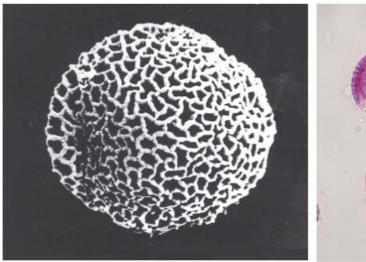
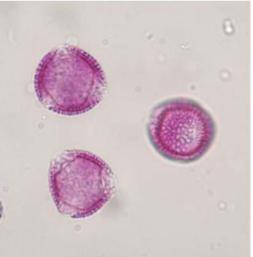


Estudio Aerobiológico de la Atmósfera de Málaga Estación Málaga-Centro Informe Enero-Diciembre 2020

Y adenda Enero-Marzo 2021

Trabajo realizado gracias a un convenio de colaboración entre el Dpto. de Biología Vegetal de la Universidad de Málaga y el Excmo. Ayuntamiento de Málaga, Área de Sostenibilidad Medioambiental





Granos de polen de olivo vistos con el microcopio electrónico de barrido (izda) y con el microscopio óptico (dcha)

Investigador responsable:

Dra. M. Mar Trigo Pérez

Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal. Universidad de Málaga





ÍNDICE

	Págs
1. Introducción	
2. Metodología	
3. Resultados	
3.1. Evolución de las concentraciones polínicas	
3.1.1.Apiaceae	
3.1.2. Artemisia	9
3.1.3. Brassicaceae	10
3.1.4. Castanea	11
3.1.5. Casuarina	12
3.1.6. Chenopodiaceae-Amaranthaceae	13
3.1.7. Compuestas	14
3.1.8. Cupressaceae	15
3.1.9. Cyperaceae	16
3.1.10. Echium	17
3.1.11. Fraxinus	18
3.1.12. Mercurialis	19
3.1.13. Moraceae	20
3.1.14. Myrtaceae	21
3.1.15. Olea europaea	22
3.1.16. Palmae	23
3.1.17. Pinus	
3.1.18. Pistacia	25
3.1.19. Plantago	26
3.1.20. Platanus	27
3.1.21. Poaceae (Gramíneas)	28
3.1.22. Populus	29
3.1.23. Quercus	30
3.1.24. Ricinus	31
3.1.25. Rumex	32
3.1.26. Salix	33
3.1.27. Urticaceae (Parietaria)	34
3.1.28. Urticaceae (Urtica membranacea)	35
3.1.29. Otros tipos polínicos	
3.2. Calendario polínico	
3.3. Relación entre las concentraciones de los principales tipos polínicos y los	
parámetros meteorológicos	37
3.3.1.Cupressaceae	
3.3.2. Poaceae (Gramíneas)	
3.3.3. Olea europaea	
3.3.4. Parietaria	
3.4. Modelos de pronóstico	
4. Conclusiones	
5. Referencias	
6. Adenda Enero-Marzo 2021	
Anexo I	





1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se incluyen los resultados obtenidos durante el periodo de muestreo que va desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2020, relativos al comportamiento que han seguido en la atmósfera de Málaga tanto el polen total como el los principales diferentes tipos polínicos estudiados.

Debido al cierre del edificio de calle Dos Aceras, donde está instalado el aparato muestreador de polen, durante el estado de alarma y, a causa de la pandemia provocada por el COVID19, se perdieron dos meses de muestreo, concretamente el periodo que va desde el 19 de marzo hasta el 20 de mayo, por lo que los datos incluidos en este informe para dicho periodo se han estimado en base a un algoritmo que tiene en cuenta los datos recolectados en años anteriores y los obtenidos, para ese mismo lapso de tiempo, en la estación Málaga-Teatinos. De esta manera puede realizarse el seguimiento de los diferentes tipos de polen sin interrupciones.

La metodología utilizada para los muestreos ha sido exactamente la misma que se ha venido aplicando anteriormente, como se expone a continuación, con lo que los resultados pueden ser comparables con los de años anteriores.

2. METODOLOGÍA

El muestreo se ha realizado mediante un captador volumétrico de tipo Hirst (1952), utilizándose un modelo Lanzoni VPSS 2000, situado unos 10 m sobre el nivel del suelo en la azotea del edificio del Ayuntamiento de Málaga, en calle Dos Aceras. Este aparato aspira un caudal de aire constante de 10 litros por minuto, similar al de una persona en estado de reposo.

Como material adhesivo se ha utilizado fluido de silicona uniformemente extendido sobre una cinta plástica transparente de Melinex® con la ayuda de un pincel grueso. Y como medio de montaje se ha empleado glicerogelatina ligeramente teñida con fucshina básica.

Para el análisis, tanto cualitativo como cuantitativo, se ha usado un microscopio binocular de la marca Nikon, provisto de



Figura 1. Realización de los recuentos de polen con el microscopio óptico

regleta micrométrica para conocer las medidas de los diferentes pólenes. Para el recuento de los distintos tipos polínicos se han realizado cuatro barridos longitudinales por preparación, utilizándose un ocular 10X y un objetivo de 40 aumentos (0,45 mm de campo microscópico), según la metodología propuesta y estandarizada por la Red Española de Aerobiología, la REA (Domínguez *et al.*, 1991; Galán et al., 2007).





Todos los recuentos han sido extrapolados al total de la preparación de tal forma que las concentraciones polínicas vienen expresadas en nº de granos de polen por metro cúbico de aire como valor medio diario. Los nombres de los pólenes estudiados corresponden a tipos polínicos y no a especies concretas.

Se ha incluido un calendario para los principales tipos polínicos que inciden en la atmósfera de Málaga, para su difusión entre las personas alérgicas. Para ello se han tenido en cuenta diversos niveles de riesgo, que se representan por colores, según la leyenda que aparece en la tabla 31. Dichos valores se corresponden con el índice polínico mensual alcanzado por los diferentes tipos polínicos.

Finalmente se analizan mediante estudios de correlación de Spearman la influencia que tienen los parámetros meteorológicos en las concentraciones polínicas. Para ello, y con el objeto de tener un número mayor de datos, se han utilizado los valores medios diarios registrados tanto por la estación Málaga-Centro, como por la estación Málaga-Teatinos, separados en periodo pre-pico (desde el inicio al día pico o de máxima concentración) y periodo post-pico (desde el día pico hasta el final de la estación polínica). Dicho estudio se ha realizado para los tipos polínico que mayor incidencia tienen en la población alérgica, como son olivo, gramíneas, Parietaria y cupresáceas. Los datos meteorológicos han sido suministrados por la estación Málaga-Aeropuerto.

Utilizando estos datos meteorológicos así como la concentración del día anterior y la media de la concentración de polen a lo largo de los años para un mismo día del calendario (D-media), se han elaborado modelos de pronóstico mediante el método de regresión múltiple por pasos. Las ecuaciones obtenidas se podrían utilizar para realizar predicciones de las concentraciones de polen. Se muestra sólo la ecuación que obtuvo un coeficiente de determinación (\mathbb{R}^2) más elevado y un nivel de probabilidad más elevado ($p \le 0,001$).

3. RESULTADOS

3.1. EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES POLÍNICAS

Se ha detectado granos de polen en la atmósfera de Málaga durante todo el periodo de muestreo (enero-diciembre 2020), si bien los tipos polínicos que inciden a lo largo de dicho periodo varían en función de la época de floración de las plantas. Así en febrero las mayores concentraciones se deben fundamentalmente al polen de Cupressaceae, y en el mes de marzo es el polen de este taxón, junto con el de plátano de sombra, los que tienden a elevar las concentraciones. A partir de finales de marzo se incorporan a la atmósfera de Málaga gran cantidad de tipos polínicos primaverales, destacando entre éstos los de olivo, gramíneas, Pinus, Quercus (encinas y alcornoques), Plantago (llantenes) y Chenopodios (cenizos). Por su parte las Urticaceae (Urtica y Parietaria) estuvieron presentes en la atmósfera de Málaga a lo largo de todo el periodo analizado.

La concentración media diaria más elevada (día pico) se alcanzó el 1 de mayo, con un valor de 718 granos de polen /m³, mientras que la integral de polen total (sumatorio de las concentraciones medias diarias) de enero a diciembre de 2020 alcanzó un valor de 29.366 granos de polen/ m³.





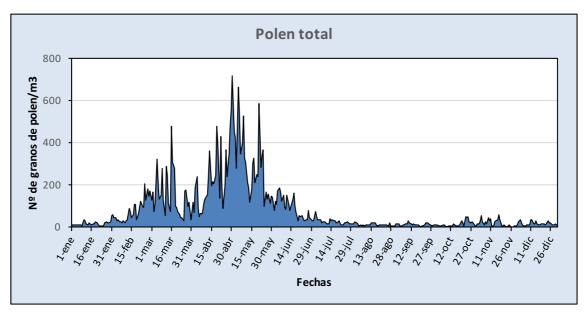


Figura 2. Comportamiento que ha tenido el polen total en la atmósfera de Málaga-Teatinos durante el periodo enero-diciembre 2020.

En la tabla 1 se aprecian los totales polínicos (índices polínicos mensuales) alcanzados por los diferentes tipos de polen. El índice polínico, también llamado integral de polen anual, se obtienen a partir de la suma de las concentraciones medias diarias del periodo considerado.

A continuación se estudia el comportamiento seguido durante el año 2020 por los tipos polínicos que mayor incidencia han tenido en la atmósfera de la ciudad de Málaga, que son los que se relacionan a continuación, en orden alfabético. Se ha tomado como criterio para representarlos, el haber alcanzado un una integral de polen anual (sumatorio de las concentraciones medias diarias) igual o superior a 50 durante el periodo de enero a diciembre de 2020, mientras que el resto, además de en la tabla, aparecen reflejados en el apartado "otros pólenes". Ténganse en cuenta las diferentes escalas de los gráficos incluidos, así como que para el periodo que va del 19 de marzo al 20 de mayo, las concentraciones son estimadas, como ya se ha comentado anteriormente. Los datos representados corresponden a las concentraciones medias diarias, expresadas en nº de granos de polen por m³ de aire.

Los datos correspondientes al periodo Enero-Marzo de 2021, periodo objeto de prórroga del presente proyecto, se incluyen en un adenda para no romper el comportamiento del polen anual añadiendo datos de la siguiente estación que, de todas formas, queda incompleta desde el punto de vista fenológico.

Al final de este informe se incluye un anexo con fotografías, tanto al microscopio óptico como al microscopio electrónico de barrido (MEB) de la mayor parte de los tipos polínicos estudiados, ordenados alfabéticamente.





