejo & García, 2002), Girona (Belmonte *et al.*, 2002b) o Aranjuez (Díez Herrero *et al.*, 2002), dependiendo del uso antrópico de estas plantas y por tanto del número de pies cultivados en las inmediaciones de las estaciones de control.

5.2.2.12. Tipo polínico *Pistacia*

Incluye el polen del género *Pistacia* L., de la familia Anacardiaceae Lindl., nativo del noroeste de África, sudeste de Europa, Asia central y oriental, así como del sur de Norteamérica. En la costa granadina las especies más representativas son *P. lentiscus* L. y *P. terebinthus* L., que forman parte de los matorrales de vegetación autóctona en las sierras circundantes o en los matorrales termomediterráneos, donde se asocian con coscojas y palmitos.



Descripción botánica: Arbustos o pequeños árboles, dioicos. Hojas caducas, compuestas, imparipinnadas con 7-8 folíolos ovado-oblongos o paripinnadas con 2-10 folíolos y raquis alado, a menudo presentan agallas rojizas con forma de cuerno o media luna. Flores hermafroditas, amarillentas, rojizas o parduscas, generalmente diclamídeas y pentámeras, dispuestas en panícula; androceo de 5 estambres con filamentos cortos; gineceo con 3 estilos. Fruto en drupa de color rojizo.

Época de floración: *P. lentiscus* florece de abril a mayo, mientras que *P. terebinthus* tiene un periodo de floración más amplio que se desarrolla desde marzo a junio.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Apolar, con simetría radial; circular en visión ecuatorial y en visión polar; esferoidal (P/E=1).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; D=23-42 μm .

APERTURAS: Tetrapantoporado o polipantoporado. Aperturas simples de tipo poro, de unos 3 μm de diámetro; a veces con un anillo poco marcado de 0,5-1,0 μm de anchura.

PAREDES: Exina de 1,0-1,5 μm de grosor en la mesocolpia, sexina ligeramente más gruesa que la nexina. Tectum casi completo, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Perforado-ligeramente reticulado, con lúmenes irregulares y gránulos en los muros.

Evolución estacional

El polen de *Pistacia* supuso el 0,21 % del espectro polínico de la costa de Granada, y aunque el índice anual presentó un promedio de 112 granos, éste ha variado considerablemente de unos años a otros. De este modo, 2003 y 2004 presentaron valores similares (84 y 87 granos respectivamente), mientras que en 2005 ascendió un 275 % con respecto a los años precedentes y en 2006 sufrió un descenso del 50 % (FIG. 106a).

El inicio de la estación polínica de *Pistacia* ha sido muy estable, en marzo (FIG. 106b), y finalizó generalmente en mayo, aunque ocasionalmente este polen apareció también en los meses posteriores. El mayor registro mensual fue siempre en abril, con la excepción de 2003 en el que tuvo lugar en marzo.

Durante el periodo de polinación las concentraciones diarias fueron bajas, generalmente de 1 a 3 granos/ m^3 (FIG. 107), y la mayoría de los años la concentración máxima no superó el

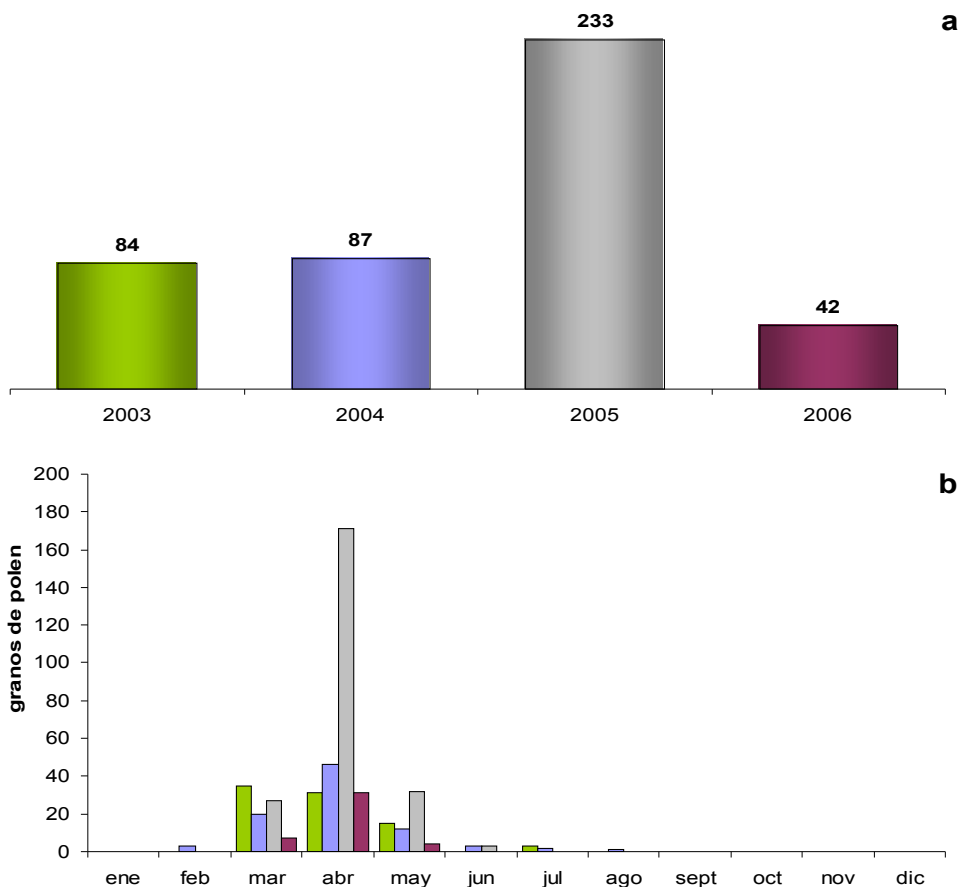


FIG. 106. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Pistacia* durante los años estudiados (2003-06).

umbral de 7 granos/m³ (2003, 2004 y 2006). Sin embargo, en 2005 se registraron los niveles más elevados de todo el estudio, con un pico de 38 granos/m³ y medias diarias que oscilaron entre 10 y 20 granos/m³, este mismo año la polinación retrasó su inicio hasta marzo y terminó prematuramente a mediados de mayo. En 2006 este periodo fue parecido en cuanto a fecha de inicio, fecha de fin y duración pero los niveles registrados fueron semejantes a los de 2003 y 2004.

Alergenicidad

Aunque con una capacidad baja, este polen ha sido citado como alergógeno por Saenz (1978), Lewis *et al.* (1983) y Domínguez *et al.* (1984). Las distintas especies del género presentan reactividad cruzada entre si y con algunas especies del género *Schinus* (Keynan *et al.*, 1997). Y aunque se han documentado reacciones en pacientes de Israel (Keynan *et al.*, 1987) y Croacia (Cvitanovic & Murasic, 1994), en España no se tiene constancia de que produzca sintomatología, por lo que no se considera un riesgo para la población atópica.

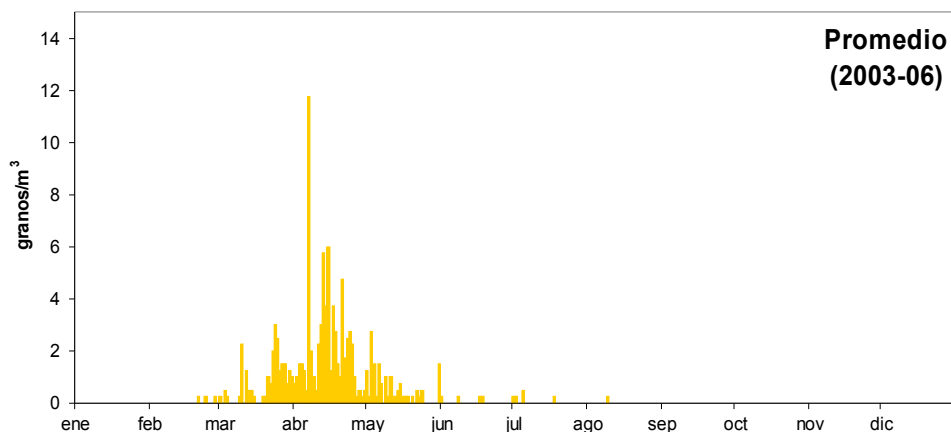


FIG. 107. Concentraciones medias diarias de *Pistacia* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

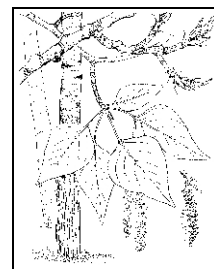
Discusión

La mayoría de las especies de este género se distribuyen en el área mediterránea, por lo que en la Península Ibérica sólo aparece en la atmósfera de localidades costeras del sureste. Aunque su polinización está descrita como anemófila nunca aparece en grandes concentraciones.

A lo largo de la costa andaluza se produce una disminución de los registros de *Pistacia* desde los puntos más occidentales como Nerja (Docampo, 2008) y Málaga (Recio *et al.*, 2002), donde se obtienen los valores más elevados, hasta los más orientales como Almería (Sabariego, 2003). Los resultados obtenidos en Motril son semejantes a los descritos en otras zonas de la costa mediterránea como Cataluña (Belmonte *et al.*, 2002a; Belmonte *et al.*, 2002b; Belmonte & Roure, 2002a;b) y Valencia (Tortajada & Mateu, 2002). Los periodos de polinización son muy parecidos en todos los trabajos anteriores.

5.2.2.13. Tipo polínico *Populus*

Este tipo polínico es característico de las especies del género *Populus* L. (familia Salicaceae Mirb.), originario del centro y sur de Europa, Asia central y norte de África. En el área de estudio se encuentra representado principalmente por *P. alba* L. y *P. nigra* L., que forman parte de los bosques en galería junto con otras plantas ripícolas. Estas especies junto a *P. tremula* L. y *P. simonii* Carrière se utilizan como especies ornamentales.



Descripción botánica: Árboles dioicos. Hojas alternas, con estípulas membranáceas, fugaces; peciolo largo, generalmente comprimido lateralmente. Amentos laterales, colgantes, sin hojas en la base, cilíndricos; brácteas florales dentadas o laciniadas, caducas. Flores unisexuales, con el perianto reducido a un nectario disciforme; las masculinas con 6-32 estambres, de filamentos libres; las femeninas, de ovario sincárpico, súpero, sésil o subsésil, envuelto en la base por el nectario. Fruto en cápsula, glabro. Semillas pequeñas, numerosas, con un penacho de pelos.

Época de floración: Las especies de este género florecen de febrero a marzo, excepcionalmente se puede adelantar a enero.

Polinización: Anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Apolar, con simetría radial; circular en visión ecuatorial y en visión polar; esferoidal (P/E=1).

TAMAÑO: Pequeño a mediano; D=22-30 μm .

APERTURAS: Inaperturado.

PAREDES: Exina de cerca de 2 μm de grosor, con sexina aproximadamente dos veces más gruesa que la nexina. Téctum parcial, infratéctum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Perforado-finamente reticulado, con lúmenes pequeños de menos de 1 μm y muros casi dos veces más anchos, de forma irregular.

Evolución estacional

Este polen, típico de finales de invierno, presentó en Motril un índice anual medio de 129 granos, lo que equivale al 0,24 % del espectro polínico completo. La variación interanual mostró un comportamiento bienal (FIG. 108a), con valores superiores en los índices de los años pares (158 y 207 granos en 2004 y 2006; 94 y 56 granos en 2003 y 2005).

Los primeros granos de *Populus* se detectaron en febrero, especialmente los años con un mayor índice polínico (FIG. 108b), mientras que durante abril este polen desapareció del aire, presentando valores muy similares en los diferentes años. En marzo se registró siempre el mayor total mensual, el cual varió considerablemente de un año a otro. Durante este mes se obtuvo, como promedio, el 77 % del total anual.

Las concentraciones medias diarias fueron generalmente bajas, inferiores a 10 granos/m³. Los picos se alcanzaron siempre en marzo (FIG. 109) y éstos no superaron nunca el umbral de

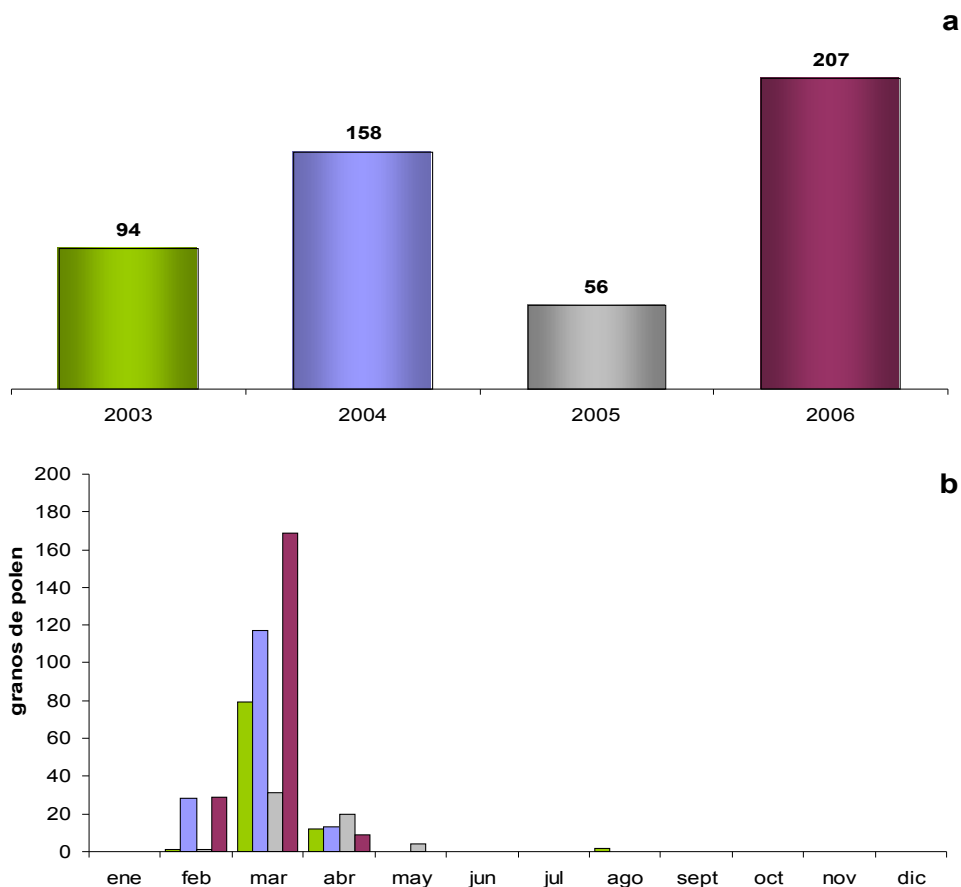


FIG. 108. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Populus* durante los años estudiados (2003-06).

20 granos/m³, oscilando entre 9 granos/m³ (2005) y 19 granos/m³ (2006). Los años con mayor contenido de *Populus* presentaron concentraciones diarias similares al resto de años, pero se produjo un adelanto que alargó el periodo de polinación y la suma anual recolectada.

Alergenicidad

Aunque este polen está citado como alérgeno moderado (Güvensen & Öztürk, 2002; Stanley & Linkens, 1974; Sáenz, 1978; Domínguez *et al.*, 1984) su capacidad puede variar según las especies (Aytuğ & Güven, 1991; Lewis *et al.*, 1983).

En la provincia de Granada, *Populus* es la novena causa de polinosis (De Linares, 2007) con un 7 % de los casos estudiados. En este mismo trabajo se observó que todos los pacientes sensibles a este tipo polínico eran polisensibles, apuntando a posibles reacciones cruzadas.

Su grado de alergenicidad variable y generalmente poco intenso, así como su baja presencia en el aire hace que no sea problemático desde el punto de vista alergológico

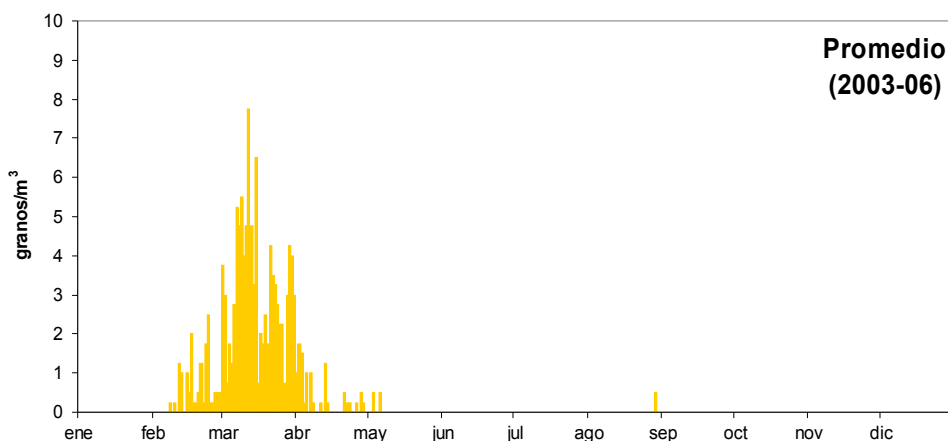


FIG. 109. Concentraciones medias diarias de *Populus* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

(Spieksma *et al.*, 1993), y así lo ratifican la escasez y antigüedad de los estudios que centran su atención en este polen.

Discusión

Al comparar nuestros resultados con los obtenidos en otras localidades españolas llama la atención que las concentraciones varían mucho entre puntos relativamente cercanos (Cariñanos *et al.*, 2002; Moreno Grau *et al.*, 2002; Díez Herrero *et al.*, 2002, Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002). Esto se debe a la distribución puntual de estas especies al tratarse de plantas cultivadas y estar ligadas a cursos de agua en la vegetación natural.

Alternancias anuales como las descritas en Motril no aparecen documentadas en los trabajos consultados, no obstante en Granada se detectaron algunos aumentos de los totales anuales (De Linares, 2007), que se achacaron a la poda de los ejemplares cultivados. Sin embargo, en la costa éstos son principalmente femeninos, por lo que su manejo no debería afectar a los niveles del polen en el aire. En nuestro estudio parece más razonable achacar estas oscilaciones a la abundancia y distribución de las lluvias. De este modo, durante 2003 se habría producido un lavado atmosférico al coincidir las precipitaciones primaverales con la polinación, y en 2005 la producción polínica se vió reducida debido a la extrema sequía sufrida desde el otoño de 2004 hasta la primavera de 2005.

Mientras que en países como Holanda (Driessen & Derksen, 1989) o Estados Unidos (Lewis *et al.*, 1983) el periodo de polinación principal se produce en los meses de marzo y abril, en Motril, al igual que en otras ciudades de la Península Ibérica (Alba, 1997; Alcazar *et al.*, 2002; Martín Madrigal *et al.*, 2002; Belmonte *et al.*, 2002a), éste tiene lugar desde febrero hasta marzo, rara vez en abril (Candau *et al.*, 2002a; Dopazo *et al.*, 2002; Hervés *et al.*, 2002).

5.2.2.14. Tipo polínico *Ricinus*

En el se incluye el género *Ricinus* L. perteneciente a la familia Euphorbiaceae Juss. y que está representado por una única especie, *R. communis* L. Esta planta, originaria de África tropical, se ha cultivado y naturalizado en las comarcas litorales mediterráneas. En el área de estudio se encuentra como ruderal-viaria, siendo fácil encontrarla en terrenos baldíos, cunetas de carreteras y herbazales nitrófilos; indiferente a la naturaleza del sustrato sobre el que se desarrolla.



Descripción botánica: Arbustos de hasta 3 m, monoicos, sin latex. Tallos nudosos, glaucos, a menudo rojizos. Hojas simples, alternas, palmatipartidas, palmatinerviadas, peltadas, estipuladas. Inflorescencias en cimas bracteadas, reunidas en panículas cónicas y erectas, terminales o axilares y subopositifolias, con las cimas basales masculinas y las terminales femeninas. Flores unisexuales, con pedicelo articulado sobre el pedúnculo. Perianto simple, formado por 3-5 tépalos. Estambres indefinidos, policótomos. Ovario trilobular, con un rudimento seminal en cada lóculo. Fruto en cápsula esquizocárpica, con dehiscencia septicida y septífraga, con mericarpos monospermos. Semillas carunculadas.

Época de floración: Esta especie se encuentra en floración durante todo el año.

Polinización: Entomófila, aunque facultativamente anemófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; elíptico en visión ecuatorial, de circular a triangular-angulaperturado en visión polar; de oblado-esferoidal a prolado-esferoidal (P/E=0,92-1,12).

TAMAÑO: Mediano; P=23-28 μm ; E=22-28 μm .

APERTURAS: Trizonocolporado, a veces tetrazonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, terminales y estrechas, de menos de 1 μm de anchura, con extremos agudos; endoaperturas de tipo poro, lalongadas, rectangulares; membrana apertural granulada.

PAREDES: Exina de aproximadamente 2 μm de grosor en la mesocolpia, con sexina y nexina difíciles de distinguir. Tectum completo, infratectum columelado.

ORNAMENTACIÓN: Perforado, con lúmenes redondeados o alargados y elementos supracteales granulados.

Evolución estacional

El tipo *Ricinus* ha presentado un índice anual medio de 167 granos, lo que equivale al 0,31 % del espectro polínico. A lo largo del estudio, el total anual tuvo un comportamiento variable, en 2003 alcanzó su máximo registro (con 244 granos) mientras que en 2005, con tan sólo 74 granos, fue tres veces menor y menos de la mitad que el promedio (FIG. 110a).

Este polen apareció en la atmósfera de Motril a lo largo de todo el año, con un aumento significativo durante los meses de primavera, y alcanzó en mayo los máximos mensuales. Este patrón se repitió durante los años 2004, 2005 y 2006, aunque en 2005 los valores registrados fueron considerablemente menores (FIG. 110b). En 2003, sin embargo, se produjo un pico en

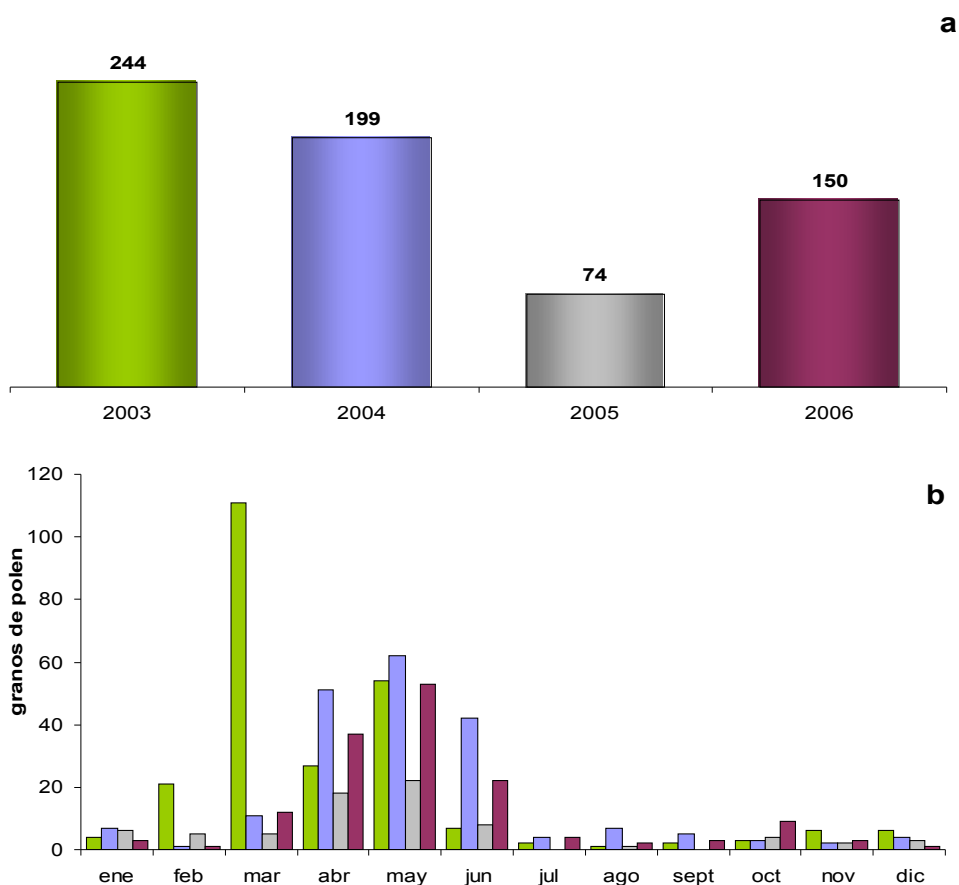


FIG. 110. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Ricinus* durante los años estudiados (2003-06).

marzo, mes en que se registraron las concentraciones más altas, tanto mensuales como diarias, de todo el estudio.

Las concentraciones diarias a lo largo de todo el año fueron bajas, rara vez superiores a 5 granos/m³ (FIG. 111). Durante los años 2005 y 2006, el aumento de los recuentos de primavera se debió a una mayor frecuencia de aparición más que a un aumento de los niveles diarios. En 2003 y 2004 si se produjo este aumento, llegando a alcanzar 14 granos/m³ en mayo de 2004. Excepcionalmente, en marzo de 2003 se registró el máximo pico del estudio con 32 granos/m³.

Alergenicidad

Pla Dalmau (1961) lo considera un polen con un bajo grado de alergenidad. Sin embargo, Layton *et al.* (1962) y Lewis *et al.* (1983) advierten de su capacidad alérgica.

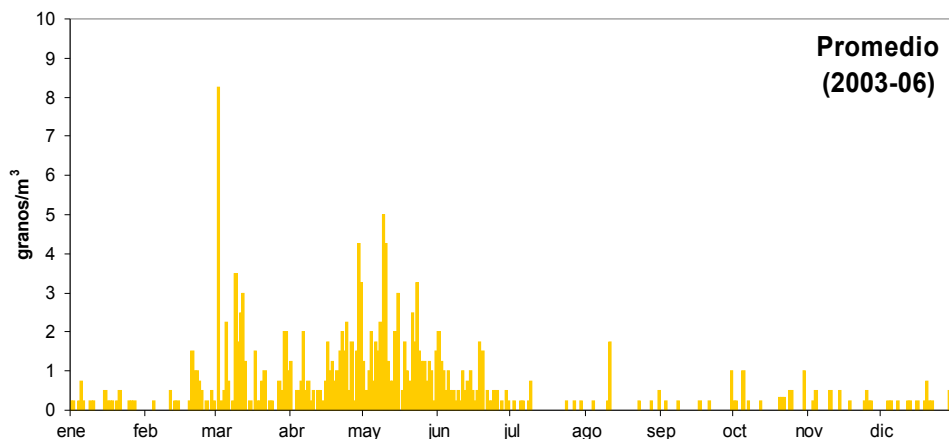


FIG. 111. Concentraciones medias diarias de *Ricinus* para el promedio de los años de estudio (2003-06).

De toda la bibliografía encontrada al respecto, el mayor índice de reacciones a esta especie lo describen Shivpuri & Dua (1963) en la India, donde detectan un 40 % de positividades en los test cutáneos. En Málaga se detectó que el 7 % de los pacientes atópicos presentaban sintomatología al polen de *Ricinus*, apareciendo reacciones cruzadas con otras especies de su misma familia, como *Mercurialis annua* L. (García-González *et al.*, 1999), e incluso con extractos de su propia semilla (Layton, *l.c.*). En Almería el porcentaje de sensibilización es muy semejante al de Málaga, pero éste desciende al 0,4 % al considerar sólo los casos monosensibles (Sabariego, *l.c.*).

Discusión

Aunque sus anteras presentan dehiscencia explosiva (Bianchini & Paccini, 1996), la distribución dispersa de estas plantas y el hecho de que florezcan a lo largo de todo el año dependiendo de las condiciones particulares hace que su incidencia polínica sea baja (Toro, 1997).

A pesar de que las concentraciones de este polen en la atmósfera de Motril no fueron muy elevadas éstas se encuentran entre las más altas de la Península Ibérica, junto con las de otras localidades costeras cercanas como Nerja (Docampo, 2008) y Vélez-Málaga (Trigo *et al.*, 2007). Estudios realizados en otras poblaciones mediterráneas como Málaga (Recio, 1995), Estepona (Toro, *l.c.*), Almería (Sabariego, 2003) y Murcia (Munuera, 1999) muestran niveles inferiores, llegando a ser nulos en zonas del interior o en zonas litorales más septentrionales de España. Éste es el caso de Granada (Alba, 1997), Jaén (Ruiz, 2001), Madrid (Gutiérrez

Bustillo *et al.*, 2002; Díez Herrero *et al.*, 2002; Martín Madrigal *et al.*, 2002), Valencia (Tortajada & Mateu, 2002) y Barcelona (Belmonte *et al.*, 2002a).

El comportamiento estacional de este tipo polínico ha seguido un patrón muy regular en los distintos años y muy similar al descrito en otras localidades (Toro, *l.c.*, Recio, *l.c.*, Trigo *et al.*, *l.c.* y Docampo, *l.c.*). En todas ellas aparecen adelantos en la polinización similares al que tuvo lugar en Motril durante 2003, de este modo ocurrió en Málaga y Estepona durante 1995 (Toro, *l.c.*), en Nerja durante 2001 (Docampo, *l.c.*) y en Vélez-Málaga durante 2006 (Trigo *et al.*, *l.c.*). En Almería y Murcia, donde la incidencia de este tipo polínico es muy baja, el comportamiento intraanual es muy irregular (Sabariego, *l.c.*; Munuera, *l.c.*).

5.2.2.15. Tipo polínico Umbelliferae

En este tipo se incluyen todas las especies de la familia Umbelliferae Juss. (Apiaceae Lindl.), que con más de 300 géneros y 3.000 especies se distribuye principalmente por las regiones templadas del hemisferio norte. Destacan como especies más representativas en el área de estudio: *Foeniculum vulgare* Miller, *Daucus carota* L., *Eryngium campestre* L., *Ferula communis* L., *Thapsia villosa* L., etc. Todas ellas presentan hábitos muy diferentes, desde ruderal-arvenses hasta formando parte de la vegetación natural en bosques y matorrales.



Descripción botánica: Plantas herbáceas, a veces arbustivas. Tallo a menudo estriado, con la médula blanda o fistulosa. Hojas alternas, casi siempre con una vaina desarrollada. Inflorescencias generalmente en umbela compuesta. Flores generalmente hermafroditas, más o menos actinomorfas; cáliz con 5 sépalos pequeños o nulos; corola con 5 pétalos, frecuentemente lobulados; androceo de 5 estambres; gineceo ínfero, bicarpelar. Frutos secos esquizocárpicos (diaquenios).

Época de floración: Podemos encontrar especies de Umbelliferae en flor desde (abril) mayo hasta julio (agosto).

Polinización: Entomófila.

Morfología polínica:

SIMETRÍA Y FORMA: Isopolar, con simetría radial; rectangular-cóncavo constreñido en el ecuador en visión ecuatorial, subcircular en visión polar; prolado o perprolado (P/E=1,61-2,40).

TAMAÑO: Mediano a grande; P=28-49 μm ; E=14-23 μm .

APERTURAS: Trizonocolporado. Ectoaperturas de tipo colpo, muy cortas, en posición meridiana; endoaperturas de tipo poro, en posición ecuatorial.

PAREDES: Exina de cerca de 2 μm en los polos y de 4 μm en el ecuador, con nexina más gruesa en las proximidades de las aperturas, donde se interrumpe para formar una especie de alas. Tectum completo, infráctum con columelas muy numerosas, digitadas en el ecuador en las proximidades de las aperturas.

ORNAMENTACIÓN: Psilado, rugulado o escábrido.

Evolución estacional

Con un total de 459 granos, este polen supone el 0,21 % del espectro polínico de la atmósfera del litoral granadino. El índice anual no presentó grandes diferencias a lo largo del estudio, con la excepción de 2004 que sufrió un aumento del 45,6 % con respecto al resto de los años (FIG. 112a). Los valores mínimos se registraron en 2003 y 2005, en los que se contabilizó exactamente la misma cantidad (101 granos). La media para el conjunto de los 4 años fue de 115 granos.

La estación polínica de Umbelliferae se inició generalmente en abril y los mayores índices mensuales se alcanzaron siempre en junio, seguido de julio. Durante agosto y septiembre se produjo un descenso de los registros, tras el cual volvieron a ascender ligeramente en octubre, mes en el que generalmente concluyó la polinación de estas plantas (FIG. 112b).

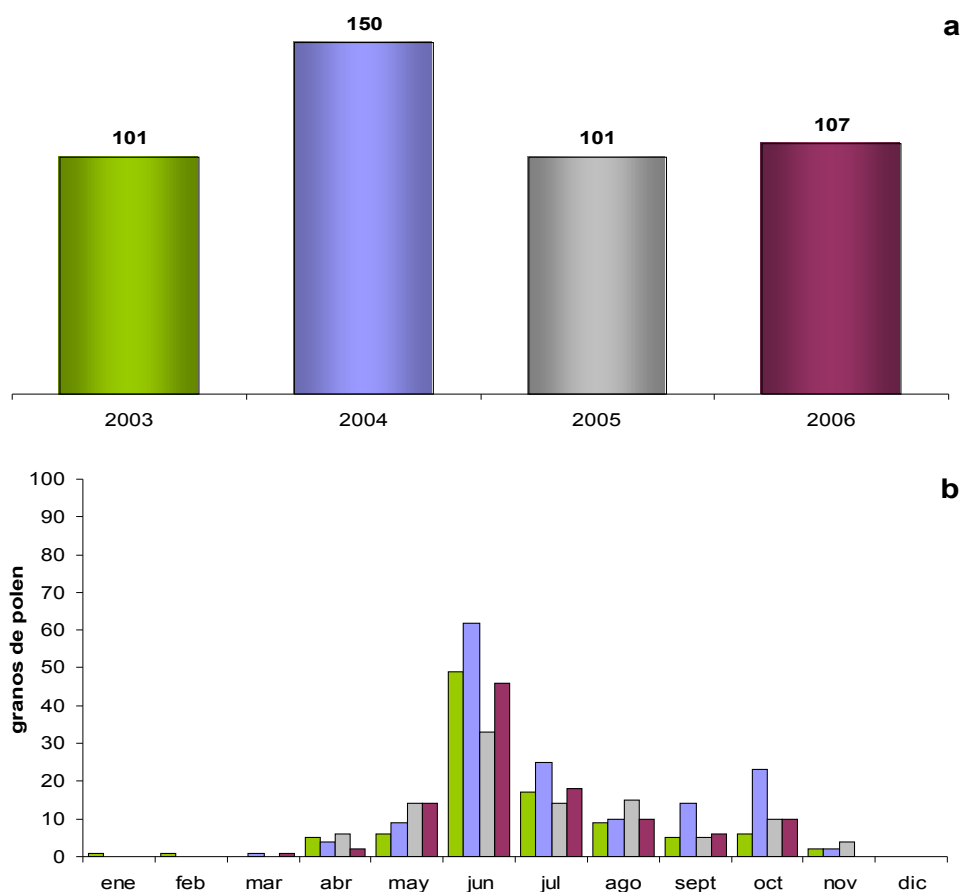


FIG. 112. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Umbelliferae durante los años estudiados (2003-06).

Durante su periodo de polinación este polen apareció siempre de forma eventual y con bajas concentraciones diarias ($1-3 \text{ granos/m}^3$), que aumentaron ligeramente durante junio (FIG. 113). Los picos se registraron en junio (2003), principios de julio (2006) o durante el aumento de las concentraciones de octubre (2004 y 2005), con valores de 10, 7 y 9 granos/m^3 en 2003, 2005 y 2006 respectivamente, aunque el registro máximo tuvo lugar en 2004 con 16 granos/m^3 .

Alergenicidad

La alergenidad al polen de Umbelliferae, concretamente a *Daucus* L., sólo ha sido puesta de manifiesto en Norteamérica (Lewis & Vinay, 1979; Lewis *et al.*, 1983), y aunque recientemente se ha hallado reactividad cruzada entre el antígeno Bet v 1 de *Betula* y Api y 1 de *Apium* (Hoffman-Sommergruber *et al.*, 1999), la importancia de este polen como alergeno es muy baja.

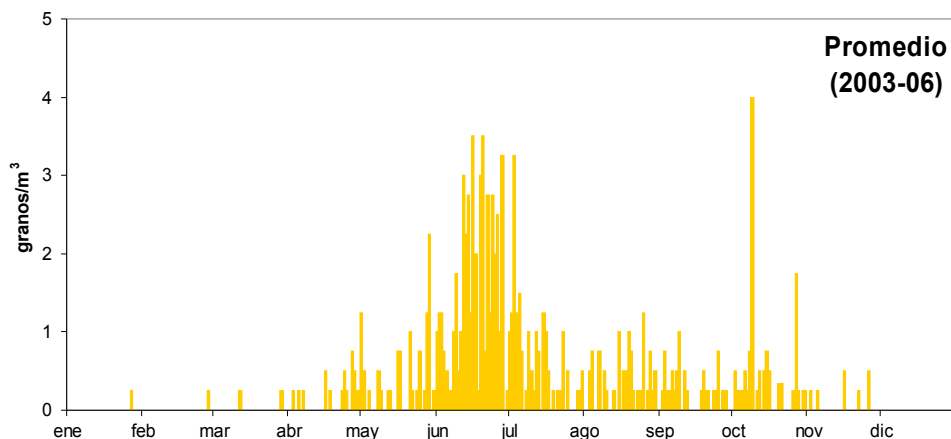


FIG. 113. Concentraciones medias diarias de Umbelliferae para el promedio de los años de estudio (2003-06).

Discusión

El polen de Umbelliferae, a pesar de tratarse de una familia típicamente entomófila, aparece en los estudios aerobiológicos de forma frecuente y en pequeñas cantidades, ya que sus inflorescencias están expuestas al viento (Docampo, 2008) y su polen, de pequeño tamaño, permanece con facilidad en el aire.

Este táxon, formado por un gran número de especies con hábitos muy diversos, aparece muy bien representada en la península Ibérica, por lo que su polen se detecta en puntos tan diversos como Jaén (Ruiz, 2001), Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002), Ourense (Méndez *et al.*, 2002a) o Zaragoza (Bermejo & García, 2002), aunque con niveles inferiores a los de Motril.

Los índices anuales de la costa granadina son muy parecidos a los observados en localidades cercanas como Nerja (Docampo, l.c.), Málaga (Recio, 1995) o Granada (Alba, 1997). Sólo en Cáceres (Paulino *et al.*, 2002) se han documentado niveles superiores.

Los periodos en los que este polen se detectó, así como las concentraciones diarias, fueron muy similares a los descritos en todos los trabajos anteriores.

5.2.3. OTROS TIPOS POLÍNICOS ($\leq 0,05$ % DEL ESPECTRO POLÍNICO)

5.2.3.1. Tipo Polínico *Betula*

En el área de estudio aparecen muy pocos ejemplares este género que por otro lado se encuentra cultivada como planta ornamental.

Este polen, procedente de las especies del género *Betula* L., ha presentado índices polínicos muy bajos, que variaron considerablemente de unos años a otros. El nivel más alto se registró en 2004 con 13 granos, mientras que en 2006 no se registró grano alguno (FIG. 114a). Su concentración anual media (5 granos) representó solo el 0,01 % del polen total.

Aunque la floración de estas especies se produce habitualmente en abril y junio, sólo en 2004 apareció durante este periodo (FIG. 114b). Los escasos recuentos de los años 2003 y 2004 se produjeron en octubre y noviembre, debido seguramente a procesos de resuspensión.

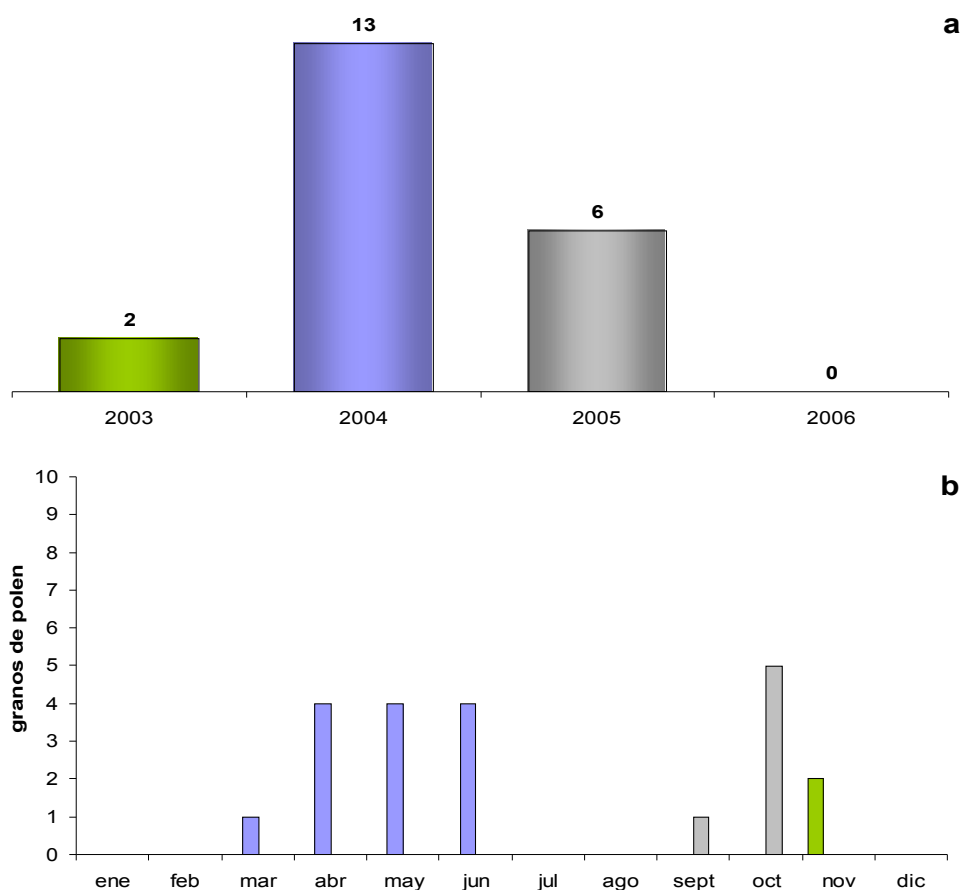


FIG. 114. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Betula* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.2. Tipo Polínico Caryophyllaceae

Este tipo polínico es característico de la familia Caryophyllaceae Juss., que en las inmediaciones de la estación aerobiológica se encuentra representada, entre otras, por *Paronichia argentea* Lam., *Paronichia suffruticosa* (L.) DC. in Lam., *Spergularia bocconei* (Scheele) Ascherson & Graebner y *Spergularia marina* (L.) Besser.

Las cantidades anuales de este polen han variado considerablemente de unos años a otros (FIG. 115a). Con una concentración anual media de 11 granos, el registro máximo tuvo lugar en 2003 (19 granos) y el mínimo fue en 2006 (tan sólo 2 granos). Este tipo polínico ha representado el 0,03 % del polen recogido a lo largo de este estudio.

La floración de la mayoría de sus especies se produce en los meses primaverales y estivales, aunque su presencia fue mayor en agosto y septiembre (FIG. 115b), pudiendo aparecer esporádicamente en mayo (2005 y 2006) y prolongarse durante el otoño (2005).

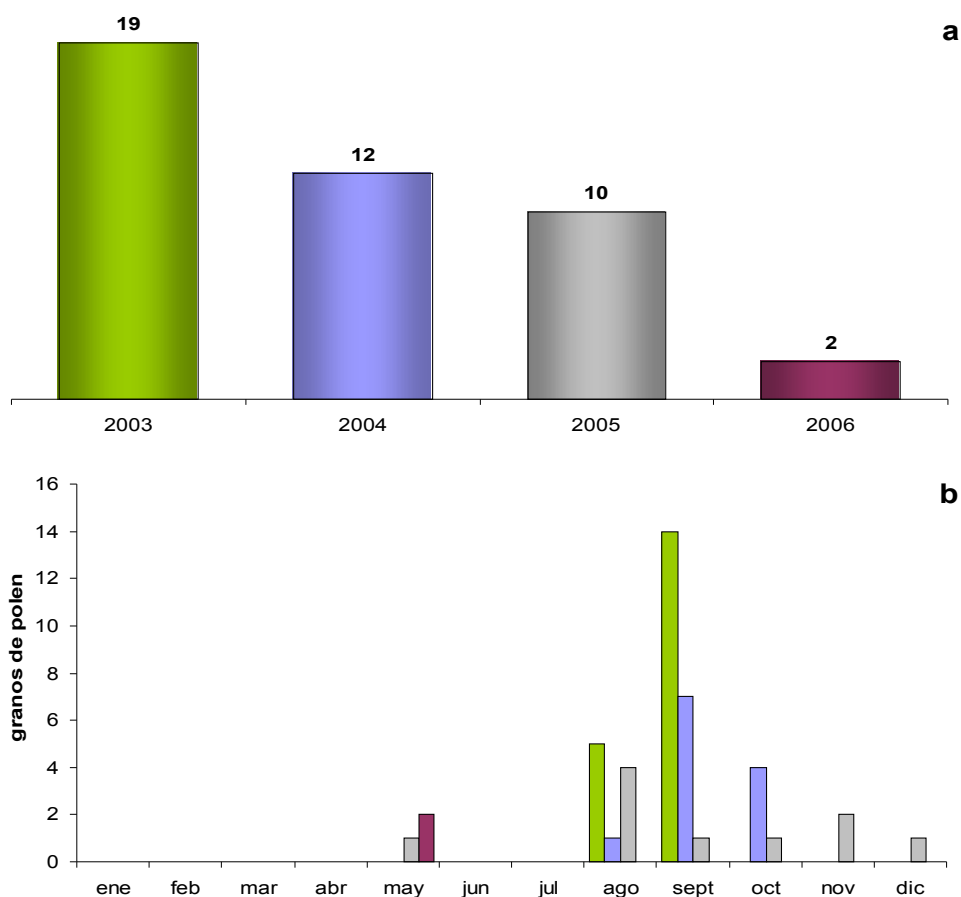


FIG. 115. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Caryophyllaceae durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.3. Tipo Polínico *Casuarina*

El género *Casuarina* L. ex Adans. fue introducido en las regiones litorales de la Península Ibérica como ornamental. En el área de estudio encontramos algunos ejemplares de *Casuarina cunninghamiana* Miq. en jardines públicos.

Este polen se ha registrado todos los años con un índice anual medio de 10 granos (FIG. 116a), el mayor registro anual tuvo lugar en 2003 (13 granos) y el mínimo en 2005 (5 granos). La cantidad total recogida durante el estudio (38 granos) supuso un 0,02 % del espectro polínico.

Este árbol florece principalmente en los meses de octubre y noviembre, aunque en ocasiones se puede prolongar durante el invierno. Con concentraciones diarias de 1-2 granos/m³, su periodo de polinación abarcó los meses de septiembre, octubre y noviembre, aunque en 2003 y 2005 se identificaron algunos granos en diciembre y enero (FIG. 116b).

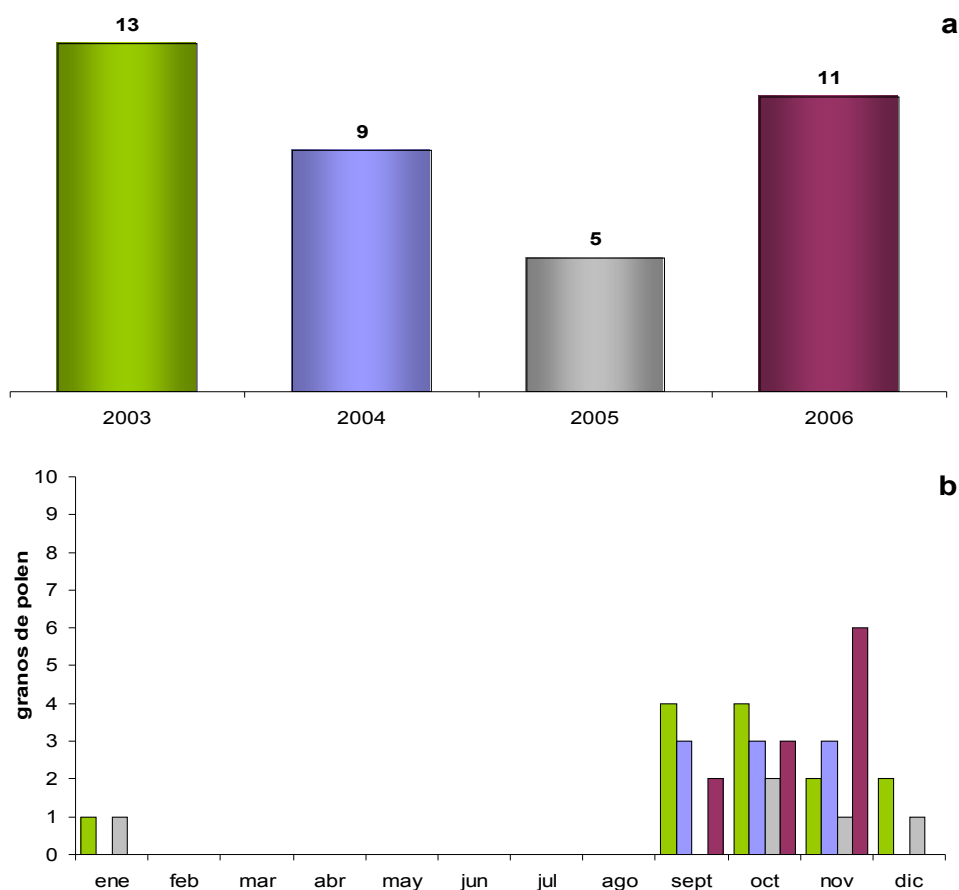


FIG. 116. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Casuarina* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.4. Tipo Polínico *Corylus*

Este tipo polínico es característico de la especie *Corylus avellana* L., cuyas poblaciones más cercanas se localizan en barrancos umbríos y húmedos de Sierra Nevada.

La presencia de este polen en la atmósfera del litoral fue bastante irregular (FIG. 117a), con concentraciones anuales que variaron entre 7 (2003 y 2005) y 38 granos (2004). Dentro del espectro polínico *Corylus* representó el 0,03 % del total.

Su distribución intranual se restringió a los primeros meses del año (febrero-abril) en los que los registros polínicos fueron bajos e irregulares, siendo difícil establecer un patrón de comportamiento. Destacaron los altos valores alcanzados en mayo de 2004 y en abril de 2006 (FIG. 117b). Estas variaciones inter e intranuales se deben al carácter alóctono de este polen que debe encontrar condiciones meteorológicas propicias para su transporte desde las poblaciones más cercanas hasta el punto de muestreo.

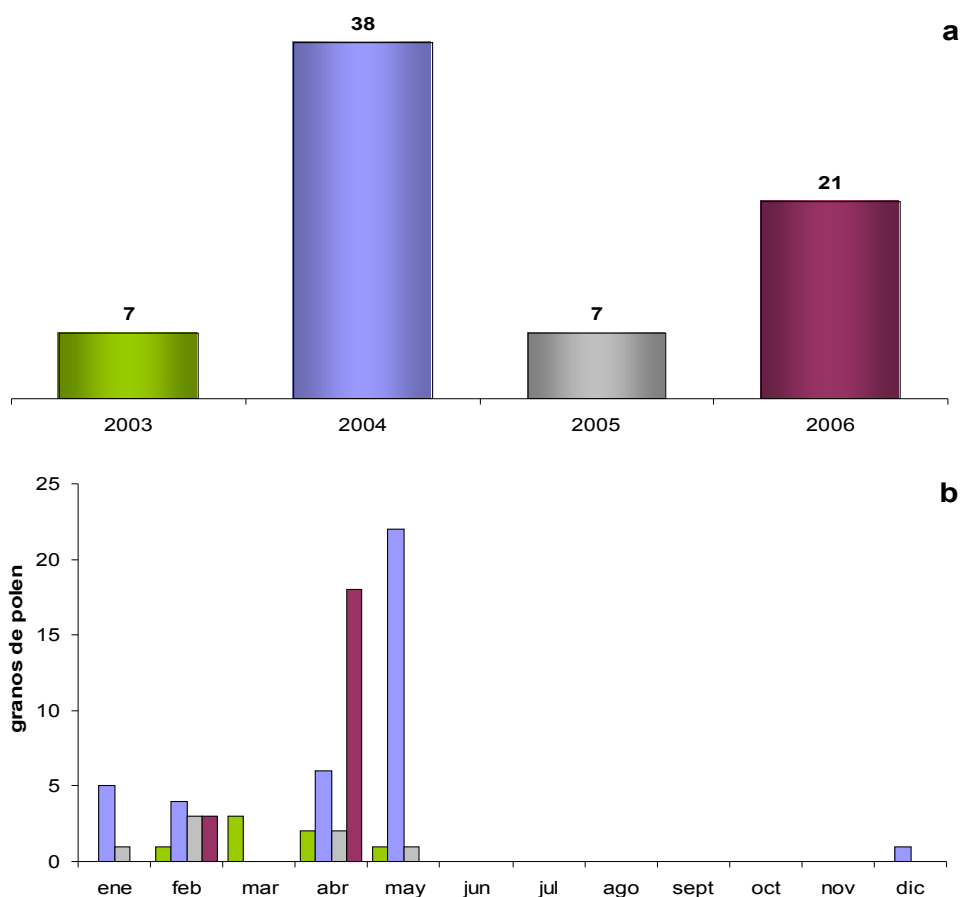


FIG. 117. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Corylus* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.5. Tipo polínico Cruciferae

En este tipo se incluye la familia Cruciferae Juss., la cual aparece ampliamente distribuida en el área de estudio con numerosas especies ruderal-arvenses y viarias. Entre los géneros más frecuentes se encuentran *Moricandia* DC., *Brassica* L., *Capsella* Medicus, *Diplotaxis* DC., *Biscutella* L., *Eruca* Miller, etc.

Su carácter fuertemente entomófilo hace que las cantidades registradas sean bajas y poco constantes (FIG. 118a). Su concentración anual media ha sido de 26 granos, y su contribución individual al espectro polínico fue del 0,05 %. El año 2004 presentó el mayor índice polínico anual (42 granos), cuatro veces superior al de 2005 en el que se recogieron sólo 12 granos.

Esta familia presenta una polinización entomófila que se extiende desde el inicio de la primavera hasta el verano. Las cantidades más importantes de este polen se registraron de marzo a mayo, alcanzando habitualmente los máximos registros en abril (FIG. 118b).

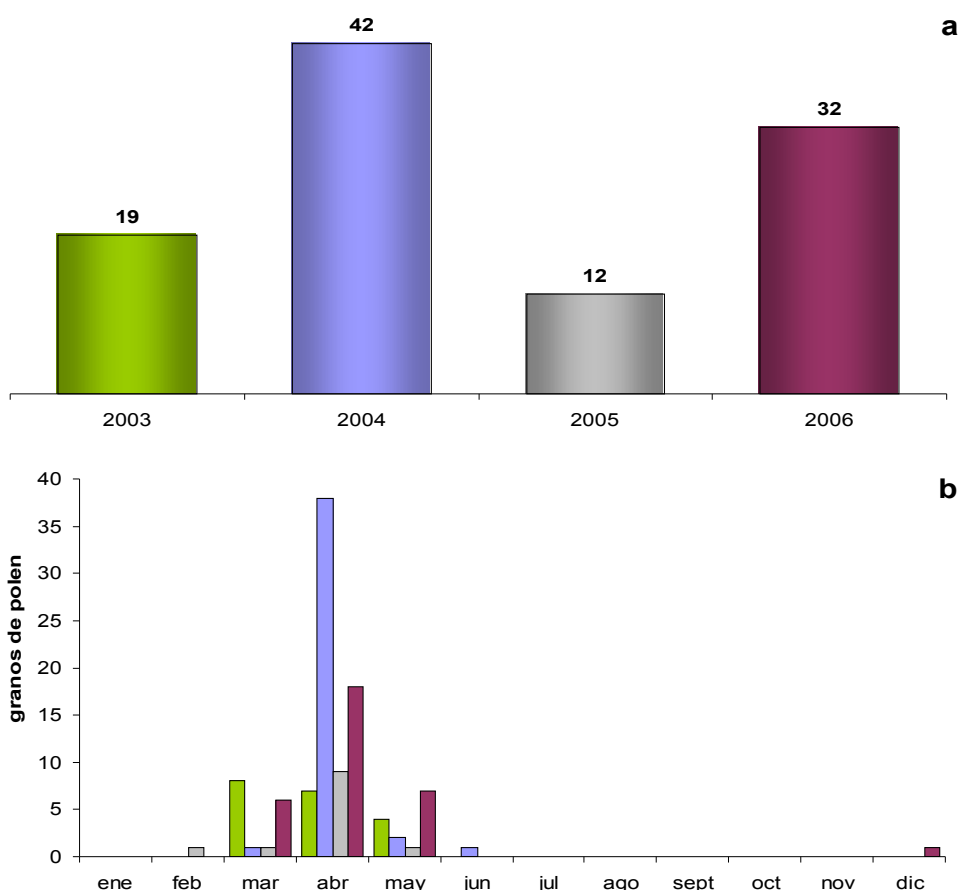


FIG. 118. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Cruciferae durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.6. Tipo Polínico *Juglans*

Tipo polínico de la especie *Juglans regia* L., introducida en nuestro país por su madera y sus frutos comestibles (nueces). En la zona de estudio los cultivos más cercanos se encuentran en los lugares húmedos y barrancos umbríos de Sierra Nevada.

Este polen apareció en la atmósfera de Motril de forma esporádica durante la primavera, con un índice anual medio de 6 granos, lo que supone escasamente el 0,01 % del polen total muestreado. Los valores anuales (FIG. 119a) oscilaron entre 2 granos (2004 y 2006) y 10 granos (2005).

La evolución de las concentraciones mensuales (FIG. 119b) muestra que se trata de un tipo polínico primaveral, que apareció con mayor frecuencia en abril (2005) y junio (2003). Los años con baja representación muestran niveles mensuales bajos durante abril (2006), mayo (2004) y julio (2004). En estos últimos la aparición de este polen se puede considerar anecdótica.

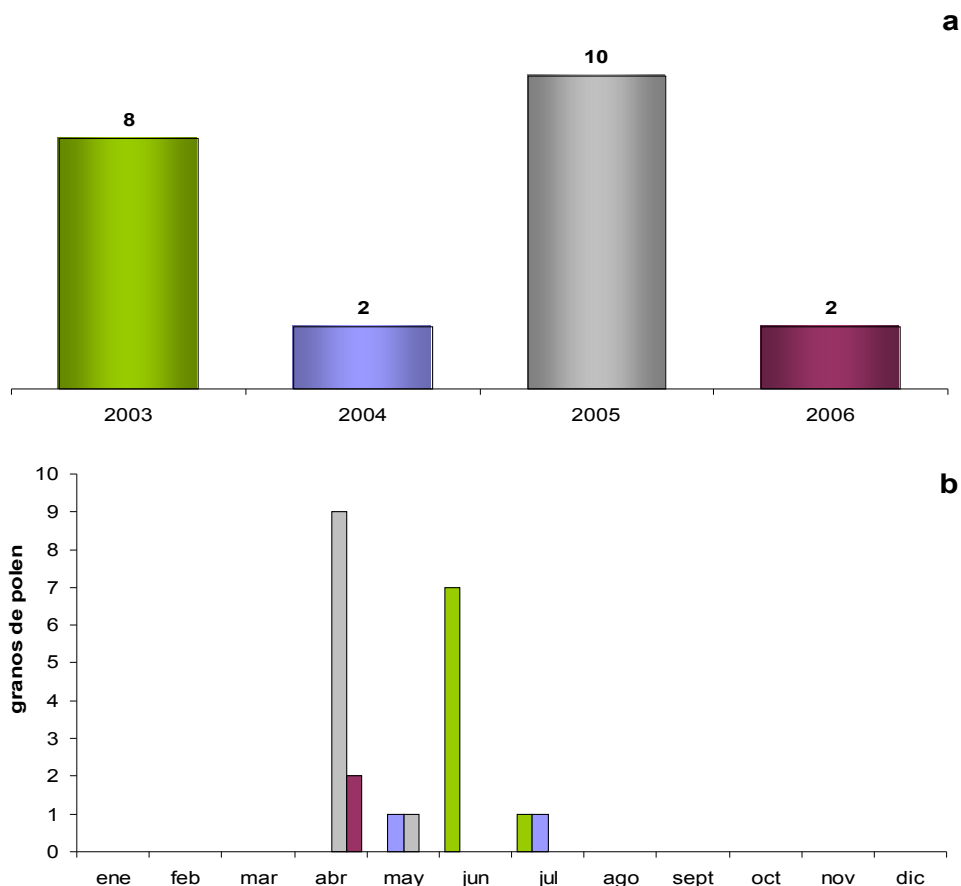


FIG. 119. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Juglans* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.7. Tipo Polínico Labiatae

Se ha incluido aquí el polen de la familia Labiatae Juss. (=Lamiaceae Lindl.), la cual se encuentra distribuida ampliamente en el área de estudio. Entre la vegetación natural destacamos los géneros *Thymus* L., *Sideritis* L., *Phlomis* L., *Lavandula* L. y *Rosmarinus* L., siendo estos dos últimos muy utilizados también en jardinería.

Este polen presentó una concentración anual media de 15 granos y su aportación al espectro polínico de la costa granadina fue del 0,03 %. En 2003 el registro anual fue el doble que cualquiera de los años siguientes (FIG. 120a).

El gran número de especies incluidas en este taxon, su polinización entomófila y los largos periodos de polinización de algunas de ellas (*Rosmarinus* L.) hacen que aparecieran granos sueltos en las muestras de todo el año (FIG. 120b). Durante los meses de primavera los niveles fueron igualmente bajos, pero la frecuencia con la que aparecieron nos permite hablar de una mayor incidencia durante este periodo.

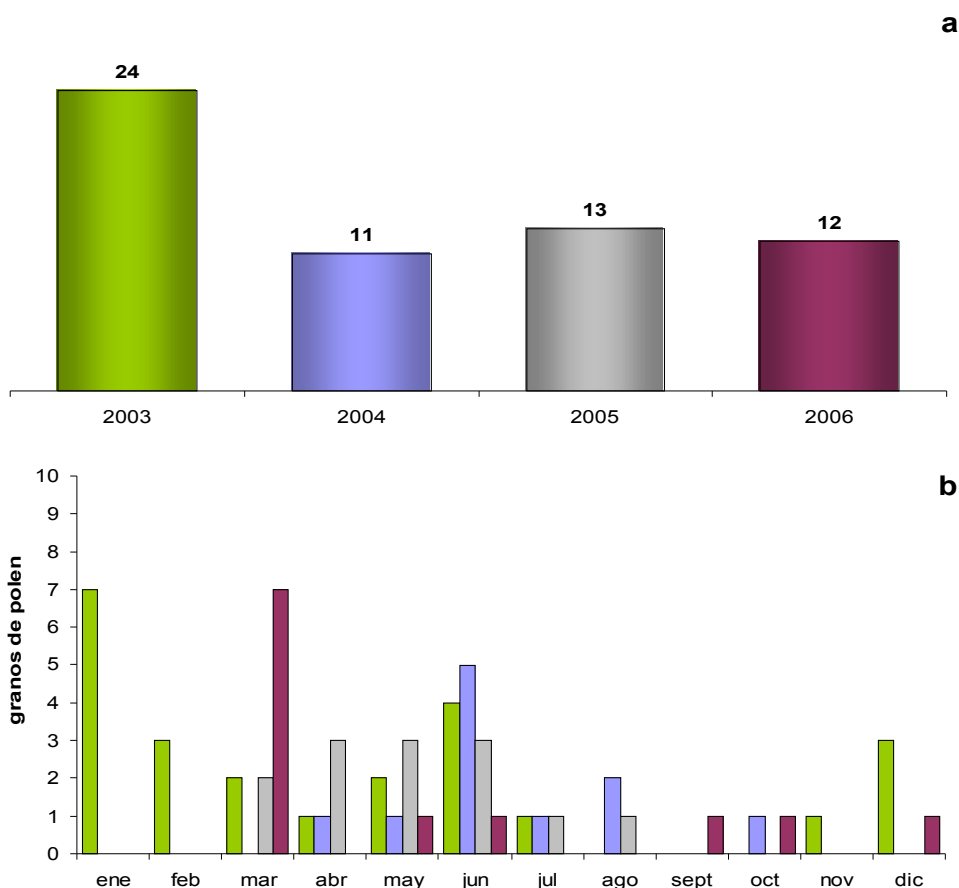


FIG. 120. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Labiatae durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.8. Tipo Polínico Lauraceae

Incluimos en este tipo polínico las distintas especies de la familia Lauraceae Juss., representada por los géneros *Laurus* L. y *Persea* Miller, ambos cultivados. *Persea americana* Miller (aguacate) es uno de los cultivos dominantes en el área de estudio.

Su polinización entomófila hace que este polen no se libere fácilmente al aire, por lo que las concentraciones registradas fueron muy bajas. La media anual fue de 14 granos y representó un 0,03 % del polen total. El primer año de muestreo presentó tres veces más polen de Lauraceae que cualquiera de los años siguientes, que por otro lado presentaron unos registros muy similares entre sí (FIG. 121a).

Este taxon presentó un periodo de polinación muy concreto centrado en el mes de abril (FIG. 121b), en él que aparecieron los mayores registros de todo el estudio. En 2004 se registraron algunos granos ya en el mes de marzo, mientras que en 2003 y 2005 los últimos aparecieron en las muestras de la primera quincena de mayo.

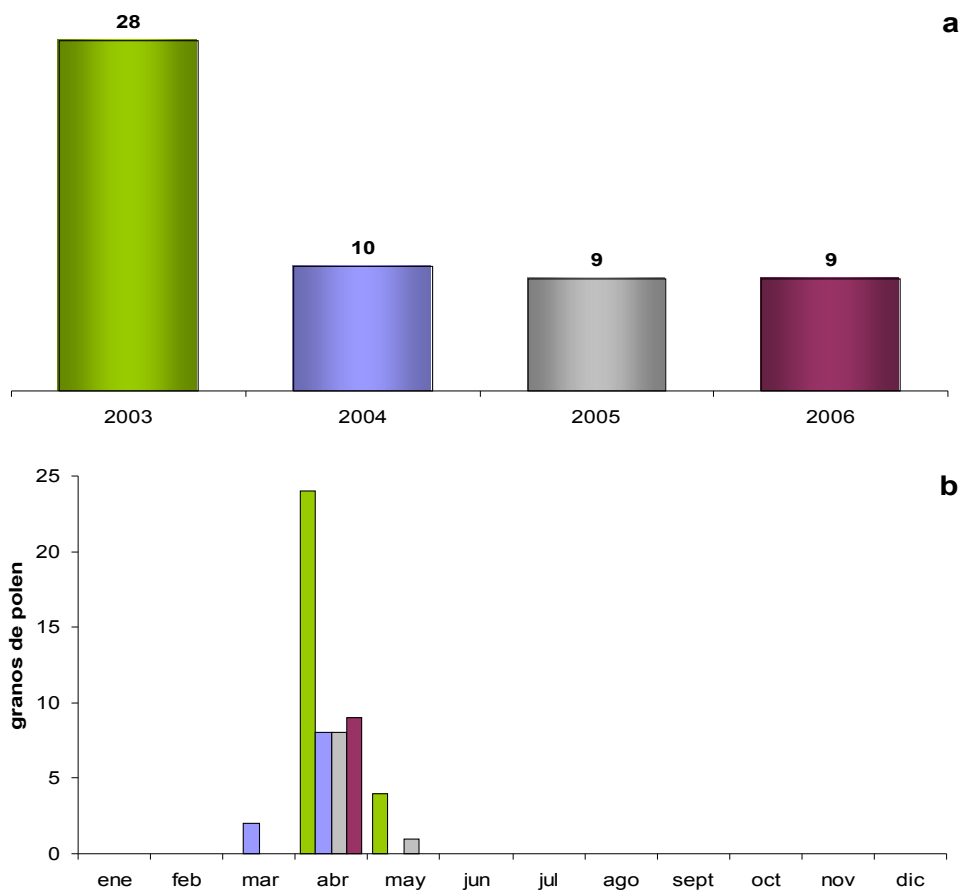


FIG. 121. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Lauraceae durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.9. Tipo Polínico *Ligustrum*

Se ha incluido aquí al género *Ligustrum* L., del que encontramos en el área de estudio las especies *L. vulgare* L. y *L. ovalifolium* Hassk., ambas utilizadas como ornamentales.

Las concentraciones anuales de este polen (FIG. 122a) han variado entre 2 (2005) y 19 granos (2003). Su índice anual medio fue de 8 granos y su participación en el espectro polínico global del 0,02 %.

El carácter entomófilo de estas plantas y el tamaño de su grano de polen hacen que éste se libere con dificultad al medio aéreo y se mantenga poco tiempo suspendido en él, por lo que apareció siempre en bajas concentraciones, rara vez superiores a 1 ó 2 granos/m³ diarias. En 2003 fue muy frecuente en septiembre y octubre, lo que motiva el alto registro de este año, aunque lo normal fue encontrarlo esporádicamente en las muestras de primavera y verano (FIG. 122b).

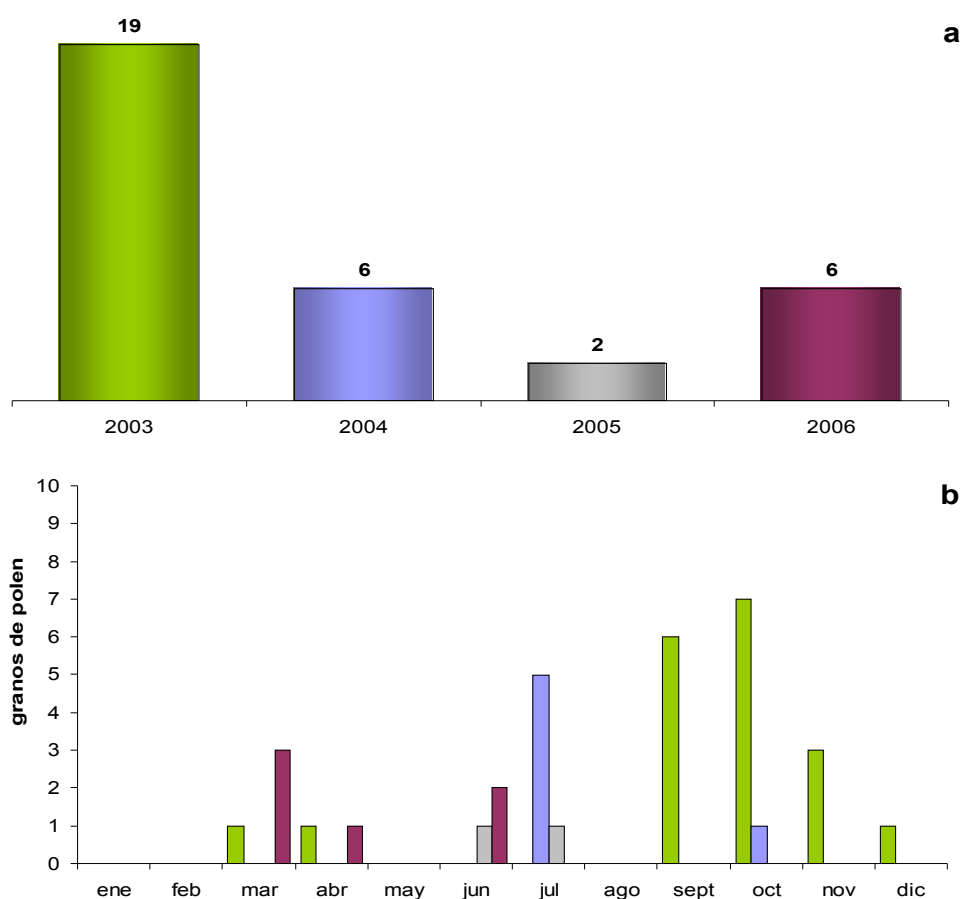


FIG. 122. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Ligustrum* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.10. Tipo Polínico Rosaceae

Todas las especies de la familia Rosaceae Adans. se integran en este tipo polínico. Destacan las pertenecientes a los géneros *Crataegus* L., *Prunus* L., *Rosa* L., *Rubus* L. y *Sanguisorba* L., de entre las que predomina el almendro (*Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb) debido a su cultivo en bancales y terrenos pendientes de las sierras litorales.

Su participación en el espectro polínico es de un 0,03 %, y su aparición en las muestras aerobiológicas se produjo en 2004 (51 granos); en 2005 se registraron 14 granos, mientras que en 2006 su presencia se limitó a 2 granos (FIG. 123a).

Este polen apareció esporádicamente con concentraciones diarias variables, principalmente en los meses de mayo y junio (FIG. 123b) en los que la mayoría de las especies se encuentran en floración, no así el almendro que florece en febrero. En todo caso el carácter esporádico y puntual que ha caracterizado a este polen concuerda con la naturaleza entomófila de los táxones que lo integran.

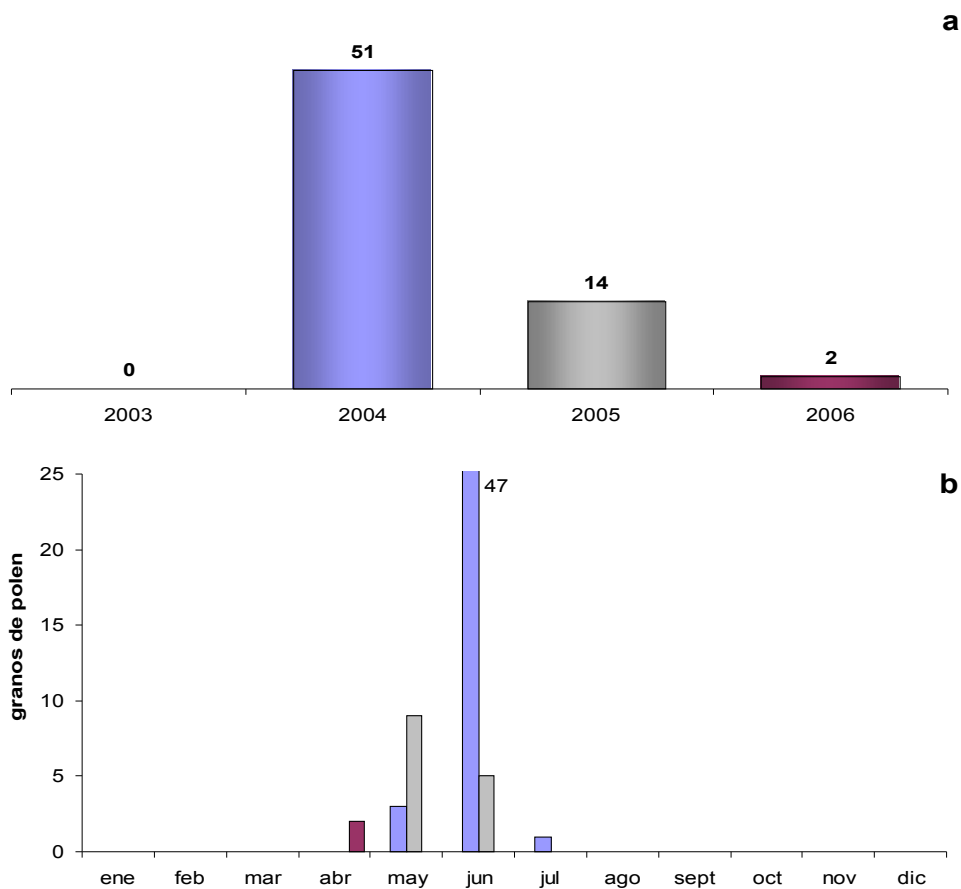


FIG. 123. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico Rosaceae durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.11. Tipo Polínico *Salix*

Se incluyen en este tipo polínico las distintas especies del género *Salix* L., entre las que destacan *S. atrocinerea* Brot., *S. alba* L. y *S. fragilis* L., que forman parte de la vegetación riparia.

Este polen apareció todos los años con una media anual de 24 granos y su variación interanual mostró un fuerte descenso en 2005 con respecto al resto de los años (FIG. 124a). De forma global, este tipo supuso el 0,05 % del polen muestreado.

Generalmente, la polinación se produce entre febrero y marzo, aunque dependiendo del año en cuestión este periodo se adelantó (2003, 2004) o retrasó (2005, 2006). También es importante destacar el alto registro que se produjo en diciembre de 2003 (FIG. 124b), en el que se obtuvo el índice mensual más alto de todo el estudio debido a un episodio puntual.

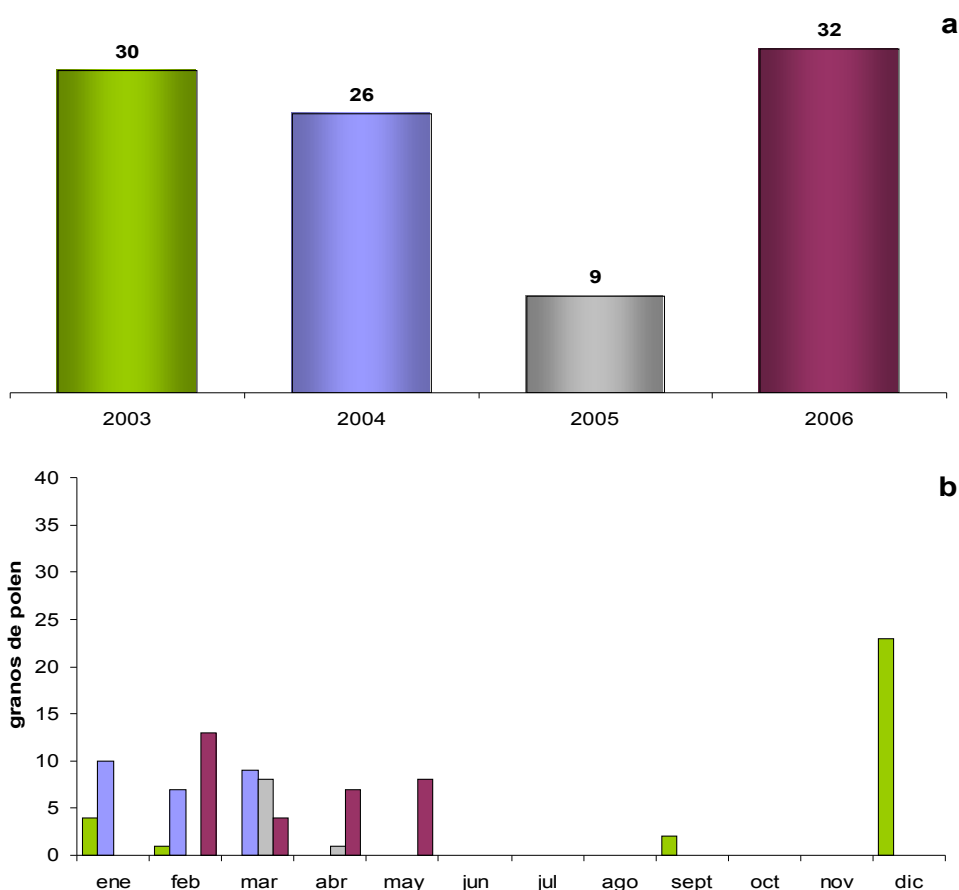


FIG. 124. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Salix* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.12. Tipo Polínico *Tamarix*

El género *Tamarix* L. está representado por *T. africana* Poiret en ramblas y zonas de sustrato seco, salino o subsalino, aunque también podemos encontrarla como ornamental en parques y bordes de carreteras.

Su polen apareció todos los años y sus concentraciones anuales, con una media de 26 granos (FIG. 125a), oscilaron entre 2 (2003) y 56 granos (2006). Con una suma de 101 granos, este tipo supuso el 0,05 % del polen total registrado. Al tratarse de un grupo típicamente entomófilo, su polen de pequeño tamaño rara vez superó concentraciones de 2 granos/m³ diarias.

Aunque la floración del género está descrita entre marzo y agosto, fue principalmente en abril y mayo cuando se produjo su polinación. Los años con mayor contenido presentaron concentraciones diarias igualmente bajas pero su presencia en las muestras fue más frecuente (2004), o bien aparecieron con la misma frecuencia durante un periodo más largo (2006) que abarcó los meses de marzo a julio (FIG. 125b).

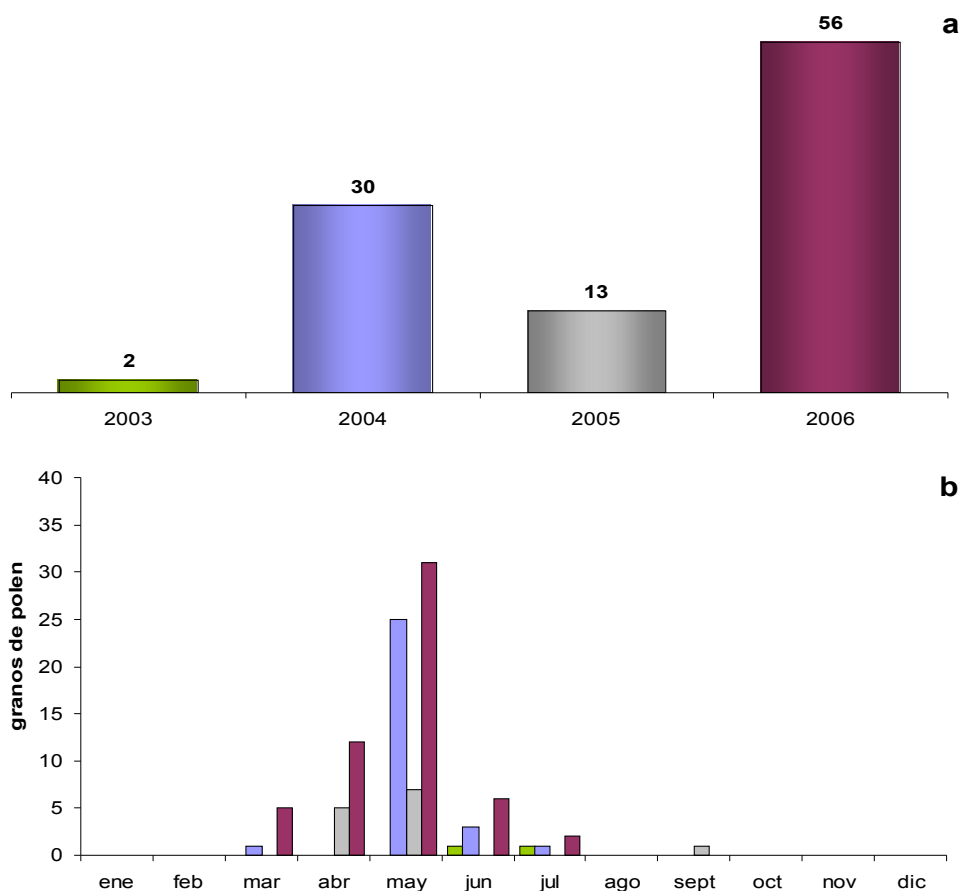


FIG. 125. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Tamarix* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.13. Tipo Polínico *Thymelaea*

Presentan este tipo polínico todas las especies del género *Thymelaea* Mill., entre las que destaca *T. hirsuta* (L.) Endl., que se distribuye de forma cosmopolita con preferencia por lugares algo nitrificados.

Su polen apareció en los muestreos aerobiológicos de la costa granadina con un índice anual medio de 20 granos y supuso el 0,04 % del espectro total. En la evolución interanual (FIG. 126a) se observa que todos los años presentaron valores similares.

Su distribución intranual, sin embargo, fue muy irregular y varió mucho de un año a otro. Esto se debe a que la especie más representada en el área de estudio (*T. hirsuta*) es entomófila y se encuentra en floración durante todo el año. De ahí que su polen apareciera de forma esporádica, con concentraciones diarias de 1-2 granos/m³, rara vez 4 granos/m³. No obstante, su aparición fue más frecuente en los meses invernales y primaverales (FIG. 126b).

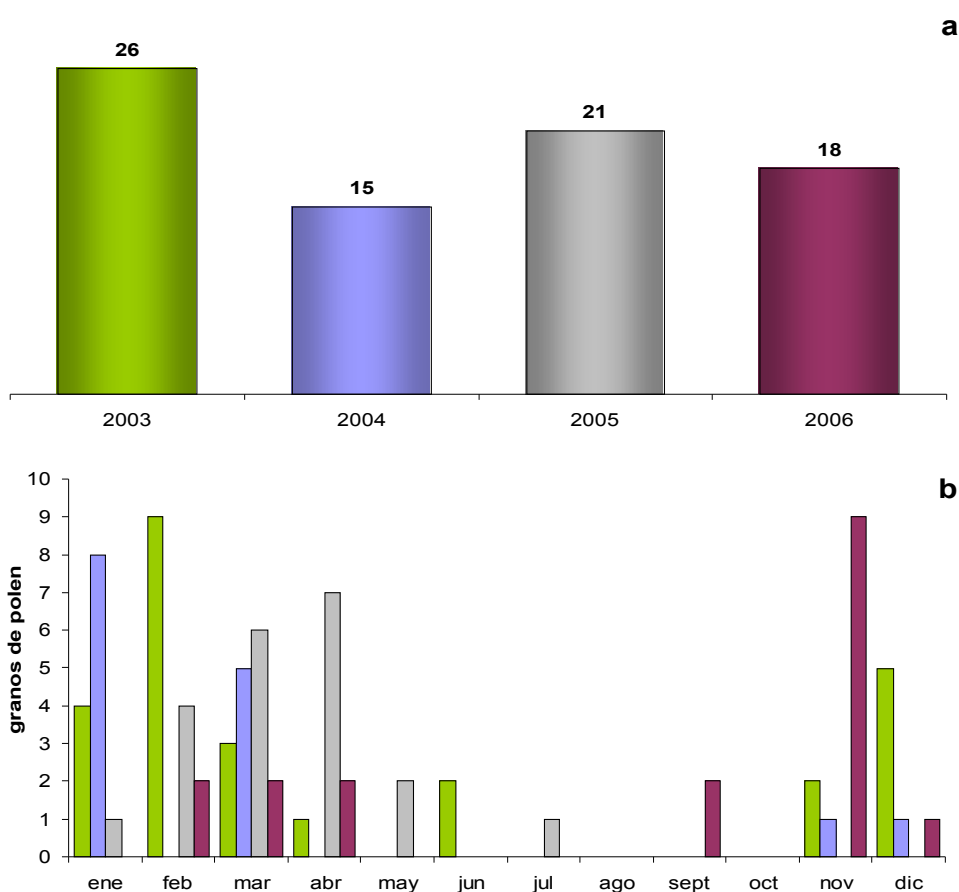


FIG. 126. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Thymelaea* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.14. Tipo Polínico *Typha*

Este tipo polínico está representado por tres especies del género *Typha* L., *T. dominguensis* (Pers.) Steudel, que es la más abundante, *T. angustifolia* L. y *T. latifolia* L. Se trata de plantas acuáticas o semiterrestres que se localizan principalmente en corrientes de agua y lugares encharcados.

Su polinización anemófila facilita la presencia de este polen en el aire, la cual se detectó a partir de 2005 (FIG. 127a) con el mayor índice polínico (76 granos), seguido de 2006 (52 granos). Con una concentración anual media de 32 granos/m³, su representación en el espectro polínico fue del 0,05 %.

Las especies del género *Typha* L. florecen desde mayo hasta julio (excepcionalmente agosto) y su polen se registró principalmente en junio y julio (FIG. 127b). De forma minoritaria y ocasional también apareció en algunas muestras de los meses previos (abril y mayo) y posteriores (agosto y septiembre).

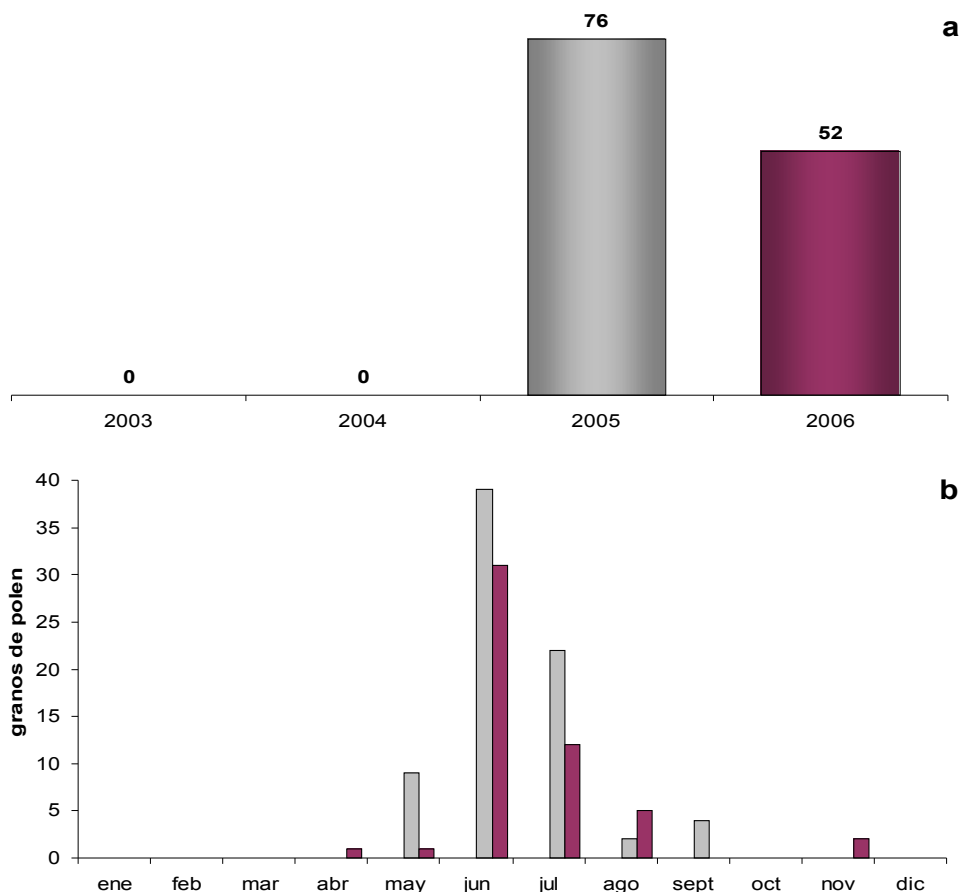


FIG. 127. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Typha* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.15. Tipo Polínico *Ulmus*

La presencia del polen de *Ulmus* L. en la atmósfera de Motril se debe a que varias especies de este género se cultivan como árboles de sombra en los núcleos de población.

Con una concentración anual media de 22 granos este tipo contribuyó al espectro polínico con un 0,04 %. En la evolución interanual (FIG. 128a) se observaron diferencias muy grandes entre los dos primeros años (2003 y 2004) y los dos últimos (2005 y 2006), triplicando estos últimos los valores de los años anteriores.

Se trata de árboles caducifolios y proterantos, por lo que su temprana floración se desarrolla entre los meses de febrero y marzo. Se recogieron concentraciones bajas (habitualmente de 1 a 4 granos/m³ diarias) durante todo el mes de febrero y las primeras semanas de marzo, pudiendo aparecer en algunas ocasiones en el mes de abril (2005 y 2006). Excepcionalmente, en 2004 los primeros granos se registraron las últimas semanas de enero y su polinación finalizó con el mes de febrero (FIG. 128b).

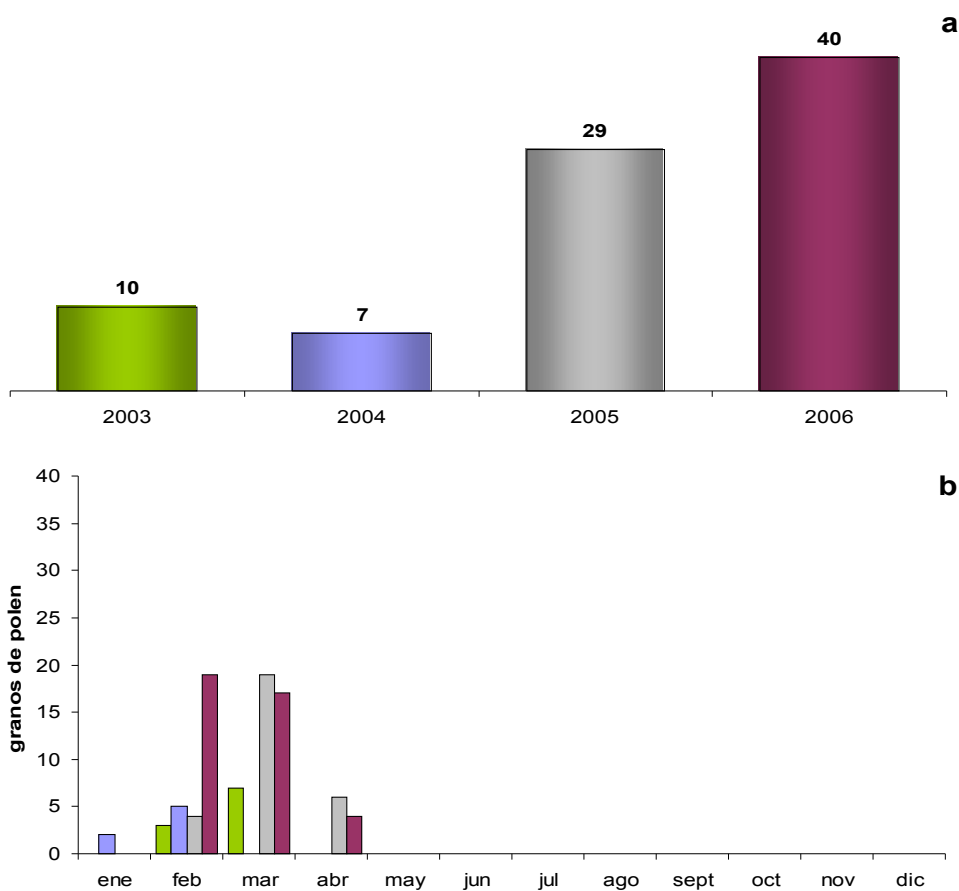


FIG. 128. Índices polínicos anuales (a) y mensuales (b) para el tipo polínico *Ulmus* durante los años estudiados (2003-06).

5.2.3.16. Otros tipos polínicos

Durante los cuatro años aquí analizados se han registrado otros tipos polínicos con una representación muy baja y que en algunos casos sólo han aparecido una vez (FIG. 129), éstos son: *Acacia*, *Annona*, Cistaceae, *Elaeagnus* y *Parkinsonia*.

El polen del género *Acacia* L. se emite en políades (16 granos) por lo que no se dispersa con facilidad, apareciendo con poca frecuencia en las muestras. Durante el periodo de estudio ha aparecido en 6 ocasiones (3 en 2003, 2 en 2004 y 1 en 2006), y nunca ha superado la concentración media diaria de 1 granos/m³.

La especie *Annona cherimola* Mill., único representante del tipo polínico *Annona* en el área de estudio, constituye uno de los cultivos mayoritarios. Su polinización típicamente entomófila hace que su polen no se libere con facilidad al medio aéreo. Su presencia en los muestreos aerobiológicos se limitó a 1 granos/m³ anuales, excepcionalmente 2 granos/m³ en 2005.

Los tipos polínicos Cistaceae y *Elaeagnus* sólo han aparecido en una ocasión cada uno. En el caso de Cistaceae su presencia se limitó a un día de 2003, en el que se recogieron 12 granos/m³. Del tipo polínico *Elaeagnus* sólo se ha identificado un grano de polen el día 26 de mayo de 2003.

El tipo polínico *Parkinsonia* L., integrado por la especie *P. aculeata* L. ha aparecido en las muestras del año 2006 en los meses de marzo (1 granos/m³) y abril (3 granos/m³).

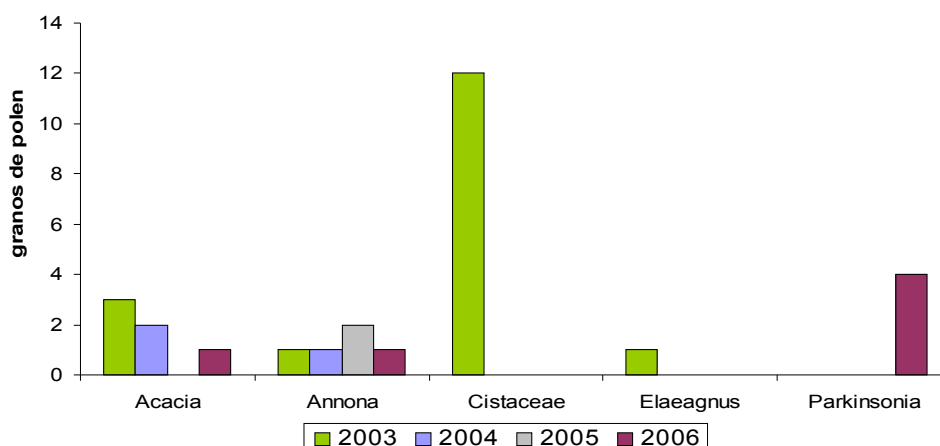


FIG. 129. Índices polínicos anuales de los tipos polínicos con una representación en el espectro total inferior al 0,01 %.

5.2.4. CALENDARIO POLÍNICO

Como ya se ha expuesto, el calendario polínico de la ciudad de Motril se ha elaborado a partir de los datos diarios promediados para el periodo 2003-06; en él se incluyen aquellos pólenes que han alcanzado durante alguna época del año el valor medio decenal de 1 granos/m³, codificando las concentraciones polínicas en clases exponenciales (FIG. 130). En el calendario obtenido aparecen 33 táxones, ordenados cronológicamente según la aparición de sus clases exponenciales máximas (FIG. 131).

Se observan en primer lugar los táxones típicamente invernales como *Fraxinus*, *Alnus*, *Mercurialis*, *Populus* y *Platanus*. Los primeros granos de polen de *Pinus* aparecen durante el invierno, donde alcanzan sus concentraciones máximas, pero su polinación se prolonga durante toda la primavera hasta principios de verano. El tipo Cupressaceae aparece en las muestras durante el otoño, pero no es hasta el mes de marzo cuando alcanza los picos máximos. Posteriormente, los niveles de este polen van descendiendo durante toda la primavera. Dentro de este grupo se incluye también el polen de *Artemisia* que por presentar su clase exponencial máxima en diciembre aparece en el último lugar del calendario, aunque su polen mantiene niveles altos durante todo el mes de enero y parte de febrero.

A continuación encontramos un grupo numeroso de táxones que se encuentran en la atmósfera durante los meses primaverales. Este grupo es muy variable, ya que algunos tipos polínicos comienzan su polinación en invierno (*Ricinus* y *Morus*), otros la prolongan hasta finales de primavera (*Plantago* y *Rumex*) o incluso principios de verano (*Quercus* y *Olea*). Algunos sin embargo aparecen en un periodo corto que se incluye por completo dentro de la estación (*Acer*, *Pistacia*, Leguminosae, Lauraceae, Cruciferae, *Tamarix*, Ericaceae, *Echium*, Compositae, *Cyperus* y *Typha*). De igual modo, las clases exponenciales máximas alcanzadas difieren de un taxon a otro, son numerosos los que no superan las primeras clases exponenciales (*Ricinus*, *Morus*, *Acer*, *Pistacia*, Leguminosae, Lauraceae, Cruciferae, *Tamarix*, Ericaceae, *Echium*, Compositae, *Cyperus* y *Typha*), mientras que algunos logran alcanzar la clase exponencial máxima (*Quercus* y *Olea*).

Hay dos tipos que se consideran primaverales por alcanzar durante esta estación sus máximas concentraciones pero que presentan una polinización larga que abarca varias estaciones, este es el caso de Poaceae y Urticaceae. Los primeros granos de Poaceae aparecen a finales de enero, tras el que se mantienen los niveles bajos durante todo el invierno y ascienden progresivamente durante la primavera, al final de la que alcanzan el pico. Durante

el verano las concentraciones descienden y se mantienen en niveles bajos prácticamente todo el otoño. El caso de *Urticaceae* es especial, ya que no desaparece en ningún momento de la atmósfera. Sus concentraciones más bajas (clase exponencial 2) se registran durante parte del verano y principios del otoño, a finales del cual comienzan a ascender paulatinamente. Durante el invierno mantiene niveles altos (clase exponencial 5) y alcanza la máxima clase exponencial durante la primavera.

En el tránsito entre la primavera y el verano encontramos tres tipos con una polinación corta y no muy intensa (*Umbelliferae*, *Castanea* y *Cannabis*). Por último durante el verano se recogen las mayores concentraciones de *Myrtaceae*, *Palmae* y *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, estos dos últimos presentes durante gran parte del año.

En cuanto a la longitud de la estación polínica destacan los tipos polínicos *Urticaceae*, *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Poaceae*, *Palmae* y *Cupressaceae* que, al estar integrados por un gran número de especies con diferentes épocas de floración, están presentes en la atmósfera durante un periodo muy dilatado. En cuanto a los niveles alcanzados debemos mencionar a los tipos polínicos *Cupressaceae* (clase exponencial 8), *Urticaceae* (clase exponencial 8), *Olea* (clase exponencial 8), *Quercus* (clase exponencial 6), *Poaceae* (clase exponencial 6), *Pinus* (clase exponencial 5), *Chenopodiaceae/Amaranthaceae* (clase exponencial 5) y *Artemisia* (clase exponencial 5).

Hay que mencionar la presencia en el calendario polínico de táxones como *Lauraceae*, debido a su intenso cultivo en la zona de estudio, *Tamarix* y *Leguminosae*, que también aparecen en zonas semiáridas como Almería, *Typha*, que aparece en zonas con cierta humedad, y *Cannabis*, que se ha detectado en otras zonas costeras próximas al área de estudio (Nerja y Almería). También aparecen los tipos *Ricinus* y *Palmae* que, de acuerdo a su ecología, solo aparecen en zonas costeras, faltando en los estudios realizados en el interior.

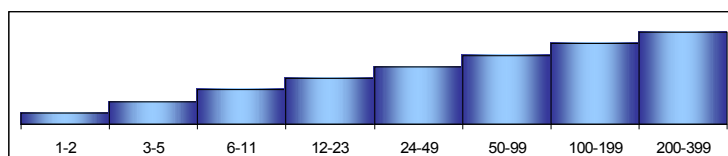


FIG. 130. Clases exponenciales propuestas por Spieksma (1991).

Asimismo, hay que destacar la ausencia de tipos polínicos que suelen aparecer en estudios de gran parte de la Península Ibérica, como son *Ligustrum*, *Casuarina*, *Salix*, *Ulmus* y *Juglans*.

Por último, el mes que más tipos polínicos ha mostrado en el calendario polínico es abril (22 táxones), seguido de mayo (21 táxones) y marzo (20 táxones). El número mínimo se registra en los meses de septiembre a diciembre (6 táxones).

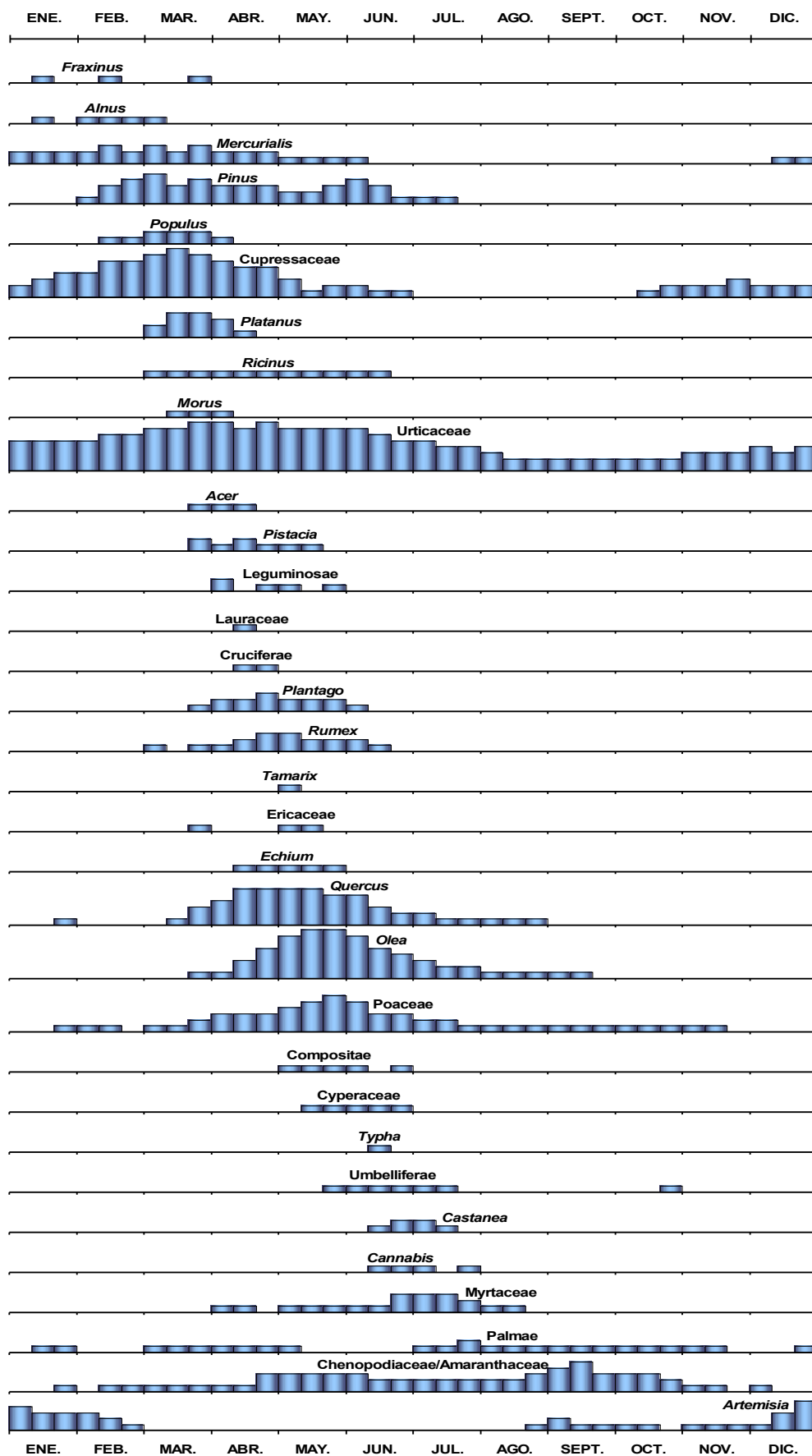


Fig. 131. Calendario polínico de la atmósfera de Motril (2003-06).

5.3. ANÁLISIS DEL ESPECTRO ESPORAL

Los análisis de esporas fúngicas realizados en las muestras aerobiológicas de la costa de Granada durante el año 2006 mostraron una gran presencia de estas partículas, llegando a contabilizarse un total de 389.669 esporas en las 104 muestras analizadas.

Se identificaron 58 tipos esporales diferentes, entre los que se incluyen conidios, basidiosporas, ascosporas, teliosporas, mixosporas y oosporas. La representación taxonómica, por tanto, fue muy variada. Además se incluyó un grupo denominado “indeterminados” en los que se incluyeron aquellas esporas cuyo encuadre taxonómico no fue posible.