Año 2020	Índices polínicos mensuales y anuales												
Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Acacia	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Alnus	8	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11
Apiaceae	0	0	0	3	16	104	14	12	14	10	3	0	176
Artemisia	10	22	2	0	1	4	1	12	34	3	7	35	131
Betula	0	1	3	11	12	1	0	0	0	0	0	0	28
Brassicaceae	0	8	24	18	11	8	0	1	0	0	0	2	72
Cannabis	0	0	1	0	0	2	14	7	0	0	0	0	24
Castanea	0	0	0	0	1	108	29	0	1	0	0	0	139
Casuarina	4	2	0	0	1	0	0	5	12	153	73	14	264
ChenopAmaranth.	11	14	42	198	267	104	42	61	68	22	11	7	847
Compuestas	0	1	2	8	25	25	12	5	5	4	1	0	88
Cupressaceae	115	1179	672	369	116	66	32	31	29	100	319	131	3159
Cyperus	0	0	2	2	15	31	5	0	0	0	0	0	55
Echium	0	0	10	26	30	7	0	0	1	0	0	0	74
Ericaceae	2	0	4	2	15	0	0	0	1	1	0	0	25
Fraxinus	30	17	16	1	2	0	4	1	0	0	5	8	84
Mercurialis	60	111	88	52	24	2	3	0	3	0	1	25	369
Moraceae	7	0	42	26	0	0	0	0	0	0	0	1	76
Myrtaceae	3	4	8	18	9	64	45	10	5	4	3	1	174
Olea europaea	7	14	459	2909	4577	276	59	22	20	6	2	11	8362
Palmae	18	14	58	35	13	12	78	27	17	44	54	12	382
Pinus	2	194	202	141	110	68	13	8	7	2	4	1	752
Pistacia	0	1	6	31	14	0	0	0	0	0	0	0	52
Plantago	0	11	61	267	464	81	8	1	1	0	0	0	894
Platanus	0	75	410	65	7	0	0	0	0	0	0	1	558
Poaceae	8	10	70	111	584	332	40	23	26	20	3	6	1233
Populus	0	36	28	10	6	0	0	0	0	0	1	0	81
Quercus	5	160	1641	1425	1334	171	44	19	14	1	0	8	4822
Ricinus	2	4	21	32	22	7	0	1	1	5	2	4	101
Rosaceae	0	2	2	18	11	0	0	0	0	0	0	0	33
Rumex	4	17	33	78	130	33	4	0	1	0	2	0	302
Salix	0	3	9	16	22	1	1	0	0	0	0	0	52
Ulmus	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Urt Parietaria	167	252	595	687	1556	1130	324	76	84	51	63	220	5205
Urt. membranacea	4	32	85	113	70	4	3	5	7	0	0	3	326
Indeterminados	13	32	64	79	71	62	25	24	16	9	3	10	408
TOTAL	480	2217	4664	6755	9537	2703	800	351	367	435	557	500	29366

Tabla 1. Índices polínicos anuales y mensuales alcanzados por los diferentes pólenes en la atmósfera de Málaga durante el año 2020.





3.1.1. APIACEAE

Especies más representativas: Ducus carota, Foeniculum vulgare, Crihtmum maritimum, entre otras especies

Familia a la que pertenecen: Apiaceae (Umbelíferas).

Nombre(s) vulgar(es): zanahoria silvestre, hinojo, hinojo marino, etc..

Comentario: las umbelíferas son especies frecuentes en bordes de caminos, cultivos y otros lugares ruderalizados, si bien algunas especies viven en acantilados marinos. En general, son hierbas, anuales o perennes que florecen fundamentalmente en primavera y verano y cuyo polen aparece en la atmósfera de manera muy esporádica.



Valores máximos: el máximo registrado fue de 16 granos de polen/m³ de aire (media diaria), y tuvo lugar el día 16 de junio. El índice polínico anual fue de 176.

Capacidad alergénica: el polen de umbelíferas, en general, presenta un grado de alergenicidad bajo. Debido a las bajas concentraciones alcanzadas, es poco probable que sea causa de alergia en la población malagueña.

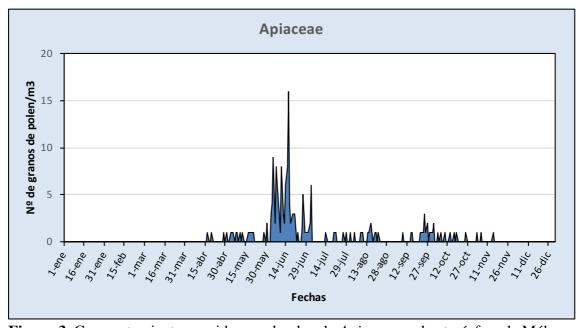


Figura 3. Comportamiento seguido por el polen de *Apiaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre 2020.





3.1.2. ARTEMISIA

Especies más representativas: Artemisia campestris y Artemisia barrelieri.

Familia a la que pertenecen: Compositae (Compuestas).

Nombre(s) vulgar(es): artemisa.

Comentario: se trata de especies poco frecuentes en los alrededores de Málaga, cuyo polen se detecta ocasionalmente, aunque con una mayor incidencia en otoño, especialmente en los meses de noviembre y diciembre, y siempre en concentraciones bajas u, ocasionalmente, moderadas. Probablemente los granos de polen llegan a la ciudad transportados por vientos del este, procedentes de áreas situadas en la parte oriental de provincia, donde las artemisias son más abundantes.



Valores máximos: la concentración más elevada fue de 5 granos de polen/m³ de aire como valor medio diario, y se registró el día 26 de diciembre. El índice polínico anual fue de 131.

Capacidad alergénica: alta, si bien con los valores detectados es poco probable que sea causa de alergia entre la población.

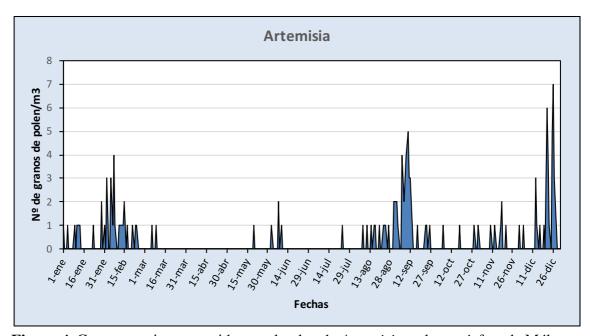


Figura 4. Comportamiento seguido por el polen de *Artemisia* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.3. BRASSICACEAE (CRUCÍFERAS)

Especies más representativas: Alyssum, Brassica, Cakile, Diplotaxis, Moricandia, Sisymbrium, Sinapsis, Rapistrum entre otros géneros.

Familia a la que pertenecen: Brassicaceae (Crucíferas).

Nombre(s) vulgar(es): jaramago, mostaza, rabanillo silvestre, oruga.

Comentario: la mayoría de las especies son hierbas anuales, en menor medida perennes y raramente pequeños arbustos. Algunas de estas especies, como las diversas variedades de *Brassica oleracea*, la popular col, se cultivan con frecuencia como hortalizas o para su aprovechamiento forrajero y extracción de aceite de sus semillas. El polen de crucíferas se ha detectado esporádicamente durante todo el periodo de estudio. Las concentraciones registradas son muy bajas, debido a su polinización eminentemente entomófila (por insectos).



Valores máximos: la máxima concentración registrada se eleva a tan sólo 3 granos de polen/m³ de aire (media diaria), obtenida el 27 de febrero y el 21 de mayo. El índice polínico anual fue de 72.

Capacidad alergénica: baja, es poco probable que sea causa de alergia entre la población.

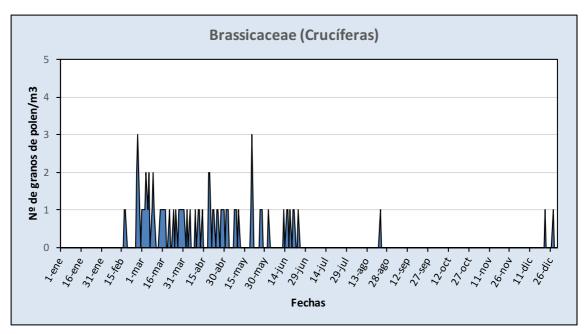


Figura 5. Comportamiento seguido por el polen de *Brassicaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.



3.1.4. CASTANEA

Especies más representativas: Castanea sativa.

Familia a la que pertenecen: Fagaceae.

Nombre(s) vulgar(es): castaño.

Comentario: el castaño es una especie poco frecuente en los alrededores de Málaga, por lo que suponemos que se trata de polen transportado a cierta distancia, ya que los árboles más cercanos se encuentran en los Montes de Málaga. Las concentraciones detectadas son bajas, registrándose fundamentalmente en los meses de junio y principios de julio, época de floración de esta especie. El índice polínico anual se situó en 76.



Valores máximos: el máximo registrado fue de 23 granos de polen/m³ de aire (media diaria), y tuvo lugar el día 27 de junio. El índice polínico anual fue de 139.

Capacidad alergénica: alta, si bien con los valores detectados es poco probable que sea causa de alergia.

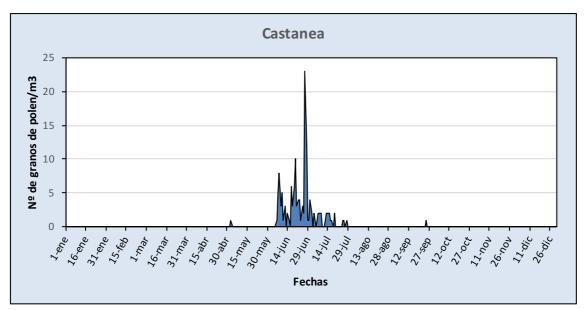


Figura 6. Comportamiento seguido por el polen de *Castanea* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.5. CASUARINA

Especies más representativas: Casuarina cunninghamiana.

Familia a la que pertenecen: Casuarinaceae.

Nombre(s) vulgar(es): casuarina, pino australiano.

Comentario: se trata de una especie a menudo cultivada como árbol de paseo y de jardín. Es un árbol con aspecto parecido a un pino, por lo que se le conoce comúnmente como 'pino australiano'. El polen de *Casuarina* se detecta en la atmósfera de Málaga más frecuentemente durante el otoño, de octubre a diciembre.

Valores máximos: la concentración máxima registrada fue de 38 granos de polen/m³ de aire (media diaria), valor obtenido el 23 de octubre. El índice polínico del para el año 2020 fue de 264.

Capacidad alergénica: media. Se trata de un tipo polínico a tener en cuenta en caso de polinosis otoñales.



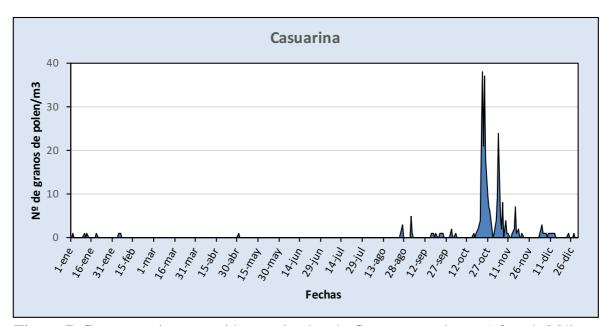


Figura 7. Comportamiento seguido por el polen de *Casuarina* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.6. CHENOPODIACEAE-AMARANTHACEAE

Especies más representativas: Chenopodium murale, Chenopodium opulifolium, Amaranthus viridis, Amaranthus blitoides, Beta vulgaris, entre otras.

Familia a la que pertenecen: Chenopodiaceae y Amaranthaceae.

Nombre(s) vulgar(es): cenizos, amarantos, remolacha silvestre.

Comentario: se trata de especies herbáceas, muy frecuentes en todo tipo de lugares ruderalizados, como bordes de caminos, escombreras, solares abandonados, bordes de cultivos, etc. Su polen se ha detectado fundamentalmente desde principios de abril a finales de junio, si bien aparece esporádicamente en otras épocas del periodo estudiado. Las diferentes especies de Chenopodiaceae florecen y polinizan en primavera, mientras que Amaranthaceae suelen ser de floración estival, por lo que se prevé un ligero



incremento de las concentraciones de este tipo polínico a finales de verano.