El listado completo de tipos esporales identificados, así como los recuentos mensuales y anual de cada uno de ellos durante el año 2006 se encuentran recogidos en la TABLA 57, ordenados alfabéticamente.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
<i>Agrocybe</i>	esporas	129	98	147	98	75	98	129	40	22	27	173	142	1.177
	%	11	8	12	8	6	8	11	3	2	2	15	12	-
<i>Alternaria</i>	esporas	191	209	213	426	830	595	608	511	551	648	519	160	5.461
	%	3	4	4	8	15	11	11	9	10	12	10	3	-
<i>Arthrinium</i>	esporas	31	18	36	129	129	147	226	58	93	44	27	18	955
	%	3	2	4	13	13	15	24	6	10	5	3	2	-
<i>Ascobolus</i>	esporas	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	%	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Aspergillus/ Penicillium</i>	esporas	746	852	337	2.398	3.605	1.501	1.043	586	1.709	2.273	1.683	1.838	18.572
	%	4	5	2	13	19	8	6	3	9	12	9	10	-
<i>Basipetos-pora</i>	esporas	4	13	13	0	0	4	0	0	4	0	4	9	53
	%	8	25	25	0	0	8	0	0	8	0	8	17	-
<i>Beltrania</i>	esporas	0	9	22	18	18	13	27	27	0	22	9	0	164
	%	0	5	14	11	11	8	16	16	0	14	5	0	-
<i>Botrytis</i>	esporas	49	231	293	502	502	417	89	58	75	821	413	71	3.521
	%	1	7	8	14	14	12	3	2	2	23	12	2	-
<i>Bovista</i>	esporas	4	18	31	0	0	9	0	44	18	31	4	31	191
	%	2	9	16	0	0	5	0	23	9	16	2	16	-
<i>Calvatia</i>	esporas	0	253	129	257	488	191	138	9	40	0	9	40	1.554
	%	0	16	8	17	31	12	9	1	3	0	1	3	-
<i>Cercospora</i>	esporas	4	9	36	27	44	0	9	13	0	0	0	0	142
	%	3	6	25	19	31	0	6	9	0	0	0	0	-
<i>Chaetomium</i>	esporas	49	18	22	22	27	13	71	58	31	22	62	18	413
	%	12	4	5	5	6	3	17	14	8	5	15	4	-
<i>Chaetosphaerella</i>	esporas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	22
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	-
<i>C. cladosporioides</i>	esporas	5.764	8.081	8.041	14.168	31.977	21.608	29.539	19.167	24.646	27.812	34.015	6.314	231.132
	%	2	3	3	6	14	9	13	8	11	12	15	3	-
<i>C. herbarum</i>	esporas	551	178	603	1.581	5.304	2.047	2.855	1.541	1.669	617	320	195	17.460
	%	3	1	3	9	30	12	16	9	10	4	2	1	-
<i>Coprinus</i>	esporas	275	355	755	648	773	271	693	218	506	1.368	3.121	404	9.387
	%	3	4	8	7	8	3	7	2	5	15	33	4	-
<i>Curvularia</i>	esporas	4	0	0	31	9	0	0	9	0	4	4	0	62
	%	7	0	0	50	14	0	0	14	0	7	7	0	-
<i>Deightoniella</i>	esporas	9	31	44	124	222	173	111	22	111	40	49	13	950
	%	1	3	5	13	23	18	12	2	12	4	5	1	-

Diatrypaceae	<i>esporas</i>	0	0	0	89	71	0	62	9	413	13	44	44	746
	%	0	0	0	12	10	0	8	1	55	2	6	6	-
Drechslera/Helminth.	<i>esporas</i>	18	49	98	502	1.212	728	657	364	297	289	213	36	4.462
	%	0	1	2	11	27	16	15	8	7	6	5	1	-
Epicoccum	<i>esporas</i>	4	36	27	84	93	107	120	111	98	44	36	13	773
	%	1	5	3	11	12	14	16	14	13	6	5	2	-
Exosporium	<i>esporas</i>	27	22	27	129	36	9	58	107	62	80	22	13	591
	%	5	4	5	22	6	2	10	18	11	14	4	2	-
Fusarium	<i>esporas</i>	133	98	62	346	475	102	80	98	386	155	826	178	2.939
	%	5	3	2	12	16	3	3	3	13	5	28	6	-
Ganoderma	<i>esporas</i>	9	13	67	93	155	351	826	662	795	963	591	129	4.653
	%	0	0	1	2	3	8	18	14	17	21	13	3	-
Gliomastix	<i>esporas</i>	0	0	0	13	0	0	0	0	0	4	0	53	71
	%	0	0	0	19	0	0	0	0	0	6	0	75	-
Helicogermisli	<i>esporas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	-
Helicomycetes	<i>esporas</i>	13	9	13	22	93	9	18	4	49	31	62	31	355
	%	4	3	4	6	26	3	5	1	14	9	18	9	-
Leptosphaeria	<i>esporas</i>	884	391	400	1.541	666	266	160	186	440	342	1.967	320	7.561
	%	12	5	5	20	9	4	2	2	6	5	26	4	-
Massaria	<i>esporas</i>	49	0	9	44	27	0	9	0	27	9	9	22	204
	%	24	0	4	22	13	0	4	0	13	4	4	11	-
Massarina	<i>esporas</i>	848	306	258	2.229	1.816	120	155	235	1.301	1.043	4.427	537	13.276
	%	6	2	2	17	14	1	1	2	10	8	33	4	-
Myxomycetes	<i>esporas</i>	0	0	0	0	0	0	0	31	18	58	275	204	586
	%	0	0	0	0	0	0	0	5	3	10	47	35	-
Nigrospora	<i>esporas</i>	0	9	13	4	4	13	13	36	27	89	58	18	284
	%	0	3	5	2	2	5	5	13	9	31	20	6	-
Oidium	<i>esporas</i>	40	44	49	80	49	18	13	0	4	0	0	27	324
	%	12	14	15	25	15	5	4	0	1	0	0	8	-
Otidea	<i>esporas</i>	204	31	0	62	44	0	44	9	0	9	852	213	1.469
	%	14	2	0	4	3	0	3	1	0	1	58	15	-
Paraphaeosphaeria	<i>esporas</i>	4	0	0	0	0	0	4	4	9	13	0	0	36
	%	13	0	0	0	0	0	13	13	25	38	0	0	-
Periconia	<i>esporas</i>	4	0	9	22	9	67	40	49	36	71	36	13	355
	%	1	0	3	6	3	19	11	14	10	20	10	4	-
Peronospora	<i>esporas</i>	22	40	129	49	266	13	4	0	4	13	53	22	617
	%	4	6	21	8	43	2	1	0	1	2	9	4	-
Pestalotiopsis	<i>esporas</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4	0	18
	%	25	0	0	0	0	0	0	0	50	0	25	0	-
Phaeosphaeria	<i>esporas</i>	0	13	27	62	111	13	31	4	27	58	360	67	773
	%	0	2	3	8	14	2	4	1	3	7	47	9	-
Pithomyces	<i>esporas</i>	18	9	0	22	27	13	0	0	13	27	13	18	160
	%	11	6	0	14	17	8	0	0	8	17	8	11	-
Pleospora	<i>esporas</i>	133	111	67	342	293	115	67	80	155	49	595	80	2.087
	%	6	5	3	16	14	6	3	4	7	2	29	4	-
Polytrichium	<i>esporas</i>	0	0	9	22	9	0	9	4	0	0	0	0	53
	%	0	0	17	42	17	0	17	8	0	0	0	0	-
Puccinia	<i>esporas</i>	0	4	27	75	62	67	53	49	31	27	18	36	448
	%	0	1	6	17	14	15	12	11	7	6	4	8	-
Septonema	<i>esporas</i>	0	13	40	31	120	71	115	84	36	4	0	9	524
	%	0	3	8	6	23	14	22	16	7	1	0	2	-
Spigazzinia	<i>esporas</i>	0	0	9	31	18	9	31	0	4	0	0	0	102
	%	0	0	9	30	17	9	30	0	4	0	0	0	-
Sporormiella	<i>esporas</i>	0	4	4	9	4	0	4	0	4	4	4	0	40
	%	0	11	11	22	11	0	11	0	11	11	11	0	-
Stemphylium	<i>esporas</i>	53	44	40	107	315	160	40	62	80	84	75	13	1.074
	%	5	4	4	10	29	15	4	6	7	8	7	1	-
Tetraploa	<i>esporas</i>	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9
	%	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	-

<i>Tilletia</i>	<i>esporas</i>	9	0	22	18	4	40	0	9	0	9	44	9	164
	%	5	0	14	11	3	24	0	5	0	5	27	5	-
<i>Torula</i>	<i>esporas</i>	9	27	75	111	102	67	49	22	49	53	40	40	644
	%	1	4	12	17	16	10	8	3	8	8	6	6	-
<i>Trichia</i>	<i>esporas</i>	0	0	0	9	4	9	9	4	27	18	4	13	98
	%	0	0	0	9	5	9	9	5	27	18	5	14	-
<i>Trichocladium</i>	<i>esporas</i>	0	0	0	4	4	13	0	9	0	13	0	0	44
	%	0	0	0	10	10	30	0	20	0	30	0	0	-
<i>Trichothecium</i>	<i>esporas</i>	0	0	0	0	9	13	0	0	4	9	0	9	44
	%	0	0	0	0	20	30	0	0	10	20	0	20	-
<i>Ulocladium</i>	<i>esporas</i>	40	9	4	80	93	40	22	13	22	13	0	18	355
	%	11	3	1	23	26	11	6	4	6	4	0	5	-
<i>Uredospora</i>	<i>esporas</i>	0	0	0	27	58	44	9	4	27	27	36	18	249
	%	0	0	0	11	23	18	4	2	11	11	14	7	-
<i>Ustilago</i>	<i>esporas</i>	40	40	58	573	2.677	1.794	1.248	657	622	963	355	71	9.097
	%	0	0	1	6	29	20	14	7	7	11	4	1	-
<i>Venturia</i>	<i>esporas</i>	0	0	0	0	31	4	13	18	27	22	107	9	231
	%	0	0	0	0	13	2	6	8	12	10	46	4	-
Xylariaceae	<i>esporas</i>	4	0	0	4	0	4	9	22	9	9	9	0	71
	%	6	0	0	6	0	6	13	31	13	13	13	0	-
Indeterminados	<i>esporas</i>	1.141	2.198	1.883	2.202	2.047	1.669	2.073	2.367	3.037	5.466	12.623	6.149	42.842
	%	3	5	4	5	5	4	5	6	7	13	29	14	-
Total	<i>esporas</i>	11.523	13.893	14.150	29.468	55.018	33.037	41.585	27.675	37.624	43.814	64.198	17.684	389.669
	%	3	4	4	8	14	8	11	7	10	11	16	5	-

TABLA 57. Índices mensuales, absolutos y relativos, y anuales de los distintos tipos esporales estudiados en la atmósfera de Motril durante el año 2006.

A lo largo del año estudiado se observaron los recuentos mensuales más bajos de esporas desde enero (3 %) hasta marzo (4%). Posteriormente se produjo un incremento a lo largo de abril, registrando en mayo niveles máximos con un 14 % de las esporas anuales. Durante todo el verano se detectaron valores intermedios entre los de invierno y mayo (FIG. 132), con un promedio del 9 %. En otoño se volvió a producir un nuevo aumento de los recuentos alcanzando en noviembre la mayor cantidad de todo el año con un 16 %. Tras este pico, se produjo un nuevo descenso de los niveles que hizo que en diciembre se registraran valores semejantes a los de principios de año.

En cuanto al número de tipos esporales identificados a lo largo del año se observa cierto paralelismo con la evolución de los índices mensuales (FIG. 132). En este sentido, enero y febrero presentaron la menor diversidad fúngica con sólo 37 tipos esporales diferentes, mientras que en primavera se produjo un aumento de la variabilidad, registrando en mayo el máximo anual con 49 tipos esporales. Durante el verano este valor desciende manteniéndose próximo a los 44 tipos, volviendo a aumentar en octubre y noviembre, en los que se identificaron 47 y 46 tipos respectivamente.

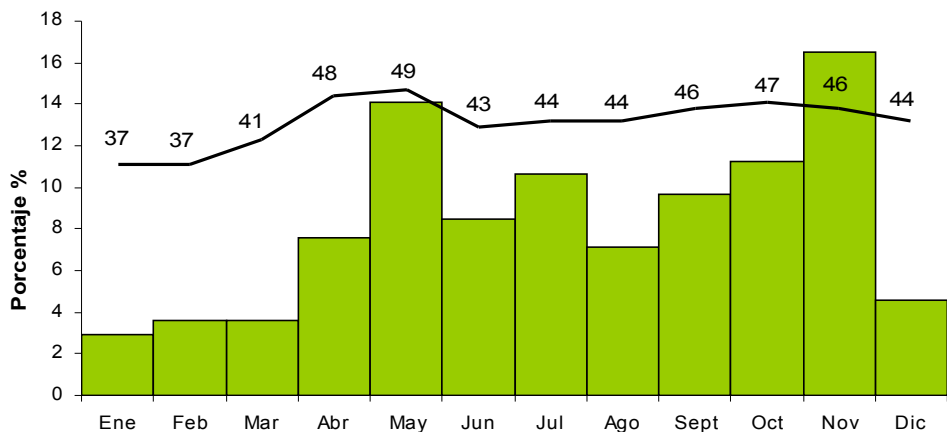


FIG. 132. Evolución mensual del total de esporas (barras) y la diversidad fúngica (línea) de la atmósfera de Motril durante el año 2006.

En la evolución de las concentraciones diarias (FIG. 133) se puede observar como éstas fueron generalmente inferiores a 2.000 esporas/m³ durante los tres primeros meses del año, aunque ocasionalmente ascendieron hasta 3.850 (26 de marzo) o incluso 5.600 esporas/m³ (16 de febrero). Con el inicio de la primavera se registraron niveles ascendentes que culminaron con valores comprendidos entre 6.000 y 8.000 esporas/m³ en mayo. En junio y julio se produjeron continuos altibajos, aunque no llegaron a alcanzar los valores de mayo, produciéndose en agosto un descenso mantenido de los registros, que oscilaron entre 2.000 y 4.000 esporas/m³. Los meses de septiembre y octubre presentaron un comportamiento similar al de junio y julio con algunos altibajos importantes y valores similares. Las mayores concentraciones diarias se produjeron entre finales de octubre y principios de noviembre con valores mínimos de 5.600 esporas/m³ (11 de noviembre) y máximos de 12.800 esporas/m³ (2 de noviembre). Durante la última decena de noviembre los registros bajaron por debajo de 3.000 esporas/m³, umbral en el que se mantuvieron durante todo diciembre.

De los 58 tipos esporales identificados, sólo diez representaron más de un 1 % del espectro fúngico de la atmósfera de Motril (FIG. 134). En orden decreciente, los táxones más abundantes fueron *Cladosporium cladosporioides* (59,3 %), *Aspergillus/Penicillium* (4,8 %), *Cladosporium herbarum* (4,5 %), *Massarina* (3,4 %), *Coprinus* (2,4 %), *Ustilago* (2,3 %), *Leptosphaeria* (1,9 %), *Alternaria* (1,4 %), *Ganoderma* (1,2 %) y *Drechslera* (1,2 %). De forma conjunta estos diez tipos esporales representaron el 82 % del espectro completo de la costa de Granada, mientras que el resto apenas alcanzaron en conjunto un 17,6 %.

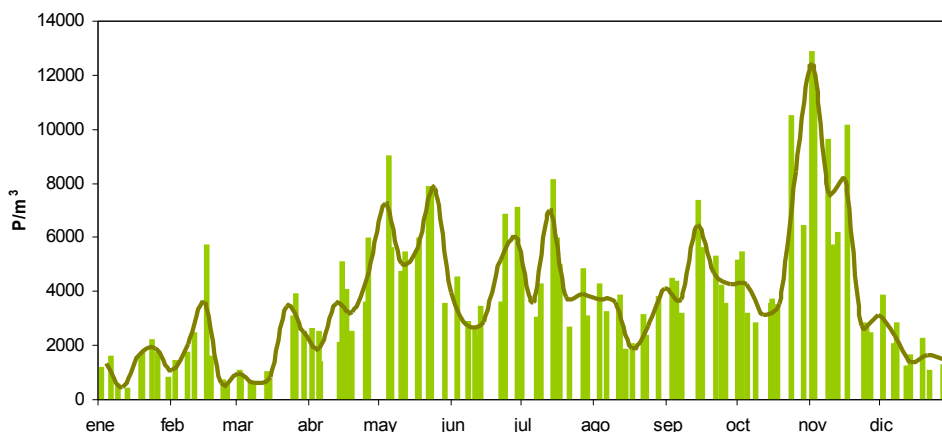


FIG. 133. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) de esporas totales en la atmósfera de Motril durante el año 2006.

Según la novena edición de *Dictionary of the Fungi* (Kirk et al., 2001), los tipos de esporas que se identificaron en este trabajo se incluyen dentro de los filos Basidiomycota y Ascomycota, pertenecientes al reino Fungi, además de las Oomycota y Myxomycota de los reinos Chromista y Protozoa, respectivamente. Finalmente, las esporas resultantes de la reproducción asexual de Ascomycota y Basidiomycota principalmente se engloban en una clase artificial, sin validez taxonómica denominada "hongos anamórficos", que tradicionalmente se ha incluido dentro de la división Deuteromycota.

En la TABLA 58 se puede ver que de los 58 tipos de esporas identificados, la mayoría se incluye dentro del grupo de los "hongos anamórficos", con 30 tipos esporales, seguido de la

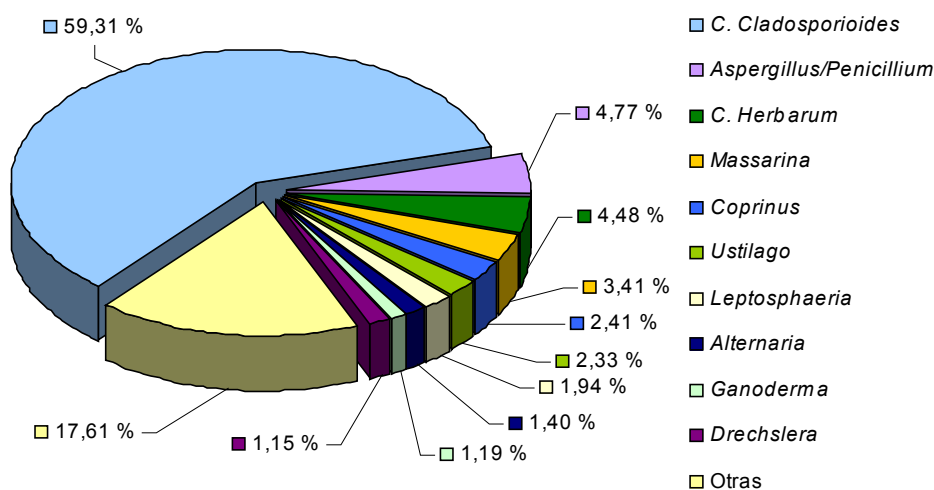


FIG. 134. Contribución al espectro esporal de la costa granadina de los 10 tipos más importantes.

división Ascomycota, con 16 tipos, y de la división Basidiomycota, con 9 tipos. Finalmente, las divisiones Myxomycota y Oomycota presentaron 2 y 1 tipo, respectivamente.

<i>Basidiomycota</i> (9)	<i>Ascomycota</i> (16)	<i>Hongos Anamórficos</i> (30)	
<i>Agrocybe</i>	<i>Ascobolus</i>	<i>Alternaria</i> *	<i>Helicomyces</i>
<i>Bovista</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>Arthrinium</i>	<i>Nigrospora</i>
<i>Calvatia</i>	<i>Chaetosphaerella</i>	<i>Aspergillus/Penicillium</i> *	<i>Oidium</i>
<i>Coprinus</i> *	Diatrypaceae	<i>Basipetospora</i>	<i>Periconia</i>
<i>Ganoderma</i> *	<i>Helicogermisli</i>	<i>Beltrania</i>	<i>Pestalotiopsis</i>
<i>Puccinia</i>	<i>Leptosphaeria</i> *	<i>Botrytis</i>	<i>Pithomyces</i>
<i>Tilletia</i>	<i>Massaria</i>	<i>Cercospora</i>	<i>Polytrinchium</i>
<i>Uredospora</i> **	<i>Massarina</i> *	<i>C. cladosporioides</i> *	<i>Septonema</i>
<i>Ustilago</i> *	<i>Otidea</i>	<i>C. herbarum</i> *	<i>Spegazzinia</i>
	<i>Paraphaeosphaeria</i>	<i>Curvularia</i>	<i>Stemphyllium</i>
	<i>Phaeosphaeria</i>	<i>Deightonella</i>	<i>Tetraploa</i>
<i>Myxomycota</i> (2)	<i>Pleospora</i>	<i>Drechslera/Helminth.</i> *	<i>Torula</i>
Myxomycete ***	<i>Sporormiella</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Trichocladium</i>
<i>Trichia</i>	<i>Trichothecium</i>	<i>Exosporium</i>	<i>Ulocladium</i>
	<i>Venturia</i>	<i>Fusarium</i>	
	Xylariaceae	<i>Gliomastix</i>	
<i>Oomycota</i> (1)			
<i>Peronospora</i>			

TABLA 58. Tipos esporales identificados en el estudio y su afiliación taxonómica a nivel de filo. * Tipos esporales que representaron más de un 1 % del espectro esporal en el presente estudio; ** Excluido *Puccinia*; *** Excluido *Trichia*

En cuanto a la cantidad de tipos esporales principales se puede ver que también es el grupo de los "hongos anamórficos" el más importante, ya que presenta 5 de los 10 tipos esporales principales. En el caso de Basidiomycota y Ascomycota se produce un cambio ya

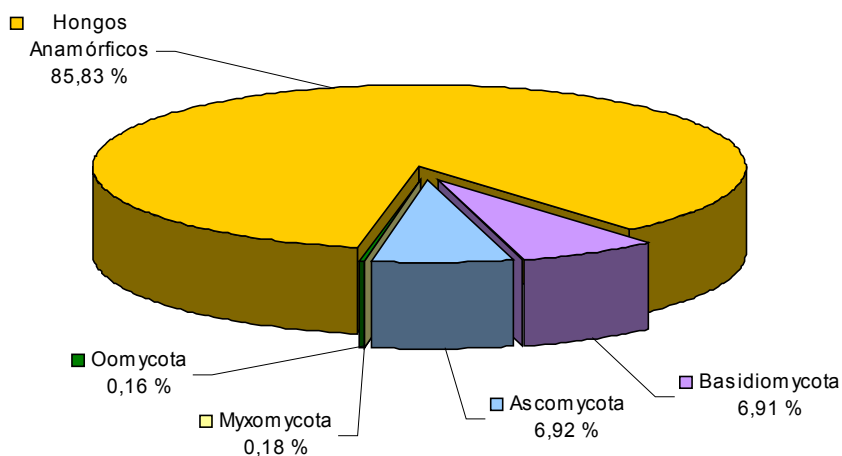


FIG. 135. Porcentaje de la cantidad de esporas de cada grupo esporal durante el año 2006 en relación al contenido total de esporas.

que los primeros aportan 3 tipos y los segundos sólo 2. Myxomycota y Oomycota no aportaron representante alguno al grupo de las principales esporas.

Haciendo referencia a la cantidad de esporas contabilizadas de cada uno de los grupos (FIG. 135), el mayor porcentaje del espectro esporal correspondió al grupo de los "hongos anamórficos", que representan un 85,8 %. En este sentido, Basidiomycota y Ascomycota a pesar de presentar un número diferente de tipo esporales se contabilizaron la misma cantidad de esporas, con un 6,9 % del espectro completo. Por su parte, Oomycota y Myxomycota presentaron también la misma cantidad con algo menos del 0,2 %.

Cada uno de los grupos estudiados además de presentar índices diferentes, presentaron comportamientos estacionales diferentes (FIG. 136). Así, las esporas de Oomycota aparecieron concentradas en los meses de primavera, especialmente mayo, en el que se registró cerca del 50 % de ellas, mientras que los Myxomycetes aparecieron principalmente durante el otoño, registrándose niveles superiores al 30 % en noviembre y diciembre. Tanto Basidiomycetes, como Ascomycetes y el grupo de los "hongos anamórficos" presentaron un comportamiento similar, con niveles bajos de enero a marzo, y concentraciones mayores en primavera y otoño, mientras que en verano los niveles descendieron pero sin llegar a los bajos registros de invierno. En este sentido, los mayores niveles de "hongos anamórficos" se detectaron en mayo (15 % del total anual), mientras que las esporas de Ascomycota presentaron el mayor registro mensual en noviembre (más del 30 %). Por su parte, las esporas de Basidiomycota alcanzó concentraciones muy similares en mayo y noviembre, con cerca del 15 % del total anual.

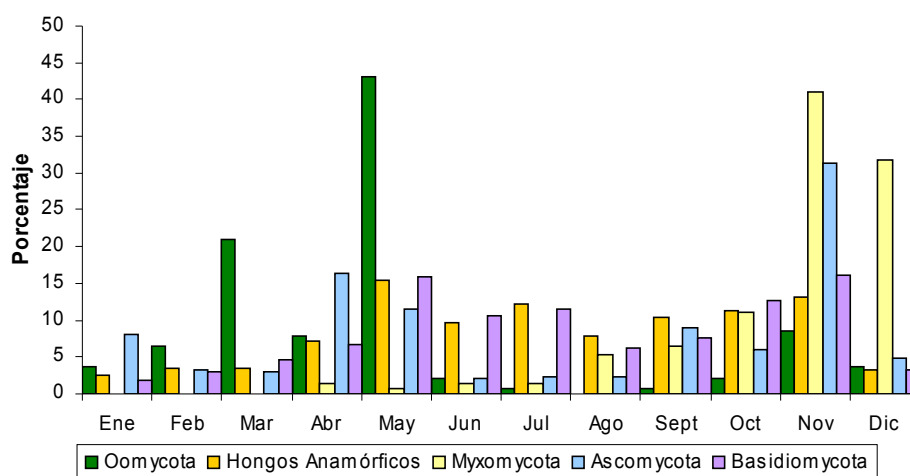


FIG. 136. Porcentajes mensuales de los diversos grupos esporales durante el año 2006 en relación al índice anual de cada grupo.

5.3.1. TIPOS ESPORALES PRINCIPALES (> 1 % DEL ESPECTRO ESPORAL)

5.3.1.1. Tipo esporal *Alternaria*

Encuadre sistemático: Hongos Anamórficos.

Descripción y Hábitat: Tipo polínico formado por los conidios del género *Alternaria* Nees, que engloba cerca de 50 especies, aunque se sospecha que podría haber cientos de ellas sin describir. Su distribución es mundial, crece en varios tipos de sustratos que incluyen suelo, alimentos y productos textiles. Son parásitos obligados y saprófitas de hojas en numerosas especies de cultivo y parásitos secundarios en crucíferas y gramíneas.

Constituye la fase anamórfica de algunas especies de la familia Pleosporaceae (filo Ascomycota), como *Lewia*.

Morfología esporal: Conidios que forman cadenas, con septos longitudinales y transversales, tamaño entre 20 y 60 μm , con un poro o mancha en el punto de inserción con la hifa conidiógena y el resto de los conidios de la cadena.

Descripción de Saccardo: Feodictióspora.

Evolución estacional

A lo largo de este estudio se cuantificaron un total de 5.461 conidios de *Alternaria*, lo que equivale al 1,4 % sobre el total de esporas cuantificadas, siendo la octava espora más frecuente del espectro de la costa de Granada.

Las esporas de *Alternaria* aparecieron a lo largo de todo el año con la misma importancia, detectándose un ligero descenso durante los meses de enero a abril, así como en diciembre (FIG. 137). Durante el resto del año los niveles mostraron continuos altibajos en los que se registraron sucesivamente concentraciones pico que oscilaban entre 150 y 200 esporas/ m^3 . El pico máximo se registró el 2 de noviembre con 186 esporas/ m^3 .

Patogenicidad/Alergenicidad

Se ha documentado su presencia en queratomicosis, en infecciones cutáneas, en dolencias pulmonares y en infecciones del tabique nasal. Las micosis oportunistas provocadas por *Alternaria* son poco frecuentes, y la mayoría son causadas por inoculaciones accidentales.

Numerosos autores lo describen como el hongo alergógeno y productor de asma más importante (Grant Smith, 1984; Resano *et al.*, 1998; Myskowska *et al.*, 2002; Dixit *et al.*, 2000), actuando incluso de forma agresiva en bajas concentraciones. Debido a su potencial alergénico ha recibido mayor atención, conociéndose los antígenos de algunas especies y la existencia de reacciones cruzadas con *Leptosphaeria* (Burge, 1986). Caretta (1992) situó en

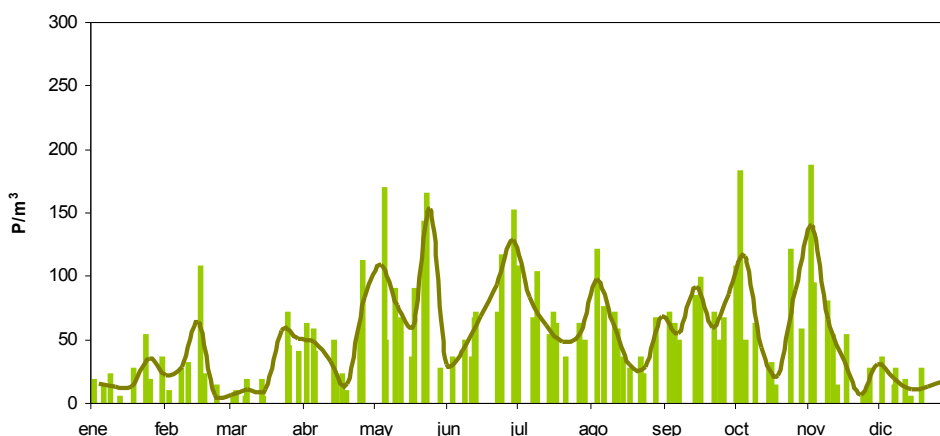


FIG. 137. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Alternaria* durante el año 2006.

1.200 esporas/m³ la concentración de esporas de *Alternaria* capaz de producir síntomas alérgicos en el hombre.

Discusión

Alternaria es uno de los hongos más citados en países de todo el mundo, como Japón (Takahashi, 1997), Australia (Mitakakis *et al.*, 1997), Polonia (Stepalska *et al.*, 1999), Brasil (Antoni, 2004) o Estados Unidos (Trout & Levetin, 2001).

Aunque ha sido considerado de carácter estacional la época de mayores concentraciones puede variar considerablemente de forma local (Infante *et al.*, 1987; Garret *et al.*, 1998). Sin embargo, son varios los autores que señalan que las mayores concentraciones ocurren cuando la temperatura media es superior a 20 °C (Antoni, 2004), en los meses de primavera a otoño (Infante *et al.*, *l.c.*; Mitakakis *et al.*, 1997; Giner *et al.*, 2001; Mezzari, 2002).

En Madrid se ha detectado durante todo el año, aunque siempre en muy bajas concentraciones, los máximos se detectaron en mayo-junio (Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003). Sin embargo, en León el periodo de máxima incidencia aparece en otoño (Fernández-González *et al.*, 1998), con concentraciones medias semanales de 70 esporas/m³ de máximo.

En otras localidades, como Sevilla, aparece junto al pico de primavera un segundo periodo de mayores concentraciones durante el otoño (Morales, 2004), alcanzando niveles superiores a 700 esporas/m³ en ambos pico. En la cercana ciudad de Granada *Alternaria* presenta también dos periodos de mayor incidencia (Sabariego *et al.*, 2000), uno en mayo, en el que se alcanzan concentraciones de hasta 300 esporas/m³, y otro en otoño (octubre-noviembre), con niveles máximos de 150 esporas/m³. Del mismo modo ocurre en el Parque Natural de

Hornachuelos, donde las concentraciones máximas superan el umbral de 300 esporas/m³ (Bustos, 2006).

Docampo (2008) también detectó en el interior de “La Cueva de Nerja” dos periodos de mayores concentraciones, aunque al igual que en el resto de los tipos esporales las concentraciones fueron inferiores a las de los estudios de exteriores.

5.3.1.2. Tipo esporal *Aspergillus* y *Penicillium*

Encuadre sistemático: Hongos Anamórficos.

Descripción y Hábitat: Se incluyen en este tipo las esporas de los géneros *Aspergillus* Link y *Penicillium* Link. El género *Aspergillus* consta de aproximadamente 170 especies ubiquestas y cosmopolitas. Poseen una gran variedad de enzimas que le permiten vivir prácticamente sobre cualquier sustrato húmedo. *Penicillium* también presenta un gran número de especies (cerca de 200), al igual que *Aspergillus* de carácter ubiquesta y cosmopolita. Debido al amplio espectro de sustratos sobre los que se desarrolla y su gran contenido de enzimas, son agentes de degradación frecuentes de casi todos los materiales orgánicos.

Las esporas que más frecuentemente se detectan en el aire son sus conidios, apareciendo en casi todos los lugares, tanto suspendidas en el aire, como en el suelo, desarrollándose colonias sobre alimentos (frutas, especialmente los cítricos, mermeladas, pan), papel, textiles, paredes y madera.

Estos géneros representan las fases asexuales de otros hongos de la familia Trichocomaceae (filo Ascomycota). Más concretamente de los géneros *Eupenicillium* y *Talaromyces*, en el caso de *Penicillium*; en el caso de *Aspergillus* sólo se conoce el teleomorfo de algunas especies, entre los que se encuentran *Emericella*, *Eurotium* y *Neosartorya*.

Morfología esporal: Conidios esféricos, unicelulares, hialinos o ligeramente verdosos, con la superficie lisa o rugosa dependiendo de la especie, muy pequeños (2-6 μm). Los conidios se forman sobre conidióforos sin septos ni ramificados, el cual sustenta unas células denominadas fiálides, que producen los conidios en largas cadenas.

Las principales diferencias morfológicas entre los dos géneros estriban en el conidióforo y en la disposición de las esporas sobre éste. Debido a que la observación al microscopio de las esporas no permite la diferenciación, en el presente trabajo estos dos géneros se han estudiado de forma conjunta.

Descripción de Saccardo: Hialoameróspora.

Evolución estacional

Los conidios de *Aspergillus/Penicillium* aparecieron también en un elevado número de muestras, por lo que aparecen a lo largo de todo el año. Con un total de 18.572 esporas, este tipo es el segundo más abundante en la atmósfera de Motril, representando el 4,8 % del espectro esporal.

En la evolución de las concentraciones diarias (FIG. 138) se observa que las concentraciones durante los tres primeros meses del año fueron generalmente bajas (< 100 esporas/m³), aunque en algunas ocasiones se alcanzaron niveles superiores a 300 esporas/m³ (24 de enero) y 600 esporas/m³ (11 de febrero). A mediados de abril se registró la concentración máxima de todo el año con 1.270 esporas/m³ (17 de abril), manteniendo niveles elevados (entre 400 y 600 esporas/m³) durante mayo y junio. A lo largo del verano los registros de *Aspergillus/Penicillium* se redujeron considerablemente (por debajo de 200

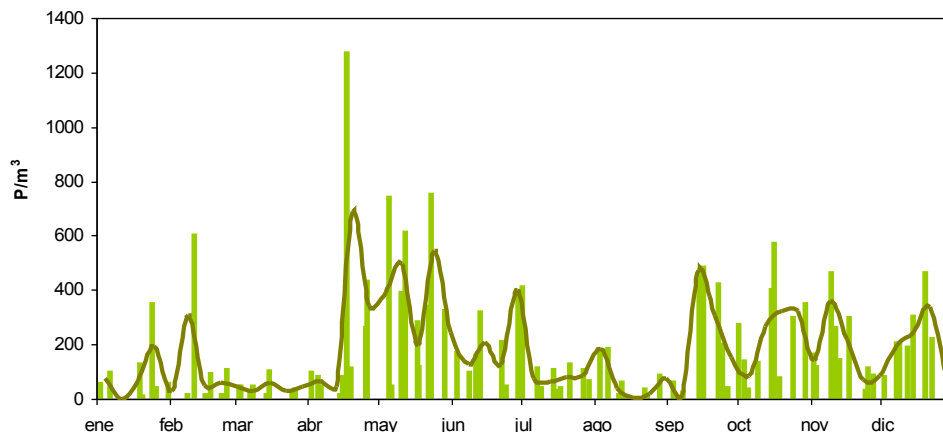


FIG. 138. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Aspergillus/Penicillium* durante el año 2006.

esporas/m³), ascendiendo en septiembre hasta los 400 esporas/m³ de media semanal, niveles que se mantuvieron, con algunos altibajos, hasta finales de año.

Patogenicidad/Alergenicidad

Algunas de las especies de *Aspergillus* han sido descritas como patógenos e importantes parásitos oportunistas, tanto de animales como del hombre. Muchas especies son productoras de micotoxinas capaces de provocar enfermedades. Al presentar unas esporas tan pequeñas éstas pueden penetrar en los alveolos, por lo que suelen relacionarse con enfermedades respiratorias, así como de otras patologías como las aspergilosis. Además también se ha descrito su papel como productor de otitis externa, como consecuencia de un desorden bacteriano o por el uso de antibióticos de amplio espectro.

Entre las especies de *Penicillium* se encuentran algunas que pueden provocar infecciones en el hombre, conocidas como peniciliosis, aunque la mayoría de las veces se producen en pacientes inmunodeprimidos. También producen toxinas, como la ocratoxina A (también producida por *Aspergillus*), que puede llegar a ser carcinogénica.

Tanto *Aspergillus* como *Penicillium* son importantes alérgenos por inhalación (Gambale *et al.*, 1993; Palmas *et al.*, 1999; Dixit *et al.*, 2000; Adhikari *et al.*, 2000; Croce *et al.*, 2003; Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003).

Discusión

Sus esporas son muy frecuentes en el aire de todo el mundo, tanto en interiores como en exteriores (Bustos, 2006), habiendo sido citado en países como Brasil (Antoni, 2005),

Argentina (Mangiaterra *et al.*, 1993), México (Rosas *et al.*, 1997), Japón (Takahashi, 1997), Uganda (Ismail *et al.*, (1999), Arabia Saudí (Al-Suwaine *et al.*, 1999), India (Chakraborty *et al.*, 2000), Estados Unidos (Dixit *et al.*, 2000), Turquía (Sen & Asan, 2001), Francia (Simeray *et al.*, 2001) o Croacia (Pepeljnjak & Segvic, 2003).

Son varios los autores que indican la falta de estacionalidad de este tipo esporal (Antoni, *l.c.*; Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003; Morales, 2004; Bustos, 2006; Docampo, 2008), que se ve afectado de forma muy diversa por los factores meteorológicos (Antoni, *l.c.*) además de incluir un gran número de especies con comportamientos estacionales diferentes.

En algunas ocasiones pueden aparecer patrones estacionales, como es el caso de la Cueva de Nerja donde a finales de verano se registran grandes cantidades de *Aspergillus/Penicillium* en apenas unos días. Este tipo de fenómenos están motivados por actividades humanas que favorecen la gran producción y liberación de esporas, en el caso de Nerja la celebración de un festival de música y danza (Docampo, *l.c.*).

Las concentraciones que se alcanzan también varían considerablemente de un estudio a otro. Probablemente también debido a la actividad humana y su relación con estos hongos. Así, en Sevilla aparece con concentraciones bajas durante todo el año (Morales, *l.c.*), pero puede alcanzar picos de hasta 3.600 esporas/m³, mientras que en el Parque Natural de Hornachuelos los registros más elevados apenas alcanzan 300 esporas/m³ (Bustos, *l.c.*). El origen antrópico y puntual de las concentraciones de *Aspergillus/Penicillium* en el interior de la cueva hace que se alcancen niveles de hasta 280.000 esporas/m³.

5.3.1.3. Tipo esporal *Cladosporium*

Encuadre sistemático: Hongos Anamórficos.

Descripción y Hábitat: Este tipo incluye los conidios formados por el género *Cladosporium* Link. Éste se considera ubiqüista y cosmopolita, formado por 28-40 especies, siendo uno de los géneros más comunes en todo el mundo.

La mayoría de sus especies son saprófitas, creciendo sobre hojas, troncos y otros materiales vegetales en descomposición. Otras son parásitas de gramíneas, aunque también se han aislado en suelos, material textil, cuero, caucho, papel e incluso en alimentos refrigerados, ya que algunas pueden crecer a muy baja temperatura. Aunque no se trata de un hongo frecuente en interiores, también se ha aislado del polvo de casas, colegios y silos.

Se trata del anamorfo de diversas especies pertenecientes al género *Mycosphaerella* (familia Mycosphaerellaceae, división Ascomycota).

Morfología esporal: En el presente trabajo hemos diferenciado dos formas de *Cladosporium*: *C. cladosporioides* y *C. herbarum*, que se tratarán de forma diferente en los análisis realizados.

C. cladosporioides: conidios solitarios o en cadenas, elipsoidales a limoniformes, de color oliváceo claro a hialino, ramoconidios algunas veces septados, lisos o ligeramente verrugosos, tamaño variable, oscilando entre 3-11 x 2-5 µm.

C. herbarum: conidios solitarios o en cadenas ramificadas, elipsoidales, oblongos, marrón oliváceo, con 0-3 septos, de pared gruesa más o menos verrugosa, tamaño variable entre 8-25 x 4-8 µm.

Ambos tipos presentan una cicatriz oscura muy característica en los puntos de inserción con las hifas conidiógenas o con los otros conidios de la cadena.

Descripción de Saccardo: Feoameróspora – Feodidimóspora.

Evolución estacional

Forma *Cladosporium cladosporioides*

Los conidios de *C. cladosporioides* fueron los más abundantes en la atmósfera de la costa granadina, en las 104 muestras analizadas se contabilizaron un total de 231.132 esporas, lo que equivale al 59,3 % del espectro esporal completo.

La presencia de *C. cladosporioides* fue continua, apareciendo en todas las muestras analizadas. Durante los meses de invierno se registraron las concentraciones más bajas (con un mínimo de 155 esporas/m³ el 9 de enero), mientras que durante la primavera y el verano los niveles presentaron continuos altibajos (Fig. 139a), oscilando entre 2.000 y 6.000 esporas/m³. En otoño se alcanzaron los registros más elevados, con más de 9.800 esporas/m³ (2 de noviembre). Posteriormente los valores descendieron rápidamente, permaneciendo por debajo de 1.000 esporas/m³ hasta final de año.

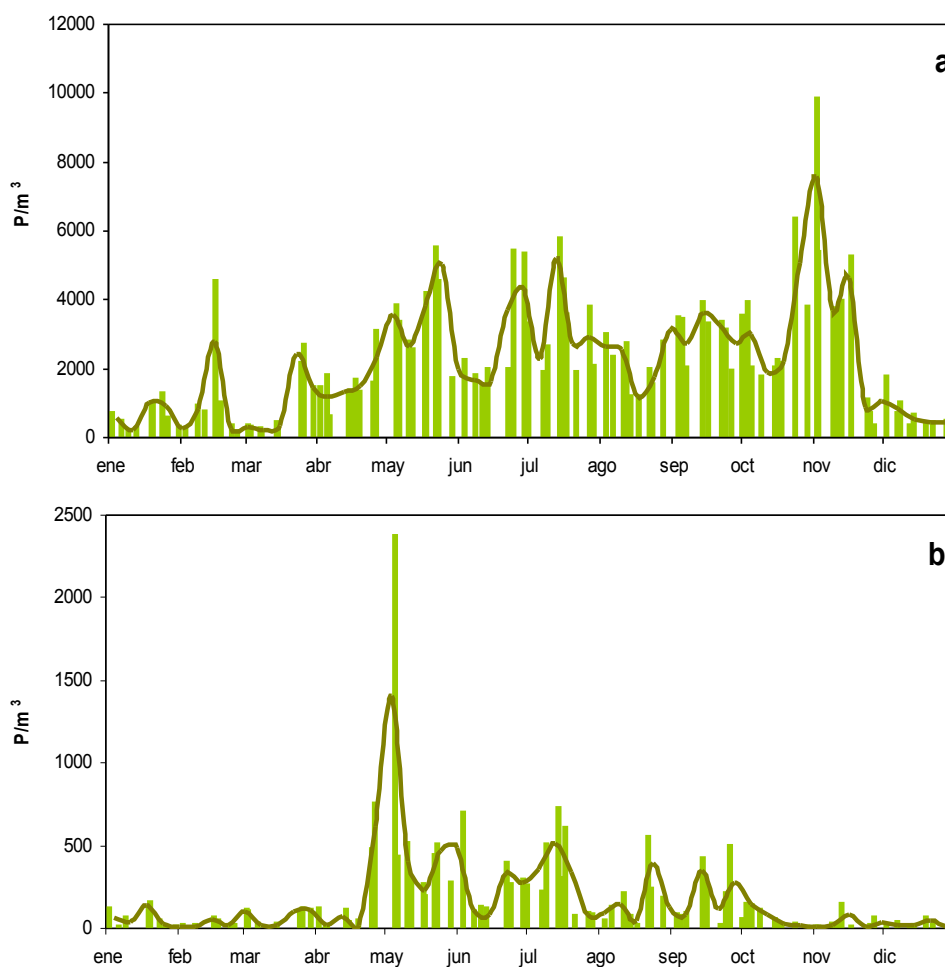


FIG. 139. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) de la forma esporal *Cladosporium cladosporioides* (a) y *Cladosporium herbarum* (b) en Motril durante el año 2006.

Forma *Cladosporium herbarum*

La presencia de *C. herbarum* también fue muy elevada en cuanto a número de días en los que apareció, aunque las cantidades registradas fueron muy inferiores a las de *C. cladosporioides*. En este sentido sólo se contabilizaron 17.460 esporas, por lo que este tipo ocupa la tercera posición del espectro esporal con un 4,5 %, por detrás de *Aspergillus/Penicillium*.

En la evolución estacional de este tipo (FIG. 139b) vemos que presentó concentraciones diarias muy inferiores a las de *C. cladosporioides*, con valores máximos entorno a 100 esporas/m³ desde principios de año hasta finales de abril. En este mes se produjo un repentino aumento de los niveles alcanzando en pocos días valores superiores a 2.300 esporas/m³ (5 de mayo). Durante el resto de la primavera y todo el verano las concentraciones de *C. herbarum*

se mantuvieron oscilando entre 100 y 500 esporas/m³, descendiendo definitivamente a principios de octubre.

Patogenicidad/Alergenicidad

Sus especies pueden causar lesiones cutáneas, infecciones pulmonares y sinusitis entre otras afecciones, aunque no es muy frecuente hallarlas como oportunistas en el hombre. Es un importante y común alérgeno (Lizaso *et al.*, 2003), conociéndose más de diez antígenos que causan reacciones de tipo I y III. Además son productoras de potentes toxinas como la cladosporina y la emodina. Junto con *Alternaria* y *Fusarium*, este hongo es conocido como “hongo de la cosecha” (Morales, 2004), ya que se puede encontrar contaminando el grano antes o durante la cosecha (Flannigan, 1978).

Algunas de sus especies, como *C. herbarum* ha sido citada como la principal causa de alergias y asma en el hombre (Tarlo *et al.*, 1988), mientras que la importancia de *C. cladosporioides* estriba en la gran cantidad con la que aparece en el aire de casi todo el planeta (Mediavilla, 1995), por lo que aunque su capacidad alérgica sea algo más limitada también puede provocar procesos alérgicos (Dixit *et al.*, 2000; Myszkowska *et al.*, 2002).

Discusión

El género *Cladosporium* es citado en casi todos los estudios aerobiológicos como uno de los géneros que presenta mayor incidencia, siendo muy importante su presencia en ambientes externos de todo el mundo: Brasil (Antoni, 2005), Argentina (Pascual & Nobile, 1985), Australia (Mitakakis *et al.*, 1997), India (Chakraborty *et al.*, 2000), Estados Unidos (Dixit *et al.*, 2000), Turquía (Sen & Asan, 2001), Chile (Henriquez *et al.*, 2001), Japón (Takahashi, 1997), Polonia (Myszkowska *et al.*, 2002), Qatar (Al-Subai, 2002) o Croacia (Pepeljnjak & Segvic, 2003).

Según Sabariego *et al.* (1999), los conidios de *Cladosporium* son los más abundantes del espectro fúngico debido al elevado número de especies que integran este tipo esporal, y por ser la mayoría de ellas de carácter ubiquista. Estos mismos autores señalan que el pequeño tamaño de estas esporas permite su mayor dispersión por el viento.

Algunos autores han determinado que las mayores concentraciones de *Cladosporium* aparecen en aquellos meses en los que la temperatura media supera los 20 °C (Antoni, 2005; Mediavilla *et al.* 1997; Pascual & Nobile, 1985; Sabariego *et al.*, *l.c.*). En la atmósfera de Madrid estas esporas se han descrito como muy abundantes durante todo el año, aunque con

concentraciones más bajas durante el invierno (Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003). En Sevilla *Cladosporium cladosporioides* también es muy abundante, y aunque en primavera se detectan niveles que superan 10.000 esporas/m³, en otoño es donde aparecen las mayores cantidades con picos que varían de un año a otro entre 40.000 esporas/m³ y 80.000 esporas/m³ (Morales, 2004). En ese mismo estudio, se determinó que *Cladosporium herbarum* es mucho menos abundante, siendo en primavera cuando alcanza los mayores registros, con picos de 1.500-2.000 esporas/m³.

En un ambiente natural, como el Parque Natural de Hornachuelos, estas esporas parecen ser menos abundantes (Bustos, 2006), ya que aunque aparecen también en altas concentraciones durante todo el año, los picos presentan valores entre 8.000 y 16.000 esporas/m³, al igual que en Sevilla éstos aparecen en primavera y otoño.

En la cercana ciudad de Granada, estas dos esporas (*C. cladosporioides* y *C. herbarum*) presentan el mismo comportamiento estacional, siendo de nuevo *C. herbarum* mucho menos abundante (Sabariego *et al.*, *l.c.*), con picos de igual intensidad en primavera y otoño. Además, en comparación con los resultados de nuestro estudio las concentraciones son muy inferiores, ya que *C. cladosporioides* rara vez supera el umbral de 4.000 esporas/m³, y *C. herbarum* el de 1.000 esporas/m³, cantidades que se ven duplicadas en la costa.

5.3.1.4. Tipo esporal *Coprinus*

Encuadre sistemático: Reino Fungi, filo Basidiomycota, clase Basidiomycetes, subclase Agaricomycetidae, orden Agaricales, familia Coprinaceae.

Descripción y Hábitat: Tipo esporal formado por las basidiosporas del género *Coprinus* Pers. Este género, con unas 350 especies, presenta distribución mundial.

Se trata de un hongo cosmopolita, saprófito y coprófilo, que crece en madera y en suelos húmicos de bosques y jardines. Sus especies aparecen en césped, suelo, estiércol, paja, madera en podredumbre y materiales de construcción. Otra característica de este género es su capacidad de crecer independientemente, sin relación con los árboles, como si ocurre con otros hongos.

Morfología esporal: Basidiosporas unicelulares, de ovoides a elipsoidales, marrones, pared gruesa, superficie lisa, con un poro característico en la parte terminal, de 7-22 x 4-13 μm .

Descripción de Saccardo: Basidiospora pigmentada.

Evolución estacional

Las basidiosporas de *Coprinus* aparecieron en 98 de las 104 muestras estudiadas. Con un total de 9.387 esporas contabilizadas, lo que supone el 2,4 % del espectro fúngico, fue el quinto tipo esporal más abundante en la atmósfera del litoral granadino.

En la evolución estacional de las concentraciones diarias (FIG. 140) podemos ver que éstas se mantuvieron relativamente bajas (inferiores a 150 esporas/m³) durante todo el año con excepción de algunas semanas en las que se alcanzaron concentraciones superiores a 200 esporas/m³ (26 de marzo, 26 de abril y 6 de mayo) o excepcionalmente 500 esporas/m³ (14 de julio). Durante el otoño se produjo un aumento considerable, presentando frecuentemente concentraciones superiores a 500 esporas/m³ durante finales de octubre y gran parte de noviembre. La concentración más elevada se registró el día 9 de noviembre con 830 esporas/m³.

Patogenicidad/Alergenicidad

Algunas especies de *Coprinus* son comestibles, mientras que la ingesta de *C. atramentarius* junto con alcohol produce trastornos intestinales debido a la producción de coprina (Alexopoulos & Mins., 1985). Se han conseguido aislar algunas especies termotolerantes en infecciones invasivas (Haines *et al.*, 1999).

Sus esporas pueden producir reacciones alérgicas en humanos.

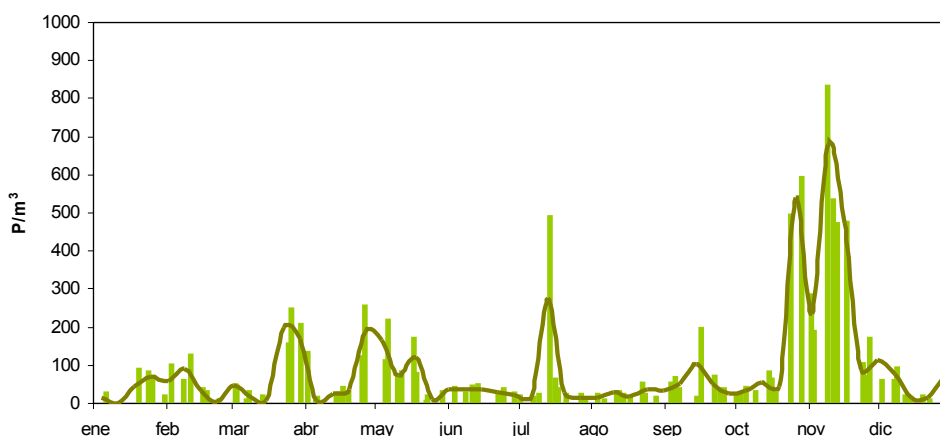


FIG. 140. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Coprinus* durante el año 2006.

Discusión

El género *Coprinus* fue el más abundante de los basidiomicetos estudiados. Debido a la complejidad que supone la identificación de algunas de estas esporas es muy frecuente encontrar en la bibliografía referencias al total de basidiomicetos, pero no a cada uno de los géneros. Esto hace que haya pocas literatura sobre estas esporas en el aire.

Teniendo en consideración su biología y sustratos específicos se le considera una spora propia de ambientes exteriores, y así ha sido tratado por diversos autores (Antoni, 2005; Morales, 2004; Mitakakis & Guest, 2001).

En Madrid estas basidiosporas se ha encontrado de abril a junio (Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003). En Sevilla y Nerja, sin embargo, los niveles más importantes (superiores a 2.000 esporas/m³) se detectan en otoño, de septiembre a noviembre (Morales, *l.c.*; Docampo, 2008), aunque en primavera también aparece un pico de menor importancia, de modo similar a lo que ocurre en Motril. En el Parque Natural de Hornachuelos por el contrario aparecen los dos picos con gran intensidad (Bustos, 2006), superando en ambos niveles de 2.000 esporas/m³.

5.3.1.5. Tipo esporal *Drechslera/Helminthosporium*

Encuadre sistemático: Hongos Anamórficos.

Descripción y Hábitat: Este tipo esporal está formado por los conidios de dos géneros: *Drechslera* S. Ito y *Helminthosporium* Link. El género *Drechslera* está constituido por cerca de 20 especies, mientras que en *Helminthosporium* se incluyen alrededor de 15. Se trata de dos géneros ampliamente distribuidos, con especies saprófitas o parásitas de muy diverso tipo de plantas, especialmente gramíneas y cereales, aunque también de otras como la patata. Pueden vivir sobre tallos muertos de herbáceas así como en las hojas y ramas de diferentes clases de árboles, aunque también se ha aislado del suelo y de productos textiles.