Valores máximos: la máxima concentración registrada se eleva a 36 granos de polen/m³ de aire (media diaria), obtenida el día 6 de mayo. El índice polínico anual fue de 847.

Capacidad alergénica: moderada. A la vista de las concentraciones registradas es probable que haya sido causa de trastornos alérgicos entre la población.

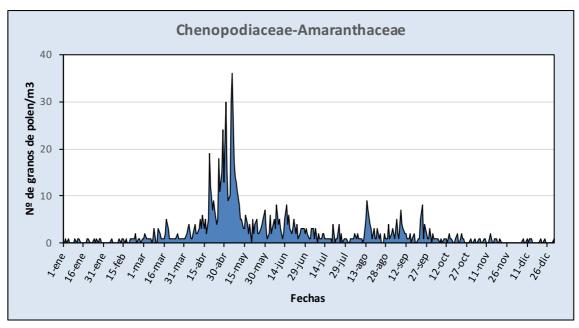


Figura 8. Comportamiento seguido por el polen de *Chenopodiaceae-Amaranthaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.7. COMPUESTAS

Especies más representativas: Anacyclus radiatus, Andryala integrifolia, Anthemis arvensis, Calendula arvensis, Cardus sp., Centaurea pullata, Chrysanthemum coronarium, Cichorum intybus., Galactites tomentosa, Leontodon taraxacoides, Senecio vulgaris, Sonchus sp., Siybum marianum, entre otras muchas.

Familia a la que pertenecen: Compositae (compuestas)

Nombre(s) vulgar(es): margaritas, cardos y cerrajas.

Comentario: las compuestas constituyen una familia muy amplia de plantas que viven en bordes de caminos, campos incultos, baldíos, etc, pero también formando parte del matorral. Su polen se



detecta durante casi todo el año en concentraciones bajas debido a que su polinización suele estar mediada por insectos. Son numerosas las especies que se cultivan como ornamentales.

Valores máximos: la máxima concentración registrada se eleva a tan sólo 3 granos de polen/m³ de aire (media diaria), obtenida esporádicamente durante varios días de los meses de mayo, junio y julio. El índice polínico anual fue de 88.

Capacidad alergénica: baja, es poco probable que este tipo polínico sea causa de alergia entre la población.

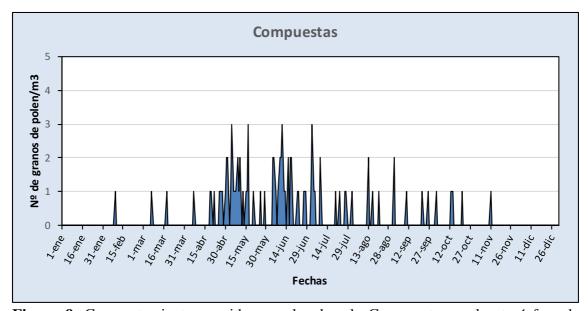


Figura 9. Comportamiento seguido por el polen de Compuestas en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.8. CUPRESSACEAE

Especies más representativas: Cupressus sempervirens, Cupressus arizonica, Juniperus oxycedrus, Platycladus orientalis, entre otros.

Familia a la que pertenecen: Cupressaceae.

Nombre(s) vulgar(es): cipreses, enebros, tuyas.

Comentario: se trata de especies arbóreas y arbustivas, generalmente utilizadas en jardinería como árboles o bien para formar setos. *Juniperus oxycedrus* (enebro) es una especie autóctona propia del matorral que acompaña a los bosques termo y mesomediterráneos. El polen de estas especies se detectan fundamentalmente durante los meses de febrero y marzo. Dado que Cupressus arizonica florece hacia finales de verano o en otoño, se observa un ligero incremento de las concentraciones de este tipo polínico a partir de septiembre.



Valores máximos: la concentración máxima fue de 100 granos de polen/m³ de aire (media diaria), registrada el día 25 de febrero. El índice polínico anual fue de 3.159.

Capacidad alergénica: media. Teniendo en cuenta las elevadas concentraciones registradas, este tipo polínico se considera posible causa de alergia entre la población.

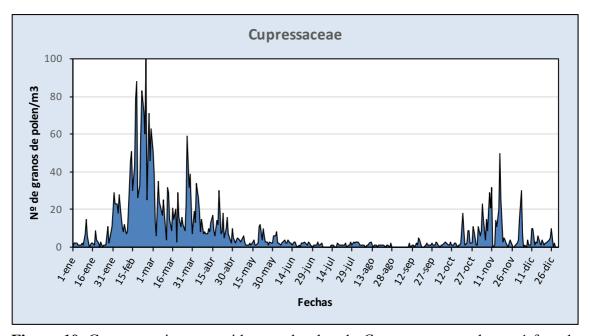


Figura 10. Comportamiento seguido por el polen de *Cupressaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.9. CYPERACEAE

Especies más representativas: *Scyrpus holoschoenus* y diversas especies de *Carex* y Cyperus.

Familia a la que pertenecen: Cyperaceae.

Nombre(s) vulgar(es): junco churrero, carex, paragüitas.

Comentario: se trata de plantas herbáceas, anuales o perennes, que suelen vivir en terrenos húmedos o encharcados y también en cultivos de regadío. Algunas especies son cultivadas como ornamentales junto a estanques. Este tipo polínico apareció de manera esporádica y siempre en concentraciones bajas.



Valores máximos: la concentración máxima fue de tan sólo 3 granos de polen/m³ de aire (media diaria), registrada los días 8, 15 y 16 de junio. El índice polínico anual fue de 55.

Capacidad alergénica: media. Teniendo en cuenta las bajas concentraciones registradas, no se considera probable que este tipo polínico sea causa de alergia entre la población.

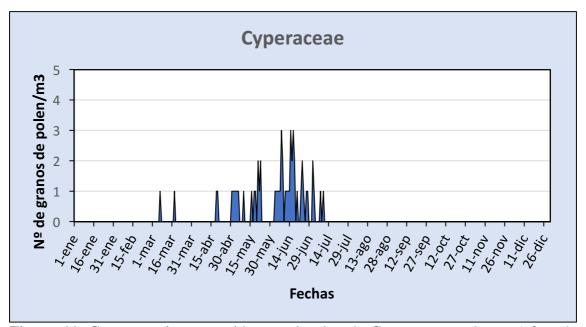


Figura 11. Comportamiento seguido por el polen de Cyperaceae en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.10. ECHIUM

Especies más representativas: *Echium plantagineum* y *Echium albicans*.

Familia a la que pertenecen: Boraginaceae.

Nombre(s) vulgar(es): viboreras.

Comentario: se trata de plantas herbáceas, anuales o perennes, muy frecuentes en los alrededores de Málaga. *E. plantagineum* vive en zonas alteradas y *E. albicans* en los taludes de rocas calizas. Este tipo polínico apareció de manera esporádica fundamentalmente durante la primavera y siempre en concentraciones bajas, ya que su polinización es eminentemente entomófila (por insectos).

Valores máximos: la concentración máxima registrada fue de 7 granos de polen/m³ de aire (media diaria), el día 1 de mayo. El índice polínico anual fue de 74.



Capacidad alergénica: baja. Es poco probable que el polen de estas especies sea causa de alergia para la población.

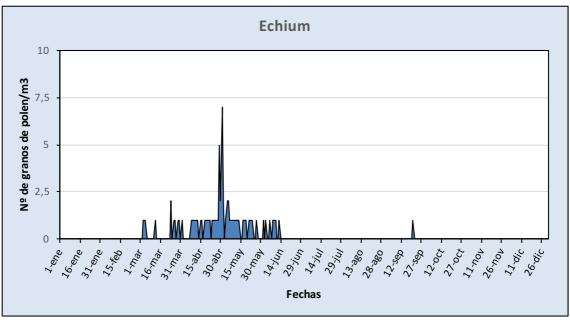


Figura 12. Comportamiento seguido por el polen de *Echium* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.11. FRAXINUS

Especies más representativas: Fraxinus angustifolia, Fraxinus pensylvanica.

Familia a la que pertenecen: Oleaceae.

Nombre(s) vulgar(es): fresno.

Comentario: F. angustifolia un árbol, raro en la zona, que habita en bordes de ríos y arroyos y otras zonas húmedas. F. pensylvanica a veces se cultiva como ornamental. El polen de estas especies se ha detectado de manera esporádica desde finales de noviembre, aunque en concentraciones bajas.

Valores máximos: el día que se detectó en mayor concentración fue el 10 de febrero, con 7 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual fue de 84.



Capacidad alergénica: moderada. Debido a las bajas concentraciones detectadas, es poco probable que el polen de esta especie sea causa de alergia entre la población de Málaga.

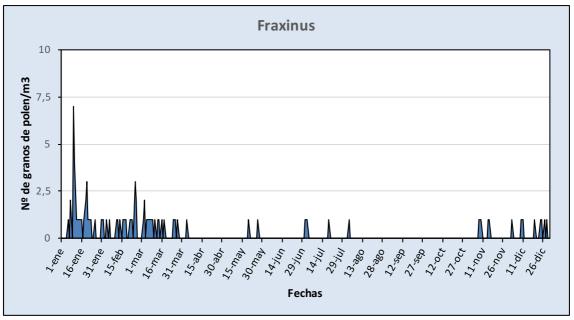


Figura 13. Comportamiento seguido por el polen de *Fraxinus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.12. MERCURIALIS

Especies más representativas: Mercurialis ambigua y Mercurialis tomentosa

Familia a la que pertenecen: Euphorbiaceae.

Nombre(s) vulgar(es): Mercurial.

Comentario: este tipo polínico se detectó con mayor intensidad durante los meses de febrero, y marzo, aunque también apareció esporádicamente en enero, abril y mayo. Mientras que *M. tomentosa* es una planta que forma parte de los matorrales mediterráneos, *M. ambigua* es una hierba propia de solares abandonados, derribos y otros lugares ruderalizados.

Valores máximos: la máxima concentración registrada se eleva a 12 granos de polen/m³ de aire (media diaria), obtenida los días 31 de enero y 27 de febrero. El índice polínico anual ascendió a 369.



Capacidad alergénica: moderada. A la vista de las concentraciones registradas es poco probable que haya sido causa de trastornos alérgicos entre la población.

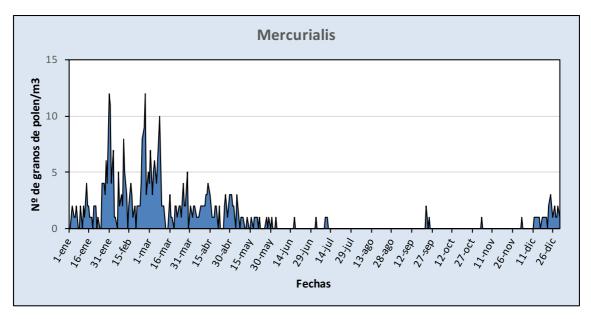


Figura 14. Comportamiento seguido por el polen de *Mercurialis* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.13. MORACEAE

Especies más representativas: Morus alba, Morus nigra.

Familia a la que pertenecen: Moraceae.

Nombre(s) vulgar(es): moreras.

Comentario: se trata de árboles que se cultivan para el aprovechamiento de sus frutos o bien con fines ornamentales en calles y jardines. El polen de *Morus* aparece en la atmósfera de Málaga de manera esporádica durante finales de invierno y principios de primavera, si bien durante el resto del año las



concentraciones suelen ser totalmente nulas.

Valores máximos: las mayores concentraciones alcanzadas fueron de tan sólo 6 granos de polen/m³ de aire (media diaria) registrada el 14 de marzo. El índice polínico anual fue de 76.

Capacidad alergénica: baja. Es poco probable que el polen de estas especies sea causa de alergia para la población.

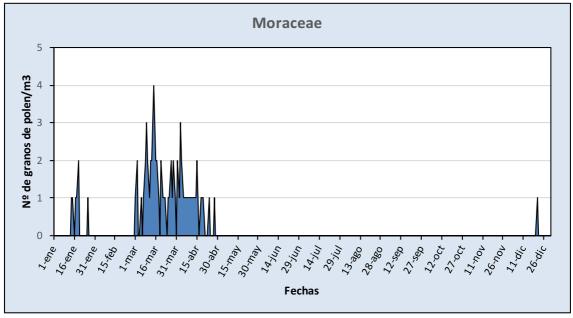


Figura 15. Comportamiento seguido por el polen de *Moraceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.14. MYRTACEAE

Especies más representativas: Eucalyptus camaldulensis, Myrtus communis, Callistemon sp.

Familia a la que pertenecen: Myrtaceae.

Nombre(s) vulgar(es): eucaliptos, mirtos, limpiatubos.

Comentario: este tipo polínico suele aparecer en la atmósfera de Málaga fundamentalmente a finales de primavera y principios de verano, resultado de la presencia de eucaliptus, mirtos y otras especies cultivadas como ornamentales, si bien las concentraciones no suelen ser muy elevadas.

Valores máximos: el día en el que se detectó en mayor cantidad fue el 16 de junio, con una concentración de 14 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual ascendió a 174.



Capacidad alergénica: moderada. A la vista de las concentraciones registradas es poco probable que haya sido causa de trastornos alérgicos entre la población.

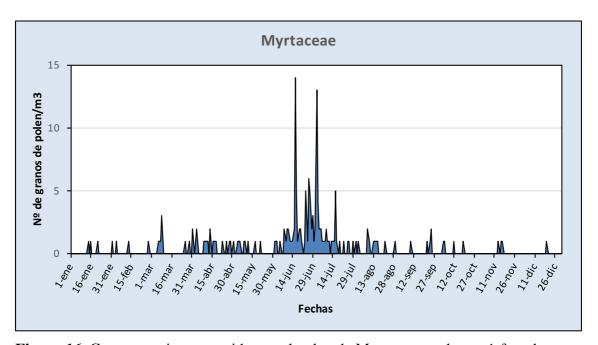


Figura 16. Comportamiento seguido por el polen de Myrtaceae en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.15. OLEA EUROPAEA

Especie más representativa: Olea europaea.

Familia a la que pertenece: Oleaceae.

Nombre(s) vulgar(es): olivo, acebuche.

Comentario: se trata de una especie muy comúnmente cultivada para la obtención tanto de sus frutos, la aceituna, como del llamado "aceite de oliva". Se ha detectado en la atmósfera de Málaga desde principios de abril principios hasta de junio, fundamentalmente, con las mayores concentraciones durante los meses de abril y mayo.

Valores máximos: el día de máxima concentración tuvo lugar el 1 de mayo, con 482 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual alcanzó el valor de 8.362.



Capacidad alergénica: moderada, si bien las elevadas concentraciones habitualmente detectadas convierten a este tipo polínico en una de las principales causas de alergia entre la población.

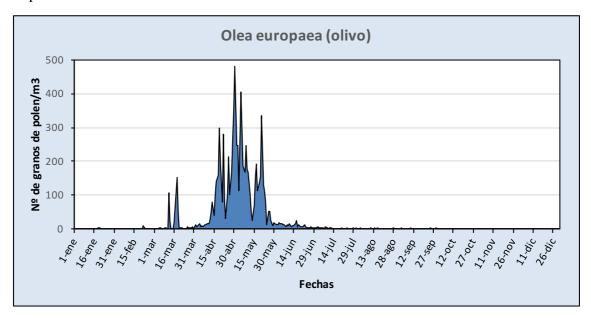


Figura 17. Comportamiento seguido por el polen de *Olea europaea* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.16. PALMAE

Especies más representativas: Phoenix canariensis, Phoenix dactylifera, Washingtonia robusta, Chamaerops humilis, entre otras muchas especies cultivadas en Málaga.

Familia a la que pertenecen: Palmae (palmáceas).

Nombre(s) vulgar(es): palmera de canarias, palmera datilera, palmito, etc.

Comentario: se trata de especies cultivadas como ornamentales en jardinería. La única especie autóctona presente en la zona es el palmito (*Chamaerops humilis*). El polen de estas plantas se detecta de manera esporádica prácticamente a lo largo de todo el año, en niveles bajos.



Valores máximos: el máximo valor se registró el día 15 de julio, con 8 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual se elevó a 382.

Capacidad alergénica: baja. Salvo circunstancias puntuales, los valores detectados hacen muy poco probable que el polen de estas especies tenga alguna incidencia en la población de Málaga.

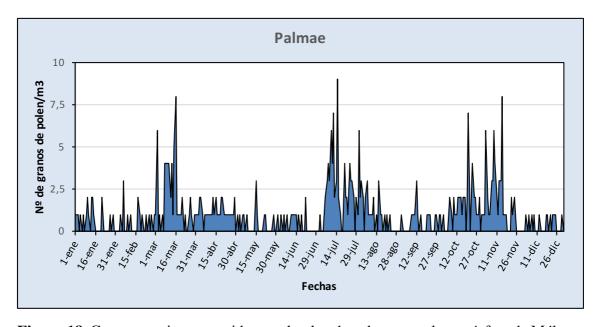


Figura 18. Comportamiento seguido por el polen de palmeras en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.17. PINUS

Especies más representativas: Pinus halepensis, Pinus pinea, Pinus pinaster.

Familia a la que pertenecen: Pinaceae.

Nombre(s) vulgar(es): pino de Alepo, pino piñonero, pino resinero.

Comentario: se trata de árboles muy utilizados para la repoblación forestal, muy frecuentes en las sierras de los alrededores. El polen de pino se ha detectado fundamentalmente desde mediados de febrero hasta mediados de marzo, siendo a principios de marzo cuando se detectaron las concentraciones más elevadas. No obstante fueron varios picos los que se sucedieron en el tiempo, debido a la floración de las distintas especies.

Valores máximos: el día de máxima concentración media diaria fue el 27 de febrero, con 33 granos de polen/m³ de aire. El índice polínico anual fue de 752.



Capacidad alergénica: el polen de pino tiene una baja incidencia alergógena, por lo que es poco probable que sea causa de afecciones entre la población.

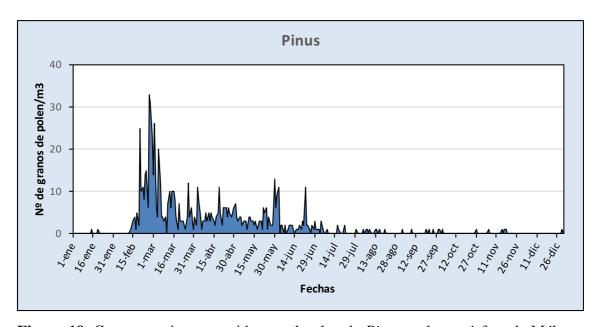


Figura 19. Comportamiento seguido por el polen de *Pinus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.18. PISTACIA

Especies más representativas: Pistacia lentiscus, Pistacia terebinthus.

Familia a la que pertenecen: Anacardiaceae.

Nombre(s) vulgar(es): pistacia, lentisco, cornicabra.

Comentario: se trata de especies arbustivas, a veces pequeños árboles, que forman parte del matorral de las zonas de vegetación autóctona de las sierras y montes circundantes, como los Montes de Málaga y sus estribaciones. Este tipo polínico se ha detectado de manera muy puntual, en concentraciones bajas o moderadas desde mediados de marzo a mediados de mayo, coincidiendo con la época de floración de estas especies.

Valores máximos: las concentraciones máximas se detectaron los días 3 y 15 de abril, con tan sólo 3 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico para el periodo estudiado se situó en el valor de 52.

Capacidad alergénica: baja. Es poco probable que el polen de esta especie cause alergia entre la población.

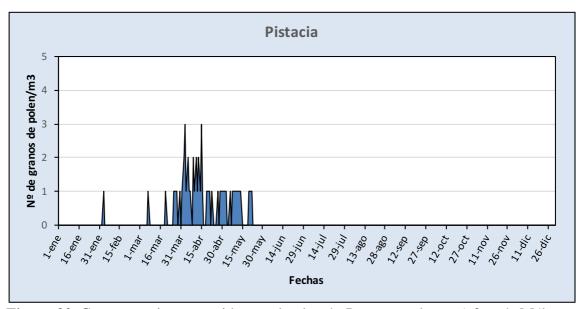


Figura 20. Comportamiento seguido por el polen de *Pistacia* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.19. PLANTAGO

Especies más representativas: Plantago lagopus, Plantago coronopus, Platago afra, Plantago psyllium, entre otras.

Familia a la que pertenecen: Plantaginaceae.

Nombre(s) vulgar(es): plantagos, llantenes.

Comentario: se trata de especies herbáceas muy frecuentes en bordes de caminos, solares abandonados, cultivos y otros lugares nitrificados. Su polen se ha detectado en la atmósfera de Málaga fundamentalmente desde mediados de abril a mediados de mayo y en menor medida en marzo y junio.



Valores máximos: el pico máximo detectado ocurrió el 6 de mayo en que se obtuvo un valor de 58 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual fue de 894.

Capacidad alergénica: moderada. Es posible que aquéllas personas sensibles a este tipo polínico hayan desarrollado sintomatología alérgica en los días de mayor concentración de polen.

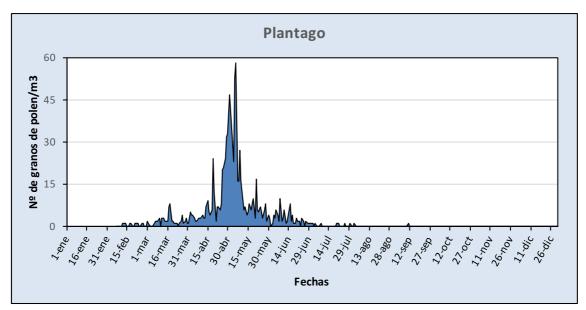


Figura 21. Comportamiento seguido por el polen de *Plantago* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.20. PLATANUS

Especie más representativa: Platanus hybrida.

Familia a la que pertenece: Platanaceae.

Nombre(s) vulgar(es): plátano de sombra.

Comentario: se trata de una especie caducifolia muy frecuentemente cultivada como árbol de paseo. Presenta un periodo de polinación muy corto pero intenso. Las mayores concentraciones se detectaron durante el mes de marzo, alcanzándose valores muy elevados en un corto periodo de tiempo (días).

Valores máximos: el pico máximo de concentración se detectó el 8 de marzo con 44 granos de polen/m³ de aire (media diaria), estando este valor por debajo de lo que suele detectarse en la estación Málaga-Centro. El índice polínico anual fue de 558.