Drechslera constituye la fase anamórfica del género *Pyrenophora* (familia Pleosporaceae, filo Ascomycota), mientras que *Helminthosporium* lo es de *Splanchnonema* (familia Pleomassariaceae, filo Ascomycota).

Morfología esporal: Conidios pluricelulares, solitarios, rectos o curvados, fusiformes o elipsoidales, clavados, desde ligeramente pigmentados a marrones o verdes oscuros, con pseudoseptos y de pared lisa, rara vez rugosa, con cicatriz basal, tamaño variable entre 40-180 x 14-22 μm .

Los únicos caracteres diferenciales entre los dos géneros se encuentran a nivel de las colonias, por lo que su diferenciación en los estudios aerobiológicos es imposible.

Descripción de Saccardo: Feofragmóspora.

Evolución estacional

Con un recuento total de 4.462 esporas el tipo esporal *Drechslera/Helminthosporium* cierra el grupo de los tipos esporales que aportan más del 1 % al espectro completo, contribuyendo exactamente con un 1,2 %.

Este tipo esporal presenta un periodo de incidencia bastante prolongado que se alarga desde abril hasta noviembre. Durante este periodo se registró una concentración media de 61 esporas/ m^3 , aunque los mayores registros se produjeron en primavera, concretamente en el mes de mayo en el que aparecen varios días con concentraciones superiores a 200 esporas/ m^3 . El pico máximo tuvo lugar el 22 de mayo con 258 esporas/ m^3 .

Patogenicidad/Alergenicidad

Estos hongos pueden provocar queratitis, sinusitis y eventualmente daños cerebrales.

Para Sáenz & Gutiérrez Bustillo (2003) este hongo es posiblemente alergénico, mientras que otros autores ya lo han citado como alergógeno, causante de asma y bronquitis. Chapman (1986) cita a *Helminthosporium* entre los hongos que dieron positivo con mayor frecuencia en los *skin-tests*.

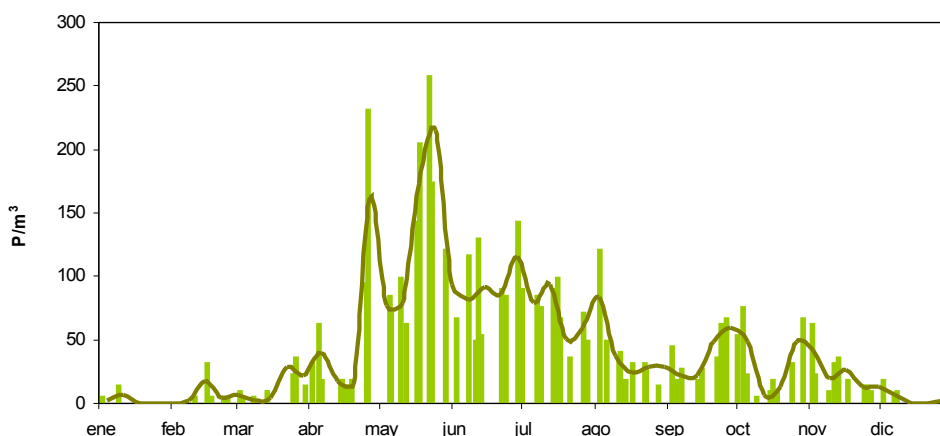


FIG. 141. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Drechslera* durante el año 2006.

Discusión

Sus esporas han sido citadas en numerosos trabajos aerobiológicos, principalmente en ambientes externos (Antoni, 2005). Dependiendo del ámbito geográfico del estudio las concentraciones suelen variar, al igual que su importancia dentro del espectro esporal. De este modo, en Brasil varía desde el 0,54 % (Antoni, *l.c.*) hasta el 3,2 % (Croce *et al.*, 2003). Por su parte, Mangiaterra *et al.* (1993) lo consideran muy común en Argentina, Trout & Levetin (2001) ponen de manifiesto su presencia en Estados Unidos y Mitakakis & Guest (2001) lo incluyen entre los más importantes en Australia.

En Sevilla, los conidios de *Drechslera/Helminthosporium* aparecen durante todo el año con concentraciones medias inferiores a 10 esporas/m³, con un aumento de los niveles en primavera, durante la que se alcanzan niveles pico de 30-40 esporas/m³ (Morales, 2004). Más acorde con los resultados obtenidos en Motril se encuentran los de Bustos (2006) sobre la atmósfera del Parque Natural de Hornachuelos. En este estudio se detectaron niveles medios cercanos a 40 esporas/m³ y días pico de hasta 217 esporas/m³. Sáenz & Gutiérrez Bustillo (2003) pusieron de manifiesto que en Madrid las esporas de *Drechslera* aparecen durante todo el año, mientras que las de *Helminthosporium* lo hacen principalmente de abril a diciembre.

En su original trabajo sobre la composición aeromicológica de “La Cueva de Nerja”, Docampo (2008) refleja unos niveles muy bajos (< 5 esporas/m³), con un gran número de días sin este tipo de esporas y concentraciones pico que no superaron los 30 esporas/m³. Aunque el comportamiento aerobiológico de las esporas pueden variar mucho entre localidades cercanas, las grandes diferencias entre el estudio de Nerja y el de Motril deben achacarse al carácter interior del primero y exterior del segundo.

5.3.1.6. Tipo esporal *Ganoderma*

Encuadre sistemático: Reino Fungi, filo Basidiomycota, clase Basidiomycetes, subclase Agaricomycetidae, orden Polyporales, familia Ganodermataceae.

Descripción y Hábitat: Las basidiosporas del género *Ganoderma* P. Karst. Forman este tipo esporal. Se trata de un basidiomiceto cosmopolita del que se han descrito más de 200 especies, de las cuales más de 50 son lignícolas. Su basidiocarpio se desarrolla sobre los troncos o ramas gruesas de tilos y otros árboles planifolios. Produce la podredumbre blanca o marrón de la madera. Algunas especies pueden atacar también a la raíz, provocando la muerte del hospedador, como es el caso de *Ganoderma applanatum* que es considerada una de las especies más frecuentes.

Morfología esporal: Basidiosporas unicelulares, asimétricas, ovadas o elípticas, truncadas en el ápice, con dos membranas entre las que aparecen radiaciones transversales que las unen, la interna ornamentada y de coloración dorada o anaranjada, la externa lisa e hialina, entre 6-12 x 4-8 μm , aunque algunas pueden llegar a medir hasta 17 μm .

Descripción de Saccardo: Basidiospora pigmentada, retículo hialino.

Evolución estacional

De los diez tipos esporales estudiados en este apartado, *Ganoderma* fue el que más veces estuvo ausente apareciendo en 85 de las 104 muestras analizadas. Se contabilizaron un total de 4.653 esporas, por lo que su aportación al espectro esporal de la atmósfera del litoral granadino fue del 1,2 %.

En la gráfica de evolución de las concentraciones diarias (FIG. 142) se observa como las basidiosporas de *Ganoderma* estuvieron prácticamente ausentes durante la primera mitad del año, mientras que a partir de julio encontramos concentraciones semanales medias que oscilaron alrededor de 100 esporas/ m^3 . Los registros más elevados se alcanzaron en septiembre, concretamente el 7 de septiembre con 195 esporas/ m^3 .

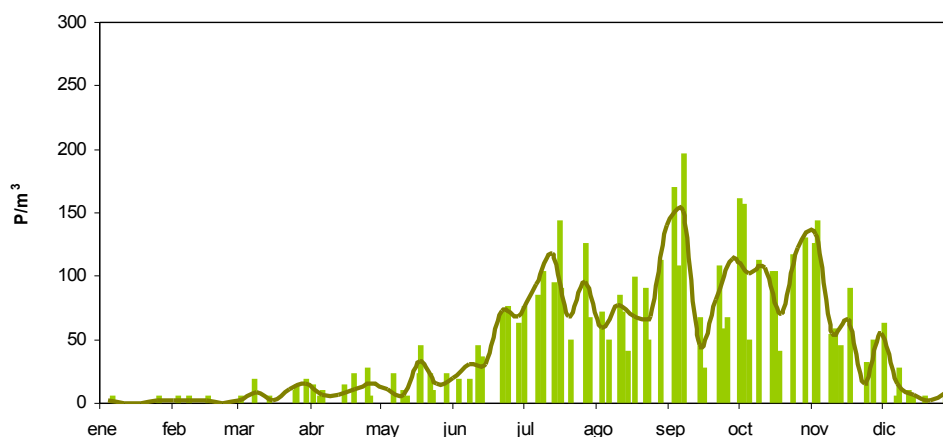


FIG. 142. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Ganoderma* durante el año 2006.

Patogenicidad/Alergenicidad

Aunque existen investigaciones sobre la alergenidad de *Ganoderma* en varias partes del mundo, su interés e importancia médica son de poca relevancia (Levetin, 1990; Singh & Singh, 1995).

Discusión

Las esporas de *Ganoderma* han sido citadas como componentes importantes de la aeromicroflora de Estados Unidos (Craig & Levetin, 2000; Levetin, 1990), Australia (Mitakakis & Guest, 2001), Brasil (Antoni, 2005) y algunos puntos de Italia (Ballero *et al.*, 1992). Suele aparecer en las muestras aerobiológicas durante un periodo más o menos largo, llegando a aparecer en el 99 % de las muestras (Craig & Levetin, *l.c.*; Antoni, *l.c.*), registrando las mayores concentraciones durante el verano y el otoño.

Los estudios realizados en España muestran un comportamiento similar, en el que las esporas de *Ganoderma* aparecen durante todo el año con concentraciones bajas aumentando los registros a finales de verano. En Madrid se registran principalmente desde julio hasta septiembre (Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003), al igual que en Sevilla, donde los valores picos oscilan entre 20 y 35 esporas/m³ (Morales, 2004), mostrando unos niveles inferiores a los de Motril. En el Parque Natural de Hornachuelos esta espora no aparece en cantidades importantes (Bustos, 2006), al igual que en el interior de “La Cueva de Nerja”, donde las concentraciones habituales son inferiores a 5 esporas/m³ y los picos rara vez ascienden por encima de 10 esporas/m³.

5.3.1.7. Tipo esporal *Leptosphaeria*

Encuadre sistemático: Reino Fungi, filo Ascomycota, clase Ascomycetes, subclase Dothideomycetidae, orden Pleosporales, familia Leptosphaeriaceae.

Descripción y Hábitat: Este tipo esporal está formado por las ascosporas del género *Leptosphaeria* Ces. & De Not. Se trata de un género de amplia distribución, que posee más de 200 especies de hongos saprófitos y ocasionalmente parásitos de una gran variedad de plantas. Cada especie está muy especializada en su hospedador. Entre los hospedadores a los que puede parasitar se encuentran múltiples especies de crucíferas.

Morfología esporal: Ascosporas solitarias, pluricelulares (4-9 células), subcilíndricas, fusiformes, de hialinas a marrones, de 10-150 x 5-10 μm , con constricciones a la altura de los septos, y una célula próxima a la parte basal más engrosada que el resto.

Descripción de Saccardo: Ascospora pigmentada pluricelular.

Evolución estacional

Las ascosporas de *Leptosphaeria* aparecieron en todas las muestras analizadas, habiéndose registrado un total de 7.561 esporas en total. Esto equivale al 1,9 % del espectro total, por lo que este tipo se sitúa como la séptima espora más abundante en la atmósfera de Motril.

Los niveles registrados a lo largo de todo el año fueron bastante bajos (FIG. 143), con concentraciones diarias que rara vez superan el umbral de 100 esporas/m³. Los mayores niveles se detectaron en dos periodos distintos, uno centrado en la primavera y otro en el otoño. En el primero apareció un día en el que se registró la concentración máxima del estudio (879 esporas/m³ el día 15 de abril) y en el segundo aparecieron varios días con concentraciones que oscilaron entre 417 esporas/m³ (9 de noviembre) y 666 esporas/m³ (3 de noviembre).

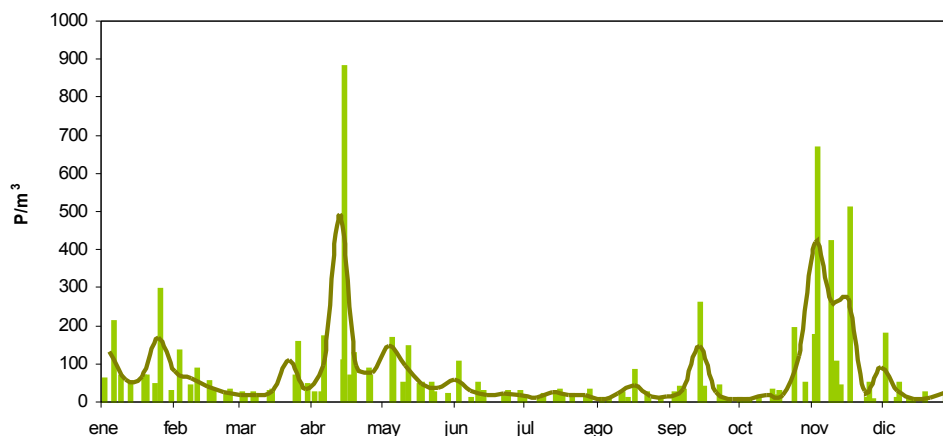


FIG. 143. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Leptosphaeria* durante el año 2006.

Patogenicidad/Alergenicidad

Algunas especies de *Leptosphaeria* pueden causar ocasionalmente infecciones en humanos, como micetomas y feohifomicosis (infecciones cutáneas).

Sus esporas han sido reconocidas como alergénicas por algunos autores (Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003, Bustos, 2006).

Discusión

La presencia de *Leptosphaeria* ha sido relatada por diversos autores, especialmente en ambientes exteriores. De este modo, diversos autores han estudiado su frecuencia en las muestras aerobiológicas de distintas zonas del planeta: Silva *et al.* (1983) y Antoni (2005) han determinado un porcentaje que varía entre un 7,4 y un 22 % en Brasil, Singh *et al.* (1987) un 0,08 % en la India, Moretti & Robledo (1988) un 0,24 % en México, y Al-Doory *et al.* (1980) un 0,8 % en Estados Unidos. Por su parte D'Amato & Spieksma (1995) mencionan un porcentaje inferior al 5 % para el conjunto de Europa. En general esta tipo esporal es más frecuente en zonas tropicales y subtropicales, que en zonas templadas (Antoni, *l.c.*).

El comportamiento estacional de esta espora no es demasiado estable, ya que en el norte de la península Ibérica aparece principalmente en junio (Díaz Iglesias *et al.*, 1998), mientras que en Madrid aparece durante la primavera, el verano y el otoño. Sin embargo, en Sevilla (Morales, 2004) y en el Parque Natural de Hornachuelos (Bustos, 2006) aparece un comportamiento similar al de Motril, con concentraciones bajas durante todo el año, especialmente durante el verano, y con algunos días de primavera y otoño en los que las concentraciones pueden elevarse de forma repentina alcanzando concentraciones pico próximas a 600 esporas/m³ en Hornachuelos y por encima de 300 esporas/m³ en Sevilla. El análisis del interior de “La Cueva de Nerja” también presenta este patrón (Docampo, 2008), aunque los niveles detectados fueron inferiores aún a los de Sevilla.

La explicación a su distribución ya la apuntó Antoni (*l.c.*), al indicar que durante los periodos secos aparecen principalmente esporas de Hongos Anamórficos, mientras que en periodos de lluvias, especialmente después de las precipitaciones las concentraciones de ascosporas aumentan considerablemente. Las mayores y más frecuentes precipitaciones que se registran en el norte peninsular determinan un periodo más amplio de presencia de estas esporas, mientras que en el sur sólo durante los periodos de otoño y primavera se producen lluvias importantes, permaneciendo el ambiente muy seco durante el verano.

5.3.1.8. Tipo esporal *Massarina*

Encuadre sistemático: Reino Fungi, filo Ascomycota, clase Ascomycetes, subclase Dothideomycetidae, orden Pleosporales, familia Lophiostomataceae.

Descripción y Hábitat: Tipo esporal compuesto por las ascosporas del género *Massarina* Sacc. Este género presenta más de 40 especies. Si bien algunas son muy comunes y presentan una amplia distribución, a la mayoría de ellas sólo se les conoce a través de una o pocas muestras.

De carácter saprófito, suele aparecer sobre ramas muertas. Muchas de sus especies presentan hábitos acuáticos y marinos. Aunque no se conoce mucho sobre sus hospedadores preferidos, la mayoría de las especies han sido identificadas sobre una gran variedad de ellos. Sólo algunas parecen tener algún tipo de restricción, apareciendo de forma específica sobre palmeras y algunas especies de gramíneas de los géneros *Arundo* y *Phragmites*.

Morfología esporal: Ascosporas solitarias, elípticas más anchas en el centro que en los extremos, con varios septos transversales, hialinas, a veces con una cubierta gelatinosa. Tamaño de 30-37 x 8-9 μm .

Descripción de Saccardo: Ascospora hialina pluricelular.

Evolución estacional

Las ascosporas de *Massarina* aparecieron también en casi todas las muestras analizadas, contabilizándose un total de 13.276 esporas, lo que supone que este tipo es el cuarto más abundante en la atmósfera de Motril con un 3,4 % del espectro esporal completo.

Estas esporas aparecieron generalmente en bajas concentraciones, con una concentración media anual de 127 esporas/ m^3 , 50 esporas/ m^3 si eliminamos del cálculo las concentraciones pico. Sin embargo, a lo largo del año aparecen dos periodos cortos en los que se alcanzaron recuentos considerable (FIG. 144). El primero de ellos en primavera, en la que aparecen varios días con niveles por encima de 700 esporas/ m^3 (12 de mayo) e incluso de 1.500 esporas/ m^3 (15 de abril). Tras un verano en el que los registros fueron muy bajos, en otoño se registraron

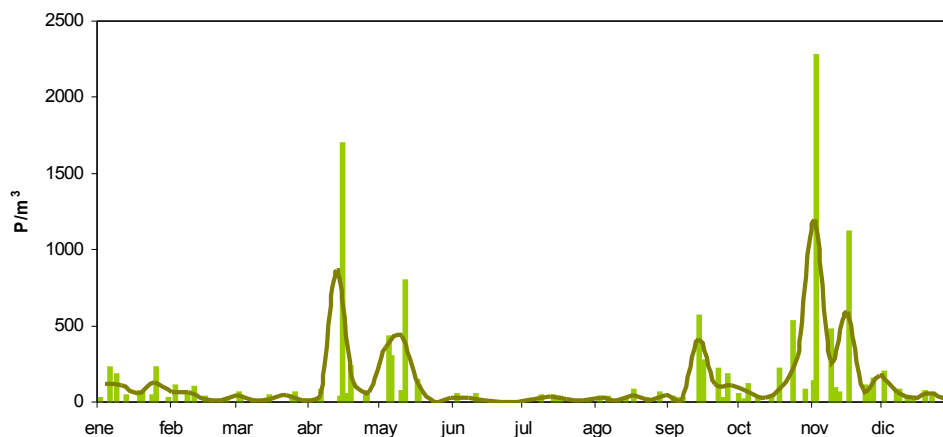


FIG. 144. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Massarina* durante el año 2006.

los niveles más elevados con concentraciones superiores a 1.000 esporas/m³ (17 de noviembre) y 2.000 esporas/m³ (3 de noviembre).

Patogenicidad/Alergenicidad

Este género está descrito como fitopatógeno, pero no se ha encontrado referencia alguna a enfermedades humanas ni alergias provocadas por el hongo o sus esporas.

Discusión

Aunque esta espora aparece en distintos catálogos de esporas aerovagantes (Morales, 2004; Docampo, 2008; Grant Smith, 1984 ó 1986 -COMPROBAR-) no suele citarse como componente principal de los espectros aerobiológicos. Sólo Kim *et al.* (2001) la han citado como componente principal en el aire de Corea, tanto en interiores como en exteriores. Además, su baja incidencia hace que no suela estudiarse por lo que la bibliografía sobre este taxon se limita a los aspectos taxonómicos y ecológicos (Aptroot, 1998).

En el estudio sobre el espectro aeromicológico de la atmósfera de Sevilla esta espora aparece a lo largo de todo el año en concentraciones muy bajas, apareciendo niveles más elevados en algunas muestras de primavera y otoño. Estos pico esporádicos suelen alcanzar el umbral de 100 esporas/m³, aunque se han registrado alguno de hasta 230 esporas/m³. (Morales, *l.c.*). Tanto en el Parque Natural de Hornachuelos como en Nerja los niveles detectados de *Massarina* son insignificantes (Bustos, 2006; Docampo, *l.c.*).

5.3.1.9. Tipo esporal *Ustilago*

Encuadre sistemático: Reino Fungi, filo Basidiomycota, clase Ustilaginomycetes, subclase Ustilaginomycetidae, orden Ustilaginales, familia Ustilaginaceae.

Descripción y Hábitat: Las teliosporas del género *Ustilago* (Pers.) Roussel forman este tipo esporal. En este género se incluyen cerca de 230 especies ampliamente distribuidas. Las diferentes especies, dependiendo de la fase del ciclo de vida en el que se encuentren, pueden ser saprófitas (fase productora de basidiosporas) o parásitas de plantas (fase productora de teliosporas), ya que requieren de un hospedador vivo para su crecimiento provocando numerosas enfermedades en los cultivos agrícolas. Sus hospedadores son muy diversos, apareciendo principalmente sobre cereales, como el mijo (*U. maydis*), la avena (*U. avenae*), el trigo (*U. tritici*) o la cebada (*U. nuda*). Tradicionalmente se les denomina “carbones” por que producen masas densas de teliosporas negras de aspecto pulverulento, que permanecen adheridas a la superficie de las plantas parasitadas.

Morfología esporal: Teliosporas unicelulares, globosas o subglobosas, de color verde oliva, marrón anaranjado, rojizo u oscuro, superficie ornamentada por pequeños tubérculos o espinas, de pequeño tamaño (4-16 μm de diámetro).

Descripción de Saccardo: Teliospora pigmentada.

Evolución estacional

A lo largo del presente estudio se cuantificaron un total de 9.097 teliosporas de *Ustilago*, lo que representa un 2,3 % del espectro esporal. Al igual que el resto de los tipos principales apareció en la mayoría de las muestras analizadas, registrándose sólo 15 días en los que no apareció esta espora.

En su comportamiento estacional (FIG. 145) se observa que las concentraciones fueron realmente bajas durante los primeros meses del año, desde enero hasta marzo. En abril los niveles comenzaron a ascender alcanzando rápidamente el pico máximo, que tuvo lugar el 23 de mayo con 710 esporas/ m^3 . En los meses siguientes los niveles descendieron progresivamente, manteniendo durante todo el verano y casi todo el otoño concentraciones diarias que oscilaron entre 100 y 300 esporas/ m^3 .

Patogenicidad/Alergenicidad

Su asociación con dolencias humanas no está clara aún, ya que, aunque ha sido detectado en muestras de esputo y puntas de catéteres venosos, se ha conseguido aislar en contadas ocasiones.

Sus esporas han sido citadas como alergógenas por algunos autores (Subiza *et al.*, 1989). Y aunque individuos a los que se les realizaron test cutáneos con extractos de Ustilaginales

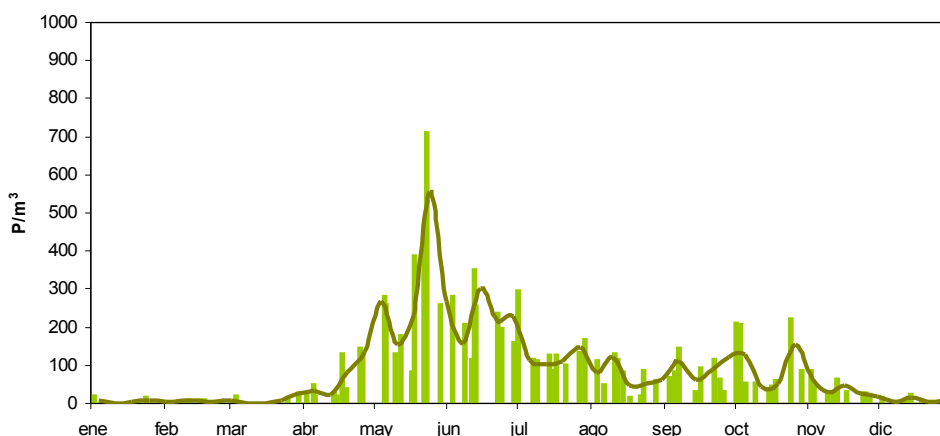


FIG. 145. Concentraciones medias diarias (barras) y medias semanales (línea) del tipo esporal *Ustilago* durante el año 2006.

presentaron anticuerpos IgE en sangre (Burge, 1985; Santilli *et al.*, 1985) son raros los casos de rinitis provocados por esta espora (Sáenz & Gutiérrez Bustillo, 2003).

Discusión

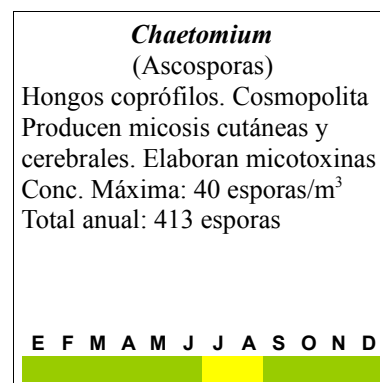
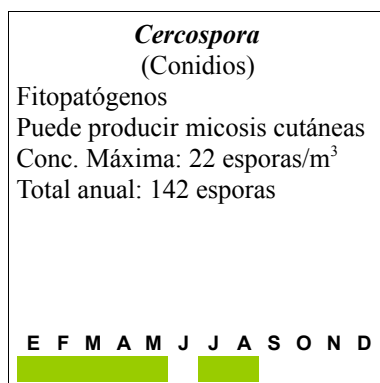
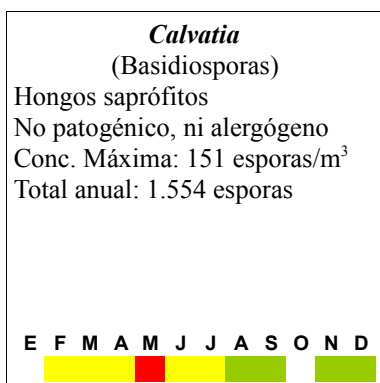
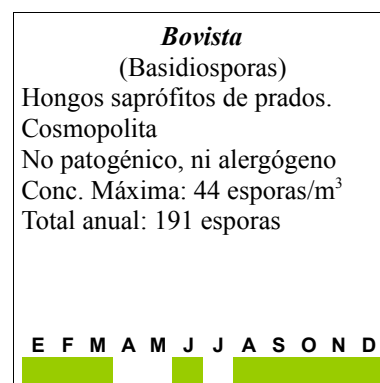
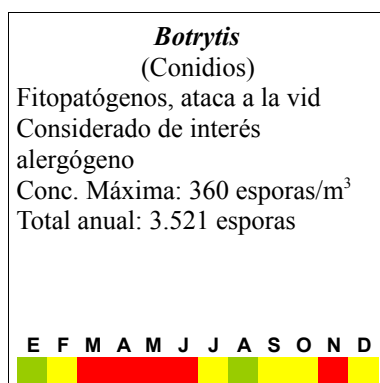
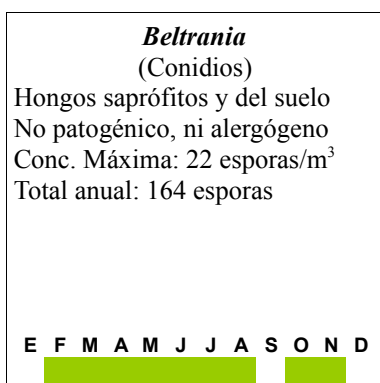
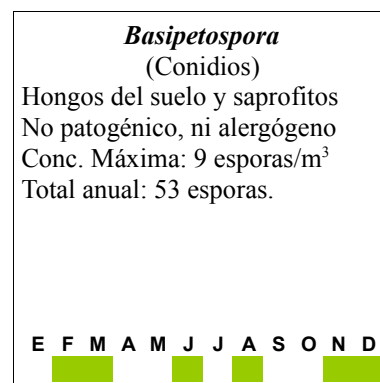
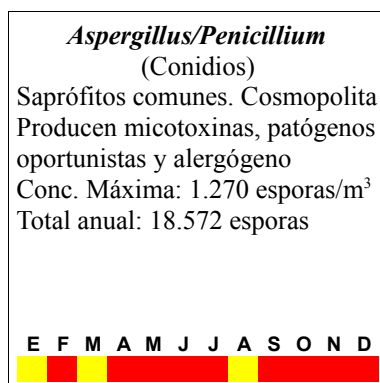
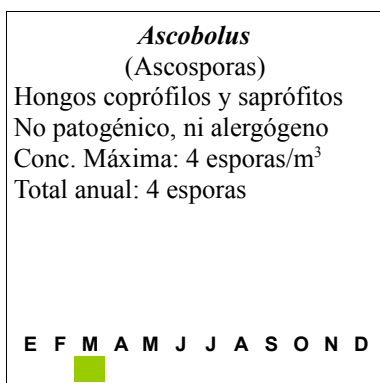
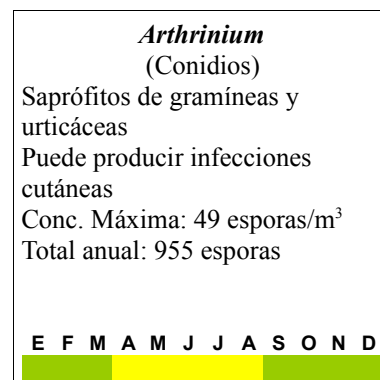
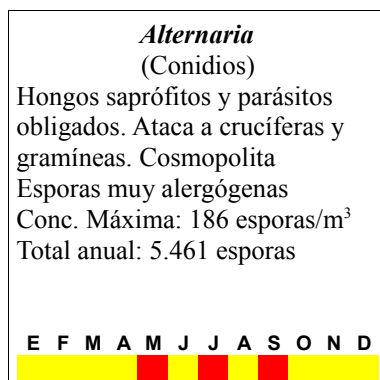
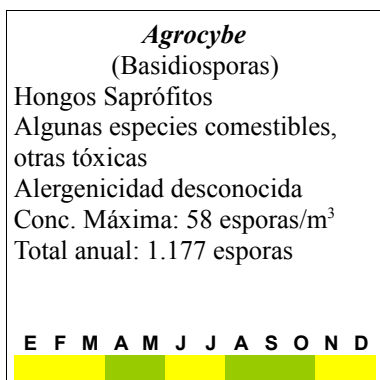
Esta espora también ha sido citada en países de todo el mundo, como Suecia (Rubulis, 1984), Italia (Cosentino *et al.*, 1995), Estados Unidos (Crotzer & Levetin, 1996), Brasil (Antoni, 2005) o Israel (Waisel *et al.*, 1997b).

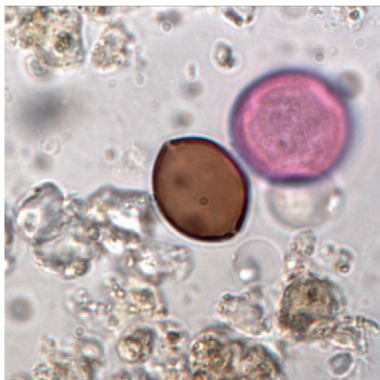
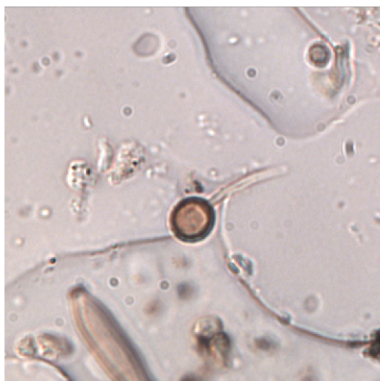
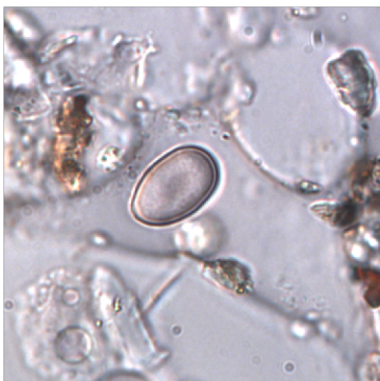
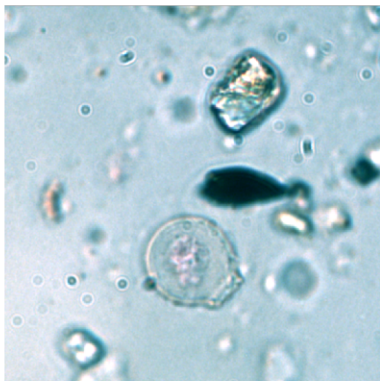
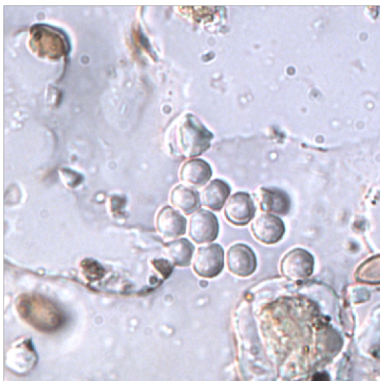
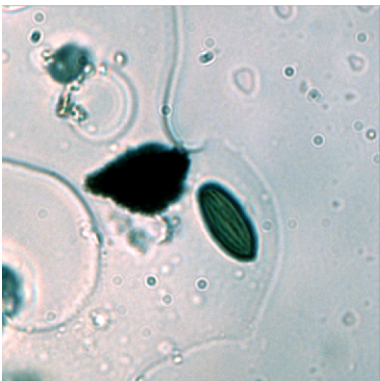
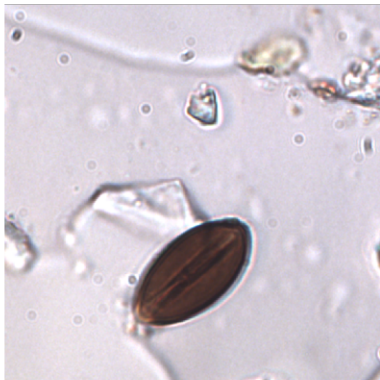
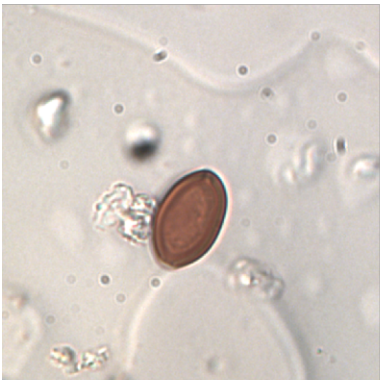
Diversos autores consideran las teliosporas de *Ustilago* como esporas propias de aire seco, por lo que condiciones de baja humedad y vientos fuertes favorecen los mecanismos implicados en su liberación y dispersión (Antoni, *l.c.*).

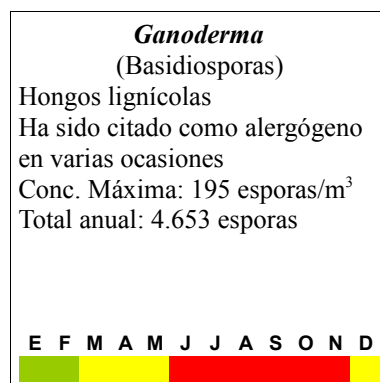
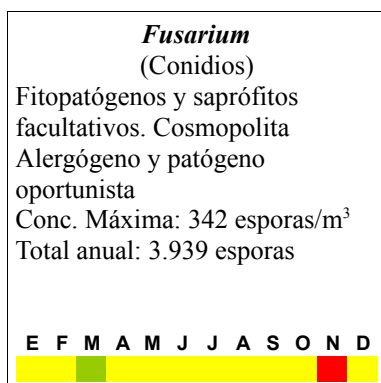
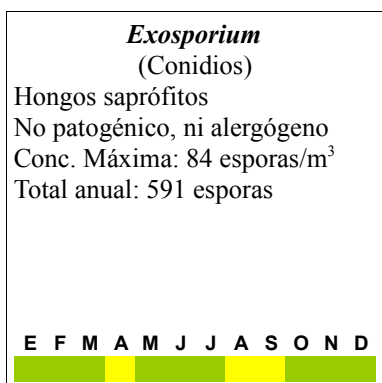
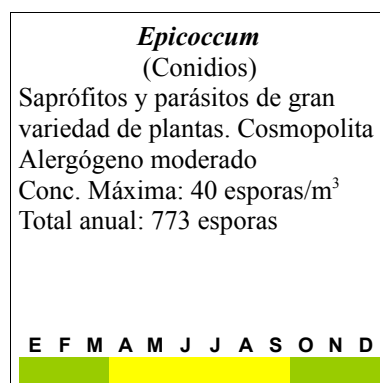
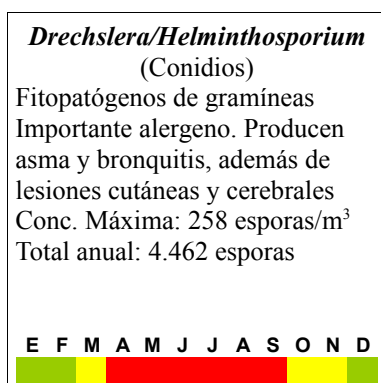
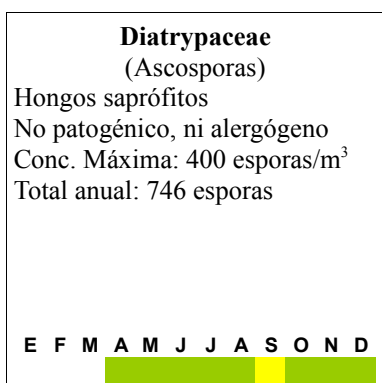
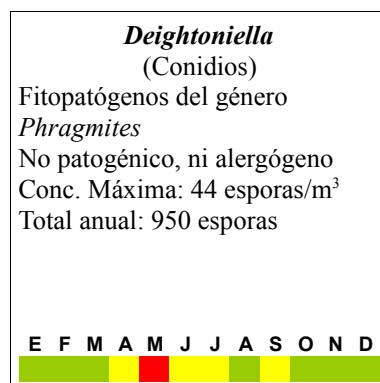
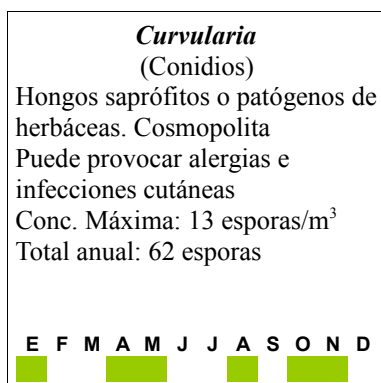
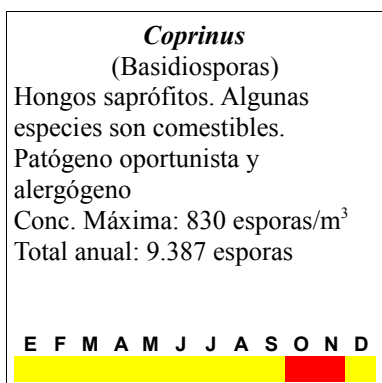
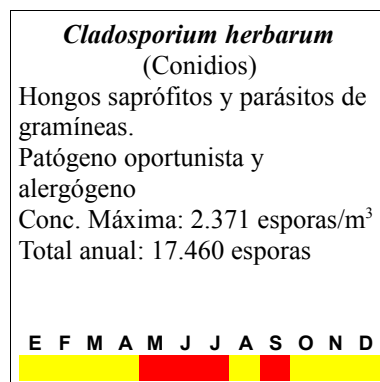
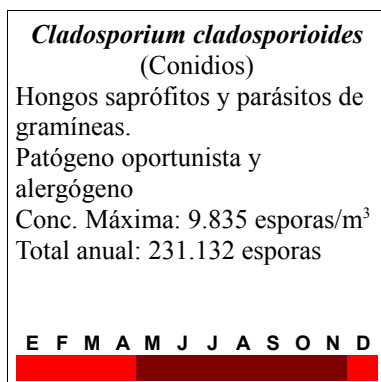
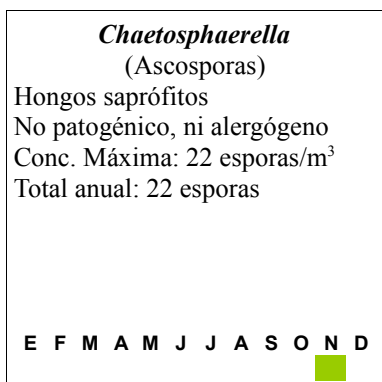
En Madrid este tipo de esporas se detectan principalmente de enero a marzo, mientras que en Sevilla (Morales, 2004), Hornachuelos (Bustos, 2006) y Nerja (Docampo, 2008) aparece con mayores concentraciones desde la primavera hasta el otoño, registrando los picos máximos a finales de primavera. En cuanto a las concentraciones que se alcanzan hubo mayor variación. En Sevilla las concentraciones máximas suelen situarse entorno a 500 esporas/m³, mientras que en Nerja, a pesar de ser un estudio del interior de una cueva, se alcanzan concentraciones superiores a 1.000 esporas/m³, aunque los mayores registros se producen en el Parque Natural de Hornachuelos, donde se alcanzan con frecuencia niveles superiores a 2.000 esporas/m³.

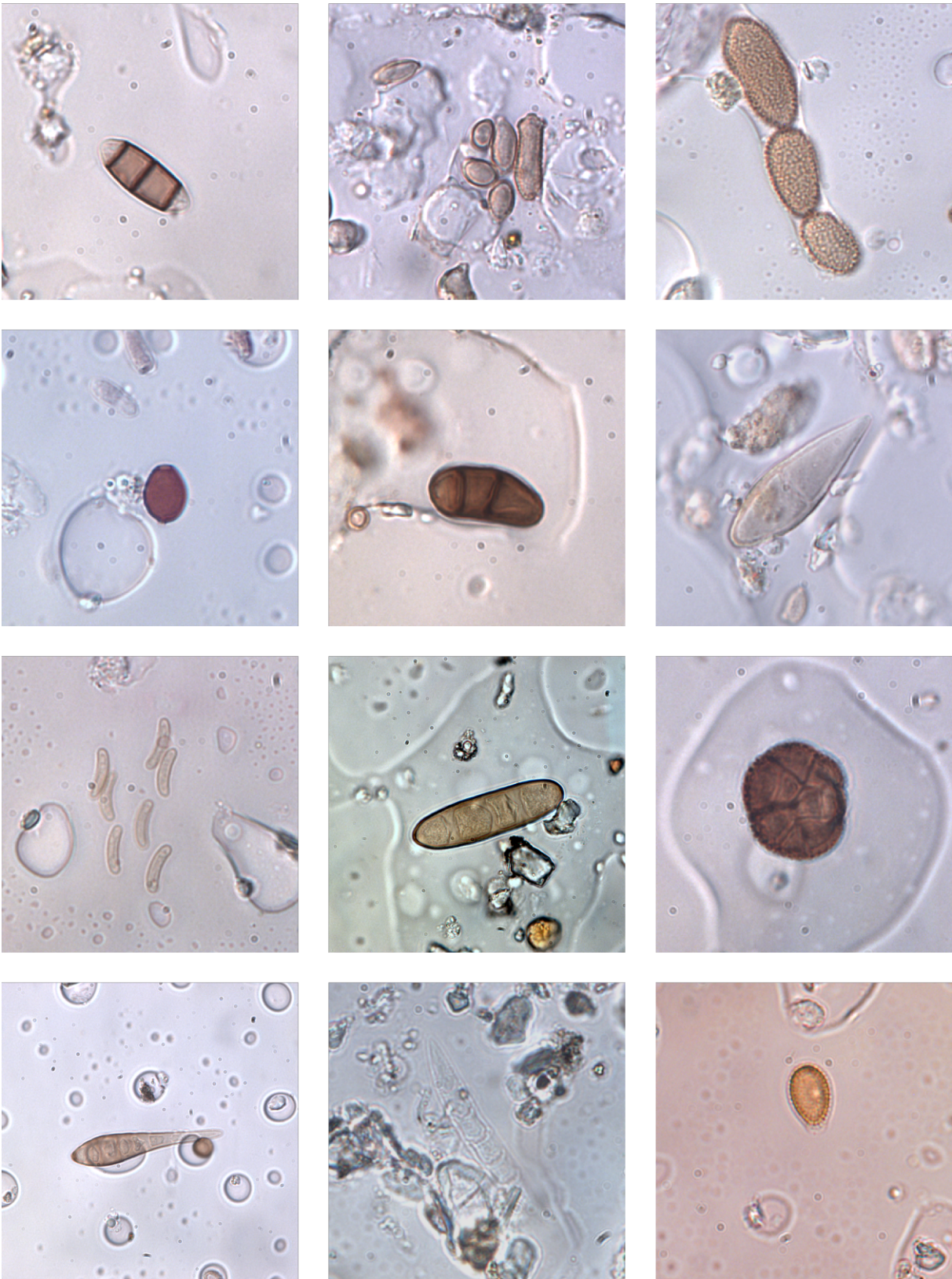
5.3.2. CATÁLOGO DE ESPORAS DETECTADAS EN LA COSTA DE GRANADA

En este apartado se muestra a modo de catálogo el conjunto total de esporas de la atmósfera de Motril. En el aparecen ordenadas alfabéticamente fotografías de todas las esporas identificadas. Cada imagen viene acompañada de una breve información en la que se detalla el tipo de espora de que se trata, el hábito de vida del hongo que la produce, su posible interés patológico y alergológico, así como el total de esporas contabilizado y la concentración diaria máxima. Finalmente se expone un calendario en el que se ha codificado por colores la incidencia de dicho taxon en cada mes del año, la leyenda utilizada es la que se detalló en el apartado de MATERIAL Y MÉTODOS correspondiente.









Gliomastix
(Conidios)
Hongos del suelo y coprófilos
Cosmopolita
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 36 esporas/m³
Total anual: 71 esporas

E F M A M J J A S O N D

Helicogermisli
(Ascosporas)
Hongos saprófitos
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 4 esporas/m³
Total anual: 4 esporas

E F M A M J J A S O N D

Helicomycetes
(Conidios)
Hongos saprófitos y parásitos de gramíneas
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 31 esporas/m³
Total anual: 355 esporas

E F M A M J J A S O N D

Leptosphaeria
(Ascosporas)
Hongos saprófitos y parásitos ocasionales
Productor de micetomas y con cierto carácter alergógeno
Conc. Máxima: 879 esporas/m³
Total anual: 7.561 esporas

E F M A M J J A S O N D

Massaria
(Ascosporas)
Hongos saprófitos. Cosmopolita
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 40 esporas/m³
Total anual: 204 esporas

E F M A M J J A S O N D

Massarina
(Ascosporas)
Hongos saprófitos
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 2.269 esporas/m³
Total anual: 13.275 esporas

E F M A M J J A S O N D

Myxomycetes
(Mixosporas)
Hongos mucilaginosos plasmodiales
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 75 esporas/m³
Total anual: 586 esporas

E F M A M J J A S O N D

Nigrospora
(Conidios)
Hongos saprófitos, ocasionalmente parásitos
Produce micosis cutáneas en inmunodeprimidos
Conc. Máxima: 27 esporas/m³
Total anual: 284 esporas

E F M A M J J A S O N D

Oidium
(Conidios)
Parásitos de plantas hortícolas (producen el mildiu)
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 36 esporas/m³
Total anual: 324 esporas

E F M A M J J A S O N D

Otidea
(Ascosporas)
Hongos saprófitos
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 510 esporas/m³
Total anual: 1.469 esporas

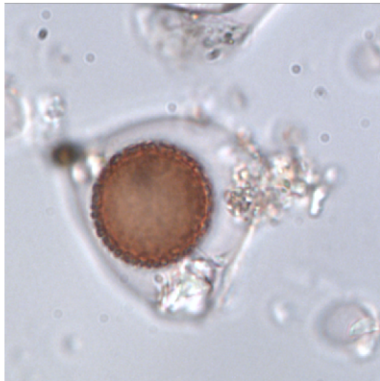
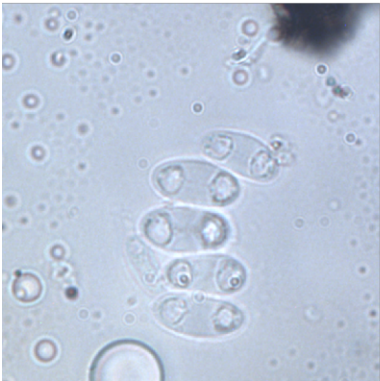
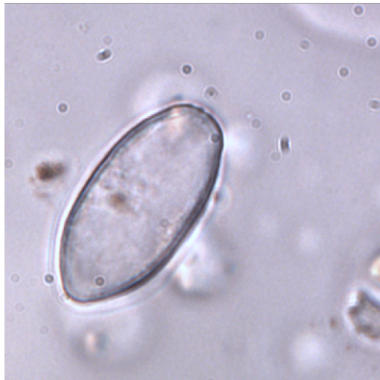
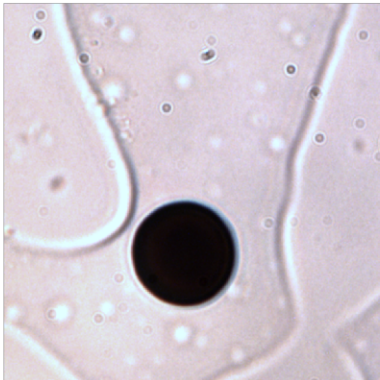
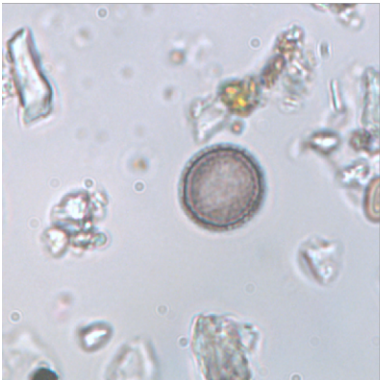
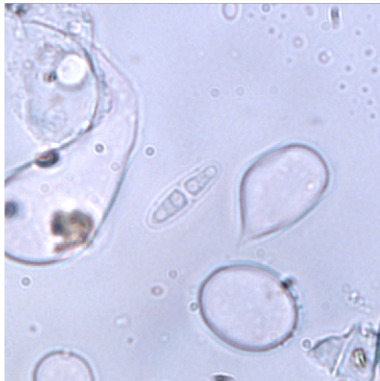
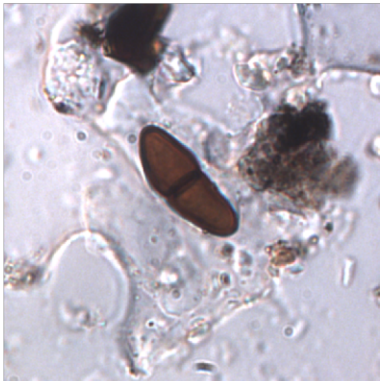
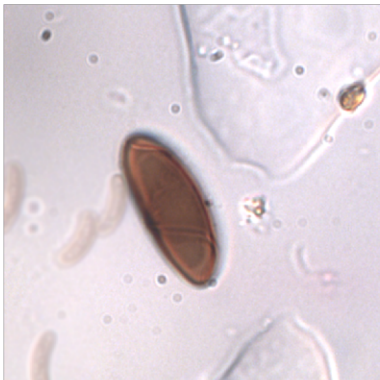
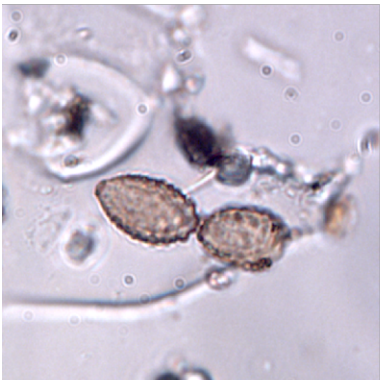
E F M A M J J A S O N D