Capacidad alergénica: de moderada a alta, según autores. Debido a las concentraciones detectadas, debe considerarse una especie de riesgo como causa de polinosis entre la población de Málaga.

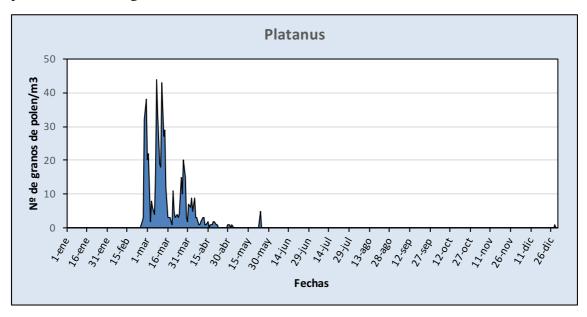


Figura 22. Comportamiento seguido por el polen de *Platanus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.21. POACEAE (GRAMÍNEAS)

Especies más representativas: Poa annua, Dactylis glomerata, Cynodon dactylon, Lolium perenne, diversas especie de Bromus entre otras muchas.

Familia a la que pertenecen: Poaceae (gramíneas).

Nombre(s) vulgar(es): gramíneas, en general.

Comentario: la familia Poaceae está ampliamente representada en Málaga y sus alrededores por diferentes especies que suelen formar parte tanto de los herbazales como del matorral e incluso de los jardines. Presentan un periodo de polinación muy amplio, habiéndose detectado las mayores concentraciones de polen desde mediados de abril hasta finales de junio, si bien ha estado presente en la atmósfera durante gran parte del periodo estudiado.

Valores máximos: el día de máxima concentración polínica del periodo estudiado correspondió al 21 de mayo con 42 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual fue de 1233.



Capacidad alergénica: alta. Si bien las concentraciones de este año no han sido muy elevadas, debemos considerar a este taxón como una de las principales causas de alergia entre la población de Málaga.

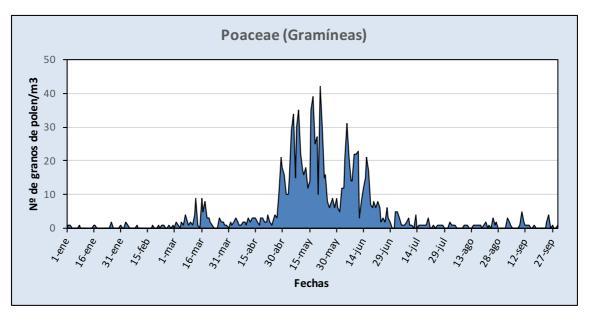


Figura 23. Comportamiento seguido por el polen de *Poaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.22. POPULUS

Especies más representativas: Populus alba, Populus nigra.

Familia a la que pertenecen: Salicaceae.

Nombre(s) vulgar(es): chopos, álamos.

Comentario: los chopos o álamos son especies arbóreas, caducifolias, que habitan en márgenes de ríos y arroyos, pero que también son frecuentemente cultivados como árboles de paseo. El polen de estas especies se detecta en Málaga esporádicamente desde finales de febrero a principios de abril.

Valores máximos: la concentración máxima detectada fue de tan sólo 74granos de polen/m³ de aire (media diaria), los días 13,14 y 18 de febrero. El índice polínico anual fue de 81.



Capacidad alergénica: baja. Dadas las concentraciones detectadas, es poco probable que el polen de estas especien sean causa de polinosis entre la población.

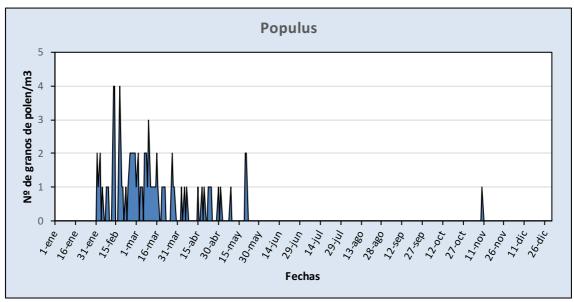


Figura 24. Comportamiento seguido por el polen de *Populus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.23. QUERCUS

Especies más representativas: Quercus rotundifolia, Quercus suber, Quercus faginea, Quercus coccifera.

Familia a la que pertenecen: Fagaceae.

Nombre(s) vulgar(es): encinas, alcornoques, que jigos, coscoja.

Comentario: son especies arbóreas o arbustivas que forman los bosques típicos mediterráneos cercanos a Málaga, o bien parte del matorral. Presentan un periodo de polinación que se centra fundamentalmente en los meses de marzo, abril y mayo, a menudo con una elevada incidencia en la atmósfera.



Valores máximos: el 16 de marzo se registró la concentración máxima del período estudiado, con 365 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual ascendió a 4.822.

Capacidad alergénica: baja, pero debido a las concentraciones alcanzadas debe tenerse en cuenta a la hora de determinar posibles causas puntuales de polinosis entre la población.

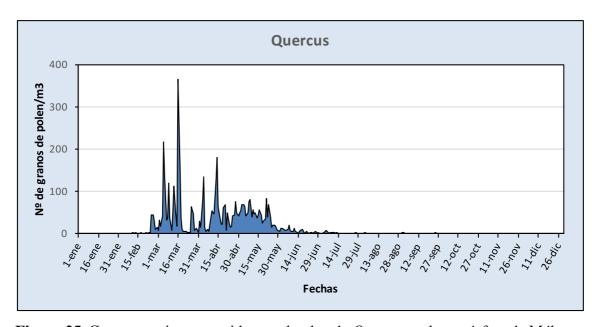


Figura 25. Comportamiento seguido por el polen de *Quercus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.24. RICINUS

Especies más representativas: Ricinus conmunis.

Familia a la que pertenecen: Euphorbiaceae.

Nombre(s) vulgar(es): ricino.

Comentario: se trata de un arbusto de tallo leñoso que fue introducido desde África, pero que se encuentra naturalizado en las regiones cálidas de todo el mundo, comportándose como ruderal nitrófila. El polen de ricino apareció en la atmósfera de Málaga durante todo el periodo de muestreo, aunque es durante la primavera cuando se alcanzan los mayores niveles.

Valores máximos: el 14 de abril se registraron las concentraciones máximas del período estudiado con tan sólo 4 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual fue de 302.



Capacidad alergénica: baja, salvo casos puntuales, es poco probable que constituya causa de alergia en la población.

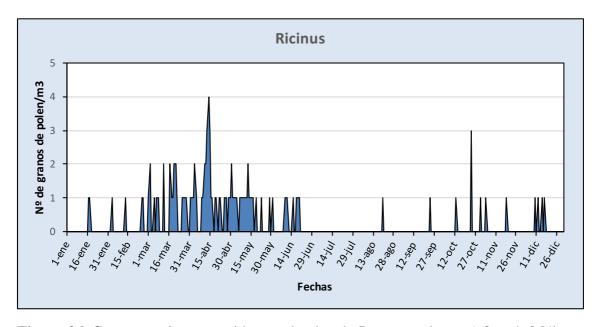


Figura 26. Comportamiento seguido por el polen de *Ricinus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.25. RUMEX

Especies más representativas: Rumex induratus, Rumex bucephalophorus, Rumex pulcher, entre otras.

Familia a la que pertenecen: Polygonaceae.

Nombre(s) vulgar(es): acedera, romaza.

Comentario: se trata de especies herbáceas, anuales o perennes, o subarbustivas, frecuentes en bordes de caminos, cultivos y otros lugares ruderalizados, pero también formando parte de comunidades propias de taludes de carretera. Su polen se ha detectado en la atmósfera de Málaga en concentraciones bajas fundamentalmente durante los meses de marzo, abril y mayo, aunque de manera esporádica ha estado presente en el aire durante casi todo el periodo estudiado.

Valores máximos: el pico máximo de concentración se detectó el 30 de abril con 15 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico anual fue de 302.



Capacidad alergénica: moderada. Aunque su incidencia no ha sido muy elevada, es posible que determinadas personas sensibles a este tipo polínico hayan manifestado síntomas durante el período de polinación máxima.

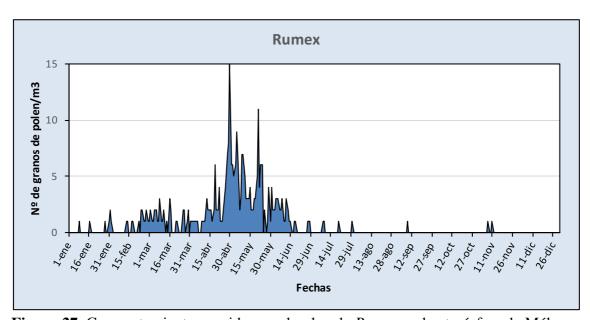


Figura 27. Comportamiento seguido por el polen de *Rumex* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.26. SALIX

Especies más representativas: S. pedicellata, S. purpurea, S. atrocinerea, S. babylonica.

Familia a la que pertenecen: Salicaceae.

Nombre(s) vulgar(es): sauce, sauce llorón.

Comentario: se trata de especies arbóreas, a veces arbustivas, que forman parte de la vegetación riparia que crece en bordes de ríos y arroyos. Este tipo polínico se ha detectado de manera muy puntual, en concentraciones bajas o moderadas, fundamentalmente desde mediados de abril a mediados de mayo, coincidiendo con la época de floración de estas especies.



Valores máximos: las concentraciones máximas se detectaron los días 13 de marzo y 29 y 30 de abril, con tan sólo 3 granos de polen/m³ de aire (media diaria). El índice polínico para el periodo estudiado se situó en el valor de 52.

Capacidad alergénica: baja. Es poco probable que el polen de esta especie cause alergia entre la población.

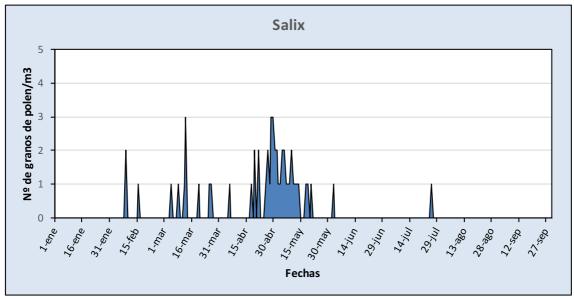


Figura 28. Comportamiento seguido por el polen de *Salix* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.27. URTICACEAE (PARIETARIA)

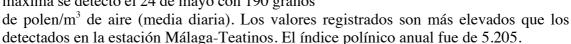
Especies más representativas: *Urtica dioica*, *U. urens*, *Parietaria judaica*, *Parietaria mauritanica*.

Familia a la que pertenece: Urticaceae.

Nombre(s) vulgar(es): ortigas, parietarias.

Comentario: se trata de plantas herbáceas, anuales o perennes que viven en lugares nitrificados con un cierto grado de humedad. Su polen se encuentra presente en la atmósfera de Málaga durante todo el periodo estudiado, habiéndose detectado los picos de concentración más importantes en febrero y mayo. Este tipo polínico lo presentan las especies del género Parietaria, pero también algunas ortigas (género Urtica).

Valores máximos: el pico de concentración máxima se detectó el 24 de mayo con 190 granos



Capacidad alergénica: alta. Se ha calculado que concentraciones polínicas por encima de los 15 granos de polen/m³ de aire son suficientes para desencadenar trastornos alérgicos. Debe considerarse como una de las principales causas de polinosis invernal en la zona de estudio.

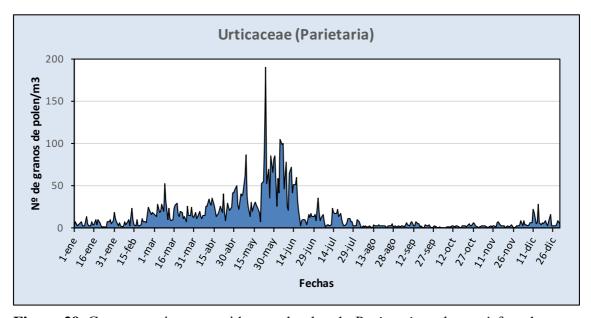


Figura 29. Comportamiento seguido por el polen de *Parietaria* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.28. URTICACEAE (URTICA MEMBRANACEA)

Especies más representativas: Urtica membranacea.

Familia a la que pertenece: Urticaceae.

Nombre(s) vulgar(es): ortiga.

Comentario: incluimos en este tipo polínico una sola especie perteneciente a la familia Urticaceae, *Urtica membranacea*, a la que podemos separar del resto de representantes de esta familia por presentar un tipo polínico diferente. Se trata de plantas herbáceas, anuales o perennes que viven en lugares nitrificados con un cierto grado de humedad. Su polen se encuentra presente en la atmósfera de Málaga durante todo el invierno y primavera, si bien los niveles fueron más elevados a partir de finales de febrero.



Valores máximos: la concentración máxima registrada fue de 13 granos de polen/m³ de aire (media diaria), valor obtenido el día 20 de abril. El índice polínico anual fue de 326.

Capacidad alergénica: alta. Aunque las concentraciones registradas no son muy elevadas, el poder alergénico de los granos de polen de esta especie hacen sospechar su posible incidencia dentro de la población.

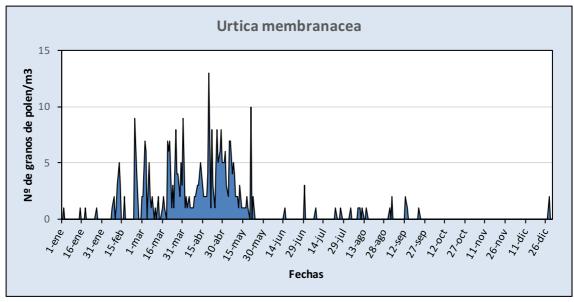


Figura 30. Comportamiento seguido por el polen de *Urtica membranacea* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-diciembre de 2020.





3.1.29. OTROS TIPOS POLÍNICOS

Además de los tipos polínicos anteriormente estudiados, se detectaron otros en la atmósfera de Málaga que no han llegado a alcanzar los 50 granos de polen como valor de la integral de polen del periodo estudiado (suma de las concentraciones medias diarias).

Dichos tipos polínicos aparecen en la tabla 1 pero, debido a su escasa incidencia y a su aparición esporádica, no han sido tratados de manera independiente en el presente informe. Son los que reseñamos a continuación: *Acacia*, *Alnus*, *Betula*, *Cannabis*, Ericaceae, Rosaceae y *Ulmus*.

3.2. CALENDARIO POLÍNICO

En la figura 31 se ha realizado un calendario polínico en el que se muestra la época en la que aparecen los diferentes tipos de polen y su intensidad, en función del índice polínico mensual (sumatorio de las concentraciones medias diarias), cuyos niveles vienen representados por los diferentes colores.

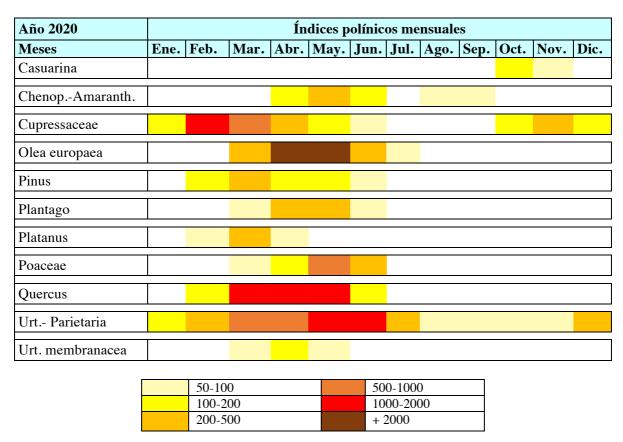


Figura 31. Calendario de aparición e intensidad de los diferentes tipos polínicos en la estación Málaga-Centro durante el año 2020. Los diferentes colores son indicativos del valor alcanzado por el índice polínico mensual, según leyenda.





3.3. RELACIÓN ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE LOS PRINCIPALES TIPOS POLÍNICOS Y LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS.

Como se ha indicado en la metodología, se ha realizado un estudio de correlación para los tipos polínicos que mayor incidencia tienen en la atmósfera de Málaga y son causantes de un mayor número de alergias y los principales parámetros meteorológicos como son: precipitación, temperaturas, máxima, media y mínima (T^a max., T^a med., T^a min.), humedad relativa (Humedad rel.), horas de sol, velocidad media del viento (V.med. Vt.), dirección del viento por cuadrantes, 1° (NE), 2° (SE), 3° (SO) y 4° (NO) y calmas.

Los tipos polínicos elegidos ha sido: cupresáceas (ciprés), gramíneas, olivo y Parietaria. Los resultados se muestran a continuación.

3.3.1. CUPRESSACEAE

Al analizar las correlaciones obtenidas entre las concentraciones medias diarias de polen de Cupressaceae y los parámetros meteorológicos, se aprecia cómo éstos influyen de manera diferente durante los periodos pre-pico y post-pico (Tabla 2), de tal manera que mientras que durante el pre-pico aparecen correlaciones positivas con las horas de sol y las temperaturas, estas se tornan negativas durante el periodo post-pico. Esto se debe a que mientras durante el periodo pre-pico incrementos en las temperaturas y las horas de sol tienden a favorecer la dehiscencia de los sacos polínicos y a elevar las concentraciones de polen, durante el post-pico, siguen elevándose las temperaturas pero la planta, una vez terminado su periodo de floración ya no responde a los incrementos de las mismas.

En el caso de las precipitaciones y la humedad relativa se obtienen coeficientes negativos. Esto se debe al efecto de lavado atmosférico producido por la lluvia y a que incrementos en la humedad relativa no favorece la liberación y flotabilidad de los granos de polen en la atmósfera.

En cuanto a los vientos, los procedentes del noroeste (poniente) tienden a elevar las concentraciones de polen, mientras los vientos húmedos procedentes del mar (sureste y suroeste) tienden a disminuirlas, como se aprecia por los signos positivos y negativos de los coeficientes de correlación, respectivamente. Por último las calmas, al no favorecer la dispersión de los granos de polen, tienden a disminuir las concentraciones de los mismos (Tabla 2).

3.3.2. POACEAE (GRAMÍNEAS)

En el caso de las gramíneas se obtienen correlaciones positivas con la horas de sol, tanto durante el periodo pre-pico como en el post-pico, mientras que con las temperaturas, los coeficientes son positivos durante el pre-pico y negativos durante el post-pico, por las mismas razones que señalábamos en el caso de cupresáceas.

En cuanto a las precipitaciones y la humedad, se obtienen coeficientes de correlación negativos.





En relación con los vientos, parece ser que los procedentes del este (1er y 2º cuadrante) tienden a disminuir las concentraciones de polen mientras que los del oeste (3er y 4º cuadrante, tienden a elevarlas. Las calmas siempre se correlacionaron negativamente con las concentraciones de polen (Tabla 2).

Cupressaceae	Pre-pico N=2767	Post-pico N=1664
Precipitación	-0,077*	0,046
Temp. Max	0,169***	-0,398***
Temp. Med	0,176***	-0,426***
Temp. Min	0,087**	-0,396***
Humedad rel.	-0,075**	-0,191**
Horas de Sol	0,188***	-0,262**
V. med viento	-0,009	-0,035
%Vto.1°C.	-0,021	-0,002
% Vto. 2°C.	-0,062*	0,002
% Vto. 3°C.	0,011	-0,124**
% Vto. 4°C.	0,067*	0,061*
Calma	-0,050*	-0,049*

Gramíneas	Pre-pico N=1418	Post-pico N=2402
Precipitación	-0,168**	-0,002
T ^a max	0,651***	-0,236**
T ^a med	0,653***	-0,347***
T ^a min	0,450***	-0,437***
Humedad rel.	-0,306***	-0,203**
Horas de Sol	0,297**	0,289**
V. med viento	0,160**	0,192**
%Vto.1°C.	-0,008	-0,071*
% Vto. 2°C.	-0,099*	-0,129*
% Vto. 3°C.	0,016	0,046*
% Vto. 4°C.	0,089*	0,156*
Calma	-0,070*	-0,140*

Tabla 2. Coeficientes de correlación de *Spearman* obtenidos entre las concentraciones medias diarias de polen de Cupressaceae (izquierda) y Poaceae (derecha), registradas en Málaga y los principales parámetros meteorológicos durante los períodos pre-pico y post-pico. *p≤0,05, **p≤0,01, ***p≤0,001.

3.3.3. OLEA EUROPAEA (OLIVO)

En el caso del polen de olivo también se observan diferentes comportamientos durante los periodos pre-pico y post-pico en lo que a correlaciones con los parámetros meteorológico se refiere. En general, incrementos en los parámetros indicadores de calor (horas de sol y temperaturas) tienden a elevar las concentraciones durante el periodo pre-pico y a disminuirlas durante el periodo post-pico. Precipitaciones y humedad relativa influyen de manera negativa, mientras que vientos procedentes del interior (noroeste) tienden a elevar las concentraciones de polen y los procedentes del mar (sureste) a disminuirlas. En el caso de las calmas, éstas se asocian negativamente con las concentraciones de polen, mientras que incrementos en la velocidad del viento tienden a elevar los niveles (Tabla 3).

3.3.4. PARIETARIA

Parietaria presenta un comportamiento similar al ya indicado para olivo, excepto en el caso de los vientos, ya que son los vientos del este (1^{er} y 2º cuadrantes) los que tienden a elevar las concentraciones de polen, mientras que los del oeste (3^{er} y 4º cuadrantes) los que tienden a disminuirlas. En este caso no se obtienen correlaciones significativas con la velocidad del viento ni con los periodos de calma (Tabla 3).





Olea	Pre-pico N=485	Post-pico N=1796
Precipitación	-0,242***	0,005
T ^a max	0,404***	-0,168
T ^a med	0,516***	-0,172**
T ^a min	0,256**	-0,292***
Humedad rel.	-0,091*	-0,161**
Horas de Sol	0,162*	0,001
V. med. Vt.	0,328**	0,232**
%Vto.1°C.	-0,039	-0,046
% Vto. 2°C.	-0,127*	-0,250
% Vto. 3°C.	-0,027	0,027
% Vto. 4°C.	0,194*	0,266***
Calma	-0,142**	-0,193**

Parietaria	Pre-pico N=2866	Post-pico N=2613	
Precipitación	-0,038*	0,046*	
T ^a max	0,074*	-0,235***	
T ^a med	0,046*	-0,263***	
T ^a min	0,071**	-0,153**	
Humedad rel.	-0,088**	0,040*	
Horas de Sol	0,085*	-0,078*	
V. med. vt	-0,027	0,015	
%Vto.1°C.	-0,006	-0,075*	
% Vto. 2°C.	0,010	-0,130**	
% Vto. 3°C.	0,053*	-0,003	
% Vto. 4°C.	0,040*	0,146**	
Calma	0,004	0.008	

Tabla 3. Coeficientes de correlación de *Spearman* obtenidos entre las concentraciones medias diarias de polen de Olea (izquierda) y Parietaria (derecha), registradas en Málaga y los principales parámetros meteorológicos durante los períodos pre-pico y post-pico. $p \le 0.05$, ** $p \le 0.01$, *** $p \le 0.001$.