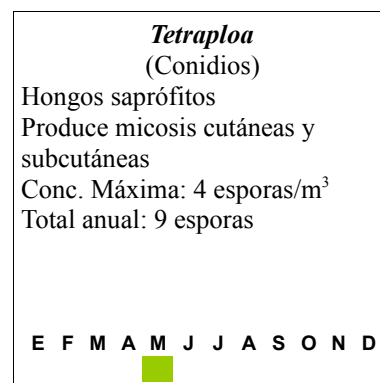
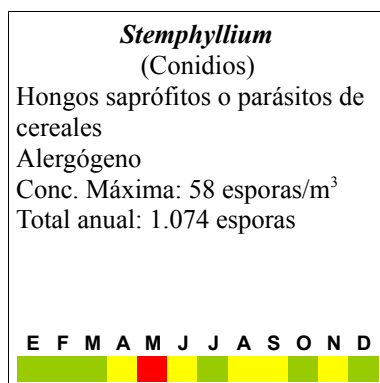
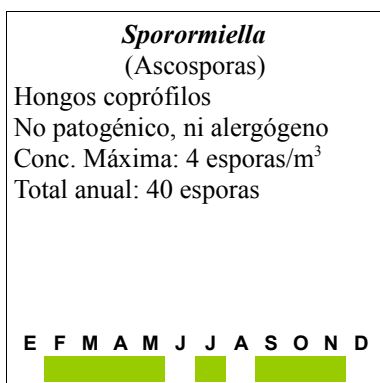
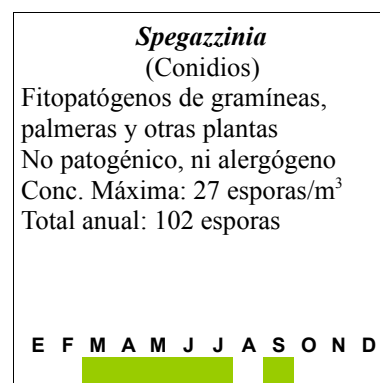
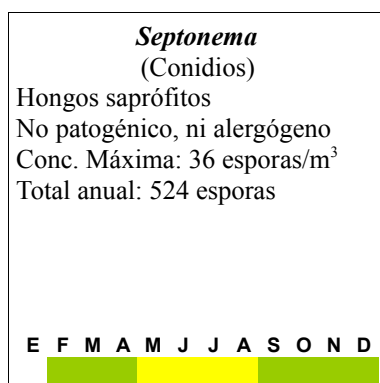
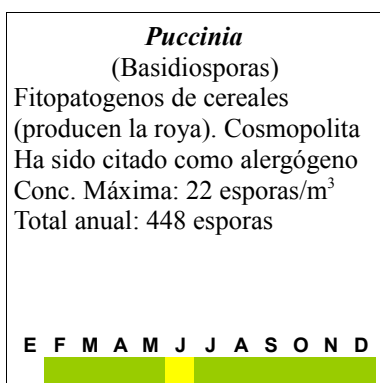
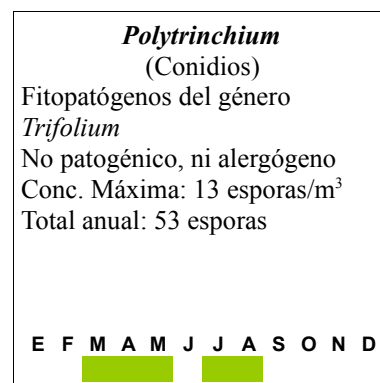
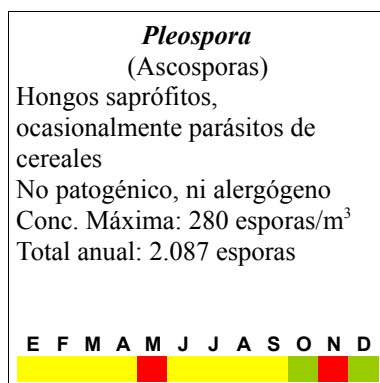
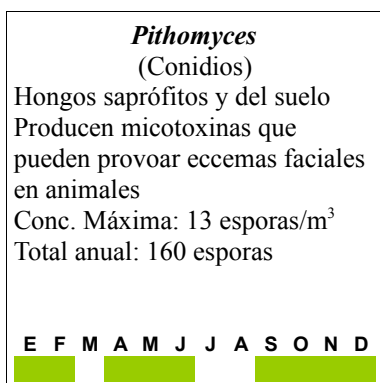
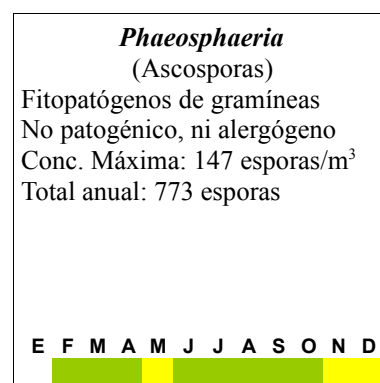
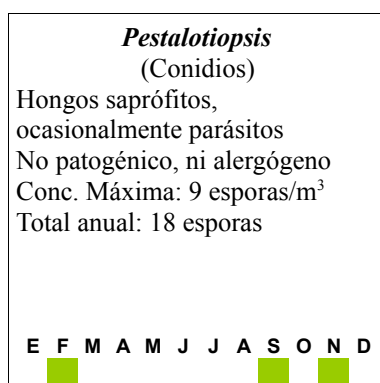
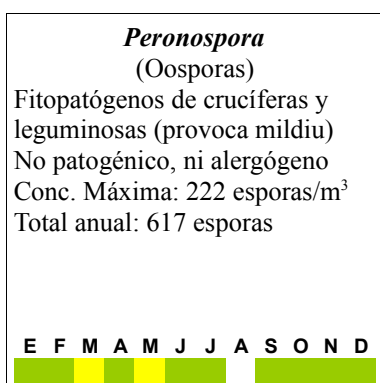
Paraphaeosphaeria
(Ascosporas)
Fitopatógenos de monocotiledóneas herbáceas
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 9 esporas/m³
Total anual: 36 esporas

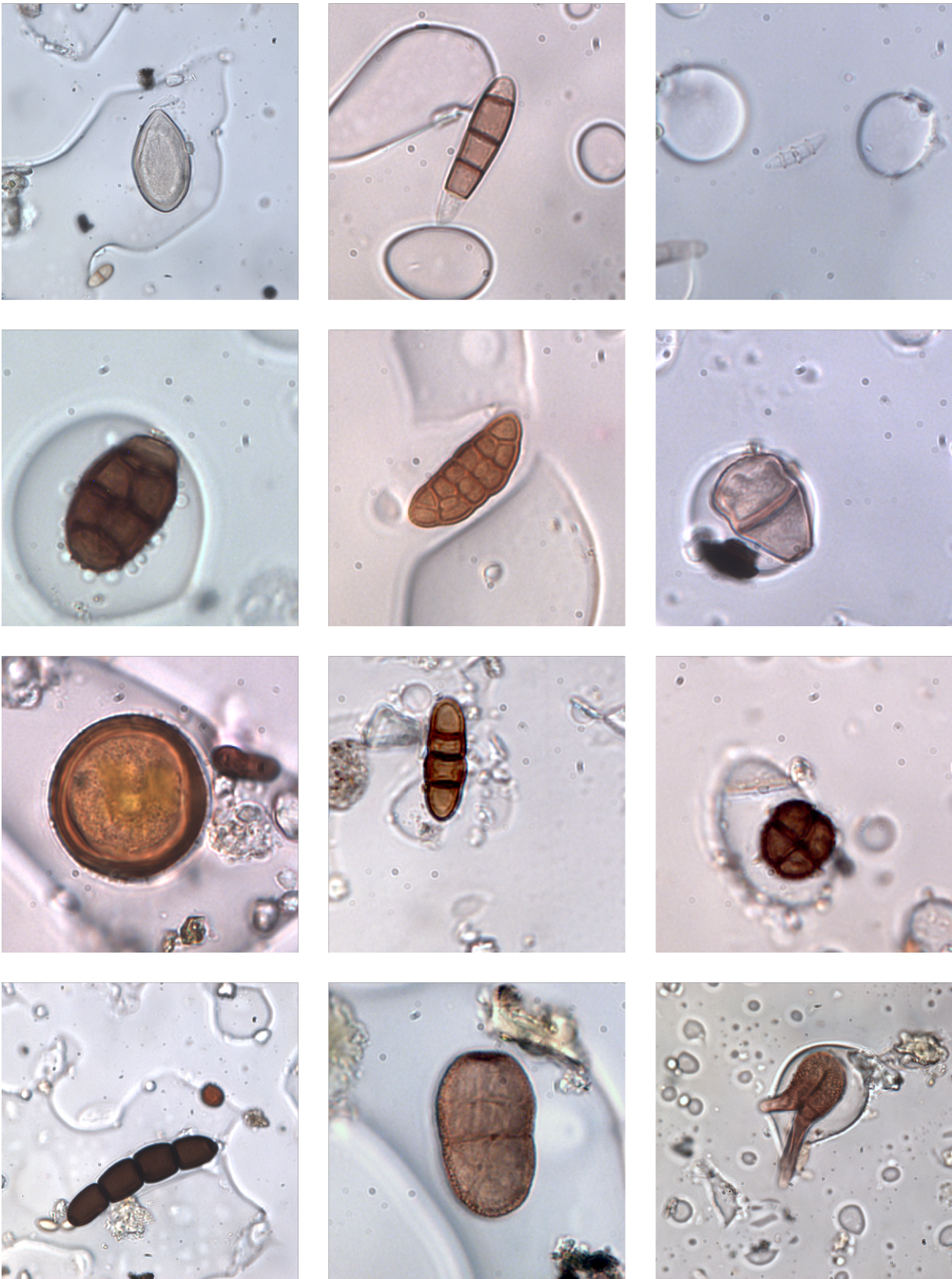
E F M A M J J A S O N D

Periconia
(Conidios)
Hongos saprófitos y del suelo
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 44 esporas/m³
Total anual: 355 esporas

E F M A M J J A S O N D







Tilletia
(Basidiosporas)
Parásitos de gramíneas (producen el tizón del trigo)
Sus esporas son alergógenas
Conc. Máxima: 40 esporas/m³
Total anual: 164 esporas

E F M A M J J A S O N D

Torula
(Conidios)
Hongos saprófitos o del suelo, a veces parásitos de gramíneas
Polémico desde el punto de vista alergogénico
Conc. Máxima: 62 esporas/m³
Total anual: 644 esporas

E F M A M J J A S O N D

Trichia
(Mixosporas)
Hongos mucilaginosos plasmodiales
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 13 esporas/m³
Total anual: 98 esporas

E F M A M J J A S O N D

Trichocladium
(Conidios)
Hongos saprófitos y del suelo
Puede producir queratitis
Conc. Máxima: 9 esporas/m³
Total anual: 44 esporas

E F M A M J J A S O N D

Trichothecium
(Conidios)
Hongos saprófitos y del suelo
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 9 esporas/m³
Total anual: 44 esporas

E F M A M J J A S O N D

Ulocladium
(Conidios)
Hongos saprófitos y del suelo
Puede producir micosis subcutáneas
Conc. Máxima: 40 esporas/m³
Total anual: 355 esporas

E F M A M J J A S O N D

Uredospora
(Basidiosporas)
Fitopatógenos (fase de repetición de la roya)
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 36 esporas/m³
Total anual: 249 esporas

E F M A M J J A S O N D

Ustilago
(Basidiosporas)
Fitopatógenos (produce el tizón de los cereales)
Sus esporas son alergógenas
Conc. Máxima: 710 esporas/m³
Total anual: 9.097 esporas

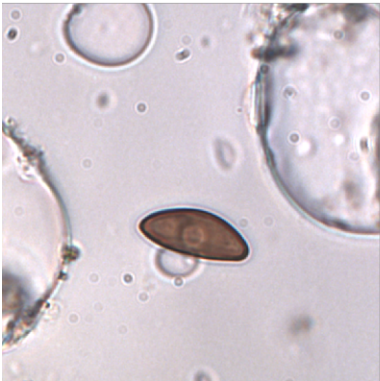
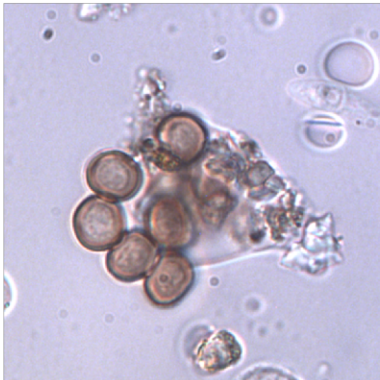
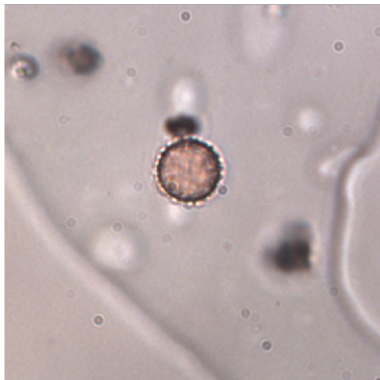
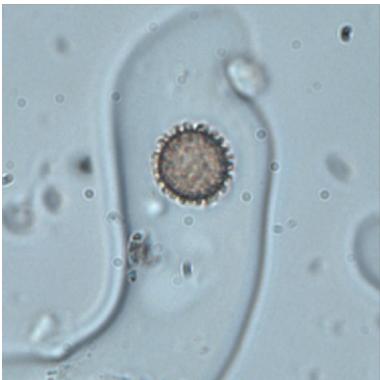
E F M A M J J A S O N D

Venturia
(Ascosporas)
Fitopatógenos de fanerógamas, incluidas plantas agrícolas
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 40 esporas/m³
Total anual: 231 esporas

E F M A M J J A S O N D

Xylariaceae
(Ascosporas)
Hongos saprófitos o parásitos moderados
No patógeno, ni alergógeno
Conc. Máxima: 13 esporas/m³
Total anual: 71 esporas

E F M A M J J A S O N D



6. DISCUSIÓN GENERAL

6.1. DATOS METEOROLÓGICOS

En general, los datos de todas las variables medidas por las dos estaciones meteorológicas presentan una fuerte correlación y unas regresiones lineales claras, por lo que consideramos que reflejan una misma realidad y por ofrecen una visión verosímil de las características meteorológicas de la zona de estudio.

En cualquier caso, las pequeñas diferencias encontradas entre ambas pueden achacarse a las variaciones microclimáticas ocasionadas por su situación espacial. En el caso de la estación INM su ubicación en primera línea de costa hace que la humedad relativa sea sensiblemente mayor que en la estación de la RAIF a unos 4 kilómetros al interior. Ésta última puede verse afectada por el efecto Foehn, ya que al estar más próxima a las estribaciones montañosas recogería lluvias en días en los que la estación del INM no presenta registro pluviométrico alguno. Por otro lado, el relieve circundante a la estación RAIF produce un efecto sombra, que variará según la época del año, reduciendo la radiación solar incidente con respecto a la estación meteorológica del INM, que al estar situada en una zona abierta no sufre este tipo de fenómenos.

En general, estamos ante un periodo más cálido que el tipificado, en el que dicho calentamiento se hace especialmente patente en las temperaturas mínimas. Como resultado obtenemos una amplitud térmica anual de 9 °C, inferior a la media climática de la zona (10 °C). Todas las precipitaciones anuales también han sido inferiores al promedio climático, lo que indica que nos encontramos en un periodo seco. En cuanto a la radiación solar, es imposible establecer comparaciones con la información climática ya que no se han encontrados datos históricos expresados en las mismas unidades. La humedad relativa no presentó una tendencia clara con respecto a la media climática ya que presentó oscilaciones entre los distintos años sin ningún patrón fijo.

La velocidad del viento parece mantener en términos generales el mismo comportamiento con vientos frecuentes de baja intensidad. Los fenómenos de brisa tan característicos de las zonas costeras aseguran el movimiento casi constante del aire. La velocidad media del viento ha presentado una gran constancia, y aunque con valores medios bajos la frecuencia de las calmas es muy pequeña. Los valores máximos tampoco son demasiado elevados, sólo esporádicamente se superaron los 50 km/h, lo que concuerda perfectamente con los datos climáticos consultados.

Desde un punto de vista comparativo, los años más cálidos fueron 2003 y 2004, con una media de 1 °C superior a los dos últimos años de estudio (2005 y 2006). En cuanto a la evolución estacional de las temperaturas, éstas han tenido un comportamiento típico del clima mediterráneo, siendo de destacar los bajos registros durante la primavera de 2004.

Con respecto a las precipitaciones, 2004 y 2005 fueron los dos años más secos de todo el estudio, concentrando las precipitaciones en primavera, mientras que 2003 y 2006 registraron casi el doble de precipitaciones, debido sobre todo a la presencia de lluvias durante el otoño y el invierno.

En cuanto a la humedad relativa, 2003 y 2005 fueron los años más secos de nuestro estudio, situándose por debajo de los valores tipificados, mientras que 2004 y 2006 fueron años más húmedos. Altibajos de los valores como los descritos en Motril también han sido citados en otras localidades cercanas, como Almería (Sabariego, 2003) y Málaga (Recio, 1995), aunque en ninguno de estos trabajos se ofrece una explicación para ellos.

En definitiva, 2006 presentó un término general el comportamiento y los valores más próximos a la media climática. Durante este año se registraron las temperaturas más bajas del estudio, que aún así fueron 1,3 °C más altas que el promedio climático, con precipitaciones algo más bajas de lo habitual y una humedad relativa ligeramente superior a la media climática.

6.2. DATOS POLÍNICOS

6.2.1. ESPECTRO POLÍNICO

Como veremos a continuación, al estudiar el espectro polínico de la atmósfera de Motril nos encontramos ante un espectro rico, tanto en diversidad polínica (49 tipos diferentes), como en la cantidad de polen registrado.

6.2.1.1. Composición del espectro polínico

Catorce de los tipos polínicos han sido considerados principales por alcanzar registros de consideración, tanto anuales, como diarios, además de aparecer de forma regular y constante. Todos ellos proceden de plantas anemófilas excepto Myrtaceae, *Olea* y Palmae que se les considera anfífilos. La naturaleza de su presencia en el área de estudio es muy diversa, algunos forman parte de la flora ornamental de la ciudad como es el caso de Cupressaceae,

Platanus, Myrtaceae y Palmae, mientras que otros proceden de cultivos como Olea, y el resto proceden de la vegetación natural. Algunos de los más importantes pertenecen a formaciones naturales, como *Quercus* y Poaceae; así como *Artemisia*, *Rumex* o *Plantago*. Otros proceden de las masas forestales repobladas, *Pinus*, o de la vegetación ruderal, como Urticaceae, Chenopodiaceae y *Mercurialis*.

A este grupo le siguen quince tipos polínicos cuya presencia en el espectro es mucho menor e irregular, aún así aparecen todos los años con una estacionalidad clara. Este grupo es más heterogéneo, ya que lo constituyen casi a partes iguales plantas anemófilas (7 tipos) y entomófilas (8 tipos). Entre los entomófilos, algunas forman parte de la vegetación natural, como Compositae, Ericaceae, Leguminosae o Umbelliferae. *Echium* y *Ricinus* aparecen como ruderales viarias y *Castanea* está naturalizada en Sierra Nevada, por lo que su presencia en Motril depende del transporte a media distancia. Entre los tipos de plantas anemófilas, que debido a la naturaleza y adaptaciones de su polinización podrían aparecer en mayores concentraciones en el aire, se encuentran especies no representadas en el área de estudio y la presencia de su polen se debe a transporte a media o larga distancia, como *Alnus* y *Cannabis*, o especies con una distribución muy restringida junto a riberas de ríos y hábitats similares, entre las que aparecen *Fraxinus* y Cyperaceae. Otras son propias de hábitats muy deteriorados en la actualidad, como *Pistacia*, o son cultivadas como ornamentales pero su uso no está muy extendido, como *Acer*, *Morus* y *Populus*.

Los tipos polínicos restantes fueron muy poco frecuentes además de muy irregulares, tanto en los índices anuales como mensuales. La mayoría proceden de plantas entomófilas, lo que explica su baja incidencia en la atmósfera de Motril a pesar de que algunas están muy extendidas en el área de estudio, como Cruciferae, *Thymelaea*, Labiatae, Lauraceae, Cistaceae y *Annona*. Otras se pueden considerar frecuentes, como *Tamarix*, *Salix*, Rosaceae, Caryophyllaceae y *Ligustrum*, o cultivadas de forma esporádica, como *Acacia*, *Parkinsonia* y *Elaeagnus*. Los seis tipos anemófilos proceden de plantas con una distribución muy limitada en el área de estudio, como *Typha*, o de plantas cultivadas de forma minoritaria, como *Ulmus*, *Casuarina* o *Betula*, o en zonas relativamente alejadas, como *Corylus* y *Juglans*.

Al comparar el espectro polínico de Motril con el de la ciudad de Granada, situada en el interior de la provincia, observamos que en ésta se detectan también un elevado número de tipos polínicos, concretamente cuarenta y siete tipos diferentes (Alba, 1997). En contra de lo descrito por algunos autores (Morrow Brown & Jackson, 1978; Bovallius *et al.*, 1978, Jato *et*

al., 2000) ambas ciudades muestran unos niveles totales similares (Alba, *l.c.*; De Linares, 2007). Al observar la composición del espectro polínico de ambas localidades se aprecia que está formado por los mismos tipos polínicos (*Olea*, Cupressaceae, Urticaceae, *Platanus* y *Quercus*), en general todos alcanzan mayores concentraciones diarias y también anuales en Granada (De Linares, 2007; Alba, 1997), excepto Urticaceae, que con niveles cinco veces superiores en la zona costera, y *Quercus*, que presentan aproximadamente los mismos valores.

Al observar las dos estaciones litorales más cercanas, Nerja y Almería, también se aprecian algunas diferencias importantes.

En el caso de Almería, el espectro polínico es muy diverso, con cuarenta y siete tipos polínicos diferentes, pero presenta unos índices polínicos muy bajos, que rondan los 17.000 granos anuales. En su composición aeropolínica encontramos *Olea*, Urticaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, Palmae, *Quercus*, *Artemisia* y Cupressaceae, todos ellos con valores anuales muy por debajo de los registrados en Motril, excepto Chenopodiaceae/Amaranthaceae y *Artemisia* que presentaron niveles similares, y Palmae, que fue mucho más frecuente y abundante en Almería (Sabariego, 2003).

En Nerja, por el contrario, los niveles de polen detectados fueron similares a los de Motril, sin embargo la diversidad polínica fue muy inferior, con tan sólo 37 tipos diferentes. En este caso, los niveles de los principales tipos polínicos fueron similares en ambas estaciones, con la excepción de Urticaceae, que en Nerja es menos abundante, y *Pinus* que juega un papel fundamental en la atmósfera de esta parte de la costa malagueña (Docampo, 2008).

Al considerar el conjunto de las estaciones aerobiológicas de España, se puede observar que los niveles totales de polen de la costa granadina son superiores al resto de localidades costeras de la península (Candau *et al.*, 2002a; González Minero *et al.*, 2002; Recio *et al.*, 2002; Trigo *et al.*, 2002; Fernández Casado *et al.*, 2002; Belmonte *et al.*, 2002a; Tortajada & Mateu, 2002; Hervés *et al.*, 2002; Rodríguez-Rajo *et al.*, 2002b; Moreno-Grau *et al.*, 2002), estando a la altura de ciudades del interior, como Córdoba (Alcázar *et al.*, 2002), Ciudad Real (Prieto *et al.*, 2002), Ponferrada (Vega-Maray *et al.*, 2002) o Badajoz (Silva *et al.*, 2002). Sólo aparecen cuatro localidades que presenten de forma frecuente niveles más elevados: Priego de Córdoba (Vázquez *et al.*, 2002), Jaén (Ruiz *et al.*, 2002), Cáceres (Paulino *et al.*, 2002) y Madrid (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002).

Relación con la vegetación

En definitiva, la gran diversidad polínica de la costa Granadina está motivada por la variedad vegetal presente en el área de estudio. Desde el punto de vista de la vegetación natural, la confluencia de tres sectores biogeográficos afecta de forma directa al contenido polínico de la atmósfera (Cita). Así, la presencia del sector Almeriense se manifiesta a través de los registros de *Artemisia*, Chenopodiaceae/Amaranthaceae, *Tamarix* y Caryophyllaceae. Mientras que la presencia del sector Malacitano-Almijareense es patente en las similitudes detectadas en algunos tipos polínicos entre la estación de Motril y la de Nerja, como *Mercurialis*, *Plantago*, *Quercus*, *Rumex* o *Pistacia*. Las estribaciones montañosas costeras hacen que la influencia del sector Alpujarreño-Gadoreense se vea atenuado, aunque su presencia se detecta a través de la presencia de tipos como *Castanea*.

Además de la influencia de los distintos tipos de vegetación que se dan cita en la costa, el espectro aeropolínico está condicionado por algunos elementos que le dan carácter propio. Este es el caso de la elevada incidencia de Urticaceae, o lo altos registros de algunas ornamentales, como Cupressaceae, Myrtaceae, Palmae y *Platanus*. Aunque también es característico la gran diversidad de pólenes entomófilos detectados, que proceden principalmente de los cultivos tropicales (*Annona* y Lauraceae), la vegetación ornamental (*Elaeagnus*, *Parkinsonia*, *Acacia*, *Ligustrum*, Rosaceae y *Platanus*) y los matorrales seriales o comunidades ruderales (Cruciferae, *Thymelaea*, Labiatae y Cistaceae).

Una parte importante del espectro polínico se ve afectada por plantas que se encuentran distribuidas en zonas más interiores de la provincia o en las sierras cercanas, cuya presencia en la atmósfera de Motril se debe al efecto de los vientos locales, brisa-contrabrisa y vallemontaña. Este es el caso de Ericaceae, que tiene que descender de las estribaciones montañosas litorales, o de *Olea*, que procede de los olivares situados a lo largo del valle de Lecrín y el interior de la provincia.

Finalmente, en este estudio también se ha detectado la presencia de transporte a larga distancia, como es el caso de *Cannabis* que proviene del norte de marruecos.

6.2.1.2. Polen de plantas leñosas y herbáceas

El 53,54 % del polen detectado procede de plantas herbáceas y un 46,46 % procede de plantas leñosas. La clasificación por tipos polínicos atiende a 17 de ellos se han considerado herbáceos (*Artemisia*, *Cannabis*, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cruciferae, Cyperaceae, *Echium*, Labiatae, Leguminosae, *Mercurialis*, *Plantago*, Poaceae, *Rumex*, *Typha*,

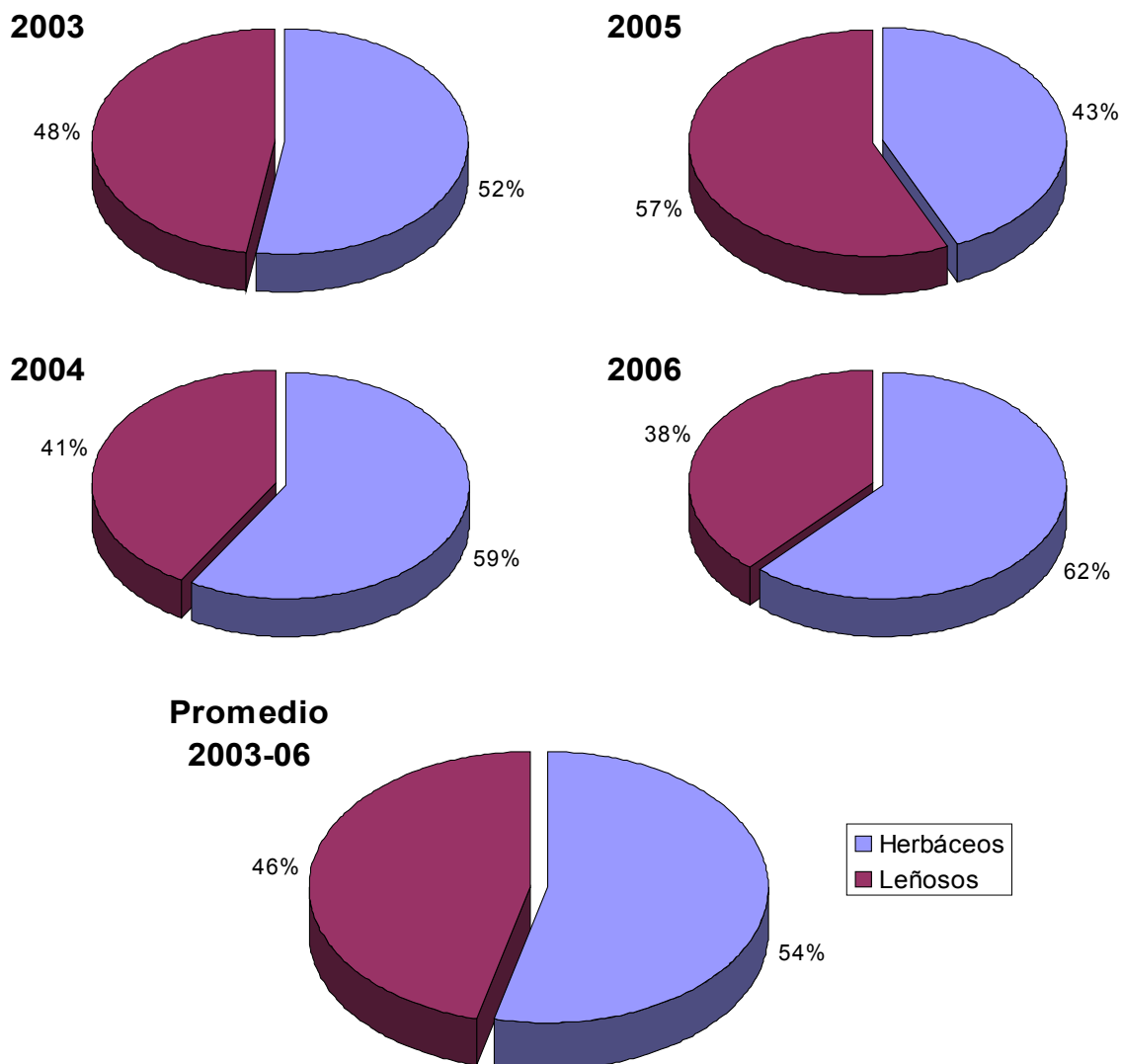


FIG. 146: Porcentaje de la cantidad de polen procedente de táxones leñosos y herbáceos.

Umbelliferae, Urticaceae) y 32 leñosos (*Acacia, Acer, Alnus, Annona, Betula, Castanea, Casuarina, Cistaceae, Corylus, Cupressaceae, Elaeagnus, Ericaceae, Fraxinus, Juglans, Lauraceae, Ligustrum, Morus, Myrtaceae, Olea, Palmae, Parkinsonia, Pinus, Pistacia, Platanus, Populus, Quercus, Ricinus, Rosaceae, Salix, Tamarix, Thymelaea y Ulmus*).

En las gráficas de los porcentajes de polen procedente de táxones herbáceos y leñosos (FIG. 146) se observa como este porcentaje se mantiene durante los años 2003, 2004 y 2006, mientras que en 2005 se invierte, siendo el único año en que dominan los táxones leñosos. La explicación para este hecho es que la escasez de precipitaciones de este año hizo que algunas herbáceas vieran reducidos drásticamente sus índices anuales, como fue el caso de Poaceae, Plantago y Rumex. Por su parte algunos táxones leñosos, que responden mejor a las

precipitaciones de años anteriores, no redujeron sus índices durante 2005, si no que además algunos presentaron un aumento de los mismos (*Quercus*).

Este aspecto de la aerobiología de Motril, contrasta con el de otras localidades del sur de España, donde se produce un predominio claro de los táxones leñosos sobre los herbáceos. De este modo en Almería se da una proporción 2:1 mientras que en Granada o Jaén llega a ser de 10:1 (Alba & Díaz de la Guardia, 1996; Ruiz *et al.*, 2002). En todo caso este dominio de las herbáceas de Motril está determinado de nuevo por la elevada incidencia de Urticaceae, ya que por si sólo supone el 41 % del espectro polínico completo.

6.2.2. EVOLUCIÓN INTERANUAL

Al observar la evolución anual de polen total se aprecia que las diferencias entre un año y otro pueden ser de 3.800 granos, lo que en términos relativos supone apenas un 7 % de diferencia entre el año con mayor carga polínica y el menor. Estas diferencias se producen entre 2004 y 2005, mientras que 2003 y 2006 presentaron cantidades intermedias.

La evolución del total va en contra de la de Urticaceae, por lo que se debe a otros tipos polínicos principales. De hecho, esta dinámica de Urticaceae ayuda a mantener más constante los valores de polen total que de otra manera habrían presentado mayores variaciones interanuales. La justificación a estas diferencias las encontramos en *Olea* y Cupressaceae, que si vieron disminuir su contribución al espectro polínico durante 2004. Estos descensos estuvieron motivados por el lavado atmosférico por parte de las precipitaciones, las primaverales en el caso de *Olea* e invernales en el de Cupressaceae. Además, un descenso de las temperaturas durante la primavera de este año retrasó la floración de *Olea* considerablemente.

El aumento de los niveles de 2005 se vieron afectados por una aumento considerable (265 %) de *Quercus*, que durante el resto de los años presentó niveles constantes. Al tratarse de una planta arbórea adaptada al clima mediterráneo y condiciones periodos de sequía presenta una producción polínica normal durante todos los años, sin embargo, la ausencia de precipitaciones durante su periodo de polinación en 2005 hizo que los niveles detectados ascendieran considerablemente.

En este sentido, aparecen algunos tipos polínicos que presentan índices anuales muy constantes a lo largo del estudio, debido a la presencia de adaptaciones a medios áridos, como

es el caso de *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Artemisia* y *Palmae*, o a la acción del hombre a través del riego al tratarse de plantas cultivadas, como en *Platanus*.

Con *Poaceae*, *Plantago* y *Rumex* pasa al contrario que con *Quercus*, se mantiene más o menos estable durante todo el estudio, excepto en 2005 que sufrieron un descenso importante. En este caso al tratarse de plantas herbáceas dependen directamente de las precipitaciones previas a la floración, por lo que en 2004, gracias a las lluvias otoñales de 2003 y las primaverales de 2004, pudo desarrollar su polinación normalmente, aunque en 2005, el carácter torrencial de las precipitaciones de su primavera no le permitieron presentar una elevada producción polínica.

6.2.3. DINÁMICA ESTACIONAL

Se detectó polen en todos los meses del año, aunque aparece un periodo de máximos niveles polínicos comprendido entre los meses de marzo a junio, en los que se detecta el 80,96 % de polen total, registrándose en marzo y mayo los mayores índices mensuales de polen total, con 12.173 granos y 15.281 granos respectivamente. Las concentraciones más bajas se obtienen de agosto a noviembre, concretamente en octubre (524 granos) y noviembre (598 granos).

La presencia continuada de polen, así como los periodos de mayores registros se producen como consecuencia del solapamiento de la floración de los distintos táxones que componen el espectro polínico.

Así la continua presencia de polen viene determinada por *Urticaceae*, que aunque presenta un periodo de máximas concentraciones durante la primavera no desaparece nunca de los muestreos, y *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, que presenta un periodo de polinación muy dilatado desde primavera hasta otoño. A los registros invernales de *Urticaceae*, se le suman las altas concentraciones de *Cupressaceae* en marzo y *Platanus* en marzo y abril, con lo que se justifica el pico de polen total que aparece de forma constante en este mes.

Los altos niveles polínicos de mayo, se deben a la contribución de algunos tipos polínicos importantes que presentan su pico durante este mes, como *Olea*, *Poaceae* y *Quercus*, así como a la presencia de numerosos tipos polínicos que en menor proporción pero también presentan sus máximos registros durante estas fechas (*Plantago*, *Pinus*).

6.2.4. VARIACIONES INTRADIARIAS

Según los patrones de variación intradiaria obtenidos en este trabajo, se han establecido varios grupos atendiendo a su dinámica horaria a lo largo del día.

Un primer grupo lo constituyen aquellos que presentan un pico claro, generalmente a medio día o durante la mañana. En él se encuentran Urticaceae, *Platanus*, Myrtaceae, *Mercurialis*, Cupressaceae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae y Palmae. Todos estos táxones forman parte de la vegetación más próxima al captador, por lo que el patrón intradiario detectado es el resultado de los mecanismos de antesis propios de cada taxon, lo que determina unos momentos de liberación mayoritaria del polen.

En un segundo grupo se incluyen aquellos táxones que presentan concentraciones superiores durante la noche y ligeramente más bajas durante el día. Presentaron este comportamiento los tipos *Rumex*, *Quercus*, *Pinus*, *Olea* y *Artemisia*. Estas plantas forman parte de la vegetación natural o repoblada que se distribuye en las sierras localizadas al norte de la estación aerobiológica. La distribución intradiaria de estos pólenes viene determinada por los fenómenos de brisa/contrabrisa locales, que determinan que durante la noche los vientos bajen desde las zonas de interior y montañosas hacia el mar, arrastrando cantidades mayores de estos tipos polínicos.

Finalmente aparecen dos tipos polínicos cuyo comportamiento intradiario Los que son muy irregulares tanto en su comportamiento horario, variando incluso de un año a otro, la variación intradiaria promedio de estos tipos resulta en un patrón muy homogéneo a lo largo del día. Los tipos que presentaron este comportamiento fueron: Poaceae y *Plantago*. La causa de este comportamiento se debe a que las plantas que presentan este tipo de polen aparecen muy bien representadas, no sólo en el área de estudio, si no en toda la provincia, por lo que el efecto de los vientos no se ve reflejado. Además, en el caso de Poaceae, este tipo polínico está integrado por un gran número de especies, las cuales presentan tipos de antesis diferentes (Alba, 1997) produciéndose la liberación del polen a diferentes horas del día según la especie.

6.2.5. CORRELACIONES Y AUTOCORRELACIONES

Los análisis de correlación de las concentraciones polínicas con las variables meteorológicas mostraron unos resultados difícilmente generalizables, puesto que cada tipo polínico presenta correlación con unas variables u otras dependiendo de su hábitat, periodo de

polinación, distribución de las plantas con respecto al captador, e incluso del año de estudio, ya que se detectaron diferencias de unos años a otros. En este sentido las temperaturas fueron unos de los parámetros que mayor número de correlaciones significativas presentó, siendo en término generales, positivas durante el prepico y negativas durante el postpico.

Por su parte las precipitaciones no presentaron un número muy grande de correlaciones, aparecieron sobre todo en el año 2003 y 2006, los más lluviosos, mientras que en 2004 y 2005 la escasez de registros pluviométricos impidió la aparición de significación en los análisis. En todo caso el efecto de las precipitaciones siempre fue negativo independientemente del tipo polínico y del periodo considerado.

La humedad relativa presentó generalmente un efecto negativo sobre las concentraciones polínicas. Su signo no cambió de signo al considerar prepico y postpico, pero en la mayoría de los casos si que se produjo una pérdida de la significación.

La radiación solar, debido a su papel sobre la maduración de las antesis y la liberación del grano de polen suele tener un efecto positivo sobre las concentraciones de polen y así se ha demostrado en la mayoría de los tipos polínicos estudiados en Motril.

Con respecto a los vientos, el comportamiento fue mucho más errático y variable, cambiando mucho de un taxon a otro. En términos generales se puede decir que un aumento en la velocidad del viento favoreció los niveles de polen en el aire, aunque algunos táxones como *Platanus* y *Chenopodiaceae/Amaranthaceae* se vieron perjudicados por éstos. En la dirección del viento es quizás donde se aprecia mejor el efecto de la distribución de las distintas fuentes emisoras con respecto al captador de partículas aerobiológicas. En este sentido los vientos de componente norte suelen ser beneficiosos para aquellos táxones distribuidos en las sierras colindantes o que proceden del interior de la provincia (*Olea*, *Pinus* o *Rumex*), mientras que los vientos del sur benefician a aquellos táxones que se encuentran distribuidos por la zona litoral (*Urticaceae*, *Cupressaceae*, *Poaceae* o *Mercurialis*).

Los análisis de autocorrelación mostraron siempre un descenso de la significación conforme se amplía el número de retardos considerados, siendo además todas además de signo positivo. Los resultados fueron muy similares entre todos los tipos polínicos estudiados. Sólo aquellos que presentan periodos de polinación muy largos, con concentraciones diarias muy bajas en las que no se puede definir una estacionalidad, ni un periodo de mayores

concentraciones, es en los que las autocorrelaciones descienden considerablemente su significación.

Al considerar sólo las autocorrelaciones parciales y por tanto eliminar el efecto acumulado de los distintos retardos, vemos que generalmente las correlaciones realmente significativas son las de un día anterior. Sólo en algunos casos como *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Pinus*, *Plantago*, *Poaceae* y *Rumex* aparecen otros retardos como significativos, por lo que también fueron incluidos en los análisis de regresión lineal múltiple.

6.2.6. REGRESIONES LINEALES MÚLTIPLES

Los resultados de los análisis de regresión permitieron obtener unos resultados muy buenos en la estimación de 5 tipo polínicos en los que se alcanzaron porcentajes del 60 % (*Artemisia*, *Cupressaceae*, *Myrtaceae*, *Quercus* y *Urticaceae*). El resto de los tipos polínicos presentaron unos ajustes más modestos, aunque se situaron generalmente alrededor del 40 % (*Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Mercurialis*, *Olea*, *Pinus*, *Plantago*, *Platanus*, *Poaceae* y *Rumex*). El peor de los modelos obtenidos fue el de *Palmae*, con el cual apenas se pudo estimar el 1 % de los datos.

En cuanto a las variables incluidas en los modelos, la concentración del día anterior fue siempre la primera en ser incluida, explicando por si sola más del 90 % de la variación final obtenida por los modelos. Las principales diferencias obtenidas entre la bondad de los ajustes de los distintos tipos polínicos se debe fundamentalmente a una menor autocorrelación de estos tipos polínicos con las concentraciones del día anterior. Lo que se aprecia especialmente en el caso de *Palmae*, que al presentar un periodo de polinación muy dilatado con concentraciones muy bajas y de carácter puntual presenta una autocorrelación muy baja, y el modelo construido a partir de ésta no consigue explicar una parte significativa de su variación. De la misma manera, aunque de forma menos acusada le ocurre a los tipos polínicos con PPP largos, como *Pinus*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*.

Sorprendentemente, uno de los factores que más ha influido en los modelos de regresión ha sido la dirección del viento, ya que se ha incluido en todos los modelos excepto en el de *Olea* y el de *Plantago*. Esto pone de manifiesto la importancia que los vientos juegan en las concentraciones de polen en la costa de Granada.

También fueron importantes el papel de las temperaturas, mientras que el resto de variables considerados sólo aparecieron en algunos modelos puntuales de determinados tipos polínicos.

En todo caso la inclusión de las variables meteorológicas en los modelos sólo supusieron una pequeña mejora sobre el modelo inicial construido sobre las concentraciones del día anterior.

Es de destacar también el papel que juegan en las regresiones algunas variables que no mostraron efecto significativo sobre las concentraciones polínicas al estudiar las correlaciones. Ésto se debe a que en las correlaciones se estudia el efecto de cada variable de forma aislada, mientras que con las regresiones se analiza el efecto de éstas sobre los residuales de los modelos anteriores, incorporando sucesivamente aquellas que expliquen de forma significativa parte de la variación en los residuales. Así hasta que no se mejore el modelo por lo que se asume que las variaciones restantes se deben al azar o a variables que no fueron consideradas. De este modo, efectos de unas variables sobre otras pueden quedar enmascarados en las correlaciones, mientras que en las regresiones pueden ponerse de manifiesto.

6.3. ESPECTRO ESPORAL

Aunque 2006 presentó un comportamiento meteorológico muy similar a la media climática las precipitaciones anuales fueron algo reducidas, lo que podría haber afectado a la producción, liberación y transporte de las esporas. Según Morales (2004), las concentraciones de conidiosporas (como *Cladosporium* spp., *Alternaria*, *Aspergillaceae*, *Drechslera*) y algunas basidiosporas (como *Ustilago* o *Ganoderma*) en años más lluviosos serían más reducidas, mientras que los niveles generales de basidiosporas, como *Coprinus*, y de ascosporas, como *Leptosphaeria* y *Massarina*, se verían incrementados.

En las 104 muestras se contabilizaron un total de 389.669 esporas y se identificaron 59 tipos diferentes. Entre todos ellos, destacaron 10 por representar el 82 % del espectro total, contribuyendo individualmente en más de un 1 %, mientras que los 48 restantes aportaron, en conjunto, menos del 18 %. Se detectaron esporas durante todo el año, aunque las mayores concentraciones tuvieron lugar en noviembre (12.840 esporas) y mayo (8.955 esporas); los valores más bajos se alcanzaron en enero, febrero y marzo, con 377, 523 y 568 esporas respectivamente.

Los tipos principales aparecen durante todo el año (FIG. 5), registrando sus mayores niveles en primavera (*C. herbarum*, Aspergillaceae, *Ustilago* y *Drechslera*) o en otoño (*Coprinus* y *Ganoderma*), mientras que otros presentan ambos picos (*Massarina* y *Leptosphaeria*) o aparecen durante un periodo muy largo (*C. cladosporioides* y *Alternaria*).

Nuestros resultados coinciden con los de otras zonas, como Madrid (Sáenz & Gutiérrez, 2003) o Sevilla (Morales, 2004), mostrando una composición esporal y dinámicas similares. Al igual que estas ciudades, Motril destaca por los altos niveles de *C. cladosporioides*, muy superiores a los registrados en Almería (Sabariego, 2003), que a pesar de ser costera presenta una humedad relativa bastante más baja.

Uno de los aspectos más destacables del estudio fueron los altos niveles de *Massarina*, ya que esta espora presentó concentraciones más elevadas que en otras localidades, lo que junto a su carácter fitopatógeno de gramíneas plantea futuros estudios sobre su relación con la vegetación y los cultivos de la zona.

7. CONCLUSIONES

Una vez expuestos los resultados del presente trabajo de investigación y habiendo tenido en cuenta los objetivos propuestos se presentan las siguientes conclusiones:

1. La atmósfera de Motril es rica desde el punto de vista de la diversidad de tipos polínicos identificados, así como por el número de granos de polen cuantificados. De los 49 tipos de polen estudiados, 32 corresponden a táxones leñosos y 17 a herbáceos. Con un valor promediado de 53.872 granos, los táxones herbáceos aportan el 53,54 %, mientras que los leñosos contribuyen con un 46,46 %.
2. En el espectro aeropolínico existe un claro predominio de catorce tipos, que en conjunto constituyen el 96,53 % del contenido total. El carácter anemófilo y la abundancia de las plantas que los constituyen en el entorno del captador (flora ornamental, vegetación natural y cultivos) son las responsables de su elevada incidencia. Destacan por orden de importancia: Urticaceae (40,91 %), *Olea* (16,09 %), Cupressaceae (15,98 %), *Quercus* (6,89 %), Poaceae (4,10 %), *Pinus* (2,81 %), Chenopodiaceae/Amaranthaceae (2,76 %) y *Artemisia* (2,17 %).
3. El 3,5 % restante del espectro de Motril esta compuesto por tipos polínicos que por su carácter entomófilo (Compositae o *Thymelaea*), por su escasa presencia en la zona (*Fraxinus* o *Acacia*), o su origen alóctono (*Cannabis*) no contribuyen de forma importante al contenido total pero le confieren singularidad.
4. Esta gran diversidad de tipos polínicos se debe a que la costa de granada constituye una zona de transición entre tres sectores biogeográficos diferentes, por lo que aparecen elementos propios del sector almeriense (Chenopodiaceae/Amaranthaceae y *Artemisia*), del sector malacitano-almijareense (*Mercurialis*, *Plantago*, *Quercus*, *Rumex* y *Pistacia*) y del alpujarreño-gadoreense (*Castanea*, *Alnus* y *Corylus*).
5. En la evolución interanual del polen total se aprecian diferencias mínimas entre el año con mayor carga polínica (2004) y el de menor (2005). Esta homogeneidad está provocada principalmente por Urticaceae, que presenta gran regularidad en sus índices anuales, siendo además el taxon más frecuente en los muestreos aerobiológicos.
6. El periodo de máxima emisión polínica está comprendida entre los meses de marzo a junio, donde se detecta el 80,96 % de polen total, siendo los meses de marzo (22,60 %) y mayo (28,36 %) los de mayor incidencia polínica. Las concentraciones más bajas

- se obtienen de agosto a noviembre, concretamente octubre y noviembre representan respectivamente el 1 % del total anual.
7. Al igual que ocurre en otras zonas costeras del sur de España, el periodo de polinación principal se inicia de forma más temprana que en zonas del interior o septentrionales. Si bien, las particulares condiciones climáticas de la zona permite una floración escalonada prolongándose de forma considerable el final del periodo de polinación.
 8. Según los patrones de variación intradiaria, aparecen dos grupos principales. El primero lo constituyen aquellos que presentan una estrecha franja horaria de máximas concentraciones (*Urticaceae*, *Platanus*, *Myrtaceae*, *Mercurialis*, *Cupressaceae*, *Chenopodiaceae/Amaranthaceae* y *Palmae*), todos ellos forman parte de la vegetación próxima al captador, por lo que esta dinámica responde al ritmo circadiano propio de cada taxon. El segundo está formado por aquellos táxones que presentan mayores niveles durante la noche (*Rumex*, *Quercus*, *Pinus*, *Olea* y *Artemisia*), en este caso, se trata de plantas distribuidas hacia el interior y su dinámica tiene su origen en los fenómenos de brisa/contrabrisa
 9. Con respecto al efecto de los parámetros meteorológicos sobre las concentraciones de polen, en general no es difícil establecer un patrón fijo; si bien, la temperatura es el factor que con mayor frecuencia resulta significativa ejerciendo un efecto positivo durante el periodo prepico y negativo en el postpico, por su parte cuando aparecen las precipitaciones provocan una disminución significativa de los niveles.
 10. Los análisis de regresión realizados explicaron un hasta el 60 % de la variación estacional de la mayoría de los táxones estudiados. La concentración del día anterior es la única variable que se incluyó en todos los modelos, si bien la dirección del viento suelen mejorar sensiblemente el porcentaje de predicción de los modelos. El resto de variables predictoras contribuyen de forma desigual dependiendo del taxon considerado.
 11. Con respecto al contenido en esporas, la atmósfera de Motril, también se ha revelado muy rica y variada, detectándose un total de 58 tipos esporales diferentes y 389.600 esporas en las 104 muestras analizadas.
 12. De todos los tipos identificados, 18 se corresponden con conidios pertenecientes al grupo de los Hongos Anamórficos y representan el 85,83 % de las esporas

- contabilizadas. Seguido de las ascoporas (16 tipos esporales) con un 6,92 % y de basidiosporas (9 tipos esporales) con un 6,91 %.
13. A pesar del elevado número de tipos esporales identificadas y la gran cantidad de esporas contabilizadas, sólo 10 superan individualmente el 1 % del total anual. Éstas en orden de importancia son: *Cladosporium cladosporioides* (59,3 %), *Aspergillus/Penicillium* (4,8 %), *Cladosporium herbarum* (4,5 %), *Massarina* (3,4 %), *Coprinus* (2,4 %), *Ustilago* (2,3 %), *Leptosphaeria* (1,9 %), *Alternaria* (1,4 %), *Ganoderma* (1,2 %) y *Drechslera* (1,2 %).
14. El periodo de máxima actividad fúngica está comprendida entre los meses de abril a noviembre, donde se detecta el 85 % del total anual, siendo los meses de mayo (14 %) y noviembre (16 %) los de mayor incidencia. Las concentraciones más bajas se obtienen de diciembre a marzo, en los que se recoge entre un 3 y un 5 % del total.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ABREU, I., H. RIBEIRO & M. CUNHA (2003). An Aeropalyological study of the Porto region (Portugal). *Aerobiologia*, 19(3): 235-241.
- ACCORSI, C.A., M. BANDINI, L. FORLANI & F. RIVASI (1991). Pollen grains in human cytology. *Grana*, 20: 102-108.
- ADAMS, G.C., T.R. GOTTWALD & C.M. LEACH (1986). Environmental factors initiating liberation of conidia of powdery mildews. *Phytopathology*, 76: 1239-1245.
- ADHIKARI, A., M.M. SEN, S. GUPTA-BHATTACHARYA & S. CHANDA (2000). Incidence of allergenically significant fungal aerosol in a rural bakery of West Bengal, India. *Mycophatologia*, 149(1): 35-45.
- AIRA, M.J., A. DOPAZO & M.V. JATO (2001). Aerobiological monitoring of Cupressaceae pollen in Santiago de Compostela (MW Iberian Peninsula) over six years. *Aerobiologia*, 17: 319-325.
- AIRA, M.J., M.V. JATO & I. IGLESIAS (2005). *Calidad del aire. Polen y esporas en la comunidad Gallega*. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- AL AALLALI, A. (2003). *Cartografía botánico-ecológica de detalle de la Alpujarra: Vertiente sur del parque natural de Sierra Nevada*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- AL-DOORY, Y., J.F. DOMSON, W.A. HOWARD & R.M. SLY (1980). Airborne fungi and pollens of the Washington, D.C., metropolitan area. *Annals of Allergy*, 45: 360-367.
- AL-SUBAI, A.A.T. (2002). Air-borne fungi at Doha, Qatar. *Aerobiologia*, 18(3-4): 175-183.
- AL-SUWAINE, A.S., S.M. HASNAIN & A.H. BAHKALI (1999). Viable airborne fungi in Riyadh, Saudi Arabia. *Aerobiologia*, 15(2): 121-130.
- ALBA, F. (1997). *Caracterización polínica de la atmósfera de Granada: Relación de las variables meteorológicas y modelos predictivos de los táxones más alergógenos*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- ALBA, F. & C. DIAZ DE LA GUARDIA (1996). El polen de las especies arbóreas y herbáceas en el espectro polínico de la atmósfera de Granada. *Monogr. Fl. Veg. Béticas*, 9: 123-133.

- ALBA, F. & C. DÍAZ DE LA GUARDIA (1998). The effect of air temperature on the starting dates of the *Ulmus*, *Platanus* and *Olea* pollen seasons in the SE Iberian Peninsula. *Aerobiologia*, 14: 191-194.
- ALBA, F., C. DÍAZ DE LA GUARDIA & P. COMTOIS (2000). The effect of meteorological parameters on diurnal patterns of airborne olive pollen concentration. *Grana*, 39: 200-208.
- ALBA, F., C. DÍAZ DE LA GUARDIA, C. DE LINARES, D. NIETO-LUGILDE & S. SABARIEGO (2008). Pollen records as bio-indicators of water in the subdeserts of Almería (SE Spain). En Prensa.
- ALBA, F., C. DÍAZ DE LA GUARDIA, S. SABARIEGO & D. NIETO-LUGILDE (2002). Aerobiología en Andalucía: Estación de Granada (2000-2001). *REA* 7: 65-70.
- ALBA, F., D. NIETO-LUGILDE, P. COMTOIS, C. DÍAZ DE LA GUARDIA, C. DE LINARES & L. RUIZ (2006). Airborne-pollen maps for *Olea europaeae* L. in eastern Andalucía (Spain) using GIS: Estimation models. *Aerobiologia*, 22: 107-116.
- ALCÁZAR, P. & P. COMTOIS (2000). The influence of sampler height and orientation on airborne *Ambrosia* pollen counts in Montreal. *Grana*, 39(6): 303-307.
- ALCÁZAR, P., C. GALÁN, P. CARIÑANOS & E. DOMÍNGUEZ (1998). Vertical variation in Urticaceae airborne pollen concentration. *Aerobiologia*, 14: 131-134.
- ALCÁZAR, P., C. GALÁN, P. CARIÑANOS, A. VELASCO & E. DOMÍNGUEZ (2002). Aerobiología en Andalucía: Estación de Córdoba (2000-2001). *REA*, 7: 49-54.
- ALEXOPOULOS, C.J. & C.W. MINS (1985). *Introducción a la Micología*. Ediciones Omega, Barcelona.
- ALISI, C., C. AFFERNI, P. LACOVACCI, B. BARLETTA, R. TINGHINO, C. BUTTERONI, E.M.R. PUGGIONI, I.B.H. WILSON, R. FEDERICO, M.E. SCHININA, R. ARIANO, G. DI FELICE & C. PINI (2001). Rapid isolation, characterization and glycan analysis of Cup a 1, the major allergen of Arizona cypress (*Cupressus arizonica*) pollen. *Allergy*, 56: 978-984.
- AMORESANO, A., P. PUCCI, G. DURO, P. COLOMBO, M.A. COSTA, V. IZZO, D. LAMBA & D. GERACI (2003). Assignment of Disulfure bridges in Par j 2.0101, a major allergen of *Parietaria judaica* pollen. *Biol. Chem.*, 384: 1165-1172.