3.4. MODELOS DE PRONÓSTICO

Como se ha comentado en el apartado de material y métodos, se han realizado ecuaciones de regresión múltiple por pasos en las que el término dependiente (a predecir) es la concentración media diaria y los términos independientes, es decir, las variable predictoras son los parámetros meteorológicos, la concentración del día anterior (t-1) y el valor medio de las concentraciones de todos los años para una determinada fecha del calendario (Dmed.).

En la tabla 4 se exponen los resultados obtenidos para los tipos polínicos estudiados, que son aquéllos que tienen una mayor incidencia alérgica en la población de Málaga. Pueden observarse las variables predictoras seleccionadas en cada caso. El coeficiente de determinación más elevado se obtuvo para el polen de Cupresáceas, mientras que el valor más bajo fue el de olivo. No obstante todos ellos fueron significativos para un valor de $p \le 0.0001$.

En todas las ecuaciones fue seleccionada la concentración del día anterior y la D-media como variables predictoras, además de las horas de sol en el caso de cupresáceas, la temperatura media en el caso del olivo, la temperatura máxima en el caso de gramíneas y Parietaria, el viento de 4º cuadrante en el caso del olivo y de las gramíneas, y el viento del 3er cuadrante en el caso de Parietaria.





Tipo polínico	Ecuación	\mathbb{R}^2	p
Cupressaceae	Cup=0,778 Cup _{t-1} +0,225 Dmed+0,368 H.S-1,937	0,606	0,000
Olea europaea (Olivo)	Ole=0,585 Olea _{t-1} +18,223 T ^a med+1,095 Vto.4°C	0,274	0,000
	+0,257 Dmed-347,711	0,274	
Poaceae (= Gramíneas)	Poac=0,486 Poac _{t-1} +0,414 Dmed+1,542 T ^a max	0,507	0,000
	+0,115 Vto.4°C-38,039		
Parietaria	Pariet=0,484 Pariet _{t-1} +0,587 Dmed+0,088 T ^a	0,462	0,000
	max+0,023 Vto.3°C -1,960		

Tabla 4. Mejores modelos de regresión múltiple por pasos obtenidos para pronosticar la concentración media diaria del polen de los diferentes tipos polínicos estudiados durante el periodo de pre-pico en Málaga, en función de los parámetros meteorológicos, la concentración del día anterior (t-1) y el valor medio para la fecha en cuestión (D-media).

4. CONCLUSIONES

Durante el periodo que va de enero a diciembre de 2020, ambos inclusive, se han detectado en la atmósfera de Málaga numerosos tipos polínicos a los que se les ha realizado el seguimiento durante todo el periodo de estudio. Algunos de ellos son pólenes típicamente invernales, como el caso de Cupressaceae y de plátano de sombra, a los que se unen otras especies que presentan un periodo de polinación más amplio, como es el caso de Parietaria, Urtica membranacea y Pinus.

Con el inicio de la primavera comienzan a detectarse otros tipos polínicos como es el caso de olivo, gramíneas, Quercus, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Rumex, Plantago o Mercurialis, elevando las concentraciones atmosféricas y la posible incidencia de polinosis en la población malagueña.

A finales de junio las concentraciones descendieron drásticamente, apareciendo tipos polínicos típicamente estivales pero en concentraciones muy bajas. Terminado el verano y, tras las primeras lluvias, los niveles de polen se incrementan ligeramente durante la época otoñal debido fundamentalmente a la incidencia del polen de Casuarina, algunas Cupresáceas y Artemisia, fundamentalmente.

El espectro polínico se completa con una gran variedad de tipos de menor incidencia y de los que no se espera que lleguen a ser causa alguna de polinosis en la población (Tabla 1).

Los tipos polínicos más frecuentes en la atmósfera de Málaga durante el año 2020 fueron, por orden de abundancia, son los siguientes: Olea europaea (olivo), Parietaria, Quercus (encinas y alcornoques), Cupressaceae (ciprés), Gramíneas, Plantago, Chenopodiáceas-Amarantáceas, Pinus y Platanus. Exactamente en el mismo orden que en el año anterior. Son los que aparecen en el calendario polínico (Figura 31).





En cuanto a correlaciones entre parámetros meteorológicos, se observan diferentes comportamientos durante los periodos pre-pico y post-pico para los tipos polínicos estudiados. En general, incrementos en los parámetros indicadores de calor (horas de sol y temperaturas) tienden a elevar las concentraciones durante el periodo pre-pico y a disminuirlas durante el periodo post-pico. Precipitaciones y humedad relativa influyen de manera negativa, mientras que vientos procedentes del interior tienden a elevar las concentraciones de polen y los procedentes del mar a disminuirlas. En el caso de las calmas, se asocian negativamente con las concentraciones de polen.

En relación con los modelos de pronóstico seleccionados, todos ellos muestran valores del coeficiente de determinación (R²) altamente significativos. En todas las ecuaciones fue seleccionada la concentración del día anterior y la D-media como variables predictoras, además de las horas de sol en el caso de cupresáceas, la temperatura media en el caso del olivo, la temperatura máxima en el caso de gramíneas y Parietaria, el viento de 4º cuadrante en el caso del olivo y de las gramíneas, y el viento del 3er cuadrante en el caso de Parietaria.

5. REFERENCIAS

GALÁN, C., CARIÑANOS, P., ALCÁZAR, P. & DOMÍNGUEZ, E. (2007). Spanish Aerobiological Network (REA): Management and Quality Manual. Ed. Códoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, Spain.

HIRST, J.M. (1952). An automatic volumetric spore trap. Ann Appl Biol 39: 257-265.





ADENDA ENERO-MARZO 2021





6. ADENDA ENERO-MARZO 2021

En este apartado se incluyen una tabla con los resultados enero-marzo de 2021, correspondiente al periodo de prórroga del proyecto (Tabla 5), así como las gráficas de los tipos polínicos que alcanzaron índices polínicos superiores a 50 durante ese mismo periodo.

Como se ha comentado anteriormente, se ha optado por añadirlos como adenda para no interferir con los periodos estacionales de un año completo mostrados en las gráficas de 2020 y, por otra parte, porque los periodos estacionales han quedado cortados a la finalización del proyecto tras los tres meses prorrogados.

	nº granos de polen /m³ (media diaria)			
Tipos polínicos	Enero	Febrero	Marzo	Total
				periodo
Acacia	1	0	15	16
Alnus	2	6	3	11
Artemisia	4	7	6	17
Betula	1	3	4	8
Brassicaceae	1	7	32	40
Compuestas	0	1	5	6
Cupressaceae	279	2729	2416	5424
ChenopAmaranthaceae	5	18	55	78
Echium	1	0	7	8
Ericaceae	0	1	20	21
Fraxinus	8	27	28	63
Mercurialis	44	113	130	287
Moraceae	2	19	128	149
Myrtaceae	2	3	28	33
Olea europaea	9	11	182	202
Palmae	1	13	46	60
Pinus	1	249	766	1016
Pistacia	0	0	64	64
Plantago	0	2	115	117
Platanus	0	43	391	434
Poaceae	2	21	61	84
Populus	1	28	44	73
Quercus	21	18	1315	1354
Ricinus	4	9	27	40
Rosaceae	0	2	1	3
Rumex	3	14	100	117
Ulmus	0	0	35	35
Urticaceae- Parietaria	193	698	822	1713
Urtica membranacea	25	222	524	771
Otros/Indeterminados	7	9	43	59
TOTAL	617	4273	7413	12306

Tabla 5. Totales mensuales obtenidos por los diferentes tipos polínicos en la estación Málaga-Centro durante los meses de enero a marzo de 2021 y total del periodo estudiado.





Las gráficas en este apartado no van comentadas pues las fichas ya se han incluido en el apartado 3.1, en sus correspondientes capítulos. En las leyendas se incluyen el día y la concentración del pico máximo que se obtuvo dentro del periodo estudiado.

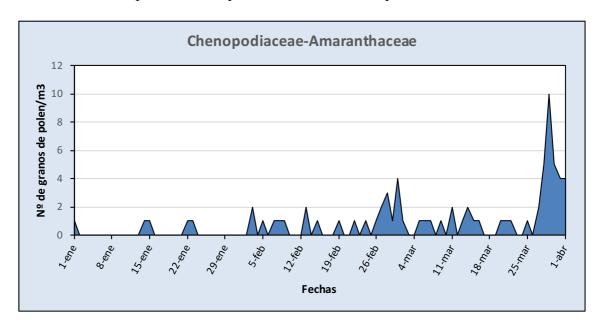


Figura 32. Comportamiento seguido por el polen de *Chenopodiaceae-Amaranthaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021. Pico máximo detectado el día 29 de marzo con una concentración de 10 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

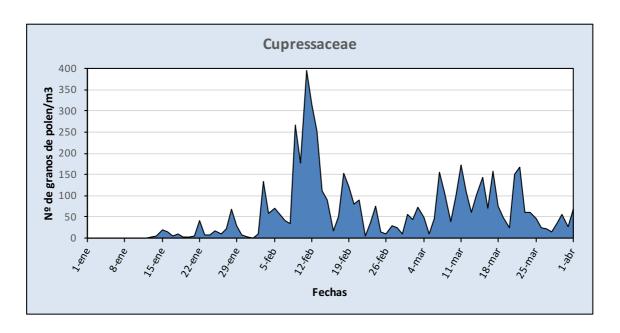


Figura 33. Comportamiento seguido por el polen de *Cupressaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 11 de febrero con una concentración de 396 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





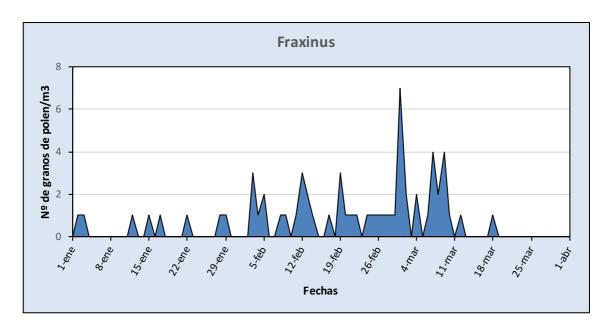


Figura 34. Comportamiento seguido por el polen de *Fraxinus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 1 de marzo con una concentración de 7 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

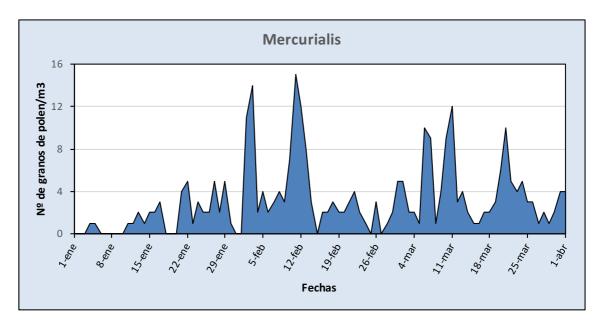


Figura 35. Comportamiento seguido por el polen de *Mercurialis* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 11 de febrero con una concentración de 15 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