- ANDERSEN, T.B. (1991). A model to predict the beginning of the pollen season. *Grana*, 30: 269-275.
- ANNIE, S. & N. LIEM (1980). Effects of light and temperature on anthesis of *Holcus lanatus*, *Festuca rubra* and *Poa annua*. *Grana*, 19: 21-29.
- ANTONI, B.C. (2005). *Caracterización del contenido fúngico atmosférico de Caxias do sul. Rio grande do sul. Brasil*. Tesis Doctoral. Universidad de León, León.
- APTROOT, A. (1998). A world revision of *Massarina* (Ascomycota). *Nova Hedwigia*, 66(1-2): 89-162.
- ARENAS, L., C. GONZÁLEZ, J.M. TABARÉS, I. IGLESIAS, J. MÉNDEZ & V. JATO (1996). Sensibilización cutánea a pólenes en pacientes afectos de rinoconjuntivitis-asma en la población de Ourense en el año 1994-95. *1º Simposio Europeo de Aerobiología*: 93-94. Santiago de Compostela.
- ARIANO, R., M. CHIAPELLA, G. AUGERI & R. PANZANI (1990). An unusual case of respiratory allergy to the pollen *Mercurialis annua*. *Clin. Exp. Allergy*, 20(Suppl. 1): 124.
- ARIANO, R., R. PANZANI, P. FALAGIANI, M. CHIAPELLA & G. AUGERI (1993). Respiratory allergy to the pollen of *Mercurialis annua* (Euphorbiaceae). *Ann. Allergy*, 70: 249-254.
- ARILLA, M.C., R. GONZÁLEZ-RIOJA, I. IBARROLA, A. MIR, J. MONTESEIRIN, J. CONDE, A. MARTÍNEZ & J.A. ASTURIAS (2006). A sensitive monoclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assay to quantify *Parietaria judaica* major allergens, Par j 1 and Par j 2. *Clin. Exp. Allergy*, 36(1): 87-93.
- ARMENTIA, A., A. QUINTERO, A. FERNÁNDEZ, J. SALVADOR & J.M. MARTÍN (1990). Allergy to pine pollen and pinon nuts: a review of three cases. *Ann. Allergy*, 64: 49-53.
- ASTURIAS, J.A., N. GÓMEZ-BAYÓN, J.L. ESEVERRI & A. MARTÍNEZ (2003). Par j 1 and Par j 2, the major allergens from *Parietaria judaica* pollen, have similar immunoglobulin E epitopes. *Clin. Exp. Allergy*, 33: 518-524.

- ASTURIAS, J.A., I. IBARROLA, B. BARTOLOMÉ, I. OJEDA, A. MALET & A. MARTÍNEZ (2002). Purification and characterization of Pla a 1, a major allergen from *Platanus acerifolia* pollen. *Allergy*, 57: 221-227.
- ASTURIAS, J.A., I. IBARROLA, J. FERNÁNDEZ, M.C. ARILLA, R. GONZÁLEZ-RIOJA & A. MARTÍNEZ (2005). Pho d 2, a major allergen from date palm pollen, is a profilin: cloning, sequencing, and immunoglobulin E cross-reactivity with other profilins. *Clin. Exp. Allergy*, 35(3): 374-381.
- ASTURIAS, J.A., I. IBARROLA, J.L. ESEVERRI, M.C. ARILLA, R. GONZÁLEZ-RIOJA & A. MARTÍNEZ (2004). PCR-based cloning and immunological characterization of *Parietaria judaica* pollen profilin. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 14(1): 43-48.
- AYTUĞ, B. & K.C. GÜVEN (1991). Allergenic significance of Fagaceae pollen. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spiekma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 207-209. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- AYUSO, R., J. CARREIRA & F. POLO (1995). Quantitation of the major allergen of several *Parietaria* pollen by an anti Par monoclonal antibody-based ELISA. Analysis of crossreactivity among purified Par j 1 and Par m 1 allergens. *Clin. Exp. Allergy*, 25: 993-999.
- AYUSO, R., F. POLO, N. CRIMI, B. PALERMO, A. MISTRETTA & J. CARREIRA (1990). Cross reactivity between *Morus alba* and *Parietaria judaica* pollen allergens. *Folia Allergol. Immunol. Clin.*, 37: 25-33.
- BALLERO, M., N. GIOANNIS, G. GORETTI, S. LOMBARDINI & G. FRENGUELLI (1992). Comparative study about airborne spores in Cagliari and Perugia. *Aerobiologia*, 8: 141-147.
- BALLERO, M., G. GORETTI, S. LOMBARDINI & G. FRENGUELLI (1992). Comparative study about airborne spores in Caligrari and Perugia. *Aerobiologia*, 8: 141-147.
- BARRIOS, J. (1942). Estudio polínico primaveral del campo de San Lucar de Barrameda y sus deducciones para la clínica. *Rev. Clin. Esp.*, 6: 29-33.
- BARTRA, J., M. SAN MIGUEL-MONCÍN, M. LOMBARDERO, R. ALONSO, B. FERNÁNDEZ, R. TELLA & A. CISTERO-BAHIMA (2004). Rhinoconjunctivitis and

- bronchial asthma due to monosensitization to *Quercus* pollen. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 113(2 Suppl.): S64-S65.
- BASS, D. & G. MORGAN (1997). A three year (1993–1995) calendar of pollen and *Alternaria* mould in the atmosphere of south western Sydney. *Grana*, 36: 293-300.
- BAYER, E.H.R. (1993). *Erica*. En: Castroviejo, S., C. Aedo, C. Gómez, M. Laínz, P. Montserrat, R. Morales, F. Muñoz, G. Nieto Feliner, E. Rico, S. Talavera & L. Villar. *Flora Iberica*, 4: 485-506. Ed. Servicio de Publicaciones del CSIC. Madrid.
- BELCHÍ, J., S. MORENO GRAU, J. BAYO, C. ROSIQUE, B. BARTOLOMÉ & J.M. MORENO (1997). *Zygophyllum fabago* L.: A new source of allergenic pollen. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 99: 493-496.
- BELMONTE, J. (1985). Datos para el estudio de la dinámica de la circulación del polen aerovagante de Catalunya. *Actas de Palinología*, 1: 177-182.
- BELMONTE, J. (1988). Concentración polínica en la atmósfera de Barcelona. *Orsis*, 3: 67-75.
- BELMONTE, J. & J.M. ROURE (1985). Contenido polínico de la atmósfera de Cataluña. Resultados año 1983. *Ann. Asoc. Palinol. Leng. Esp.*, 2: 319-328.
- BELMONTE, J. & J.M. ROURE (1991). Characteristics of the aeropollen dynamics at several localities in Spain. *Grana*, 30: 364-372.
- BELMONTE, J. & J.M. ROURE (2002a). Aerobiología en Catalunya: Estación de Lleida (2000-2001). *REA*, 7: 155-160.
- BELMONTE, J. & J.M. ROURE (2002b). Aerobiología en Catalunya: Estación de Tarragona (2000-2001). *REA*, 7: 161-166.
- BELMONTE, J. & J.M. ROURE (2002c). Aerobiología en Catalunya: Estación de Bellaterra (2000-2001). *REA*, 7: 137-142.
- BELMONTE, J. & J.M. ROURE (2002d). Aerobiología en Catalunya: Estación de Manresa (2000-2001). *REA*, 7: 143-148.
- BELMONTE, J., E. GABARRA & J.M. ROURE (2002a). Aerobiología en Catalunya: Estación de Barcelona (2000-2001). *REA*, 7: 131-136.

- BELMONTE, J., M.A. CANELA, R. GUARDANS & J.M. ROURE (1988). Comparison of pollen data obtained by Cour and modified Durham methods. *Pollen et spores*, 30(2): 257-264.
- BELMONTE, J., M. CANELA, R. GUARDIA, R.A. GUARDIA, L. SBAI, M. VENDRELL, P. CARIÑANOS, C. DÍAZ DE LA GUARDIA, A. DOPAZO, D. FERNÁNDEZ, M. GUTIÉRREZ & M.M. TRIGO (1999). Aerobiological dynamics of the Cupressaceae pollen in Spain, 1992-98. *Polen*, 10: 27-38.
- BELMONTE, J., R. PUIGDEMUNT & J.M. ROURE (2002b). Aerobiología en Catalunya: Estación de Girona (2000-2001). *REA*, 7: 149-154.
- BELMONTE, J., J.M. ROURE & F.X. MARCH (1996). El espectro polínico atmosférico de la ciudad de Vigo, dinámica y repercusión en la clínica de las alergias. Análisis de seis años de datos. *1º Simposio Europeo de Aerobiología*: 97-98. Santiago de Compostela.
- BELMONTE, J., J.M. ROURE & F.X. MARCH (1998). Aerobiology of Vigo, North-Western Spain: atmospheric pollen spectrum and annual dynamics of the most important taxa, and their clinical importance for allergy. *Aerobiologia*, 14: 155-163.
- BERENGUER SUBILS, S. (1999). *El síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación*. Instituto Nacional de la Seguridad Social e Higiene en el Trabajo. Madrid.
- BERMEJO, D. & A.M. GARCÍA (2002). Aerobiología en Aragón: Estación de Zaragoza (2000-2001). *REA*, 7: 101-106.
- BESSOT, J.C., K. SAYEGH & G. PAULI (1992). Rhinite pseudo-professionnelle et allergie vraie au pollen de papyrus. *Rev. Fr. Allergol.*, 32(4): 208-209.
- BIANCHINI, M. & E. PACCINI (1996). Explosive anther dehiscence in *Ricinus communis* L. involves cell wall modifications and relative humidity. *Int. J. Plant Sci.*, 157(6): 739-745.
- BLACKLEY, C.H. (1873). *Experimental researches on the causes and nature of catarrhus aestivus (hay fever or hay-asthma)*. Ed. Ballière, Tindall & Cox. Londres.
- BLANCO, C., T. CARRILLO, J. QUIRALTE, C. PASCUAL, M. MARTÍN & R. CASTILLO (1995). Occupational rhinoconjunctivitis and bronchial asthma due to *Phoenix canariensis* pollen allergy. *Allergy*, 50(3): 277-280.

- BOEHM, G. & R.M. LEUSCHNER (1979). Observation with an "Individual Pollen Collector". *Berichte* 5: 411-419. The first International Conference on Aerobiology, 13-15 Agosto 1978. Erich Schmidt Verlag. Berlin, Alemania.
- BOLETÍN DE INDICADORES TURÍSTICOS DE ANDALUCÍA (2006). Consejería de Turismo, Comercio y Deporte. Junta de Andalucía. Sevilla.
- BONNY, A.P. & P.V. ALLEN (1983). Comparison of pollen data from Tauber traps paired in the field with simple cylindrical collectors. *Grana*, 22: 51-58.
- BORAL, D. & K. BHATTACHARYA (2000). Aerobiology, allergenicity and biochemistry of three pollen types in Berhampore town of West Bengal, India. *Aerobiologia*, 16: 417-422.
- BOSTOCK, J. (1819). Case of a periodical affection of the eyes and chest. *Medical and Chirurgical Transactions*, 10: 161-165.
- BOUSQUET, J., B. GUÉRIN & F.B. MICHEL (1984). Allergy in the Mediterranean area. I. Pollen counts and pollinosis of Montpellier. *Clin. Allergy*, 14: 249-258.
- BOVALLIUS, A., B. BUCHT, R. ROFFEY & P. ANAS (1978). Three-year investigation of the natural airborne bacterial flora at four localities in Sweden. *Appl. Environ. Microbiol.*, 35: 847-852.
- BRICCHI, E., M. FORNACIARI, C. GIANNONI, F. GRECO, G. FASCINI, G. FRENGUELLI, G. MINCIGRUCI & B. ROMANO (1992). Fluctuations of grass pollen content in the atmosphere of East Perugia and meteorological correlations (year 1989). *Aerobiologia*, 8: 401-406.
- BRYANT, V.M. & G.D. JONES (2006). Forensic palynology: Current status of a rarely used technique in the United States of America. *Forensic Scien. Int.*, 163: 183-197.
- BUCHER, E., V. KOFLER, G. VORWOHL & E. ZIEGER (2004). *Lo spettro pollinico dei mieli dell'Alto Adige*. Laboratorio Biologico - Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente e la Tutela del Lavoro. Bolzano, Italia.
- BURGE, H.A. (1985). Fungus allergens. *Clin. Rev. Allergy*, 3: 319-331.
- BURGE, H.A. (1986). Some comments on the aerobiology of fungus spores. *Grana*, 25: 147-154.

- BURGOS, F. (1991). Pólenes y Medio Ambiente: Sensibilizaciones polínicas en Andalucía. *Actas XX Reunión de la Asociación de Alergólogos e Inmunólogos del Sur (AISUR)*: 134-141. Huelva.
- BURT, P., J. RUTTER & F. RAMÍREZ (1998). Airborne spores loads and mesoscale dispersal of the fungal pathogens causing Sigatoka diseases in banana and plantain. *Aerobiologia*, 14: 209-214.
- BUSTOS, I. (2006). *Caracterización aeromicológica de la atmósfera del Parque Natural de la Sierra de Hornachuelos, Correlación con los parámetros meteorológicos: el caso de la Sierra Albarrana*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- CABEZUDO, B., M. RECIO, J.M. SÁNCHEZ-LAULHÉ, M.M. TRIGO, F.J. TORO & F. POLVORINOS (1997). Atmospheric transportation of Marijuana pollen from north Africa to the southwest of Europe. *Atmospheric Environment*, 31(20): 3323-3328.
- CALABOZO, B., D. BARBER & F. POLO (2001). Purification and characterization of the main allergen of *Plantago lanceolata* pollen, Pla l 1. *Clin. Exp. Allergy*, 2: 322-330.
- CAMBÓN, G. (1983). Caractères du espectre pollinique de l'atmosphère de Valencia. En: *Actas IV Simp. Asoc. Palinol. Leng. Esp.*: 223-232.
- CANDAU, P., A.M. PÉREZ TELLO, F.J. GONZÁLEZ MINERO, M. CARRASCO & J. MORALES (2002b). Aerobiología en Andalucía: Estación de Sevilla (2000-2001). *REA*, 7: 95-100.
- CANDAU, P., J. CONDE & A. CHAPARRO (1981). Palinología de Oleaceae, incidencia de su polen en el aire de Sevilla, clínica de la polinosis. *Bot. Macar.*, 8-9: 89-102.
- CANDAU, P., M. CARRASCO, A.M. PÉREZ TELLO, F.J. GONZÁLEZ MINERO & J. MORALES (2002a). Aerobiología en Andalucía: Estación de Cádiz (2000-2001). *REA*, 7: 43-48.
- CAPEL MOLINA, J.J. (1981). *Los climas de España*. Oikos-tau. Barcelona.
- CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO DE LA OCA “ALPUJARRA-VALLE DE LECRÍN” (2001). Junta de Andalucía. Sevilla.
- CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO DE LA OCA “COSTA DE GRANADA” (2001). Junta de Andalucía. Sevilla.

- CARETTA, G. (1992). Epidemiology of allergic disease: The fungi. *Aerobiologia*, 8: 439-445.
- CARIÑANOS, P., C. GALÁN, P. ALCÁZAR & E. DOMÍNGUEZ (2004). Airborne pollen records response to climatic conditions in arid areas of the Iberian Peninsula. *Environ. Exp. Bot.*, 52(1): 11-22.
- CARIÑANOS, P., C. GALÁN, P. ALCÁZAR, A. VELASCO & E. DOMÍNGUEZ (2002a). Aerobiología en Andalucía: Estación de Chirivel (2000). *REA*, 7: 39-42.
- CARIÑANOS, P., J.A. SÁNCHEZ-MESA, J.C. PRIETO, A. LÓPEZ, F. GUERRA, C. MORENO, E. DOMÍNGUEZ & C. GALÁN (2002b). Pollen allergy related to the area of residence in the city of Córdoba, south-west Spain. *J. Environ. Monit.*, 4: 734-738
- CARRETERO, P., S. JUSTE PICÓN, F. GARCÍA, P. ALLOZA, R. PÉREZ, J. BLANCO, C. REINARES, J. VICENTE & O. BASCONES (2005). Pólenes alérgicos y polinosis en la ciudad de Burgos. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 20: 90-94.
- CASTROVIEJO, S. (1986-2008). Flora Iberica, 1-10, 13, 18. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CHAKRABORTY, P., I. CHOWDHURY, S. GUPTA-BHATTACHARYA, S. GUPTA, D.N. SENGUPTA & S. CHANDA (1999). Clinicoimmunological studies on *Phoenix sylvestris* Roxb. pollen: An aeroallergen from Calcutta, India. *Allergy*, 54(9): 985-989.
- CHAKRABORTY, P., S. GUPTA-BHATTACHARYA & S. CHANDA (1996). Comparative aerobiology, allergenicity and biochemistry of three palm pollen grains in Calcutta, India. *Aerobiologia*, 12: 367-372.
- CHAKRABORTY, S., S.K. SEM & K. BHATTACHARYA (2000). Indoor and outdoor aeromycological survey in Burdwan, West Bengal, India. *Aerobiologia*, 16(2): 211-219.
- CHAPARRO, A. (1991). Mapa polínico de Andalucía (Método volumétrico). *XX Reunión de Alergólogos e Inmunólogos del Sur*: 103-116.
- CHAPMAN, J.A. (1986). Aeroallergens of Southeastern Missouri. USA. *Grana*, 25: 235-246.
- CHARPIN, D., M. CALLEJA, C. LAHOZ, C. PICHOT & Y. WAISEL (2005). Allergy to cypress pollen. *Allergy*, 60: 293-301.
- CHUINE, I. (2000). A unified model for budburst of trees. *J. Theor. Biol.*, 207: 337-347.

- CLOT, B. (1998). Forecast of the Poaceae pollination in Zurich and Basel (Switzerland). *Aerobiologia*, 14: 267-268.
- CLOT, B. (2003). Trends in airborne pollen: An overview of 21 years of data in Neuchâtel (Switzerland). *Aerobiologia*, 19(3-4): 227-234.
- COMTOIS, P. (1997). Pollen dispersal and long distance transport: the case of thermophilic pollen in subarctic Canada. *Aerobiologia*, 13: 37-42.
- COMTOIS, P. (2000). The gamma distribution as the true aerobiological probability density function (PDF). *Aerobiologia*, 16(2): 171-176.
- COMTOIS, P. & E. KUEHNE (2006). An aerobiological probabilities table. *The 8th International Congress on Aerobiology*. Neuchâtel, Suiza.
- COMTOIS, P. & P. MANDRIOLI (1996). The aerobiological results from the 1994 cruise of the Urania (cnr) on the Adriatic. I. Pollen and spore counts on the Mediterranean sea as compared to mainland Italia. *Aerobiologia*, 12(3): 167-172.
- COMTOIS, P. & N. MARCOUX (1999). An indoor air model. *Aerobiologia*, 15: 115-120.
- COMTOIS, P. & R.S. SCHEMENAUER (1991). Tree pollen viability in areas subject to high pollutant deposition. *Aerobiologia*, 7: 144-151.
- CONDE, J., A. BENJUMEDA, L. FERNÁNDEZ, R. PRIETO, A. CHAPARRO & A. DE LA CALLE (2002). Oleaceas. En: Valero, A.L. & A. Cadahía. *Polinosis. Polen y Alergias*: 99-119. MRA Ediciones, Barcelona.
- CORNFOLD, C.A., D.W. FOUNTAIN & R.G. BURR (1990). IgE-binding proteins from pine (*Pinus radiata* D.Don) pollen: evidence for cross-reactivity with ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.*, 93: 41-46.
- COSENTINO, S., M.E. FADDA & F. PALMAS (1995). Pollen and mould allergy in Southern Sardinia (Italy): comparison of skin-test frequencies and air sampling data.. *Grana*, 34: 338-344.
- COSTA, M.A., P. COLOMBO, V. IZZO, H. KENNEDY, S. VENTURELLA, R. COCCHIARA, G. MISTRELLO, P. FALAGIANI & D. GERACI (1994). cDNA cloning expression and primary structure of Par j 1, a major allergen of *Parietaria judaica* pollen. *FEBS Letters*, 341: 182-186.

- COUR, P. (1974). Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores*, 16: 103-141.
- COUR, P. & M. VAN CAMPO (1980). Previsión de rëcoletes à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 290: 1043-1046.
- CRAIG, R.L. & E. LEVETIN (2000). Multi-year study of *Ganoderma* aerobiology. *Aerobiologia*, 16(1): 75-81.
- CROCE, J., E.G.M. SILVA, E.L. HURTADO & T.H.A.T. QUELUZ (2003). Estudo dos fungos anemófilos da cidade de Botucatu e sua correlação com sensibilização em pacientes com doenças alérgicas respiratórias. *Rev. Bras. Alerg. Immunopatol.*, 26(3): 95-109.
- CROTZER, V. & E. LEVETIN (1996). The aerobiological significance of smut spores in Tulsa, Oklahoma. *Aerobiologia*, 12: 177-184.
- CVITANOVIC, S. & M. MARUSIC (1994). Hypersensitivity to pollen allergens on the Adriatic coast. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 4(2): 96-100.
- D'AMATO, G. (1991). European airborne pollen types of allergological interest and monthly appearance of pollination in Europe. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spiekma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 66-78. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- D'AMATO, G. (2002). Environmental urban factors (air pollution and allergens) and the rising trends in allergenic respiratory diseases. *Allergy*, 57(72): 30-33.
- D'AMATO, G. & G. LICCARDI (1994). Pollen-related allergy in the European Mediterranean area. *Clin. Exp. Allergy*, 24: 210-219.
- D'AMATO, G. & G. LOBEFALO (1989). Allergenic pollens in the southern Mediterranean area. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 83: 116-122.
- D'AMATO, G. & F.Th.M. SPIEKMA (1990). Allergenic pollen in Europe. *Grana*, 30: 67-70.
- D'AMATO, G. & F.Th.M. SPIEKMA (1992). European allergenic pollen types. *Aerobiologia*, 8: 447-450.

- D'AMATO, G. & F.Th.M. SPIEKSMAS (1995). Aerobiologic and clinical aspects of mould allergy in Europe. *Allergy*, 50: 870-877.
- D'AMATO, G., J. MULLINS, N. NOLARD, F.Th.M. SPIEKSMAS & R. WACHTER (1988). City spore concentrations in the European Economic Community (EEC). VII. Oleaceae (*Fraxinus*, *Ligustrum*, *Olea*). *Clin. Exp. Allergy*, 18: 541-547.
- D'AMATO, G., A. RUFFILLI, G. SACERDOTI & S. BONINI (1992). *Parietaria* pollinosis: a review. *Allergy*, 47: 443-449.
- D'AMATO, G., F.Th.M. SPIEKSMAS, F. LICCARDI, S. JÄGER, M. RUSSO, K. KONTOUFILI, H. NIKKELS, B. WÜTHRICH & S. BONINI (1998). Pollen related allergy in Europe. *Allergy*, 53(6): 567-578.
- DANKAART, W.F.J.M., L.O.M.J. SMITHIUS, P.J. BLAAUW & F.Th.M. SPIEKSMAS (1991). The appearance of pollen in the lower airways. *Grana*, 30: 113-114.
- DARDER, J.B. & F. DURAN (1936). Los problemas de la alergia respiratoria. Estudio del factor polínico del aire de Barcelona. *Rev. Med. Barcelona*, 25: 291-332.
- DE BENITO, V. & J. SOTO (2001). Pollinosis and pollen aerobiology in the atmosphere of Santander. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 16: 84-90.
- DE LINARES, C. (2007). *Análisis del polen alergógeno en la atmósfera de Granada: Evolución de las concentraciones polínicas, actividad alérgica e incidencia en la población atópica*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- DEDIC, A., M. HIMLY, E. ENGEL, K. RICHTER & F. FERREIRA (2002). Structural characterization of Art v 1, the major mugwort pollen allergen. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 109(1): S131.
- DÍAZ, M.R., I. IGLESIAS & M.V. JATO (1997). Airborne concentration of *Botrytis*, *Uncinula* and *Plasmopara* spores in Leiro-Ourense (NW Spain). *Aerobiologia*, 13: 31-35.
- DÍAZ DE LA GUARDIA, C. (1995). Aerobiología de Andalucía: Urticáceas. *REA*, 1: 27-28.
- DÍAZ DE LA GUARDIA, C. & G. BLANCA (1994). *Flora ornamental de Granada. Polen e incidencia en las alergias*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. Granada.

- DÍAZ DE LA GUARDIA, C., F. ALBA, C. DE LINARES, D. NIETO-LUGILDE & J. LÓPEZ CABALLERO (2006). Aerobiological and allergenic analysis of Cupressaceae pollen in Granada (Southern Spain). *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 16(1): 24-33.
- DÍAZ DE LA GUARDIA, C., F. ALBA, F. GIRÓN & S. SABARIEGO (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., F. ALBA, D. NIETO-LUGILDE & S. SABARIEGO (2003). Diez años de control aerobiológico en la atmósfera de la ciudad de Granada: calendario polínico (1992-2001). *Polen*, 13: 251-260.
- DÍAZ DE LA GUARDIA, C., R. ALONSO & I. BOCIO (1991). Análisis de las recetas de vacunas antialérgicas en la provincia de Granada. *Monogr. Fl. Veg. Béticas*, 6: 83-98.
- DÍAZ DE LA GUARDIA, C., R. ALONSO, F. ALBA & F. VALLE (1995). Airborne grass pollen in Granada (Spain). *Aerobiologia*, 11(1): 47-50.
- DÍAZ DE LA GUARDIA, C., S. SABARIEGO, F. ALBA, L. RUIZ, H. GARCÍA MOZO, F.J. TORO, R. VALENCIA, F.J. RODRÍGUEZ RAJO, A. GUARDIA & P. CERVIGÓN (1999). Aeropalynological study of the genus *Platanus* L. in the Iberian Peninsula. *Polen*, 10: 93-101.
- DÍAZ IGLESIAS, M.R., I. IGLESIAS & V. JATO (1998). Seasonal variation of airborne fungal spore concentrations in a vineyard of North-West Spain. *Aerobiologia*, 14: 221-227.
- DÍEZ HERRERO, A., M. GUTIÉRREZ, A. SANTIAGO LUIS & R.I. PÉREZ HERMANSÁIZ (2002). Aerobiología en Madrid: Estación de Aranjuez (2000-2001). *REA*, 7: 231-236.
- DIXIT, A., W. LEWIS, J. BATY, W. CROZIER & J. WEDNER (2000). Deuteromycete aerobiology and skin-reactivity patterns – A two years concurrent study in Corpus Christi, Texas, USA. *Grana*, 39(4): 209-218.
- DOCAMPO, S. (2008). *Estudio aerobiológico de la atmósfera de la costa oriental de Málaga (Sur de España) e incidencia de las esporas fúngicas en el interior de la cueva de Nerja*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga, Málaga.

- DOMÍNGUEZ, E. (1994). Analytical methods. En: G. Ariatti & C. Galán. *Course of Advanced Aerobiology*. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- DOMÍNGUEZ, E. (1995). Aerobiología en Andalucía. El olivo, *Olea europaea*. *REA*, 1: 21-22.
- DOMÍNGUEZ, E., C. GALÁN, F. VILLAMANDOS & F. INFANTE (1991). Manejo y evaluación de los datos obtenidos en los muestreos aerobiológicos. *REA*, 1: 1-18.
- DOMÍNGUEZ, E., F. INFANTE, C. GALÁN, F. GUERRA & F. VILLAMANDOS (1993). Variations in the concentrations of airborne *Olea* pollen and associated pollinosis in Córdoba (Spain): A study of the 10-year period 1982-1991. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 3(3): 121-129.
- DOMÍNGUEZ, E., J.L. UBERA & C. GALÁN (1984). *Polen alergógeno de Córdoba*. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de ahorros de Córdoba, Córdoba.
- DOPAZO, A. (2001). *Variación estacional y modelos predictivos de polen y esporas aerovagantes en Santiago de Compostela*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- DOPAZO, A., C. SEIJO & M.J. AIRA (2002a). Aerobiología en Galicia: Estación de Viveiro (2000-2001). *REA*, 7: 201-206.
- DOPAZO, A., M. HERVÉS & M.J. AIRA (2002b). Aerobiología en Galicia: Estación de Santiago de Compostela (2000-2001). *REA*, 7: 189-194.
- DRIESSEN, M.N.B.M. & J.W.M. DERKSEN (1989). The principal airborne and allergenic pollen species in the Netherlands. *Aerobiologia*, 5: 87-93.
- DURAND, L. & P. COMTOIS (1989). A comparative study between the Cour and the Burkart Samplers. En: Comtois, P. (ed.). *Aerobiology, health and environment*: 93-101. University of Montreal. Montreal, Canadá.
- DURHAM, O.C. (1946). The volumetric incidence of atmospheric allergens, IV. A proposed standard method of gravity sampling counting and volumetric interpolation of results. *J. Allergy*, 17: 79-86.
- DURO, G., P. COLOMBO, M.A. COSTA, V. IZZO, R. PORCASI, R. DI FIORE, G. LOCOROTONDO, M.G. MIRISOLA, R. COCCHIARA & D. GERACI (1996). cDNA

- cloning, sequence analysis and allergological characterization of Par j 2.0101, a new major allergen of the *Parietaria judaica* pollen. *FEBS Letters*, 341: 295-298.
- DVORIN, D.J., J.J. LEE, G.A. BELECANECH, M.F. GOLDSTEIN & E.H. DUNSKY (2001). A comparative, volumetric survey of airborne pollen in Philadelphia, Pennsylvania (1991-1997) and Cherry Hill, New Jersey (1995-1997). *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 87(5): 394-404.
- ECHARRI PRIM, L., A. SUQUÍA, V. LOBATO & M.L. LÓPEZ (1986). Polen atmosférico en San Sebastián, 1983, 1984, 1985. I. Polen total y Gramíneas. *Pub. Biol. Univ. Navarra*, 6: 41-45.
- EKEBOM, A., O. VESTERBERG & M. HJELMROOS (1996). Detection and quantification of airborne birch pollen allergens on PVDF membranes by immunoblotting and chemiluminiscence. *Grana*, 35: 113-118.
- EMBERLIN, J. (1994). The effects of patterns in climate and pollen abundance on allergy. *Allergy*, 49: 15-20.
- EMBERLIN, J. & J. NORRIS-HILL (1991). Annual, daily and diurnal variation of Urticaceae pollen in North-central London. *Aerobiologia*, 7: 49-57.
- EMBERLIN, J., S. JAEGER, E. DOMÍNGUEZ, C. GALÁN, L. HODAL, P. MANDRIOLI, A. LEHTIMAKI, M. SAVAGE, F.Th.M. SPIEKSMAN & C. BARTLETT (2000). Temporal and geographical variations in grass pollen seasons in areas of western Europe: An analysis of season dates at sites of the European pollen information system. *Aerobiologia*, 16(3): 373-379.
- EMBERLIN J., J. NORRIS-HILL & R.H. BRYANT (1990). A calendar for tree pollen in London. *Grana*, 29: 301-309.
- ENRIQUE, E., A. CISTERÓ-BAHÍMA, B. BARTOLOMÉ, R. ALONSO, M.M. SAN MIGUEL-MONCÍN, J. BARTRA & A. MARTÍNEZ (2002). *Platanus acerifolia* pollinosis and food allergy. *Allergy*, 57(4): 351-356.
- ERDTMAN, G. (1966). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. Hafner Publishing Co. New York, USA.
- ERDTMAN, G. (1969). *Handbook of palynology*. Ed. Munksgaard. Copenhagen, Dinamarca.

- ERIKSSON, N.E., J.A. WIHL, H. ARRENDAL & S.O. STRANDHERE (1987). Tree pollen allergy. *Allergy*, 42: 205-214.
- FAEGRI, K. (1956). Recent trends in palinology. *Bot. Rev.*, 22: 639-644.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1975). *Textbook of pollen analysis*. Ed. Munksgaard. Copenhagen, Dinamarca.
- FARNHAM, J.E. (1990). New England tree pollen and skin test reactivity. A three year study. *Aerobiologia*, 6: 212-214.
- FEHER, Z. & M. JÁRAI-KOMLÓDI (1997). An examination of the main characteristics of the pollen seasons in Budapest, Hungary (1991-1996). *Grana*, 36: 169-174.
- FEO BRITO, F., P.A. GALINDO & R. GARCÍA (1998). Pólenes alérgicos en Ciudad Real. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 2: 79-85.
- FERNANDES MENDONÇA, F.M. (2007). Aeropalinología de la ciudad de Beja. Tesis Doctoral. Universidad de Badajoz, Badajoz.
- FERNÁNDEZ, C., M. MARTÍN-ESTEBAN, A. FIANDOR, C. PASCUAL, C. LÓPEZ, F. MARTÍNEZ, J.M. DÍAZ PENA & J.A. OJEDA CASAS (1993). Analysis of cross-reactivity between sunflower pollen and other pollens of *Compositae* family. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 92(5): 660-667.
- FERNÁNDEZ CASADO, M.A., H.S. NAVA & F.J. SUÁREZ (2002). Aerobiología en Asturias: Estación de Oviedo (2000-2001). *REA*, 7: 107-112.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, D., R.M. VALENCIA, T. MOLNÁR, A. VEGA & R. SAGUÉS (1998). Daily and seasonal variations of *Alternaria* and *Cladosporium* airborne spores in León (North-West, Spain). *Aerobiologia*, 14: 215-220.
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, J., F. GARCÍA, A. ESTEBAN & A. MIRALLES (1998). Incidencia de polen y polinosis en la ciudad de Elche, 1995. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 13(2): 88-91.
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, J., P. GARCÍA ORTEGA, L. FERNÁNDEZ-TÁVORA, M.I. ESTEBAN, M. MOLINA, A. MARTÍNEZ & J. MARTÍNEZ (1992). Sensibilización a polen de *Mercurialis annua*. Estudio multicéntrico. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 7(Suppl. 2): 59.

- FERREIRO, M., R. NÚÑEZ, M.A. RICO, T. SOTO & R. LÓPEZ (1998). Pólenes alergénicos y polinosis en el área de La Coruña. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 13(2): 98-101.
- FERRER, M. (1971). *Sierra Nevada*. Ediciones Anel. Granada.
- FLANNIGAN, B. (1978). Primary contamination of barley and wheat grain by storage fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 71: 37-42.
- FLORIDO, J.F., J. QUIRALTE, G. SÁENZ & A. BARTOLOMÉ (2000). Cross-reactivity between *Olea europaea* and *Chenopodium album* pollens. *Allergy*, 55(Suppl. 63): 158.
- FONT QUER (1993). *Diccionario de Botánica*. Labor. Barcelona.
- FORNACIARI, M., C. GALÁN, A. MEDIAVILLA, E. DOMÍNGUEZ & B. ROMANO (2000). Aeropalynological and phenological study in two different Mediterranean olive areas: Córdoba (Spain) and Perugia (Italy). *Plant Biosystems*, 134(2): 199-204.
- FORNACIARI, M., L. PIERONI, P. CIUCHI & B. ROMANO (1997). A statistical model for correlation airborne pollen grains *Olea europaea* L. (Oleaceae) with some meteorological parameters. *Agric. Mediterr.*, 127: 134-137.
- FORNACIARI, M., L. PIERONI, F. ORLANDI & B. ROMANO (2002). A new approach to consider the pollen variable in forecasting yield models. *Economic Botany*, 56(1): 66-72.
- FOUNTAIN, D.W. & C.A. CORNFOLD (1991). Aerobiology and allergenicity of *Pinus radiata* pollen in New Zealand. *Grana*, 30: 71-75.
- FRANK, E., L. LEONHARDT, W. GEISSLER & S. JÄGER (1991). Allergenic significance of *Rumex* pollen. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spiekma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 119-120. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- FREI, Th., R. TORRICELLI, A.G. PEETERS & B. WÜTHRICH (1995). The relationship between airborne pollen distribution and the frequency of specific pollen sensitization at two climatically different locations in Switzerland. *Aerobiologia*, 11(4): 269-273.
- FRENGUELLI, G. (1994). *Allergenic Pollen in Europe; Vegetation and pollen relations*. En: Ariati, A. & C. Galán (eds). *Advanced Aerobiology Course*, Córdoba.

- FRENGUELLI, G. (1998). The contribution of aerobiology to agriculture. *Aerobiologia*, 14 (2-3): 95-100.
- FRENGUELLI, G. & E. BRICCHI (1998). The use of the pheno-climatic model for forecasting the pollination of some arboreal taxa. *Aerobiologia*, 14: 39-44.
- FRENGUELLI, G., E. BRICCHI, B. ROMANO, G. MINCIGRUCCI & F.Th.M. SPIEKSMAN (1989). A predictive study on the beginning of the pollen season for Gramineae and *Olea europaea* L. *Aerobiologia*, 5: 64-70.
- FRONTANA, J. (1984). *El clima de la costa del sol de Granada. Aplicaciones socioeconómicas*. Universidad de Granada. Granada.
- FULTON, J.D. (1966). Microorganism of the upper atmosphere III. Relationship between altitud and micropopulation. *Appl. Microbiol.*, 14: 237-240.
- GABARRA, E., J. BELMONTE & M. CANELA (2002). Aerobiological behaviour of *Platanus* L. pollen in Catalonia (North-East Spain). *Aerobiologia*, 18: 185-193.
- GALÁN, C. (1987). *Catalogación y modelos de variación de polen aerovagante de la ciudad de Córdoba*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- GALÁN, C., P. ALCÁZAR, P. CARIÑANOS, H. GARCÍA-MOZO & E. DOMÍNGUEZ (2000). Meteorological factors affecting daily Urticaceae pollen counts in southwest Spain. *Int. J. Biometeorol.*, 43: 191-195.
- GALÁN, C., P. ALCÁZAR, E. DOMÍNGUEZ, F. VILLAMANDOS & F. INFANTE (1995a). Airborne pollen grain concentrations at two different heights. *Aerobiologia*, 11: 105-109.
- GALÁN, C., P. CARIÑANOS, P. ALCÁZAR & E. DOMÍNGUEZ (2007). *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba.
- GALÁN, C., J. EMBERLIN, E. DOMÍNGUEZ, R.H. BRYANT & F. VILLAMANDOS (1995b). A comparative analysis of daily variations in the Gramineae pollen counts at Córdoba, Spain, and London, UK. *Grana*, 34: 189-198.
- GALÁN, C., M.C. FUILLERAT, P. COMTOIS & E. DOMÍNGUEZ (1998). Bioclimatic factors affecting daily Cupressaceae flowering in southwest Spain. *Int. J. Biometeorol.*, 41: 95-100.

- GALÁN, C., H. GARCÍA-MOZO, P. CARIÑANOS, P. ALCÁZAR & E. DOMÍNGUEZ (2001). The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in southwestern Spain. *Int. J. Biometeorol.*, 45: 8-12.
- GALÁN, C., H. GARCÍA-MOZO, L. VÁZQUEZ, L. RUIZ, C. DÍAZ DE LA GUARDIA & M.M. TRIGO (2003). Heat requirement for onset of the *Olea europaea* L. pollen season several Oleaceae of Andalusia Region and the effect of the expected climate change. En: *Third European Symposium on Aerobiology, TESA*: 34. National Pollen Research Unit, University College Worcester. Worcester, Inglaterra.
- GALÁN, C., R. TORMO, J. CUEVAS, F. INFANTE & E. DOMÍNGUEZ (1991). Theoretical daily variation patterns of airborne pollen in the South-West of Spain. *Grana*, 30: 201-209.
- GÁLVEZ, C. & J.L. UBERA (1985). Nuevas aportaciones al catálogo aeropalinológico de Córdoba: Plantas exóticas. *Anales Asoc. Palinol. Esp.*, 2: 215-225.
- GAMBALE, W., J. CROCE, E. COSTA-MANSO, M. CROCE & M. SALES (1993). Library fungi at the University of Sao Paulo and their relationship with respiratory allergy. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 3(1): 45-50.
- GARCÍA GONZÁLEZ, J.J., B. BARTOLOMÉ, M.M. TRIGO, J.M. BARCELÓ, S. FERNÁNDEZ, M.A. NEGRO, M.J. CARMONA, J.M. VEGA, C. MUÑOZ, R. PALACIOS, B. CABEZUDO & J. MARTÍNEZ (1999). Pollinosis to *Ricinus communis* (castor bean): an aerobiological, clinical and immunochemical study. *Clin. Exp. Allergy*, 29: 1265-1275.
- GARCÍA ORTEGA, P. & J. BELMONTE (2002). Mercurial. En: Valero, A.L. & A. Cadahía. *Polinosis. Polen y alergias*. MRA Ediciones. Barcelona.
- GARCÍA ORTEGA, P., J. MARTÍNEZ, A. MARTÍNEZ, R. PALACIOS, J. BELMONTE & C. RICHART (1992). *Mercurialis annua* pollen: a new source of allergenic sensitization and respiratory disease. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 89: 987-993.
- GARCÍA ORTIZ, J.C., P. COSMES & A. LÓPEZ-ASUNOLO (1995). Melon sensitivity shares allergens with *Plantago* and grass pollens. *Allergy*, 50(3): 26.

- GARCÍA-MOZO, H., C. GALÁN, M.T. GÓMEZ-CASERO & E. DOMÍNGUEZ (2000). A comparative study of different temperature accumulation methods for predicting the start of the *Quercus* pollen season in Córdoba (southwest Spain). *Grana*, 39: 194-199.
- GARRET, M.H., P.R. RAYMENT, M.A. HOOPER, M.J. ABRAMSON & B.M. HOOPER (1998). Indoor airborne fungal spores, house dampness and association with environmental factors and respiratory health in children. *Clin. Exp. Allergy*, 28: 459-467.
- GASSMANN, M.I., C.P. PÉREZ & J.M. GARDIOL (2002). Sea-land breeze in a coastal city and its effect on pollen transport. *Int. J. Biometeorol.*, 46: 118-125.
- GEHRIG, R. & A. PETERS (2000). Pollen distribution at elevations above 1000 m in Switzerland. *Aerobiologia*, 16: 69-74.
- GERALDINE, L. & M.D. FREEMAN (1983). Allergic skin test reactivity to Marijuana in the southwest. *West. J. Med.*, 138(6): 829-831.
- GERALDINE, L. & M.D. FREEMAN (1993). Pine pollen allergy in northern Arizona. *Ann. Allergy*, 70(6): 491-494.
- GINER, M.M., J.S.C. GARCÍA & C.N. CAMACHO (2001). Airborne *Alternaria* spores in SE Spain (1993-98). *Grana*, 40(3): 111-118.
- GIORATO M., F. LORENZONI, A. BORDIN, G. DE BIASI, C. GEMIGNANI, M. SCHIAPPOLI & G. MARCER (2000). Airborne allergenic pollens in Padua: 1991-1996. *Aerobiologia*, 16: 453-454.
- GIOULEKAS, D., D. PAPAOKOSTA, A. DAMIALIS, F.Th.M. SPIEKSMAN, P. GIOULEKAS & D. PATAKAS (2004). Allergenic pollen records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. *Allergy*, 59: 174-184.
- GOLDBERG, C., H. BUCH, L. MOSEHOLM & E.R. WEEKE (1988). Airborne pollen record in Denmark, 1977-1986. *Grana*, 27: 209-217.
- GÓMEZ-CASERO GÓMEZ-CASERO, M.T. (2003). *Fenología floral y aerobiología en distintas especies perennifolias de Quercus en la provincia de Córdoba*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J. & P. CANDAU (1994). Variations of airborne summer pollen in southwestern Spain. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 4(6): 277-282.

- GONZÁLEZ MINERO, F.J. & P. CANDAU. (1997). Study on *Platanus hispanica* Miller pollen content in the air of Seville, southern Spain. *Aerobiologia*, 13(2): 109-115.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J., P. CANDAU & J. MORALES (1997). Análisis del polen atmosférico de Mérida: Calendario polínico y reflejo del paisaje vegetal. *Studia Botanica*, 16: 23-43.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J., P. CANDAU, A.M. PÉREZ & M. CARRASCO (2002). Aerobiología en Andalucía: Estación de Huelva (2000-2001). *REA*, 7: 71-76.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J., P. CANDAU, C. TOMÁS & J. MORALES (1998b). Forecasting olive crop production based on ten consecutive years of monitoring airborne pollen in Andalusia (southern Spain). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69: 301-315.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J., P. CANDAU, C. TOMÁS & J. MORALES (1998c). Airborne grass (Poaceae) pollen in southern Spain. Results of a 10-year study (1987-96). *Allergy*, 53(3): 266-274.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J., I. IGLESIAS, V. JATO, M.J. AIRA, P. CANDAU, J. MORALES & C. TOMAS (1998a). Study of the pollen emissions of Urticaceae, Plantaginaceae and Poaceae at five sites in western Spain. *Aerobiologia*, 14(2): 117-129.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J., J. MORALES, P. CANDAU, C. TOMAS & A. PÉREZ-TELLO (1998d). Aerobiological study of Chenopodiaceae and Amaranthaceae in the Mediterranean area of southwestern Spain. *Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 8(6): 370-375.
- GONZÁLEZ, I., J.A. DEVESA, S. RAMOS & P. RODRÍGUEZ (1998). Pólenes alergénicos y polinosis en Badajoz. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 13(42): 63-69.
- GOTTWALD, T.R. (1982). Spore discharge by the pecan scab pathogen, *Cladosporium carpophilum*. *Phytopathology*, 72: 1193-1197.
- GOTTWALD, T.R. (1983). Factors affecting spore liberation by *Cladosporium carpophilum*. *Phytopathology*, 73: 1501-1505.
- GOTTWALD, T.R. & P.F. BERTRAND (1982). Patterns of diurnal and seasonal airborne spore concentrations of *Fusicladium effusum* and its impact on a Pecan scab epidemic. *Phytopatolgy*, 72: 330-335.

- GRANT SMITH, E. (1984). *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. Blewstone Press. San Antonio (Texas), USA.
- GRANT SMITH, E. (1986). *Sampling and identifying allergenic pollens and molds. Volume II*. Blewstone Press. San Antonio (Texas), USA.
- GREEN, B.J., M. DETTMANN, E. YLI-PANULA, S. RUTHERFORD & R. SIMPSON (2004a). Atmospheric Poaceae pollen frequencies and associations with meteorological parameters in Brisbane, Australia: a 5-year record, 1994–1999. *Int. J. Biometeorol.*, 48(4): 172-178.
- GREEN, B., M. DETTMANN, E. YLI-PANULA, S. RUTHERFORD & R. SIMPSON (2004b). Aeropalynology of Australian native arboreal species in Brisbane, Australia. *Aerobiologia*, 20(1): 43-52.
- GREEN, B.J., E. YLI-PANULA, M. DETTMANN, S. RUTHERFORD & R. SIMPSON (2003). Airborne *Pinus* pollen in the atmosphere of Brisbane, Australia and relationships with meteorological parameters. *Aerobiologia*, 19(1): 47-55.
- GREGORY, P.H. (1973). *The microbiology of the Atmosphere*. Leonard Hill Books. Plymouth (London), Inglaterra.
- GRILLI-CAIOLA, M., A. MAZZITELLI, E. CAPUCCI & A. TRAVAGLINI (2002). Monitoring pollinosis and airborne pollen in a Rome university. *Aerobiologia*, 18: 267-275.
- GROTE, M., H. VIK & S. ELSAYED (1988). Immuno-electronmicroscopic identification and localization of the antigenic proteins of tree pollen grains. *Allergy*, 43(8): 603-613.
- GROTH, J.V., W.A. KALDY, J.M. WETZEL & D.A. FRENZ (1997). An experience with counting *Cladosporium* clusters. *Pollen Monitor*, 4(2): 6-9.
- GUERRA, F., C. GALÁN, J.C. DAZA, R. MIGUEL, C. MORENO, J. GONZÁLEZ & E. DOMÍNGUEZ (1995). Study of sensitivity to the pollen of *Fraxinus sp.* (Oleaceae) in Córdoba, Spain. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 5(3): 166-170.
- GUILARTE, M. (2002). Compuestas/Asteráceas. En: Valero, A.L. & A. Cadahía. *Polinosis. Polen y Alergias*: 53-68. MRA Ediciones, Barcelona.
- GUTIÉRREZ BUSTILLO, M., P. CERVIGÓN & C. PERTIÑEZ (2002). Aerobiología en Madrid: Estación de Ciudad Universitaria (2000-2001). *REA*, 7: 225-230.

- GUTIÉRREZ BUSTILLO, M., C. SÁENZ, P. CERVIGÓN, P. ALCÁZAR, A. DOPAZO, L. RUIZ, M.M. TRIGO, R. VALENCIA & M. VENDRELL (1999). Comparative study of the presence of aeropollen from *Plantago sp.* at several locations in Spain. *Polen*, 10: 111-122.
- GÜVENSEN, A. & M. ÖZTÜRK (2002). Airborne pollen calendar of Buca-Izmir, Turkey. *Aerobiologia*, 18: 229-237.
- HAINES, J., G. ESCAMILLA-GARCÍA, J. GALLUP, M. MUILLENBERG & E. LEVETIN (1999). *Micology of the air. A workshop manual for sampling and identifying airborne fungus spores*. Pan American Aerobiology meeting.
- HALSE, R.R. (1984). Nomenclature of allergenic plants. *Ann. Allergy*, 53: 291-307.
- HANIGAN, I.C. & F.H. JOHNSTON (2007). Respiratory hospital admissions were associated with ambient airborne pollen in Darwin, Australia, 2004-2005. *Clin. Exp. Allergy*, 37(10): 1556-1565.
- HARFI, J.A., A.A.A. KWAASI, P. TIPIRNENI, R.S. PARHAR, V. GRAFF-LONNEVIG & S.T. AL-SEDAIRY (1992). Characterization of antigens and allergens of date palm (*Phoenix dactylifera*) pollen. Immunological assessment of atopic patients using whole extract and its fractions. *Allergy*, 47: 535-544.
- HARRIS, R.M. & D.F. GERMAN (1985). The incidence of pine pollen reactivity in an allergic atopic population. *Ann. Allergy*, 55: 678-679.
- HENRIQUEZ, V.I., G.R. VILLEGAS & J.M.R. NOLLA (2001). Airborne fungi monitoring in Santiago, Chile. *Aerobiologia*, 17(2): 137-142.
- HENSEN, I. (1999). Life strategies of semi-desert plants: mechanisms of dispersal and reproduction in the thermomediterranean shrubland community *Anabasio-Euzomodendretum bourgaeani*. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 57: 63-79.
- HERNÁNDEZ DE ROJAS, M.D., A. BASOMBA & E. SUBIZA (1991). Allergenic pollen and pollinosis in Spain. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spieksma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- HERRERO, B., M.A. FOMBELLA, D. FERNÁNDEZ & R.M. VALENCIA (1996). The role of meteorological factors in determining the annual variation of *Alternaria* and

- Cladosporium* spores in the atmosphere of Palencia, 1990-1992. *Int. J. Biometeorol.*, 39: 139-142.
- HERVÉS, M., A. DOPAZO & M.J. AIRA (2002). Aerobiología en Galicia: Estación de A Coruña (2000-2001). *REA*, 7: 183-188.
- HIDALGO, P.J., A. MANGIN, C. GALÁN, O. HEMBISE, L.M. VÁZQUEZ & O. SÁNCHEZ (2002). An automated system for surveying and forecasting *Olea* pollen dispersion. *Aerobiologia*, 18(1): 23-31.
- HIRST, J.M. (1952). An automatic volumetric spore-trap. *Ann. Appl. Biol.*, 39: 257-265.
- HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K., P. DEMOLY, R. CRAMERI, H. BREITENEDER, C. EBNER, M.L. DA CAMARA, K. BLASER, C. ISMAIL, O. SCHEINER, J. BOUSQUET & G. MENZ (1999). IgE reactivity to Api g 1, a major celery allergen, in a Central European population is based on primary sensitization by Bet v 1. *J. Allergy Clin. Immunol.* 104(2): 478-484.
- HYDE, H.A. (1952). Studies in atmospheric pollen. V. A daily census of pollen at Cardiff for six years 1943-1948. *New Phytologist*, 51: 281-293.
- IANOVICI, N. (2008). Seasonal Variations in the Atmospheric *Chenopodiaceae* / *Amaranthaceae* Pollen Count in Timisoara, Romania. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 36(2): 17-22.
- IBARROLA, I., M.C. ARILLA, A. MARTÍNEZ & J.A. ASTURIAS (2004). Identification of a polygalacturonase as a major allergen (Pla a 2) from *Platanus acerifolia* pollen. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 113(6): 1185-1191.
- ICKOVIC, M.R. & M. THIBAUDON (1991). Allergenic significance of Fagaceae pollen. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spieksma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 98-108. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- IGLESIAS, I. (1990). *Estudio del contenido polínico de la atmósfera de la ciudad de Ourense*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- IGLESIAS, I., V. JATO & J. IZCO (1988). Contenido polínico de la atmósfera de Ourense. Primeros resultados (Marzo 1986-Marzo 1987). *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.*, 4: 54-63.

- IGLESIAS, I., V. JATO, M.J. AIRA, L. SBAI, R. VALENCIA, M. RECIO, S. SABARIEGO, P. CERVIGÓN & P. CARIÑANOS (1999). Annual variations of *Castanea* airborne pollen at thirteen spanish sites. *Polen*, 10: 51-58.
- IGLESIAS, I., J. MÉNDEZ & C. SEIJO (1998). Aerobiología en Galicia: Estación de Ourense (1997). *REA*, 4: 111-114.
- IGLESIAS, I., F.J. RODRÍGUEZ RAJO & J. MÉNDEZ (2007). Behavior of *Platanus hispanica* Pollen, an Important Spring Aeroallergen in Northwestern Spain. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 17(3): 145-156.
- INFANTE, F. (1987). *Identificación, cuantificación y variación estacional de microhongos aerovagantes de interiores y exteriores de hogares de la ciudad de Córdoba*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- INFANTE, F. (1997). Caracterización Aerobiológica de los Principales Hongos de Interior. *Rev. Port. Imunoalergol.*, 5(2): 108-115.
- INFANTE, F., E. DOMÍNGUEZ, E. RUIZ DE CLAVIJO & C. GALÁN (1987). Incidence of *Alternaria* species ex fries in dwellings of Córdoba city (Spain). *Allergol. et Immunopathol.*, 15(45): 221-224.
- INFANTE, F., C. GALÁN, E. DOMÍNGUEZ & E. RUIZ DE CLAVIJO (1988). Contribución al estudio aeromicológico de la atmósfera de la ciudad de Córdoba. Género *Cladosporium* Link ex Fr. *Rev. Iberoam. Micol.*, 5: 118-126.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Cifras oficiales de población: Padrón municipal*. Datos del 1 de enero de 2006 [en línea]. Madrid: INE, 2 enero 2007, [Consulta: 15 de agosto de 2007]. Disponible en línea y de libre acceso en la Web: <http://www.ine.es>.
- IPSEN, H. & B.C. HANSEN (1991). The NH₂ terminal amino acid sequence of the immunochemically partial identical major allergens of alder (*Alnus glutinosa*) Aln g 1, birch (*Betula verrucosa*) Bet v 1, hornbeam (*Carpinus betulus*) Car b 1 and oak (*Quercus alba*) Que a 1 pollens. *Molecular Immunology*, 28: 1279-1288.
- IPSEN, H., H. FORMGREN, H. LOWENSTEIN & L. INGEMANN (1985). Immunochemical and biological characterization of a mugwort (*Artemisia vulgaris*) pollen extract. *Allergy*, 40: 289-294.

- ISARD, S., J. RUSSO & A. ARIATTI (2007). The Integrated Aerobiology Modeling System applied to the spread of soybean rust into the Ohio River valley during September 2006. *Aerobiologia*, 23(4): 271-282.
- ISMAIL, M.A., S.K. CHEBON & R. NAKAMYA (1999). Preliminary surveys of outdoor and indoor aeromycobiota in Uganda. *Mycopathologia*, 148: 41-51.
- IZCO, J., E. BARRENO, M. BRUGUÉS, M. COSTA, J. DEVESA, F. FERNÁNDEZ, T. GALLARDO, X. LLIMONA, E. SALVO, S. TALAVERA, & B. VALDÉS (1997). *Botánica*. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.
- JÄGER, S. & R. LITSCHANER (1999). *Aerobiological survey on Castanea pollen in Austria*. Proc. Int. Symp. on Castanea sativa allergies and Plant Disease. Lugano, Suiza.
- JÄGER, S. & P. MANDRIOLI (1993). Airborne Birch and Grass pollen distribution in Europe 1993. *Aerobiologia*, 10 (2/2): 2-6.
- JATO, M.V., M.J. AIRA, A. DOPAZO, M.I. IGLESIAS, J. MÉNDEZ & F.J. RODRÍGUEZ-RAJO (2001b). Aerobiology of *Castanea* pollen in Galicia. *Aerobiologia*, 17: 233-240.
- JATO, M.V., I. IGLESIAS & M.J. AIRA (2001a). *Atlas de polen alergógeno*. Xunta de Galicia. A Coruña.
- JATO, M.V., F.J. RODRÍGUEZ-RAJO, P. ALCÁZAR, P. DE NUNTIIS, C. GALÁN & P. MANDRIOLI (2006). May the definition of pollen season influence aerobiological results? *Aerobiologia*, 22(1): 13-25.
- JATO, M.V., F.J. RODRÍGUEZ-RAJO, J. MÉNDEZ & M.J. AIRA (2002). Phenological behaviour of *Quercus* in Ourense (NW Spain) and its relationship with pollen season. *Int. J. Biometeorol.*, 46: 176-184.
- JATO, M.V., F.J. RODRÍGUEZ-RAJO & M.C. SEIJO (2000). *Pinus* pollen in the atmosphere of Vigo and its relationship to meteorological factors. *Int. J. Biometeorol.*, 43: 147-153.
- JIMÉNEZ, A., C. MORENO, J. MARTÍNEZ, A. MARTÍNEZ, B. BARTOLOMÉ, F. GUERRA & R. PALACIOS (1994). Sensitization to sunflower pollen: only an occupational allergy? *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 105(3): 297-307.
- JIMÉNEZ DÍAZ, C. (1932). *El asma y otras enfermedades alérgicas*. Editorial España. Madrid.

- JIMENO, L., O. DUFFORT, C. SERRANO, D. BARBER & F. POLO (2004). Monoclonal antibody-based ELISA to quantify the major allergen of *Artemisia vulgaris* pollen, Art v 1. *Allergy*, 59(9): 995-1001.
- JONES, A.M. & R.M. HARRISON (2004). The effect of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations-a review. *Science of the Total Environment*, 326: 151-180.
- KAHN, C.R. & D.G. MARSH (1986). Monoclonal antibodies to the mayor *Lolium perenne* (ryegrass) pollen allergen Lol p 1 (Rye 1). *Molecular Immunology*, 23: 1281-1288.
- KÄPYLA, M. (1989). Adhesives and mounting media in aerobiological sampling. *Grana*, 28: 215-218.
- KÄPYLA, M. & A. KOIVIKKO (1975). Gravity slide studies on atmospheric pollen in Finland. *Annales Botanici Fennici*, 12: 74-80.
- KÄPYLA, M. & A. PENTTINEN (1981). An evaluation of the microscopical counting methods of the tape in Hirst-Burkard pollen and spore trap. *Grana*, 20: 131-141.
- KASPRZYK, I. (1999). Comparative analysis of pollen fall at three sites in south-eastern Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 6: 73-79.
- KATIAL, R.K., F.L. LIN, W.W. STAFFORD, R.A. LEDOUX, C.R. WESTLY & R.W. WEBER (1997). Mugwort and sage (*Artemisia*) pollen cross-reactivity: ELISA inhibition and immunoblot evaluation. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 79(4): 340-346.
- KEYNAN, N., C. GELLER-BERNSTEIN, Y. WAISEL, A. BEJERANO, A. SHOMER-ILAN & R. TAMIR (1987). Positive skin test to pollen extracts of fever species of *Pistacia* in Israel. *Clin. Allergy*, 17: 243-249.
- KEYNAN, N., R. TAMIR, Y. WAISEL, A. RESHEF, E. SPITZ, A. SHOMER-ILAN & C. GELLER-BERNSTEIN (1997). Allergenicity of the pollen of *Pistacia*. *Allergy*, 52: 323-330.
- KEYNAN, N., Y. WAISEL, A. SHOMER-ILAN & R. TAMIR (1989). Forecasting pollen pollution: correlation with floral development. *Ann. Allergy*, 63(11): 417-420.
- KIM, C.H., J.Y. CHOI, M.H. SHON, K.E. LEE, K.E. KIM & K.Y. LEE (2001). Distribution of fungus spores in the air of outdoor and indoor environments from September to

- November 1999 in Seoul, Korea. *Korean J. Asthma Allergy Clin. Immunol.*, 21(5):970-976.
- KIRK, P.M., P.F. CANNON, J.C. DAVID & J.A. STALPERS (2001). *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 9th Edition. CAB International. Wallingford, United Kingdom.
- KNOX, R.B. (1993). Grass pollen, thunderstorms and asthma. *Clin. Exp. Allergy*, 23: 354-359.
- KUPIAS, R. & S. JÄGER (1991). Towards all-european pollen reports. *Grana*, 30: 119-122.
- KWAASI, A.A.A., R.S. PARHAR, P. TIPIRNENI, H.A. HARFI & S.T. AL-SEDAIRY (1994). Cultivar-specific epitopes in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pollinosis. Differential antigenic and allergenic properties of pollen from ten cultivars. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 104(3): 281-90.
- KWAASI, A.A.A., P. TIPIRNENI, H.A. HARFI, R.S. PARHAR, V. GRAFF & S.T. AL-SEDAIRY (1992). Date palm (*Phoenix dactylifera*) pollen is a potent allergen. American College of Allergy and Immunology. *Ann. Allergy*, 68: 78.
- LARSSON, K.A. & S. NILSSON (1991). An attempt to predict the start, peak and end of a pollen season. *Grana*, 30: 281.
- LAURENT, J., M. LAFAY, B. LATTANZI, C. LEGALL & J. SAUVAGET (1993). Evidens for chesnut pollinosis in Paris. *Clin. Exp. Allergy*, 23: 39-43.
- LAUZURICA, P., C. GURBINDO, N. MARURI, B. GALOCHA, R. DÍAZ, J. GONZÁLEZ, R. GARCÍA, C. LAHOZ (1988). Olive (*Olea europaea*) pollen allergens-I immunochemical characterization by immunoblotting, crie and immunodetection by a monoclonal antibody. *Molecular Immunology*, 25(4): 329-335.
- LAYTON, J.L., E. YAMANAKA, S. LEE & T.W. GREEN (1962). Multiple allergies to the pollen and seed antigens of *Ricinus communis* (Castor bean). *Allergy*, 33(3): 232-235.
- LEBOWITZ, M.D. & M.K. O'ROURKE (1991). The significance of air pollution in Aerobiology. *Grana*, 30: 31-43.
- LEJOLY-GABRIEL, M. (1976). La pluie pollinique a Louvain-Heverlee en 1973. *Louvain Méd.*, 95: 19-32.

- LEJOLY-GABRIEL, M. & R.M. LEUSCHNER (1983). Comparison of air-borne pollen at Louvain-la-Neuve (Belgium) and Basel (Switzerland) during 1979 and 1980. *Grana*, 22: 59-64.
- LELONG, M., P. THELLIEZ, M. GASTALLE, A. SAWADOGO, J. DUPREY, J. SAUVAGE & J. DRAIN (1980). L'allergie aux pollens d'ortie et de mercuriale existe-t-elle? *Rev. Franc. Allergol.*, 20: 148-151.
- LEUSCHNER, R.M. & G. BOEHM (1981). Pollen and inorganic particles in the air of climatically very different places in Switzerland. *Grana*, 20: 161-167.
- LEVETIN, E. (1990). Studies on airborne basidiospores. *Aerobiologia*, 6: 177-180.
- LEVETIN, E. & P. BUCK (1980). Hay fever plants in Oklahoma. *Ann. Allergy*, 45(1): 26-32.
- LEWIS, W.H. & P. VINAY (1979). North american pollinosis due to insect pollinated plants. *Ann. Allergy*, 42: 309-318.
- LEWIS, W.H., P. VINAY & V.E. ZENGER (1983). *Airborne and allergenic pollen of North America*. Johns Hopkins University Press. London, Inglaterra.
- LI, W.Y. & Z.J. YAO (1990). A study on the quantitative relationship between pinus pollen in surface sample and pinus vegetation. *Acta Botanica Sinica*, 32: 943-950.
- LICCARDI, G., M. RUSSO, M. SAGGESE, G. LOBEFALO, P. NOSCHESE, A. PICCOLO, A. VISIONE, M. D'AMATO & G. D'AMATO. (1994). Clinical significance of allergic sensitization to *Olea europaea* L. pollen in Naples area, Italy. *Aerobiologia*, 10: 59-64.
- LINARES, P., J.A. GÓMEZ & R. ANDIÓN (1982). Estudio aerobiológico mediante método volumétrico de la atmósfera de Valladolid, durante los años 1982, 1983. *Actas IV Simposio Palinología*: 261-267.
- LINSKENS, H.F. & M. CRESTI (2000). Pollen-allergy as an ecological phenomenon: a review. *Plant Biosystems*, 134(3): 341-352.
- LIZASO, M.T., B.E GARCÍA, G. GÓMEZ, A. ZAGALEGUI, M.J. RODRÍGUEZ & A.I. TABAR (2003). Tratamiento de la alergia a hongos. *Anales del sistema sanitario de Navarra*, 26(2): 129-139.
- LOBERA, T. & A. BLASCO (1998). Estudio de polinosis en La Rioja. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 2: 102-106.

- LOMBARDERO, M., O. DUFFORT, J.G. SELLES, J. HERNÁNDEZ & J. CARREIRA (1985). Cross-reactivity among Chenopodiaceae and Amaranthaceae. *Ann. Allergy*, 54: 430-434.
- LOMBARDERO, M., T.M. OBISPO, B. CALABOZO, A. LEZAUN, F. POLO & D. BARBER (2002). Cross-reactivity between olive and other species. Role of Ole e 1 - related proteins. *Allergy*, 57(Suppl. 71): 29-34.
- LORENZONI-CHIESURA, F., M. GIORATO & G. MARCER (2000). Allergy to pollen of urban cultivated plants. *Aerobiologia*, 16: 313-316.
- LORITE, J. (2001). *Estudio florístico y fitosociológico de la Sierra Nevada Almeriense: bases para la gestión de las comunidades vegetales*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- LUSCRI, M.F., E. LI BIANCHI, A. FANTI, C. SCARNATII, M.E. CECCONI & M.A. MARINELLI (1996). Tree pollen allergy in Rome. *Allergy*, 51: 389.
- MADRONA, M.T. (1994). *Cartografía de la vegetación actual y planificación de la restauración vegetal en las Sierras de Lújar y la Contraviesa*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- MADRONA, M.T. (2006). La vegetación de la Sierra de Lujar. En: Alcalde Rodríguez. *La sierra de Lujar*: 43-55. Ayuntamiento de Motril. Motril.
- MÄKINEN, Y. (1977). Correlation of atmospheric spore frequencies with meteorological data. *Grana*, 16: 149-153.
- MALIK, P., A.B. SINGH, C.R. BABU & S.V. GANGAL (1990). Head-high, airborne pollen grains from different areas of metropolitan Delhi. *Allergy*, 45(4): 298-305.
- MALONEY, E.S. & M.H. BRODKEY (1940). Hemp pollen sensitivity in Omaha. *Nebraska Med. J.*, 25: 190-191.
- MANDRIOLI, P. (1998a). Introduction to Biological Particles. En: Mandrioli, P., P. Comtois & V. Levizzani. *Methods in Aerobiology*. Pitagora Editrice. Bologna, Italia.
- MANDRIOLI, P. (1998b). Review basic aerobiology. *Aerobiologia*, 14(2-3): 89-94.
- MANDRIOLI, P., G. CANEVA & C. SABBIONI (2003). *Cultural heritage and Aerobiology*. Kluwer Academic Publisher. Londres, Inglaterra.

- MANDRIOLI, P., P. COMTOIS & V. LEVIZZANI (1998). *Methods in Aerobiology*. Pitagora Editrice Bologna. Bologna. Italia.
- MANGIATERRA, M., J.M. ALONSO, E. MEDINA & L. CERBERA (1993). Micoflora anemófila de la ciudad de Resistencia. *Rev. Arg. Micologia*, 16(2): 10-16.
- MARCOS, C., F.J. RODRÍGUEZ-RAJO, I. LUNA, V. JATO & R. GONZÁLEZ (2001). *Pinus* pollen aerobiology and clinical sensitization in northwest Spain. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 87(1): 39-42.
- MARI, A., G. DI FELICE, B. BARLETTA, R. TINGHINO & C. PINI (1997). Cypress allergy: An underestimated pollinosis. *Allergy*, 52: 355-356.
- MÁRQUEZ, J., J.A. SEOANE CAMBA & M. SUÁREZ CERVERA (1997). Allergenic and antigenic proteins release in the apertural sporoderm during the activation process in grass pollen grains. *Sex Plant Reprod.*, 10: 269-278.
- MARTÍN, J. (1988). *Estudi el pollen aerovagant de Barcelona*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona.
- MARTÍN MADRIGAL, E., M. GUTIÉRREZ, R. BRAVO, M.A. GARCÍA & H. LUBILLO (2002). Aerobiología en Madrid: Estación de Collado Villalba (2000-2001). *REA*, 7: 237-242.
- MARTÍNEZ PARRAS, J.M. (1978). *Estudio florístico y fitosociológico de las sierras de los Güajares, de Cázulas y del Chaparral*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- MEDIAVILLA, A. (1995). *Modelos de variación intradiurna y estacional de la concentración en la atmósfera del género Cladosporium*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- MEDIAVILLA, A., J. ANGULO, E. DOMÍNGUEZ, A. CASTRO & F. INFANTE (1997). Annual and diurnal incidence of *Cladosporium* conidia in the atmosphere of Córdoba, Spain. *Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 7(3): 179-182.
- MEDIAVILLA, A., J. ANGULO, F. INFANTE, P. COMTOIS & E. DOMÍNGUEZ (1998). Preliminary statistical modeling of the presence of two conidial type of *Cladosporium* in the atmosphere of Córdoba, Spain. *Aerobiologia*, 14: 229-234.

- MELHEN, T.S., M.S. FERNANDES & H. MAKINO (1979). Graös de pólen de plantas alergógenas: Compositae. *Hoehnea*, 8: 73-100.
- MELHEM, T.S. & H. MAKINO (1978). Graös de pólen de plantas alergógenas. *Bol. Ig. Inst. Geociencias*, 9: 145-150.
- MÉNDEZ, J., J. RODRÍGUEZ-RAJO & I. IGLESIAS (2002a). Aerobiología de Galicia: Estación de Ourense (2000-2001). *REA*, 7: 207-212.
- MÉNDEZ, J., N. DACOSTA & I. IGLESIAS (2002b). Aerobiología en Galicia: Estación de Verín (2000-2001). *REA*, 7: 213-218.
- MEZZARI, A. (2002). *Fungos anemófilos em Porto Alegre, R.S.* Tesis Doctoral. Universidad de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- MICHEL, F.B., H. DHIVERT, J.P. MARTY, M.C. ALQUIE, P. COUR & B. GUERIN (1978). Pollinoses hivernales. *Rev. Franc. Allergol.*, 18(2): 83-88.
- MIRANDA, E.E. (2002). Platano de sombra. *Platanus (Platanus hispanica)*. En: Valero, A.L. & A. Cadahía: *Polinosis. Polen y Alergias*: 149-154. MRA Ediciones, Barcelona.
- MISTRELLO, G., H. HARFI, D. RONCAROLO, A.A.A. KWAASI, D. ZANONI, P. FALAGIANI & R. PANZANI (2008). Date Palm Pollen Allergoid: Characterization of Its Chemical-Physical and Immunological Properties. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 145: 224-230.
- MITAKAKIS, T. & D. GUEST (2001). A fungal spore calendar for the atmosphere of Melbourne, Australia, for the year 1993. *Aerobiologia*, 17(2): 171-176.
- MITAKAKIS, T., E.K. ONG, A. STEVENS, D. GUEST & R.B. KNOX (1997). Incidence of *Cladosporium*, *Alternaria* and fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over three years. *Aerobiologia*, 13: 83-90.
- MOLERO, J., F. PÉREZ RAYA & F. VALLE (1992). *Parque Natural de Sierra Nevada*. Editorial Rueda. Madrid.
- MONTSERRAT, P. (1951). Análisis polínico del aire de Barcelona I. *Public. Inst. Biol. Aplic.*, 8: 209-221.
- MOORE, P.D., J.A. WEBB & M.E. COLLINSON (1991). *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, Reino Unido.

- MORAL, A., C. SENENT, N. CABAÑEZ, Y. GARCÍA & M. GÓMEZ-SERRANILLAS (1998). Pólenes alergénicos y polinosis en Toledo. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 2: 126-134.
- MORAL DE GREGORIO, A. (2003). Aerobiología y polinosis por Cupresáceas en España. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 18(3): 25-44.
- MORALES, J. (2004). *Estudio aerobiológico de las esporas de hongos en la atmósfera de Sevilla y su relación con las variables climáticas*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- MORENO-GRAU, S., B. ELVIRA-RENDUELLES, J.M. ANGOSTO, J. BAJO, J. MORENO, N. VERGARA, J. BELCHÍ & J. MORENO-CLAVEL (2002). Aerobiología en Murcia: Estación de Cartagena (2000-2001). *REA*, 7: 243-248.
- MORENO, G., J.L. GARCÍA & A. ZUGAZA (1986). *La guía Incafo de los hongos de la Península Ibérica. Tomo I*. Incafo. Madrid.
- MORETTI, C. & M. ROBLEDO (1988). Aislamiento de hongos del aire en el Archivo General de la Nación. *Rev. Mex. Mic.*, 4: 145-151.
- MORROW-BROWN, J. & F.A. JACKSON (1978). Aerobiological studies based in Derby II A comparison of simultaneous pollen and spore counts from the east coast, Midlands and wet coast of England and Wales. *Clin. Allergy*, 8: 661-619.
- MULLENDERS, W., M. DIRICKX, D. VAN DER HAEGEN, D. BASTIN-SERVAIS & M. DESAIR COREMANS (1972). La pluie pollinique a` Louvain. *Louvain Med.*, 91: 159-176.
- MUNUERA, M. (1999). *Patrones de variación polínica en la atmósfera de Murcia. Implicaciones alergológicas, prevención y diagnóstico*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, Murcia.
- MUNUERA, M. & J. GARCÍA (2002). Allergenic pollens in south east Spain. *Allergy*, 57: 59-60.
- MUNUERA, M., J.S. CARRIÓN & J. GARCÍA SELLES (1999). Aerobiology of Artemisia airborne pollen in Murcia (SE Spain) and its relationship with weather variables: annual and intradiurnal variations for three different species. Wind vectors as a tool in determining pollen origin. *Int. J. Biometeorol.*, 43(2): 51-63.

- MUNUERA, M., J.S. CARRIÓN, C. NAVARRO, L. ORTS, A. ESPÍN, F. SÁEZ & J. GARCÍA (2001). *Polen y alergias*. Editorial DM. Murcia.
- MUÑOZ, A., R. TORMO, I. SILVA, A. MORENO & J. TAVIRA (2005). Airborne behaviour of *Echium* pollen. *Aerobiologia*, 21: 125-130.
- MYSZKOWSKA, D., D. STEPALSKA, K. OBTULOWICZ & G. POREBSKI (2002). The relationship between airborne pollen and fungal spore concentrations and seasonal pollen allergy symptoms in Cracow in 1997-1999. *Aerobiologia*, 18: 153-161.
- NEGRINI, A.C., R. ARIANO, G. DELBONO, A. EBBLI, A. QUAGLIA & D. AROBBA (1992). Incidence of sensitization to the pollens of Urticaceae (*Parietaria*), Poaceae and Oleaceae (*Olea europea*) and pollen rain in Liguria (Italy). *Aerobiologia*, 8: 355-358.
- NEGRINI, A.C. & D. AROBBA (1992). Allergenic pollens and pollinosis in Italy: Recent advances. *Allergy*, 47: 371-379.
- NIEDERBERGER, V., G. PAULI, H. GRÖNLUNDC, R. FRÖSCHLA, H. RUMPOLD, D. KRAFT, R. VALENTA & S. SPITZAUER (1998). Recombinant birch pollen allergens (rBet v 1 and rBet v 2) contain most of the IgE epitopes present in birch, alder, hornbeam, hazel, and oak pollen: A quantitative IgE inhibition study with sera from different populations. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 102: 579-591.
- NILSSON, S. (1992). Aerobiology: An interdisciplinary and limitless science. *Ind. J. Aerobiol.*, (volumen especial): 23-27.
- NILSSON, S. & S. PERSSON (1981). Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-1980. *Grana*, 20: 179-182.
- NILSSON, S. & F.Th.M. SPIEKSMAN (1992). *Traveller's Allergy Service Guide*. Swedish Museum of Natural History and Fisons Sweden AB, Suecia.
- NITIU, D. (2006). Aeropalynologic analysis of La Plata City (Argentina) during a 3-year period. *Aerobiologia*, 22(1): 79-87.
- NITIU, D. & A. MALLO (2002). Incidence of allergenic pollen of *Acer* spp., *Fraxinus* spp. and *Platanus* spp. in the city of La Plata, Argentina: preliminary results. *Aerobiologia*, 18: 65-71.
- NORRIS-HILL, J. & J. EMBERLIN (1991). Diurnal variation of pollen concentration in the air of north-central London. *Grana*, 30: 229-234.

- OGDEN, E.C. & G.S. RAYNOR (1967). A new sampler for airborne pollen: the roto-slide. *Allergy*, 40(1): 1-11.
- OGDEN, E.C., G.S. RAYNOR, J.V. HAYES, D.M. LEWIS & J.H. HAINES (1974). *Manual for sampling airborne pollen*. Hapners Press. New York, USA.
- ORTEGA, A. (2004). Hongos. En: Rodríguez, F. *Proyecto Andalucía. Naturaleza. Tomo XXI. Botánica II*: 14-157. Publicaciones comunitarias-Grupo Hércules. Sevilla.
- OSVATH, P. (1991). Allergenic pollen and pollinosis in Hungary. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spielsma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 172-175. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- PALMAS, F., S. COSENTINO, V. MELONI & M.E. FADDA (1999). Occurrence of mites and fungi in the homes of patients with allergic manifestations. *Aerobiologia*, 15(2):109-114.
- PALOSUO, T., R.C. PANZANI, A.B. SINGH, R. ARIANO, H. ALENIUS & K. TURJANMAA (2002). Allergen cross-reactivity between proteins of the latex from *Hevea brasiliensis*, seeds and pollen of *Ricinus communis*, and pollen of *Mercurialis annua*, members of the Euphorbiaceae family. *Allergy*, 23(2): 141-149.
- PANZANI, R., R. ZERBONI & R. ADRIANO (1991). *Allergenic significance of Cupressaceae pollen in some parts of the Mediterranean area*. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- PAPAGEORGIOU, P.S. (1999). Particularities of pollen allergies in Greece. *Pediatr. Pulmonol.*, 27(Suppl. 18): 168-171.
- PASCUAL, R.L.Q. & R. NOBILE (1985). Incidencia de hongos ambientales durante un año en la ciudad de Córdoba. *Rev. Arg. Micología*, 8(1): 16-22.
- PATHIRANE, L. (1975). Graphical determination of the main pollen season. *Pollen et spores* 17(4): 609.
- PAULINO, R., R. TORMO, I. SILVA & A.F. MUÑOZ (2002). Aerobiología en Extremadura: Estación de Cáceres (2000-2001). *REA*, 7: 177-182.
- PAULSEN, S.B., L. FLO, G. NESJE & J.K. WOLD (1985). Allergens in pollen from mugwort (*Artemisia vulgaris*). I. Partial characterization of allergen preparations from mugwort pollen with emphasis on the carbohydrate moiety. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.*, 78: 206-212.

- PEPELJNJAK, S. & M. SEGVIC (2003). Occurrence of fungi in air and on plants in vegetation of different climatic regions in Croatia. *Aerobiologia*, 19(1): 11-19.
- PERALTA, V. (1998). Estudio de sensibilización a pólenes y análisis aeropalinológico en la provincia de Jaén durante 1995. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 13(2): 93-97.
- PÉREZ DE ZABALZA, A. & ÁLVAREZ, R. (1983). Estudio anual del polen atmosférico de la ciudad de Pamplona. *Actas IV Simposio Palinología*: 251-260.
- PERKINS, W.A. (1957). *The rotorod sampler. Second Semiannual Report*. CLM 186. Stanford University. Palo Alto, California, USA.
- PESSI A.M. & P. PULKKINEN (1994). Temporal and spatial variation of airborne Scots pine (*Pinus sylvestris*) pollen. *Grana*, 33: 151-157.
- PETROVSKA, N., X. WU, R. DONATO, Z. WANG, E. ONG, E. JONES, J. FORSTER, J. EMBERLIN, M. SIDOLI, R. O'HEHIR & G. SPANGENBERG (2004). Transgenic ryegrass (*Lolium perenne*) with down-regulation of main pollen allergens. *Molecular Breeding*, 14: 489-501.
- PETUSHKOVA, A. & P. KANDYBA (1999). Aeromicrobiological studies in the Moscow cathedrals. *Aerobiologia*, 15(3): 193-201.
- PITA, M.F. (2003). En: López Ontiveros, A. *Geografía de Andalucía*: 137-174. Ariel. Barcelona.
- PITZURRA, L., T. BELLEZA, M. GIAMMARIOLI, M. GIRALDI, G. SBARAGLIA, G. SPERA & F. BISTONI (1999). Microbial environmental monitoring of the refectory in the monastery of St. Anna in Foligno, Italy. *Aerobiologia*, 15(3): 203-209.
- PLA DALMAU, J.M. (1958). Aeropalinología gerundense. *An. Inst. Est. Gerundenses*, 12: 63-88.
- PLA DALMAU, J.M. (1961). *Polen. Estructura y características de los granos de polen. Precisiones morfológicas sobre los granos de polen recolectados en el NE de España. Polinización y aeropalinología*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona.
- POLA, J., C. ZAPATA & E. SANZ (1998). Polinosis en el área de Zaragoza. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 2: 135-139.

- POOT P. (1997). Reproductive allocation and resource compensation in male-sterile and hermaphroditic plants of *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae). *American Journal of Botany*, 84: 1256-1265.
- PORTILLO, J.R. (1988). *Estudio palinológico y micológico en Zaragoza. Su contribución para el conocimiento del perfil etiopatogénico del asma bronquial*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- PRADOS, M., R. ARAGÓN, M.I. CARRANCO, A. MARTÍNEZ & J. MARTÍNEZ (1995). Assessment of sensitization to holm oak (*Quercus ilex*) pollen in the Mérida area (Spain). *Allergy*, 50: 456-459.
- PRIETO, J.C., L. DE PABLOS, E. DOMÍNGUEZ & C. GALÁN (2002). Aerobiología en Ciudad Real: Estación de Ciudad Real (2000-2001). *REA*, 7: 113-118.
- RADAUER, C. & H. BREITENEDER (2006). Pollen allergens are restricted to few protein families and show distinct patterns of species distribution. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 117(1): 141-147.
- RADWAN, R.A., M.M. BARAKAT, M.A. SELIM & E.E. FOUDA (2006). Date Palm Pollen: A Significant Asthma and Allergy Inducer. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 117(2, Suppl. 1): S111.
- RAMFJORD, H. (1991). Outdoor appearance of aeroallergens in Norway. *Grana*, 30: 91-97.
- RANEA ARROYO, S. (2002). Llantén. *Plantago*. En: Valero, A.L. & A. Cadahía. *Polinosis. Polen y Alergia: 79-82*. MRA ediciones. Barcelona.
- RANTIO-LEHTIMAKI, A. (1994). Short, medium and long range transported airborne particles in viability and antigenicity analyses. *Aerobiologia*, 10: 175-181.
- RÄSÄNEN, L. (2000). Inhalant allergy in the United Arab Emirates. *Allergy*, 55(1): 95-96.
- RECIO, M. (1995). *Análisis polínico de la atmósfera de Málaga (1991-1994). Relación con los parámetros meteorológicos*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga, Málaga.
- RECIO, M., B. CABEZUDO, M.M. TRIGO & F.J. TORO (1997). Accumulative air temperature as a predicting parameter for daily airborne olive pollen (*Olea europaea* L.) during prepeak period in Málaga (Western Mediterranean area). *Grana*, 36: 44-48.

- RECIO, M., M.M. TRIGO, S. DOCAMPO & B. CABEZUDO (2002). Aerobiología en Andalucía: Estación de Málaga (2000-2001). *REA*, 7: 83-88.
- RECIO, M., M.M. TRIGO, F.J. TORO, S. DOCAMPO & B. CABEZUDO (2000). Estudio aerobiológico de la localidad de Antequera (Málaga, España): 1998-1999. *Acta Bot. Malacitana*, 25: 165-174.
- RESANO, A., M.L. SANZ & A. OEHLING (1998). Sensitization to *Alternaria* and *Cladosporium* in asthmatic patients and its vitro diagnostic confirmation. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 8(6): 353-358.
- RIBEIRO, H., L. SANTOS, I. ABREU & M. CUNHA (2006). Influence of meteorological parameters on *Olea* flowering date and airborne pollen concentration in four regions of Portugal. *Grana*, 45: 115-121.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1996). *Geobotánica y Bioclimatología*. Discurso del Acto de Investidura de Doctor Honoris Causa. Universidad de Granada, Granada.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., A. ASENSI, B. DÍEZ, J. MOLERO & F. VALLE (1997). Biogeography synthesis of Andalucía (Southern Spain), *Journal of Biogeography*, 24: 915-928.
- RODRÍGUEZ RAJO, F.J. (2001). *El polen como fuente de contaminación ambiental en la ciudad de Vigo*. Tesis Doctoral, Universidad de Vigo. Vigo.
- RODRÍGUEZ-RAJO, F.J., N. DACOSTA & V. JATO (2002a). Aerobiología en Galicia: Estación de Lugo (2000-2001). *REA*, 7: 195-200.
- RODRÍGUEZ-RAJO, F.J., I. IGLESIAS & V. JATO (2004). Allergenic airborne pollen monitoring of Vigo (NW Spain) in 1995-2001. *Grana*, 43: 164-173.
- RODRÍGUEZ-RAJO, F.J., J. MÉNDEZ & V. JATO (2002b). Aerobiología en Galicia: Estación de Vigo (2000-2001). *REA*, 7: 219-224.
- RODRÍGUEZ, R., M. VILLALBA, E. BATANERO, O. PALOMARES & G. SALAMANCA (2007). Emerging pollen allergens. *Biomed. Pharmacother.*, 61: 1-7.
- ROGERS, C.A. (1989). Seasonal patterns of allergenic pollen at Toronto. En: P. Comtois. *Aerobiology, Health and Environment: A Symposium: Proceedings of the First Canadian Aerobiology Conference: 77-91*. Université de Montréal. Montréal, Canadá.

- ROGERS, C.A. (1993). Application of aeropalynological principles in Paleoecology. *Rev. Paleobot. Palinol.*, 79: 133-140.
- ROSAS, I., C. CALDERÓN, L. MARTÍNEZ, M. ULLOA & J. LACEY (1997). Indoor and outdoor airborne fungal propagule concentrations in Mexico city. *Aerobiologia*, 13: 23-30.
- ROSUA, J.L. & E. ALABARCE (1995). *Flora exotica de la costa granadina. Almuñecar*. Universidad de Granada. Granada.
- RUBULIS, J. (1984). Airborne fungal spores in Stockholm and Eskilstuna, central Sweden. *5th Nord. Symp. Aerobiol.*, 85-93.
- RUIZ, L. (2001). *Estudio aerobiológico de la atmósfera de Jaén: Espectro polínico, modelos de pronóstico e incidencia de los principales aeroalergenos*. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén, Jaén.
- RUIZ, L., C. DÍAZ DE LA GUARDIA, A. CANO & E. CANO (2002). Aerobiología en Andalucía: Estación de Jaén (2000-2001). *REA* 7: 77-82.
- SAA, P., M. SUÁREZ CERVERA & V.R. GRACIA (1996). *Atlas de polen de Galicia 1*. Diputación Provincial de Ourense. Ourense.
- SABARIEGO, S. (2003). *Estudio aerobiológico del polen y las esporas de la atmósfera de Almería: Modelos de pronóstico e incidencia de sensibilización en la población atópica*. Tesis Doctoral. Universidad de Almería, Almería.
- SABARIEGO, S., C. DIAZ DE LA GUARDIA & F. ALBA (1999). Contribución al estudio aeromicológico de la atmósfera de la ciudad de Granada (S. España): variaciones estacionales e intradiarias. *Rev. Iberoamericana de Micología*, 16: 230-234.
- SABARIEGO, S., C. DÍAZ DE LA GUARDIA & F. ALBA (2000). The effect of meteorological factors on the daily variation of airborne fungal spores in Granada (Southern Spain). *Int. J. Biometeorol.*, 44: 1-5.
- SABARIEGO, S., C. DÍAZ DE LA GUARDIA, F. ALBA & J.F. MOTA (2002). Aerobiología de Andalucía: Estación de Almería (2000-2001). *REA*, 7: 33-38.
- SADIQ, M.A., A. IFTIKHAR & M. NAEEM (2007). Pollen allergy hazard mapping in ICT. En: *Recent Advances in Space Technologies, 2007. RAST'07. 3rd International Conference on*: 641-646. Istanbul, Turquía.

- SÁENZ, C. (1978). *Polen y esporas*. H. Blume. Madrid.
- SÁENZ, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 25: 93-112.
- SÁENZ, C. & M. GUTIÉRREZ (1983). El contenido polínico de la atmósfera de Madrid. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 39: 433-463.
- SÁENZ, C. & M. GUTIÉRREZ (2003). *Esporas atmosféricas en la comunidad de Madrid*. Instituto de Salud Pública de Madrid. Madrid.
- SÁNCHEZ, J., M. SMITH, J. EMBERLIN, U. ALLIT, E. CAULTON & C. GALÁN (2003). Characteristics of grass pollen seasons in areas of southern Spain and the United Kingdom. *Aerobiologia*, 19: 243-250.
- SÁNCHEZ MESA, J.A. (2003). *Modelos predictivos de polen de la familia Poaceae en la atmósfera basados en redes neuronales. Estudio sobre la incidencia de alergias en la población*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- SANTILLI, J., W.J. ROCKWELL & R.P. COLLINS (1985). The significance of the spores of the Basidiomycetes (mushrooms and their allies) in bronchial asthma and allergic rhinitis. *Ann. Allergy*, 55(3): 469-471.
- SAUMANDE, J., P. SAUMANDE & J. GERMOUNTY (1980). Le calendrier pollinique de Limoges. *Rev. Franc. Allergol.*, 20: 83-91.
- SELL, Y., J. EVRARD & B. GUERÍN (1993). Plantes, fleurs et taxons allergisants. En: Anónimo. *Pollen et allergies*: 27-194. Allerbio. Francia.
- SEN, B. & A. ASAN (2001). Airborne fungi on vegetable growing areas of Edirne, Turkey. *Aerobiologia*, 17(1): 69-75.
- SHIVPURI, D.N. & K.L. DUA (1963). Studies in pollen allergy in Delhi area. Part IV. Clinical investigations. *Ind. J. Med. Res.*, 51: 68-74.
- SILVA, I., A. MORENO, A. MUÑOZ & R. TORMO (2002). Aerobiología en Extremadura: Estación de Badajoz (2000). *REA* 7: 173-176.
- SILVA, M.G., Y.K. MOREIRA & E.O. CISALPINO (1983). Flora fúngica do ar e do piso do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. *Rev. Microbiol.*, 14(3): 215-222.

- SIMERAY, J., D. MANDIN, M. MERCIER & J.P. CHAUMONT (2001). Survey of viable airborne fungal propagules in French wine cellars. *Aerobiologia*, 17(1): 19-24.
- SINGH, A.B. (1987). Airborne pollen types of allergenic significance in India. En: Leuschner, R.M. & G. Boehm. *Advances in Aerobiology. Proceedings 3rd Intern. Conference, August 6-9, 1986, Basel*. Experientia Supplementum, 51: 61-64.
- SINGH, A.M. & A.B. SINGH (1995). Fungal spores are an important component of library air. *Aerobiologia*, 11: 231-237.
- SINGH, A.M. & A.B. SINGH (1999). *Aspergillus* spp. as an important occupational risk factor among susceptible individuals. *Aerobiologia*, 15: 233-240.
- SINGH, B.P., A.B. SINGH, P.K.K. NAIR & S.V. GANGAL (1987). Survey of airborne pollen and fungal spores at Dehra Dun, India. *Annals of Allergy*, 59: 229-234.
- SOLOMON, W.R. (1969). An appraisal of *Rumex* pollen as an aeroallergen. *Allergy*, 44(1): 25-36.
- SOLOMON, W.R., H. BURGE, J.R. BOISE & M. BECKER (1980). *Comparative particle recoveries by the retracting rotorod, rotoslide, and Burkard spore trap sampling in a compact array*. National Institute of Allergy and Infectious Diseases, National Institute of Health. University Hospital Ann. Arbor. Michigan, USA.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M. (1991a). Regional European Pollen Calendars. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spiekasma & S. Bonini (eds.). *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 49-65. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M. (1991b). Allergenic pollen and pollinosis in the Netherlands. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spiekasma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 203-206. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M. (1992). Allergological aerobiology. *Aerobiologia*, 8(1): 5-8.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M. (1995). Aerobiology of inhalator allergen carries. *Allergol. et Immunopathol.*, 23(1): 20-23.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M. & P.G. VON WAHL (1991). Allergenic significance of *Artemisia* (Mugwort) pollen. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spiekasma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 121-124. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Inglaterra.

- SPIEKSMASMA, F.Th.M., J. CHARPIN & N. NOLARD (1980). City spore concentrations in the European Economic Community (ECC). IV. Summer weed pollen (*Rumex*, *Plantago*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*) 1976 and 1977. *Clin. Allergy*, 10: 319-329.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M., J.M. CORDEN, M. DETANT, W.M. MILLINTONG, H. NIKKELS, N. NOLARD, C.H.H. SCHOENMAKERS, R. WACHTER, L.A. DE WEGER, R. WILLENS & J. EMBERLIN (2003). Quantitative trends in annual totals of five common airborne pollen types (*Betula*, *Quercus*, Poaceae, *Urtica* and *Artemisia*), at five pollen-monitoring stations in western Europe. *Aerobiologia*, 19(3-4): 171-184.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M., J. EMBERLIN, M. HJELMROOS, S. JÄGER & R.M. LEUSCHNER (1995). Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: Trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons. *Grana*, 34: 51-57.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M., N. NOLARD & G. FRENGUELLI (1993). Polen atmosférico en Europa. En: Spieksma, F.Th.M., N. Nolard, G. Frenguelli & D. Van Moerbeke. *Polen atmosférico en Europa*. Ed. Braine l' Alleud, Bruselas.
- SPIEKSMASMA, F.Th.M., P. VAN NOORT & Y.H. NIKKELS (2000). Influence of nearby stands of *Artemisia* on street-level versus roof-top-level ratio's of airborne pollen quantities. *Aerobiologia*, 16(1): 21-24.
- STANDRING, R., V. SPACKMAN & S.J. PORTER (1987). Distribution of a major allergen of ryegrass (*Lolium perenne*) pollen between other grass species. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 83(1): 96-103.
- STANLEY, R.G. & H.F. LINSKENS (1974). *Pollen: Biology, Biochemistry, Management*. Springer-Verlag. Berlin, Alemania.
- STEPALSKA, D., K. HARMATA, I. KASPRZYK, D. MYSZKOWSKA & A. STACH (1999). Occurrence of airborne *Cladosporium* and *Alternaria* spores in Southern and Central Poland in 1995-1996. *Aerobiologia*, 15(1): 39-47.
- STEVENSON, J., S.G. HABERLE, F.H. JOHNSTON & D.M.J.S. BOWMAN (2007). Seasonal distribution of pollen in the atmosphere of Darwin, tropical Australia: Preliminary results. *Grana*, 46(1): 34.
- STOKES, J.R., R. HARTEL, L.B. FORD & T.B. CASALE (2000). Cannabis (hemp) positive skin test and respiratory symptoms. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 85(3): 238-240.

- SUÁREZ CERVERA, M. & J.A. SEOANE CAMBA (1983). Estudio del contenido polínico de la atmósfera de Barcelona según un nuevo método de filtración. *Collectanea Bot.*, 14: 587-615.
- SUBBA REDDI, C. (1974). Volume incidence of air-borne allergens. *Indian J. Med. Res.*, 62(8): 1190-1194.
- SUBIZA, E. (1980). Incidencia del grano de polen en Madrid. Método volumétrico. *Allergol. et Immunopathol.*, Suplementum VII: 261-270.
- SUBIZA, E. (2003). Gramíneas: Aerobiología y polinosis en España. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 18(3): 7-11.
- SUBIZA, F.J., F. BRITO, J. POLA, A. MORAL, J. FERNÁNDEZ, M. JEREZ & M. FERREIRO (1998). Pólenes alérgicos y polinosis en 12 ciudades españolas. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 13(2): 45-58.
- SUBIZA, J., M. CABRERA, R. VALDIVIESO, J.L. SUBIZA, M. JEREZ, J.A. JIMÉNEZ, M.J. NARGANES & E. SUBIZA (1994). Seasonal asthma caused by airborne *Platanus* pollen. *Clin. Exp. Allergy*, 24(12): 1123-1129.
- SUBIZA, J., M. JEREZ & E. SUBIZA (1992). Introducción a la aerobiología de las gramíneas. *Alergol. Inmunol. Clin.*, 7(4): 151-161.
- SUBIZA, J., M. JEREZ, J.A. JIMÉNEZ, M.J. NARGANES, M. CABRERA, S. VARELA & E. SUBIZA (1995). Clinical aspects of allergic disease. Allergic pollen and pollinosis in Madrid. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 96(1): 15-23.
- SUBIZA, E., F.J. SUBIZA & M. JEREZ (1986). Palinología. En: Basomba Riba, A. *Tratado de Alergología e Inmunología Clínica*, 4: 211-256. Ed. Luzan. Madrid.
- SUBIZA, E., J. SUBIZA & M.L. JEREZ (1989). Aerobiología de las gramíneas en los climas de España. *Rev. Esp. Alergol. Inmunol. Clin.*, 4: 45-50.
- SURINYACH, R., P. MONTSERRAT & R. FONT (1956). Epidemiología de la polinosis en Barcelona. *Anales de Medicina*, 42: 36-62.
- SYRIGOU, E., S. ZANIKOU & P.S. PAPAGEORGIOU (2003). Grasses, olive, parietaria and cypress in Athens: Pollen sampling from 1995 to 1999. *Aerobiologia*, 19(2): 133-137.

- TAKAHASHI, T. (1997). Airborne fungal colony-forming units in outdoor and indoor environments in Yokohama, Japan. *Mycopathologia*, 139: 23-33.
- TANAKA, H., M. DEGAWA, E. KAWATA, J. HAYASHI & Y. SHOYAMA (1998). *Forensic Science International*, 97: 139-153.
- TARLO, S.M., A. FRADKIN & R.S. TOBIN (1988). Skin testing with extracts of fungal species derived from the homes of allergy clinic patients in Toronto, Canada. *Clin. Allergy*, 18: 45-52.
- TEJERA, L. & A. BERI (2005). First volumetric airborne pollen sampling in Montevideo City, Uruguay. *Aerobiologia*, 21 (1): 33-41.
- TORMO, R., A. MUÑOZ, I. SILVIA & F. GALLARDO (1996). Pollen production in anemophilous trees. *Grana*, 35: 38-46.
- TORMO, R., I. SILVA, A.F. MUÑOZ, J. TAVIRA & A. MORENO (2001). Environmental Factors Affecting Airborne Pollen Concentration in Anemophilous Species of *Plantago*. *Ann. Bot.*, 87(1): 1-8.
- TORO, F.J. (1997). *Estudio aerobiológico de la Costa del Sol occidental: Málaga y Estepona (1995-97). Análisis comparativo y modelos de pronóstico*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga, Málaga.
- TORRECILLAS, M., J.J. GARCÍA, M.T. PALOMEQUE, C. MUÑOZ, J.M. BARCELÓ, J.L. DE LA FUENTE, J.M. CHICOTE & A. MIRANDA (1998). Prevalencia de sensibilizaciones en pacientes con polinosis de la provincia de Málaga. *Rev. Esp. Alergol. Immunol. Clin.*, 13(2): 122-125.
- TORRECILLAS, M., C. MUÑOZ, M.T. PALOMEQUE, J.L. DE LA FUENTE, J.M. BARCELÓ, J.M. VEGA, A. MIRANDA & J.J. GARCÍA (1996). Patrón de sensibilización a pólenes en Málaga en 1990 y 1995. *XX Congreso de la SEAIC*, 14: 4-5.
- TORTAJADA, B. & I. MATEU (2002). Aerobiología en la comunidad valenciana: Estación de Burjassot (2000-2001). *REA*, 7: 167-172.
- TRIGO, M.M., B. CABEZUDO, M. RECIO & F.J. TORO (1996). Annual, daily and diurnal variations of Urticaceae airborne pollen in Málaga (Spain). *Aerobiologia*, 12: 85-90.

- TRIGO, M.M., V. JATO, D. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ & C. GALÁN (2008). *Atlas aeropalínológico de España*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de León. León.
- TRIGO, M.M., M. MELGAR, J. GARCÍA, M. RECIO, S. DOCAMPO & B. CABEZUDO (2007). *El polen en la atmósfera de Vélez-Málaga*. Concejalía de Medio Ambiente. Ayuntamiento de Vélez-Málaga. Málaga.
- TRIGO, M.M., M. RECIO, F.J. TORO & B. CABEZUDO (1997). Intradiurnal fluctuations in airborne pollen in Malaga (S. Spain): a quantitative method. *Grana*, 36: 39-43.
- TRIMMER, L.W., Z. SOLEL, T.R. GOTTWALD, A.M. IBANEZ & S.E. ZITKO (1998). Environmental factors affecting production, release and field populations of conidia of *Alternaria alternata*, the cause of brown spot of citrus. *Phytopathology*, 88: 1219-1223.
- TROUTT, C. & E. LEVETIN (2001). Correlation of spring spore concentrations and meteorological conditions in Tulsa, Oklahoma. *Int. J. Biometeorol.*, 45: 64-74.
- VALDÉS, B., M.J. DÍEZ & I. FERNÁNDEZ (1987). *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. Instituto de Desarrollo Regional, nº 43. Universidad de Sevilla. Excelentísima Diputación Provincial de Cádiz. Cádiz.
- VALLE, F., J.A. ALGARRA, E. ARROJO, A. ASENSI, J. CABELLO, E. CANO, E.M. CAÑADAS, M. CUETO, E. DANA, E. DE SIMON, B. DÍEZ, A. GARCÍA, E. GIMÉNEZ, F. GÓMEZ, M.N. JIMÉNEZ, J.E. LINARES, J. LORITE, M. MELENDO, M.C. MONTOYA, J.F. MOTA, F.B. NAVARRO, J. PEÑAS, C. SALAZAR & J.A. TORRES (2003). *Mapa de series de vegetación de Andalucía*. Editorial Rueda. Madrid.
- VALLVERDÚ, A., P. GARCÍA ORTEGA, J. MARTÍNEZ, A. MARTÍNEZ, M.I. ESTEBAN, M. MOLINA, L. FERNÁNDEZ-TÁVORA, J. FERNÁNDEZ, B. BARTOLOMÉ & R. PALACIOS (1997). *Mercurialis annua*: Characterization of main allergens and cross-reactivity with other species. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 112(4): 356-64.
- VARELA, S., E. SUBIZA, J.L. SUBIZA, R. RODRÍGUEZ, B. GARCÍA, M. JEREZ, J.A. JIMÉNEZ & R. PANZANI (1997). *Platanus* pollen as an important cause of pollinosis. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 100(6): 748-754.

- VARTIAINEN, E., T. PETÄYS, T. HAAHTELA, P. JOUSILAHTI & J. PEKKANEN (2002). Allergic diseases, skin prick test responses, and IgE levels in North Karelia, Finland, and the Republic of Karelia, Russia. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 109(4): 643-648.
- VÁZQUEZ, L. (2003). *Estudio Aerobiológico y Fenológico de una planta de interés económico, el olivo*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- VÁZQUEZ, L., C. GALÁN & E. DOMÍNGUEZ (2002). Aerobiología en Andalucía: Estación de Córdoba (2000-2001). *REA* 7: 59-64.
- VEGA MARAY, A.M., D. FERNÁNDEZ, R.M. VALENCIA, A.B. FERNÁNDEZ, F. SANTOS & M. LATASA (2002b). Aerobiología en Castilla y León: Estación de León (2000-2001). *REA*, 7: 119-124.
- VEGA MARAY, A.M., R.M. VALENCIA, D. FERNÁNDEZ, A.B. FERNÁNDEZ, J. MENCÍA & C. DÍAZ (2002a). Aerobiología en Castilla y León: Estación de Ponferrada (2000-2001). *REA*, 7: 125-130.
- VIÑAS, M. (2002a). Betulaceas. En: Valero, A.L. & A. Cadahía. *Polinosis. Polen y Alergias*: 121-128. MRA Ediciones. Barcelona.
- VIÑAS, M. (2002b). Encina/Roble. En: Valero, A.L. & A. Cadahía. *Polinosis. Polen y Alergias*: 143-148. MRA Ediciones. Barcelona.
- VLOUTOGLOU, I., B.D.L. FITT & J.A. LUCAS (1995). Periodicity and gradients in dispersal of *Alternaria linicola* in linseed crops. *European Journal of Plant Pathology*, 101(6): 639-653.
- WASEL, Y., E. GANOR, M. GLIKMAN, V. EPSTEIN & S. BRENNER (1997a). Seasonal distribution of airborne pollen in the coastal plain of Israel. *Aerobiologia*, 13(2): 127-134.
- WASEL, Y., E. GANOR, M. GLIKMAN, V. EPSTEIN & S. BRENNER (1997b). Airborne fungal spores in the coastal plain of Israel: A preliminary survey. *Aerobiologia*, 13: 281-287.
- WATSON, J.K. & D.W. CONSTABLE (1991). Allergenic significance of *Plantago* pollen. En: D'Amato, G., F.Th.M. Spieksma & S. Bonini. *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*: 132-134. Blackwell Scientific Publications. Cambridge, Inglaterra.

WIELGOLASKI, F.E. (1999). Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *Int. J. Biometeorol.*, 42: 158-168.

WODEHOUSE, R.P. (1935). *Pollen grains*. McGraw Hill Book Company. New York, USA.

9. ANEXO
Correlaciones entre las concentraciones polínicas y los
parámetros meteorológicos

Urticaceae PPP (95 %) 2003-04		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,478**	,454**	,362**	-,144*	,110	,086	,076	,625**	-,132	-,010	-,320**	,076	,374**	-,196**	,194**
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,030	,097	,195	,255	,000	,061	,887	,000	,281	,000	,005	,006
	N	227	227	227	227	227	227	227	227	202	202	201	201	201	201	201
PrePico	Coef. Correl.	,471**	,474**	,395**	-,054	,329**	,338**	,299**	,509**	-,195*	-,115	-,245**	,217*	,221*	-,270**	,307**
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,536	,000	,000	,000	,000	,031	,209	,007	,017	,015	,003	,001
	N	134	134	134	134	134	134	134	134	122	122	121	121	121	121	121
PostPico	Coef. Correl.	-,308**	-,397**	-,504**	-,151	-,069	-,077	-,042	,341**	-,063	-,048	,143	-,060	-,015	-,047	,152
	Sig. bilateral	,003	,000	,000	,150	,513	,465	,690	,001	,579	,671	,207	,594	,898	,681	,178
	N	93	93	93	93	93	93	93	93	80	80	80	80	80	80	80

Urticaceae PPP (95 %) 2004-05		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,456**	,455**	,424**	-,121	,032	-,056	-,083	,570**	,093	,047	-,443**	,053	,369**	,051	,256**
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,077	,641	,417	,228	,000	,216	,531	,000	,480	,000	,497	,001
	N	214	214	214	214	214	214	214	214	181	181	179	179	179	179	179
PrePico	Coef. Correl.	,432**	,449**	,299**	-,136	,254**	,147	,088	,660**	-,160	-,164	-,421**	,110	,449**	-,024	,320**
	Sig. bilateral	,000	,000	,002	,167	,009	,136	,372	,000	,166	,158	,000	,342	,000	,840	,005
	N	104	104	104	104	104	104	104	104	76	76	76	76	76	76	76
PostPico	Coef. Correl.	-,527**	-,599**	-,622**	,098	-,213*	-,283**	-,299**	-,314**	,335**	,234*	-,057	-,134	-,026	,291**	-,136
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,311	,025	,003	,001	,001	,000	,016	,565	,179	,797	,003	,171
	N	110	110	110	110	110	110	110	110	105	105	103	103	103	103	103

Urticaceae PPP (95 %) 2005-06		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,508**	,442**	,376**	-,196**	,139*	,080	,003	,539**	,037	,039	-,519**	,043	,522**	-,107	,132
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,004	,045	,250	,971	,000	,614	,571	,000	,538	,000	,127	,059
	N	210	210	210	210	210	210	210	210	192	208	204	204	204	204	204
PrePico	Coef. Correl.	,693**	,580**	,420**	-,203*	,069	-,026	-,069	,882**	,038	,070	-,702**	-,062	,693**	,024	,131
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,035	,475	,791	,476	,000	,718	,477	,000	,534	,000	,809	,189
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	92	106	102	102	102	102	102
PostPico	Coef. Correl.	-,381**	-,549**	-,560**	,027	,197*	,122	,030	-,423**	,176	,053	-,054	-,115	,151	,049	-,061
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,785	,048	,224	,762	,000	,080	,600	,592	,250	,131	,628	,544
	N	102	102	102	102	102	102	102	102	100	102	102	102	102	102	102

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Olea PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,585**	-,582**	-,537**	,060	-,079	,086	,186	-,027	-,015	,094	,026	,177	-,139	-,175	-,111
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,627	,523	,488	,129	,826	,904	,462	,837	,161	,272	,167	,380
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	64	64	64	64	64	64	64
PrePico	Coef. Correl.	,206	,402*	,347*	-,145	,085	-,019	-,036	,183	,117	,127	-,026	,082	-,043	,049	-,090
	Sig. bilateral	,228	,015	,038	,399	,621	,911	,836	,284	,504	,467	,883	,639	,807	,781	,609
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35	35	35
PostPico	Coef. Correl.	-,480**	-,431*	-,206	.	,417*	,519**	,500**	-,297	-,086	-,197	-,083	,076	-,036	-,146	,111
	Sig. bilateral	,005	,014	,258	.	,018	,002	,004	,099	,658	,305	,670	,696	,854	,450	,566
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	29	29	29	29	29	29	29

Olea PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,182	-,256*	-,143	,148	,163	,077	,106	-,053	-,025	-,018	-,150	-,354**	,385**	,194	-,105
	Sig. bilateral	,099	,019	,199	,181	,141	,488	,338	,637	,840	,882	,222	,003	,001	,112	,394
	N	83	83	83	83	83	83	83	83	68	68	68	68	68	68	68
PrePico	Coef. Correl.	-,287	-,273	,146	,189	,161	,172	,235	-,245	,142	,144	-,433**	-,421**	,491**	,363*	-,369*
	Sig. bilateral	,077	,093	,376	,249	,327	,294	,150	,132	,388	,381	,006	,008	,001	,023	,021
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
PostPico	Coef. Correl.	-,141	-,464**	-,394**	.	,139	-,050	-,059	,181	-,158	-,173	,332	-,292	,247	-,028	,234
	Sig. bilateral	,360	,002	,008	.	,368	,749	,702	,240	,414	,370	,078	,125	,197	,884	,222
	N	44	44	44	44	44	44	44	44	29	29	29	29	29	29	29

Olea PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,405**	-,483**	-,535**	,094	-,044	-,111	-,154	-,037	,405**	,339**	-,158	-,010	-,040	,409**	-,245
	Sig. bilateral	,001	,000	,000	,465	,732	,388	,227	,771	,002	,009	,236	,941	,765	,001	,064
	N	63	63	63	63	63	63	63	63	58	58	58	58	58	58	58
PrePico	Coef. Correl.	,174	,288	,245	,069	-,055	-,150	-,187	,399*	,613**	,463*	-,382	-,319	,433*	,474*	-,440*
	Sig. bilateral	,385	,145	,219	,733	,785	,456	,351	,039	,002	,026	,072	,138	,039	,022	,035
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	23	23	23	23	23	23	23
PostPico	Coef. Correl.	-,453**	-,522**	-,532**	-,212	,156	,112	,080	-,255	,334*	,329	-,005	,009	-,028	,359*	-,192
	Sig. bilateral	,005	,001	,001	,215	,363	,516	,644	,133	,050	,054	,979	,961	,874	,034	,269
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35	35	35

Olea PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,334*	-,382**	-,273*	-,105	,173	,171	,110	-,397**	,079	,144	-,103	,148	-,114	,162	-,145
	Sig. bilateral	,010	,003	,038	,431	,193	,200	,411	,002	,559	,282	,442	,267	,396	,224	,278
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	57	58	58	58	58	58	58
PrePico	Coef. Correl.	,218	,281	,375	-,021	-,143	-,116	-,318	-,261	,563**	,663**	-,217	,037	-,039	,180	-,543**
	Sig. bilateral	,286	,165	,059	,920	,486	,572	,113	,197	,003	,000	,287	,859	,850	,380	,004
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	25	26	26	26	26	26	26
PostPico	Coef. Correl.	-,423*	-,460**	-,375*	-,117	-,149	-,187	-,076	-,345	,073	,041	,124	,178	-,234	,306	-,009
	Sig. bilateral	,016	,008	,034	,525	,414	,306	,680	,053	,690	,825	,500	,331	,197	,088	,963
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Cupressaceae PPP (95 %) 2003-04		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,224**	,271**	,187*	-,100	,169*	,101	,066	,586**	-,057	,062	-,260**	,235**	,174*	-,135	,072
	Sig. bilateral	,003	,000	,013	,189	,025	,185	,385	,000	,469	,437	,001	,003	,028	,090	,362
	N	175	175	175	175	175	175	175	175	161	161	160	160	160	160	160
PrePico	Coef. Correl.	,079	,109	,044	-,132	,199*	,120	,047	,527**	-,075	-,056	-,124	,218*	,028	-,165	,179
	Sig. bilateral	,386	,229	,629	,145	,027	,187	,607	,000	,422	,550	,187	,019	,767	,078	,055
	N	123	123	123	123	123	123	123	123	116	116	115	115	115	115	115
PostPico	Coef. Correl.	-,093	-,117	-,324*	-,250	,164	,254	,252	-,216	-,315*	-,258	,166	,134	-,052	-,263	,189
	Sig. bilateral	,510	,410	,019	,073	,245	,070	,072	,125	,035	,087	,275	,379	,733	,081	,214
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	45	45	45	45	45	45	45

Cupressaceae PPP (95 %) 2005-05		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,417**	,429**	,371**	-,017	,156	,107	,064	,496**	,033	,072	-,369**	,032	,381**	,035	,185
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,841	,068	,212	,457	,000	,727	,449	,000	,741	,000	,717	,053
	N	137	137	137	137	137	137	137	137	112	112	110	110	110	110	110
PrePico	Coef. Correl.	,295**	,305**	,119	,006	-,006	-,119	-,131	,532**	,045	,060	-,211	-,029	,288*	,092	,015
	Sig. bilateral	,005	,004	,270	,956	,956	,269	,223	,000	,728	,639	,096	,824	,022	,475	,906
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	63	63	63	63	63	63	63
PostPico	Coef. Correl.	-,256	-,439**	-,350*	,226	,412**	,503**	,420**	-,702**	-,027	-,011	,149	-,136	,104	,030	,148
	Sig. bilateral	,075	,002	,014	,118	,003	,000	,003	,000	,856	,939	,317	,362	,486	,842	,321
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	47	47	47	47	47

Cupressaceae PPP (95 %) 2005-06		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,500**	,496**	,340**	-,174	-,063	-,149	-,150	,516**	,152	,210*	-,512**	-,035	,421**	-,079	-,019
	Sig. bilateral	,000	,000	,001	,105	,559	,167	,164	,000	,165	,049	,000	,746	,000	,466	,861
	N	88	88	88	88	88	88	88	88	85	88	88	88	88	88	88
PrePico	Coef. Correl.	,401**	,447**	,217	-,282	,013	-,107	-,090	,563**	,259	,437**	-,446**	-,184	,348*	-,065	-,257
	Sig. bilateral	,006	,002	,148	,058	,934	,479	,553	,000	,093	,002	,002	,222	,018	,670	,085
	N	46	46	46	46	46	46	46	46	43	46	46	46	46	46	46
PostPico	Coef. Correl.	,097	-,051	-,275	,148	-,124	-,189	-,200	-,080	-,013	-,014	-,204	-,055	,097	,171	-,026
	Sig. bilateral	,539	,748	,078	,350	,434	,231	,204	,617	,936	,928	,195	,727	,541	,280	,869
	N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Quercus PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,331**	-,303**	-,301**	-,067	-,138	-,034	,071	,043	,052	,231*	,126	,097	-,074	-,171	-,151
	Sig. bilateral	,001	,002	,002	,492	,157	,729	,471	,660	,624	,027	,233	,359	,483	,104	,150
	N	106	106	106	106	106	106	106	106	92	92	92	92	92	92	92
PrePico	Coef. Correl.	,478**	,708**	,561**	-,320*	,052	-,045	,084	,376**	-,163	-,006	-,344*	,000	,223	-,411*	,198
	Sig. bilateral	,001	,000	,000	,025	,721	,756	,565	,008	,329	,970	,034	,998	,178	,010	,235
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	38	38	38	38	38	38	38
PostPico	Coef. Correl.	-,526**	-,560**	-,472**	.	-,192	-,078	,011	,140	,171	,228	,462**	,289*	-,343*	-,047	-,182
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	.	,153	,562	,933	,298	,217	,098	,000	,034	,011	,737	,189
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	54	54	54	54	54	54	54

Quercus PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,026	,064	,128	-,123	-,029	-,144	-,087	,167	,151	,210*	-,071	-,162	,090	,158	-,270*
	Sig. bilateral	,800	,530	,205	,224	,776	,154	,389	,099	,159	,050	,508	,131	,406	,142	,011
	N	99	99	99	99	99	99	99	99	88	88	88	88	88	88	88
PrePico	Coef. Correl.	,331	,601	,409	-,441	,009	,078	-,157	,548	,051	,051	,128	,507	-,406	,063	-,198
	Sig. bilateral	,385	,087	,274	,235	,982	,841	,687	,126	,905	,905	,762	,200	,318	,881	,639
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8
PostPico	Coef. Correl.	-,064	-,058	,025	-,064	-,033	-,169	-,101	,130	,156	,220*	-,099	-,272*	,143	,203	-,275*
	Sig. bilateral	,550	,585	,817	,550	,761	,111	,345	,220	,168	,050	,384	,015	,205	,070	,014
	N	90	90	90	90	90	90	90	90	80	80	80	80	80	80	80

Quercus PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,579**	-,665**	-,703**	,065	-,215	-,339**	-,371**	-,289*	,282*	,267*	-,263*	,049	-,204	,379**	-,199
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,574	,059	,002	,001	,010	,015	,022	,025	,683	,083	,001	,091
	N	78	78	78	78	78	78	78	78	73	73	73	73	73	73	73
PrePico	Coef. Correl.	,042	-,055	-,479	.	,055	-,006	-,285	,539	,152	-,152	,018	-,119	-,049	,042	,243
	Sig. bilateral	,907	,881	,162	.	,881	,987	,425	,108	,676	,676	,960	,744	,894	,907	,498
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PostPico	Coef. Correl.	-,481**	-,599**	-,660**	,136	-,224	-,277*	-,300*	-,167	,204	,199	-,059	,179	-,250*	,202	-,007
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,269	,067	,022	,013	,173	,108	,119	,644	,161	,048	,112	,957
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	63	63	63	63	63	63	63

Quercus PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,349**	-,485**	-,463**	,101	,014	-,054	-,099	-,382**	,174	,226*	,241*	,112	-,231*	,152	-,133
	Sig. bilateral	,001	,000	,000	,335	,892	,606	,346	,000	,099	,030	,020	,285	,026	,146	,205
	N	93	93	93	93	93	93	93	93	91	93	93	93	93	93	93
PrePico	Coef. Correl.	,447*	,562**	,358	-,114	-,104	-,353	-,417	,346	,017	,048	,181	,029	-,147	,225	,001
	Sig. bilateral	,037	,007	,102	,614	,644	,107	,054	,115	,941	,830	,419	,896	,513	,314	,997
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
PostPico	Coef. Correl.	-,384**	-,565**	-,492**	,163	,004	-,058	-,076	-,434**	,181	,267*	,299*	,199	-,294*	,071	-,241*
	Sig. bilateral	,001	,000	,000	,173	,975	,632	,529	,000	,137	,024	,011	,097	,013	,556	,043
	N	71	71	71	71	71	71	71	71	69	71	71	71	71	71	71

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Poaceae PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,297**	-,300**	-,266**	-,158*	-,077	,014	,115	,384**	-,082	,089	,162	,276**	-,185	-,348**	,031
	Sig. bilateral	,000	,000	,001	,049	,341	,865	,155	,000	,389	,353	,090	,003	,052	,000	,750
	N	155	155	155	155	155	155	155	155	112	112	111	111	111	111	111
PrePico	Coef. Correl.	,573**	,707**	,674**	-,347*	-,174	-,003	,148	,391**	-,496**	-,348*	-,272	,342*	-,107	-,543**	,383*
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,016	,238	,983	,316	,006	,002	,040	,115	,044	,540	,001	,023
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	35	35	35	35	35	35	35
PostPico	Coef. Correl.	-,490**	-,528**	-,467**	-,146	-,001	-,010	,049	,498**	,144	,287*	,382**	,262*	-,232*	-,235*	-,142
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,134	,991	,920	,618	,000	,210	,011	,001	,022	,043	,041	,221
	N	107	107	107	107	107	107	107	107	77	77	76	76	76	76	76

Poaceae PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,112	-,171*	-,195*	-,186*	-,156*	-,169*	-,119	,352**	-,091	,081	,022	-,088	,187*	-,015	-,067
	Sig. bilateral	,148	,027	,011	,015	,042	,028	,123	,000	,301	,360	,802	,322	,034	,864	,453
	N	169	169	169	169	169	169	169	169	130	130	129	129	129	129	129
PrePico	Coef. Correl.	,404**	,454**	,414**	-,389**	-,296*	-,143	-,053	,213	-,092	-,056	-,098	-,115	,319**	-,021	,090
	Sig. bilateral	,001	,000	,000	,001	,014	,246	,668	,081	,467	,660	,436	,363	,010	,871	,474
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	65	65	65	65	65	65	65
PostPico	Coef. Correl.	-,174	-,318**	-,350**	-,131	-,087	-,179	-,154	,429**	-,115	,241	,091	-,051	,129	-,043	-,154
	Sig. bilateral	,082	,001	,000	,192	,387	,074	,124	,000	,363	,053	,475	,687	,310	,734	,225
	N	101	101	101	101	101	101	101	101	65	65	64	64	64	64	64

Poaceae PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,222**	-,231**	-,272**	-,070	-,180*	-,215**	-,150*	,315**	,170*	,124	-,188*	-,055	,100	,044	,037
	Sig. bilateral	,002	,001	,000	,329	,011	,002	,036	,000	,028	,110	,015	,480	,200	,573	,635
	N	198	198	198	198	198	198	198	198	167	167	165	165	165	165	165
PrePico	Coef. Correl.	,523**	,560**	,420**	-,125	,037	,043	,106	,359*	-,302*	-,349*	-,177	-,057	,203	-,158	,379*
	Sig. bilateral	,000	,000	,004	,413	,812	,781	,487	,015	,044	,019	,256	,715	,192	,312	,012
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	43	43	43	43	43
PostPico	Coef. Correl.	-,249**	-,258**	-,318**	-,047	-,200*	-,252**	-,196*	,349**	,305**	,292**	-,191*	-,064	,101	,082	-,043
	Sig. bilateral	,002	,001	,000	,560	,013	,002	,015	,000	,001	,001	,035	,485	,269	,367	,641
	N	153	153	153	153	153	153	153	153	122	122	122	122	122	122	122

Poaceae PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,399**	-,509**	-,519**	,022	,003	,035	,039	-,011	,115	,161*	,186**	,070	-,008	-,125	-,236**
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,761	,962	,628	,581	,880	,114	,022	,008	,324	,908	,077	,001
	N	199	199	199	199	199	199	199	201	192	201	201	201	201	201	201
PrePico	Coef. Correl.	,505**	,445**	,239	-,298*	,098	-,087	-,083	,258	,010	-,008	-,009	,042	,003	,075	,085
	Sig. bilateral	,000	,001	,079	,027	,477	,525	,547	,057	,942	,955	,948	,758	,982	,586	,535
	N	55	55	55	55	55	55	55	55	54	55	55	55	55	55	55
PostPico	Coef. Correl.	-,109	-,189*	-,215**	,043	-,201*	-,165*	-,129	,107	,156	,190*	,258**	,031	-,018	-,094	-,249**
	Sig. bilateral	,192	,023	,010	,612	,016	,049	,122	,201	,068	,021	,002	,706	,826	,258	,002
	N	144	144	144	144	144	144	144	146	138	146	146	146	146	146	146

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Pinus PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,077	,072	,013	-,330**	-,073	-,205*	-,203*	,047	,049	,010	,157	,124	-,173	-,045	,007
	Sig. bilateral	,428	,454	,889	,000	,449	,033	,034	,624	,655	,926	,151	,258	,114	,681	,947
	N	109	109	109	109	109	109	109	109	84	85	85	85	85	85	85
PrePico	Coef. Correl.	,051	-,205	,051	.	,205	,051	,051	-,667	,616	,462	,000	,667	-,821	-,205	,205
	Sig. bilateral	,935	,741	,935	.	,741	,935	,935	,219	,269	,434	1	,219	,089	,741	,741
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PostPico	Coef. Correl.	,074	,104	,059	-,324**	-,077	-,209*	-,176	,101	,071	,074	,109	,145	-,136	-,113	-,038
	Sig. bilateral	,456	,293	,550	,001	,435	,033	,074	,306	,533	,515	,336	,200	,227	,317	,741
	N	104	104	104	104	104	104	104	104	79	80	80	80	80	80	80

Pinus PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,116	-,174*	-,203*	-,054	-,110	-,204*	-,233**	-,215**	,086	,047	,111	-,011	-,215*	,155	-,070
	Sig. bilateral	,153	,032	,012	,509	,177	,012	,004	,008	,336	,599	,214	,899	,015	,083	,436
	N	153	153	153	153	153	153	153	153	127	127	127	127	127	127	127
PrePico	Coef. Correl.	,638	,870*	,464	,000	-,493	-,580	-,725	,551	,406	,638	-,319	,116	,029	,638	-,662
	Sig. bilateral	,173	,024	,354	1	,321	,228	,103	,257	,425	,173	,538	,827	,957	,173	,152
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
PostPico	Coef. Correl.	-,066	-,115	-,141	-,055	-,130	-,233**	-,265**	-,180*	,104	,077	,043	-,014	-,189*	,152	-,096
	Sig. bilateral	,425	,165	,089	,510	,116	,004	,001	,029	,255	,402	,639	,883	,038	,096	,294
	N	147	147	147	147	147	147	147	147	121	121	121	121	121	121	121

Pinus PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,275**	-,337**	-,357**	,144	,038	-,002	-,069	-,222*	,156	,174	,146	-,029	-,145	,029	,000
	Sig. bilateral	,002	,000	,000	,110	,674	,984	,441	,013	,090	,057	,115	,756	,116	,759	,998
	N	125	125	125	125	125	125	125	125	120	120	118	118	118	118	118
PrePico	Coef. Correl.	,566**	,511*	,426*	,441*	,231	,071	-,291	,196	,171	-,170	-,459*	-,499*	,461*	,476*	,073
	Sig. bilateral	,006	,015	,048	,040	,302	,752	,188	,382	,446	,449	,032	,018	,031	,025	,747
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
PostPico	Coef. Correl.	-,306**	-,376**	-,399**	,054	-,028	-,090	-,114	-,214*	,182	,249*	,174	,078	-,227*	-,051	-,001
	Sig. bilateral	,002	,000	,000	,587	,782	,367	,252	,030	,072	,013	,090	,449	,026	,622	,989
	N	103	103	103	103	103	103	103	103	98	98	96	96	96	96	96

Pinus PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,324**	-,404**	-,436**	-,004	-,168	-,323**	-,273**	-,167	,372**	,284**	-,064	-,276**	,042	,280**	-,189
	Sig. bilateral	,001	,000	,000	,969	,086	,001	,005	,087	,000	,003	,513	,004	,671	,004	,052
	N	106	106	106	106	106	106	106	106	105	106	106	106	106	106	106
PrePico	Coef. Correl.	,500	1,00**	-,1,00**	.	,500	,500	-,500	1,00**	1,00**	1,00**	-,500	-,1,00**	,500	,500	-,500
	Sig. bilateral	,667	.	.	.	,667	,667	,667	.	.	.	,667	.	,667	,667	,667
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
PostPico	Coef. Correl.	-,294**	-,379**	-,410**	,010	-,189	-,337**	-,284**	-,144	,357**	,258**	-,080	-,262**	,034	,298**	-,161
	Sig. bilateral	,003	,000	,000	,923	,056	,000	,004	,147	,000	,008	,424	,008	,733	,002	,105
	N	103	103	103	103	103	103	103	103	102	103	103	103	103	103	103

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Chenopod. / Amaranth. PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,315**	,302**	,271**	-,255**	-,014	-,042	-,082	,141*	,030	,063	,029	,167*	-,109	-,157	,039
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,000	,841	,556	,249	,046	,717	,440	,724	,042	,187	,055	,639
	N	200	200	200	200	200	200	200	200	150	150	149	149	149	149	149
PrePico	Coef. Correl.	,324**	,306**	,291**	-,241**	-,026	-,058	-,092	,149*	,009	,020	-,009	,169	-,116	-,145	,076
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,001	,731	,439	,217	,045	,916	,816	,921	,054	,190	,099	,388
	N	181	181	181	181	181	181	181	181	131	131	130	130	130	130	130
PostPico	Coef. Correl.	,248	,396	,352	-,345	,081	,106	,028	,361	,080	,372	,213	,143	,038	-,267	-,180
	Sig. bilateral	,305	,093	,139	,148	,743	,665	,908	,129	,745	,117	,380	,559	,877	,270	,460
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

Chenopod. / Amaranth. PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,278**	,240**	,233**	-,225**	,032	,074	,023	-,016	-,312**	-,302**	,200**	,198**	-,069	-,302**	,370**
	Sig. bilateral	,000	,000	,001	,001	,645	,280	,740	,820	,000	,000	,008	,009	,370	,000	,000
	N	213	213	213	213	213	213	213	213	174	174	173	173	173	173	173
PrePico	Coef. Correl.	,287**	,229**	,209**	-,253**	,009	,033	,011	,000	-,273**	-,293**	,202*	,154	-,037	-,284**	,363**
	Sig. bilateral	,000	,003	,006	,001	,906	,670	,892	,999	,002	,001	,021	,081	,674	,001	,000
	N	170	170	170	170	170	170	170	170	131	131	130	130	130	130	130
PostPico	Coef. Correl.	,443**	,544**	,507**	-,131	,166	,134	,027	,594**	-,339*	-,285	,069	,377*	-,081	-,478**	,377*
	Sig. bilateral	,003	,000	,001	,401	,289	,393	,862	,000	,026	,063	,659	,013	,604	,001	,013
	N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

Chenopod. / Amaranth. PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,080	,078	,025	-,052	,100	,015	,001	-,037	-,032	-,035	,032	,064	-,071	-,008	,095
	Sig. bilateral	,248	,262	,723	,455	,150	,832	,984	,598	,670	,645	,676	,401	,355	,918	,214
	N	209	209	209	209	209	209	209	209	175	175	173	173	173	173	173
PrePico	Coef. Correl.	,075	,066	,019	-,081	,116	,019	-,023	-,035	-,016	-,054	,032	,064	-,085	,040	,128
	Sig. bilateral	,335	,396	,809	,294	,136	,805	,768	,657	,851	,521	,701	,450	,312	,640	,130
	N	168	168	168	168	168	168	168	168	144	144	142	142	142	142	142
PostPico	Coef. Correl.	,512**	,512**	,274	-,100	-,164	-,286	-,067	,541**	-,132	,059	-,093	,011	,046	-,286	-,053
	Sig. bilateral	,001	,001	,082	,534	,305	,069	,677	,000	,480	,754	,619	,954	,805	,119	,777
	N	41	41	41	41	41	41	41	41	31	31	31	31	31	31	31

Chenopod. / Amaranth. PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,248**	,233**	,202**	,128	-,048	-,044	-,123	-,099	,020	-,036	,039	,056	-,094	,125	,113
	Sig. bilateral	,000	,001	,004	,069	,498	,538	,082	,158	,787	,605	,576	,423	,181	,075	,106
	N	202	202	202	202	202	202	202	204	195	204	204	204	204	204	204
PrePico	Coef. Correl.	,225**	,210**	,174*	,117	-,041	-,073	-,164*	-,007	,063	,030	,061	,058	-,108	,125	,062
	Sig. bilateral	,004	,007	,027	,139	,607	,354	,037	,929	,434	,707	,442	,457	,170	,110	,430
	N	162	162	162	162	162	162	162	164	158	164	164	164	164	164	164
PostPico	Coef. Correl.	,546**	,611**	,533**	,072	-,031	,144	,145	,659**	-,184	-,157	-,067	,244	,001	-,033	,149
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,659	,851	,374	,372	,000	,276	,335	,683	,130	,993	,842	,360
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	37	40	40	40	40	40	40

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Artemisia PPP (95 %) 2003-04		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,476**	-,507**	-,519**	-,355**	-,078	-,153	-,198*	-,023	-,044	-,055	-,197*	,377**	,231**	,373**	-,116
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,000	,341	,060	,014	,775	,606	,521	,020	,000	,006	,000	,173
	N	152	152	152	152	152	152	152	152	140	140	139	139	139	139	139
PrePico	Coef. Correl.	-,237*	-,294**	-,347**	-,311**	-,096	-,171	-,259**	,000	-,130	-,104	-,090	,365**	,131	,198	-,027
	Sig. bilateral	,013	,002	,000	,001	,321	,075	,007	,998	,205	,312	,382	,000	,201	,051	,789
	N	109	109	109	109	109	109	109	109	97	97	97	97	97	97	97
PostPico	Coef. Correl.	,002	-,220	-,256	-,058	,006	-,033	-,044	-,498**	-,030	-,002	,262	-,050	-,099	-,010	,005
	Sig. bilateral	,988	,156	,097	,711	,969	,835	,779	,001	,847	,989	,093	,754	,532	,948	,973
	N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	42	42	42	42	42

Artemisia PPP (95 %) 2004-05		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,420**	-,431**	-,449**	-,158*	-,235**	-,188*	-,126	-,348**	,154	,241**	,244**	,153	-,284**	-,140	-,193*
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,043	,002	,016	,106	,000	,067	,004	,003	,069	,001	,096	,021
	N	165	165	165	165	165	165	165	165	142	142	142	142	142	142	142
PrePico	Coef. Correl.	,003	,001	-,037	-,149	-,205*	-,229*	-,144	-,006	,173	,166	-,099	,172	,022	-,145	,051
	Sig. bilateral	,977	,994	,696	,119	,031	,016	,133	,948	,081	,094	,319	,082	,827	,143	,608
	N	111	111	111	111	111	111	111	111	103	103	103	103	103	103	103
PostPico	Coef. Correl.	,110	,165	,151	-,280*	,115	,297*	,311*	-,725**	,028	,057	,179	,329*	-,261	-,180	,192
	Sig. bilateral	,430	,234	,276	,040	,406	,029	,022	,000	,867	,730	,274	,041	,108	,272	,243
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	39	39	39	39	39	39	39

Artemisia PPP (95 %) 2005-06		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,233**	-,206**	-,220**	-,206**	-,246**	-,220**	-,128	-,264**	,062	,213*	,363**	,198*	-,360**	-,194*	-,236**
	Sig. bilateral	,002	,008	,004	,008	,001	,004	,100	,001	,502	,013	,000	,025	,000	,028	,007
	N	166	166	166	166	166	166	166	166	119	134	129	129	129	129	129
PrePico	Coef. Correl.	-,028	-,022	-,043	-,167	-,224*	-,164	-,114	-,118	,114	,182	,110	,220	-,201	-,176	-,073
	Sig. bilateral	,768	,821	,655	,079	,018	,086	,235	,217	,322	,105	,340	,053	,077	,123	,525
	N	111	111	111	111	111	111	111	111	78	80	78	78	78	78	78
PostPico	Coef. Correl.	,260	,434**	,279*	-,421**	-,404**	-,465**	-,359**	,026	,072	,396**	,321*	,344*	-,446**	-,421**	-,217
	Sig. bilateral	,055	,001	,039	,001	,002	,000	,007	,850	,653	,003	,022	,014	,001	,002	,126
	N	55	55	55	55	55	55	55	55	41	54	51	51	51	51	51

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Mercurialis PPP (95 %) 2003-04		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,255**	,228**	,041	-,278**	-,139	-,240**	-,250**	,099	,107	,048	-,143	-,062	,106	,263**	-,004
	Sig. bilateral	,001	,003	,600	,000	,075	,002	,001	,205	,189	,558	,079	,448	,194	,001	,957
	N	166	166	166	166	166	166	166	166	152	152	151	151	151	151	151
PrePico	Coef. Correl.	,326**	,335**	,150	-,251**	-,116	-,206*	-,212*	,058	,174	,086	-,258**	-,136	,223*	,339**	-,078
	Sig. bilateral	,000	,000	,100	,006	,203	,023	,020	,527	,069	,372	,007	,160	,020	,000	,423
	N	121	121	121	121	121	121	121	121	110	110	109	109	109	109	109
PostPico	Coef. Correl.	,178	,001	-,348*	-,363*	-,235	-,379*	-,365*	,338*	-,061	-,054	,069	,037	-,164	,060	,111
	Sig. bilateral	,242	,994	,019	,014	,119	,010	,014	,023	,702	,734	,666	,817	,298	,704	,484
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	42	42	42	42	42	42	42

Mercurialis PPP (95 %) 2004-05		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,054	,049	,009	-,004	,051	-,086	-,127	,222**	,225**	,240**	-,280**	-,080	,213**	,146	-,137
	Sig. bilateral	,452	,491	,896	,954	,475	,228	,075	,002	,003	,002	,000	,308	,006	,060	,079
	N	196	196	196	196	196	196	196	196	168	168	166	166	166	166	166
PrePico	Coef. Correl.	,114	,105	-,012	,007	,075	-,097	-,151	,459**	,284**	,200*	-,378**	-,164	,331**	,157	-,074
	Sig. bilateral	,203	,238	,890	,939	,402	,279	,089	,000	,004	,043	,000	,097	,001	,114	,459
	N	127	127	127	127	127	127	127	127	103	103	103	103	103	103	103
PostPico	Coef. Correl.	-,387**	-,391**	-,306*	,012	,043	-,032	-,100	-,399**	,165	,294*	-,031	,001	-,137	,165	-,362**
	Sig. bilateral	,001	,001	,011	,921	,725	,792	,413	,001	,189	,018	,812	,994	,283	,195	,004
	N	69	69	69	69	69	69	69	69	65	65	63	63	63	63	63

Mercurialis PPP (95 %) 2005-06		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,172**	,154*	,112	-,190**	-,045	-,114	-,090	,544**	,152*	,204**	-,376**	-,033	,392**	-,075	-,110
	Sig. bilateral	,007	,017	,084	,003	,492	,077	,166	,000	,029	,002	,000	,631	,000	,270	,107
	N	240	240	240	240	240	240	240	240	205	221	216	216	216	216	216
PrePico	Coef. Correl.	-,039	-,070	-,113	-,074	-,033	-,146	-,160*	,524**	,267**	,297**	-,297**	-,139	,386**	,000	-,272**
	Sig. bilateral	,623	,375	,153	,350	,675	,063	,042	,000	,002	,000	,000	,104	,000	1	,001
	N	162	162	162	162	162	162	162	162	128	143	138	138	138	138	138
PostPico	Coef. Correl.	-,184	-,240*	-,315**	-,365**	-,169	-,216	-,077	,023	,026	-,016	-,231*	-,108	,091	,077	,220
	Sig. bilateral	,107	,034	,005	,001	,138	,057	,504	,845	,824	,886	,042	,347	,430	,502	,052
	N	78	78	78	78	78	78	78	78	77	78	78	78	78	78	78

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Platanus PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,105	-,042	-,143	-,225	-,023	-,124	-,149	-,015	-,122	-,090	,602**	,285	-,423	-,077	,068
	Sig. bilateral	,541	,810	,407	,186	,894	,472	,385	,932	,619	,704	,005	,222	,063	,746	,777
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	19	20	20	20	20	20	20
PrePico	Coef. Correl.	-,014	-,683*	-,333	,401	,187	,264	,437	,073	-,072	-,119	,599	-,714*	-,084	,714*	-,190
	Sig. bilateral	,968	,020	,318	,222	,581	,432	,179	,831	,878	,779	,117	,047	,843	,047	,651
	N	11	11	11	11	11	11	11	11	7	8	8	8	8	8	8
PostPico	Coef. Correl.	,349	,289	,015	-,377	-,224	-,403*	-,392	,066	-,032	,074	,685*	,758**	-,555	-,379	,107
	Sig. bilateral	,087	,162	,943	,063	,281	,046	,053	,756	,922	,820	,014	,004	,061	,225	,740
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	12	12	12	12	12	12	12

Platanus PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,672**	,519**	-,095	-,493**	-,093	-,065	-,083	,329*	-,520**	-,566**	,258	,204	-,130	-,230	,577**
	Sig. bilateral	,000	,001	,580	,002	,588	,708	,629	,050	,004	,001	,177	,287	,502	,229	,001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	29	29	29	29	29	29	29
PrePico	Coef. Correl.	,305	,243	-,091	-,410	-,340	-,077	-,200	,422	-,731*	-,539	,325	,072	-,036	-,060	,590
	Sig. bilateral	,336	,447	,778	,186	,280	,811	,532	,172	,040	,168	,432	,866	,933	,888	,123
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	8	8	8	8	8	8	8
PostPico	Coef. Correl.	,802**	,630**	-,083	-,472*	-,035	-,140	-,146	,341	-,445*	-,573**	,207	,225	-,159	-,236	,516*
	Sig. bilateral	,000	,001	,701	,020	,870	,514	,497	,103	,043	,007	,368	,328	,492	,302	,017
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	21	21	21	21	21	21	21

Platanus PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,098	-,152	-,249	,030	,239	,318	,267	-,519**	-,201	-,186	,296	,304	-,224	-,283	,333
	Sig. bilateral	,583	,390	,155	,867	,174	,067	,126	,002	,255	,292	,100	,090	,217	,116	,063
	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	32	32	32	32	32
PrePico	Coef. Correl.	,000	-,200	-,600	,783	,700	-,300	-,400	,300	,800	,300	,200	,500	-,500	,000	-,500
	Sig. bilateral	1	,747	,285	,118	,188	,624	,505	,624	,104	,624	,747	,391	,391	1	,391
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PostPico	Coef. Correl.	,042	-,138	-,252	-,245	,061	,215	,186	-,520**	-,181	-,096	,318	,332	-,257	-,295	,278
	Sig. bilateral	,828	,475	,187	,200	,753	,263	,335	,004	,348	,622	,106	,091	,195	,135	,160
	N	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	27	27	27	27	27

Platanus PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,511*	,178	-,343	-,565**	-,332	-,324	-,260	,342	-,346	-,276	,207	,661**	-,617**	-,054	,475*
	Sig. bilateral	,013	,418	,109	,005	,122	,131	,230	,110	,106	,202	,343	,001	,002	,807	,022
	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
PrePico	Coef. Correl.	-1	-1	-1	.	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1
	Sig. bilateral	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PostPico	Coef. Correl.	,558**	,300	-,220	-,574**	-,426	-,346	-,230	,386	-,371	-,353	,106	,637**	-,559**	-,009	,501*
	Sig. bilateral	,009	,187	,337	,006	,054	,124	,316	,084	,098	,117	,646	,002	,008	,970	,021
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Myrtaceae PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,135	,054	-,005	-,110	,159	-,071	-,085	,278**	,260*	,021	-,455**	-,277*	,383**	,233*	-,041
	Sig. bilateral	,157	,577	,957	,250	,097	,460	,376	,003	,020	,854	,000	,013	,000	,039	,718
	N	111	111	111	111	111	111	111	111	80	80	79	79	79	79	79
PrePico	Coef. Correl.	,592**	,543**	,374**	.	,290*	-,052	-,172	,014	,191	-,110	-,359*	-,342*	,379*	,218	,107
	Sig. bilateral	,000	,000	,009	.	,046	,723	,242	,922	,208	,472	,015	,022	,010	,149	,486
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	45	45	45	45	45	45	45
PostPico	Coef. Correl.	-,213	-,370**	-,374**	-,150	,049	-,107	-,024	,536**	,513**	,470**	-,406*	-,063	,369*	,050	-,300
	Sig. bilateral	,093	,003	,003	,241	,705	,404	,852	,000	,002	,004	,017	,725	,032	,777	,085
	N	63	63	63	63	63	63	63	63	35	35	34	34	34	34	34

Myrtaceae PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,359**	,410**	,359**	-,200**	-,157*	-,214**	-,177*	,282**	,051	,064	-,173*	,008	,097	,075	-,017
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,007	,035	,004	,017	,000	,548	,447	,040	,925	,249	,374	,845
	N	181	181	181	181	181	181	181	181	143	143	142	142	142	142	142
PrePico	Coef. Correl.	,492**	,489**	,450**	-,255*	-,098	-,164	-,195	,123	-,146	-,073	-,195	,024	,118	-,038	,139
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,012	,343	,110	,057	,231	,193	,515	,080	,833	,296	,735	,216
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	81	81	81	81	81	81	81
PostPico	Coef. Correl.	,317**	,441**	,334**	-,106	-,252*	-,311**	-,179	,617**	,320*	,272*	-,124	-,005	,076	,240	-,262*
	Sig. bilateral	,003	,000	,002	,335	,020	,004	,102	,000	,011	,033	,340	,970	,562	,063	,041
	N	85	85	85	85	85	85	85	85	62	62	61	61	61	61	61

Myrtaceae PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,129	,179*	,154	-,087	,040	-,083	-,081	,418**	,040	,063	-,165	-,176	,234*	,093	-,132
	Sig. bilateral	,132	,036	,071	,313	,642	,332	,343	,000	,674	,504	,076	,059	,011	,322	,157
	N	138	138	138	138	138	138	138	138	116	116	116	116	116	116	116
PrePico	Coef. Correl.	,256*	,310**	,283*	-,044	-,097	-,144	-,068	,366**	-,003	-,058	-,078	-,231	,330**	-,061	-,160
	Sig. bilateral	,032	,009	,018	,720	,424	,233	,575	,002	,979	,649	,536	,064	,007	,630	,203
	N	70	70	70	70	70	70	70	70	65	65	65	65	65	65	65
PostPico	Coef. Correl.	,010	,060	-,066	-,127	,142	-,040	-,105	,577**	,095	,197	-,260	-,096	,094	,303*	-,102
	Sig. bilateral	,939	,624	,594	,304	,248	,743	,394	,000	,508	,166	,065	,505	,511	,031	,476
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	51	51	51	51	51	51	51

Myrtaceae PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,147	,168*	,144	-,102	-,092	-,148	-,082	,230**	,093	,047	-,096	-,149*	,158*	-,033	-,112
	Sig. bilateral	,054	,028	,059	,183	,231	,052	,284	,002	,229	,538	,205	,049	,037	,664	,143
	N	172	172	172	172	172	172	172	174	168	174	174	174	174	174	174
PrePico	Coef. Correl.	,136	,190	,215*	-,031	-,050	-,128	-,049	,175	,204	,155	-,135	-,306**	,233*	,029	-,134
	Sig. bilateral	,205	,074	,043	,770	,643	,233	,650	,101	,059	,148	,206	,004	,028	,790	,211
	N	89	89	89	89	89	89	89	89	87	89	89	89	89	89	89
PostPico	Coef. Correl.	,206	,161	,080	-,189	-,149	-,167	-,154	,312**	,021	,003	-,005	,051	,054	-,125	-,166
	Sig. bilateral	,061	,146	,475	,087	,180	,130	,164	,004	,853	,975	,964	,641	,623	,256	,128
	N	83	83	83	83	83	83	83	85	81	85	85	85	85	85	85

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Rumex PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,501**	,538**	,430**	-,228*	-,121	-,124	-,050	,498**	-,027	,055	-,396**	-,021	,262*	-,148	,079
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,023	,232	,220	,623	,000	,820	,639	,000	,859	,023	,204	,502
	N	99	99	99	99	99	99	99	99	74	75	75	75	75	75	75
PrePico	Coef. Correl.	,548**	,634**	,482**	-,176	-,008	,020	,125	,403**	-,107	-,028	-,621**	-,142	,437**	-,123	,088
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,136	,948	,868	,292	,000	,457	,843	,000	,314	,001	,386	,535
	N	73	73	73	73	73	73	73	73	51	52	52	52	52	52	52
PostPico	Coef. Correl.	-,224	-,461*	-,700**	.	-,502**	-,480*	-,476*	,514**	,407	,458*	,402	,260	-,437*	-,066	-,367
	Sig. bilateral	,271	,018	,000	.	,009	,013	,014	,007	,054	,028	,057	,231	,037	,765	,085
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	23	23	23	23	23	23	23

Rumex PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,071	-,047	-,056	-,202	-,115	-,159	-,097	,226*	,099	,155	-,031	-,070	,016	,087	-,232*
	Sig. bilateral	,511	,666	,605	,060	,290	,140	,373	,035	,381	,170	,787	,537	,886	,441	,038
	N	87	87	87	87	87	87	87	87	80	80	80	80	80	80	80
PrePico	Coef. Correl.	,086	,140	,102	-,310*	-,200	-,280*	-,251	,343**	,174	,218	-,112	-,159	,098	,244	-,352**
	Sig. bilateral	,520	,293	,444	,018	,132	,033	,057	,008	,199	,106	,411	,243	,471	,070	,008
	N	58	58	58	58	58	58	58	58	56	56	56	56	56	56	56
PostPico	Coef. Correl.	-,136	-,112	-,075	.	,028	,133	,183	-,134	-,256	,070	,325	,303	-,229	-,385	,065
	Sig. bilateral	,481	,564	,700	.	,886	,490	,341	,488	,227	,744	,121	,150	,281	,063	,763
	N	29	29	29	29	29	29	29	29	24	24	24	24	24	24	24

Rumex PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,094	-,107	-,157	,007	-,290*	-,317**	-,268*	,112	,175	,042	-,251*	-,198	,116	,283*	-,010
	Sig. bilateral	,415	,355	,172	,955	,011	,005	,019	,331	,138	,727	,035	,097	,337	,017	,936
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	73	73	71	71	71	71	71
PrePico	Coef. Correl.	,569**	,567**	,306	-,264	-,326	-,541**	-,431*	,655**	,440*	,251	-,694**	-,675**	,628**	,597**	-,229
	Sig. bilateral	,003	,003	,137	,202	,112	,005	,031	,000	,028	,226	,000	,000	,001	,003	,292
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	23	23	23	23	23
PostPico	Coef. Correl.	-,358**	-,427**	-,461**	,174	-,252	-,132	-,131	,019	,041	-,047	,101	,147	-,168	,081	,053
	Sig. bilateral	,009	,002	,001	,216	,072	,353	,356	,895	,783	,753	,496	,319	,254	,582	,720
	N	52	52	52	52	52	52	52	52	48	48	48	48	48	48	48

Rumex PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,141	,137	,098	-,164	-,035	-,062	-,039	,099	-,029	,030	-,063	,020	,044	,038	-,025
	Sig. bilateral	,144	,157	,312	,089	,719	,521	,686	,307	,765	,755	,516	,837	,646	,692	,795
	N	109	109	109	109	109	109	109	109	108	109	109	109	109	109	109
PrePico	Coef. Correl.	,469**	,593**	,499**	-,330*	-,314*	-,254	-,168	,302*	,091	,126	-,270	-,212	,397**	,024	-,098
	Sig. bilateral	,001	,000	,000	,021	,028	,079	,248	,035	,534	,389	,061	,143	,005	,872	,503
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
PostPico	Coef. Correl.	-,266*	-,340**	-,355**	-,047	,189	,090	,041	-,151	-,116	-,061	,048	,151	-,182	,102	,060
	Sig. bilateral	,040	,008	,005	,722	,148	,492	,754	,248	,382	,645	,714	,250	,164	,436	,649
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	59	60	60	60	60	60	60

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Palmae PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,176**	,166**	,145**	-,065	-,035	-,038	-,072	,132*	-,072	-,108	-,198**	-,009	,172**	,038	,076
	Sig. bilateral	,001	,002	,008	,233	,519	,487	,185	,016	,242	,077	,001	,885	,005	,540	,214
	N	336	336	336	336	336	336	336	336	266	268	267	267	267	267	267
PrePico	Coef. Correl.	,123	,117	,095	-,047	-,015	-,016	-,073	,052	-,029	-,118	-,200*	-,011	,113	,029	,028
	Sig. bilateral	,090	,106	,189	,522	,834	,825	,317	,470	,717	,132	,010	,892	,151	,709	,724
	N	192	192	192	192	192	192	192	192	163	165	164	164	164	164	164
PostPico	Coef. Correl.	,275**	,259**	,249**	-,082	-,046	-,033	-,049	,228**	-,179	-,143	-,150	-,074	,169	-,007	,190
	Sig. bilateral	,001	,002	,003	,330	,582	,694	,562	,006	,070	,149	,129	,460	,088	,943	,055
	N	144	144	144	144	144	144	144	144	103	103	103	103	103	103	103

Palmae PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,038	,031	,007	-,020	,072	,012	,000	-,012	,065	,019	-,081	-,065	,026	,057	,101
	Sig. bilateral	,490	,576	,895	,714	,189	,827	,995	,830	,274	,753	,177	,277	,664	,336	,089
	N	337	337	337	337	337	337	337	337	284	284	282	282	282	282	282
PrePico	Coef. Correl.	,438**	,361**	,106	-,060	,161	-,012	-,031	,103	,018	,075	-,375**	,036	,231*	-,041	,092
	Sig. bilateral	,000	,001	,332	,583	,138	,915	,780	,344	,875	,523	,001	,759	,048	,726	,438
	N	86	86	86	86	86	86	86	86	75	75	74	74	74	74	74
PostPico	Coef. Correl.	,082	,087	,087	-,042	-,009	-,007	-,010	-,029	,064	-,007	-,066	-,122	,008	,115	,120
	Sig. bilateral	,194	,171	,170	,511	,893	,908	,875	,643	,358	,922	,344	,079	,907	,098	,085
	N	251	251	251	251	251	251	251	251	209	209	208	208	208	208	208

Palmae PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,264**	,229**	,208**	-,022	,037	,017	-,006	,183**	,057	,058	-,133*	,100	,026	-,025	,101
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,694	,506	,760	,910	,001	,351	,346	,030	,103	,676	,689	,101
	N	329	329	329	329	329	329	329	329	266	267	264	264	264	264	264
PrePico	Coef. Correl.	,204**	,178*	,146*	-,085	,081	,008	-,031	,114	,107	,125	-,132	,072	,019	-,003	,128
	Sig. bilateral	,005	,015	,046	,247	,271	,916	,676	,118	,181	,117	,101	,369	,813	,968	,109
	N	188	188	188	188	188	188	188	188	159	159	157	157	157	157	157
PostPico	Coef. Correl.	,353**	,313**	,297**	,029	-,080	-,014	-,003	,327**	,034	,036	-,126	,182	,060	-,109	,013
	Sig. bilateral	,000	,000	,000	,729	,347	,870	,972	,000	,727	,708	,197	,061	,537	,263	,896
	N	141	141	141	141	141	141	141	141	107	108	107	107	107	107	107

Palmae PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,007	,002	-,001	-,104	-,151*	-,154*	-,109	,145*	,047	,046	-,082	-,052	,037	,096	,000
	Sig. bilateral	,906	,968	,988	,094	,014	,013	,077	,018	,459	,460	,182	,399	,546	,120	,1
	N	262	262	262	262	262	262	262	264	254	264	264	264	264	264	264
PrePico	Coef. Correl.	-,200	-,800	,400	-,316	,000	-,800	-,800	,800	,105	,400	-,400	,775	-,100**	1,00**	,400
	Sig. bilateral	,800	,200	,600	,684	,1	,200	,200	,200	,895	,600	,600	,225	.	.	,600
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PostPico	Coef. Correl.	,009	,019	,015	-,113	-,160**	-,141*	-,094	,155*	,034	,032	-,072	-,040	,043	,076	,013
	Sig. bilateral	,889	,759	,815	,069	,010	,024	,134	,013	,589	,608	,248	,523	,493	,219	,831
	N	258	258	258	258	258	258	258	260	250	260	260	260	260	260	260

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Plantago PPP (95 %) 2003		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,264**	,266**	,165	-,243*	-,074	-,181	-,129	,274**	-,013	,017	-,387**	-,055	,277*	-,126	,078
	Sig. bilateral	,009	,008	,106	,016	,473	,076	,208	,007	,913	,889	,001	,643	,017	,283	,511
	N	97	97	97	97	97	97	97	97	73	74	74	74	74	74	74
PrePico	Coef. Correl.	,445**	,475**	,299**	-,294*	-,031	-,121	-,038	,317**	-,107	-,064	-,533**	-,075	,392**	-,162	,088
	Sig. bilateral	,000	,000	,010	,011	,790	,305	,751	,006	,450	,651	,000	,592	,004	,248	,533
	N	74	74	74	74	74	74	74	74	52	53	53	53	53	53	53
PostPico	Coef. Correl.	-,062	-,151	-,400	.	-,220	-,407	-,425*	,228	,335	,245	,048	,032	-,072	-,104	,039
	Sig. bilateral	,778	,491	,059	.	,314	,054	,043	,295	,138	,284	,836	,890	,757	,654	,866
	N	23	23	23	23	23	23	23	23	21	21	21	21	21	21	21

Plantago PPP (95 %) 2004		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	,182	,184	,139	-,244*	-,223*	-,293**	-,289**	,408**	,145	,108	,009	-,149	,103	,113	-,015
	Sig. bilateral	,076	,072	,177	,017	,029	,004	,004	,000	,171	,310	,933	,162	,334	,289	,886
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	90	90	90	90	90	90	90
PrePico	Coef. Correl.	,340*	,449**	,346*	-,335*	-,500**	-,531**	-,493**	,461**	,303*	,268	-,063	-,185	,121	,204	-,165
	Sig. bilateral	,013	,001	,011	,014	,000	,000	,000	,001	,033	,059	,666	,199	,402	,155	,251
	N	53	53	53	53	53	53	53	53	50	50	50	50	50	50	50
PostPico	Coef. Correl.	,007	-,037	-,064	,007	,273	,061	,010	,255	-,056	-,078	,134	-,106	,051	-,022	,212
	Sig. bilateral	,964	,815	,686	,965	,077	,698	,949	,099	,730	,634	,411	,517	,755	,893	,189
	N	43	43	43	43	43	43	43	43	40	40	40	40	40	40	40

Plantago PPP (95 %) 2005		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,225	-,275*	-,242*	,072	,009	-,099	-,132	-,085	,174	,172	-,249*	,147	-,231	,171	-,195
	Sig. bilateral	,059	,020	,042	,552	,942	,411	,272	,480	,159	,165	,045	,244	,064	,174	,119
	N	71	71	71	71	71	71	71	71	67	67	65	65	65	65	65
PrePico	Coef. Correl.	-,038	-,383	,038	.	,217	,345	,115	-,268	-,102	-,064	-,225	,425	-,037	-,711	,187
	Sig. bilateral	,928	,349	,928	.	,606	,403	,786	,521	,810	,881	,628	,342	,937	,073	,688
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7
PostPico	Coef. Correl.	-,271*	-,310*	-,298*	,066	-,026	-,159	-,158	-,130	,218	,210	-,268*	,105	-,245	,312*	-,254
	Sig. bilateral	,032	,014	,018	,606	,841	,212	,215	,309	,098	,110	,042	,434	,064	,017	,055
	N	63	63	63	63	63	63	63	63	59	59	58	58	58	58	58

Plantago PPP (95 %) 2006		Temperatura			Lluvia	Humedad Relativa			Rad. Solar	Viento						
		Máx	Med	Mín		Máx	Med	Mín		V. Máx	V. Med	1C	2C	3C	4C	Calma
PPP	Coef. Correl.	-,022	-,045	-,010	,065	,201	,127	,075	-,003	-,024	-,038	-,066	-,080	,076	,117	-,026
	Sig. bilateral	,848	,696	,934	,574	,079	,271	,517	,981	,840	,746	,566	,492	,511	,311	,824
	N	77	77	77	77	77	77	77	77	76	77	77	77	77	77	77
PrePico	Coef. Correl.	,205	,385*	,388*	-,136	-,033	-,114	-,127	,109	,118	,029	-,179	-,051	,097	,075	-,132
	Sig. bilateral	,296	,043	,041	,491	,866	,562	,520	,580	,550	,884	,362	,797	,625	,703	,504
	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
PostPico	Coef. Correl.	-,214	-,314*	-,227	,116	,291*	,200	,130	-,088	-,088	-,063	-,029	-,108	,074	,158	-,007
	Sig. bilateral	,139	,028	,116	,426	,042	,168	,375	,547	,553	,670	,845	,458	,612	,279	,961
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	48	49	49	49	49	49	49

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).