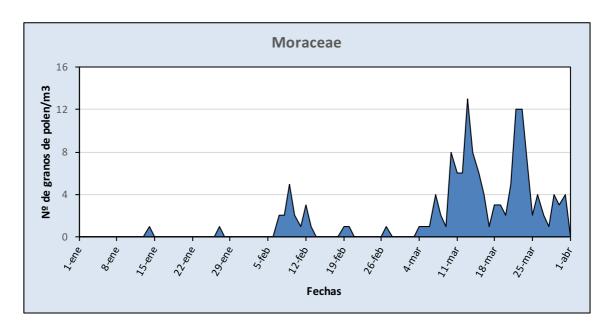


Figura 36. Comportamiento seguido por el polen de *Moraceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 13 de marzo con una concentración de 13 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

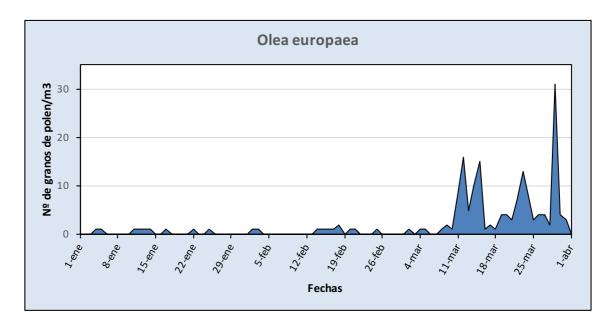


Figura 37. Comportamiento seguido por el polen de *Olea europaea* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 21 de marzo con una concentración de 31 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





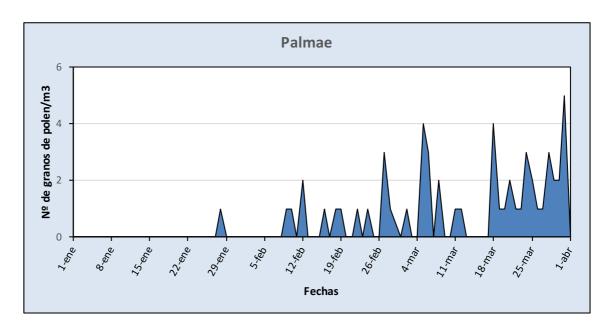


Figura 38. Comportamiento seguido por el polen de *Palmae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 31 de marzo con una concentración de 5 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

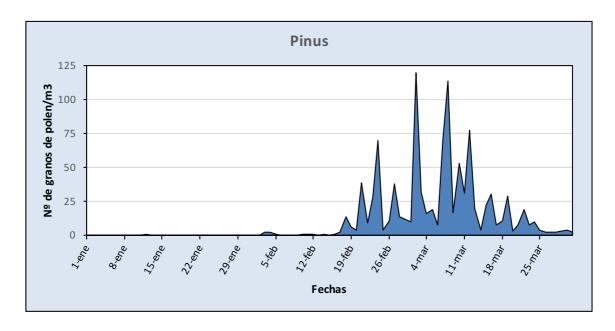


Figura 39. Comportamiento seguido por el polen de *Pinus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 2 de marzo con una concentración de 120 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





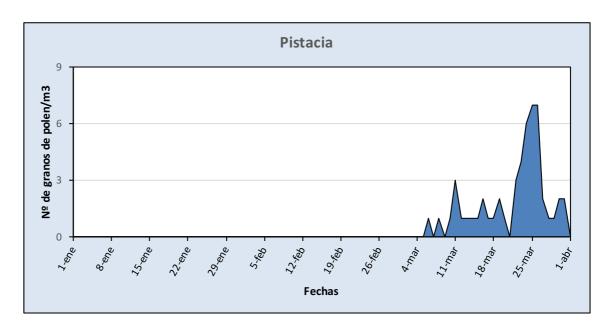


Figura 40. Comportamiento seguido por el polen de *Pistacia* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado los días 25 y 26 de marzo con una concentración de 7 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

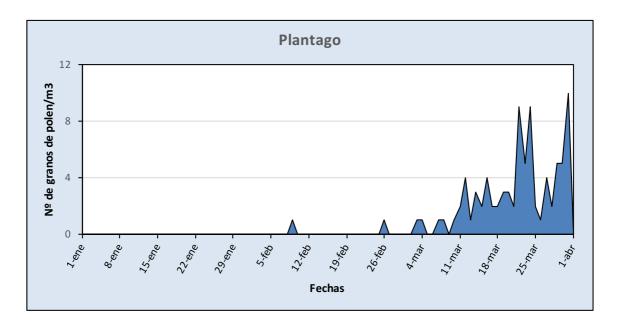


Figura 41. Comportamiento seguido por el polen de *Plantago* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 31 de marzo con una concentración de 10 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





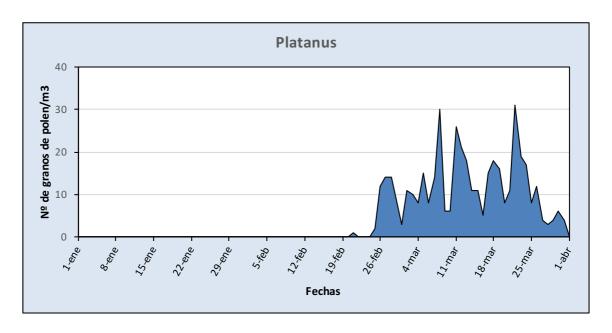


Figura 42. Comportamiento seguido por el polen de *Platanus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 22 de marzo con una concentración de 31 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

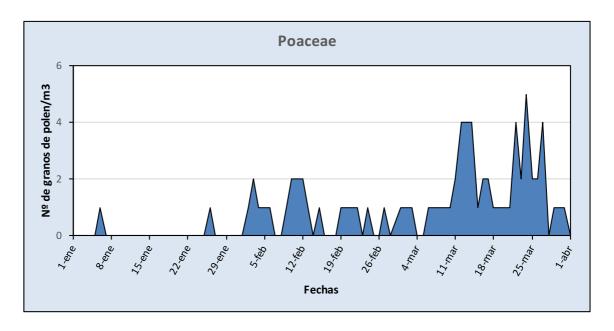


Figura 43. Comportamiento seguido por el polen de *Poaceae* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 24 de marzo con una concentración de 5 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





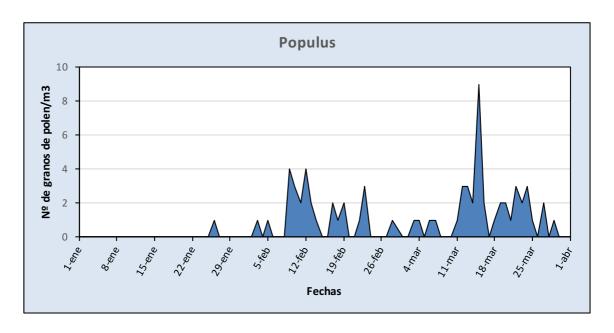


Figura 44. Comportamiento seguido por el polen de *Populus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 15 de marzo con una concentración de 9 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

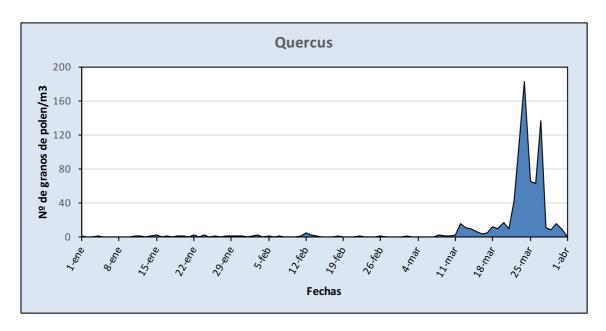


Figura 45. Comportamiento seguido por el polen de *Quercus* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 24 de marzo con una concentración de 183 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





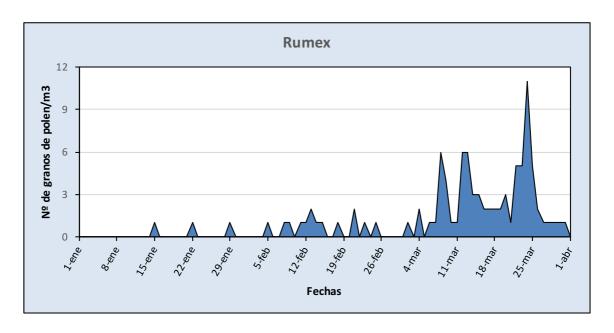


Figura 46. Comportamiento seguido por el polen de *Rumex* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 24 de marzo con una concentración de 11 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

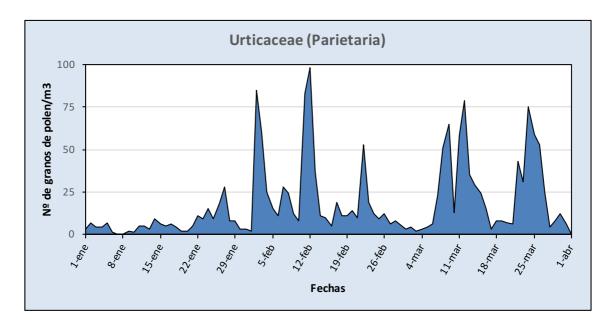


Figura 47. Comportamiento seguido por el polen de *Parietaria* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 12 de febrero con una concentración de 98 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





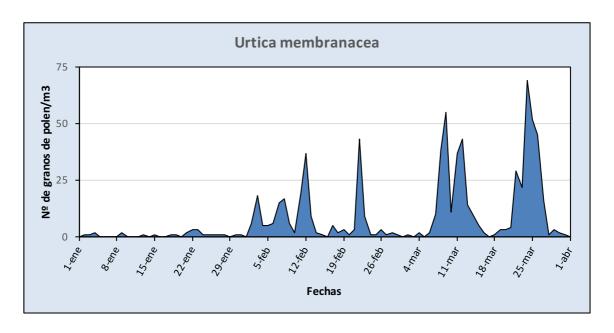


Figura 48. Comportamiento seguido por el polen de *Urtica membranacea* en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 24 de marzo con una concentración de 69 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).

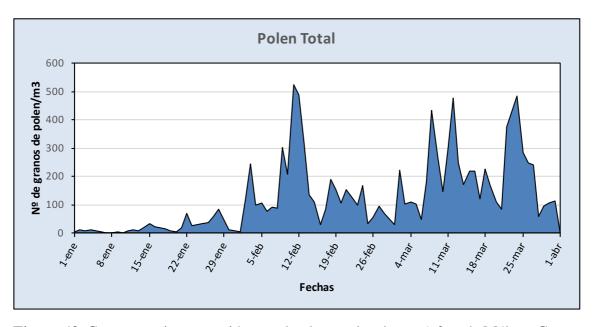


Figura 49. Comportamiento seguido por el polen total en la atmósfera de Málaga-Centro durante el periodo enero-marzo de 2021.

Pico máximo detectado el día 11 de febrero con una concentración de 523 granos de polen/m³ de aire (valor medio diario).





Anexo I: Principales tipos polínicos vistos con el microscopio electrónico de barrido (izquierda) y con el microscopio óptico (derecha), en orden alfabético.

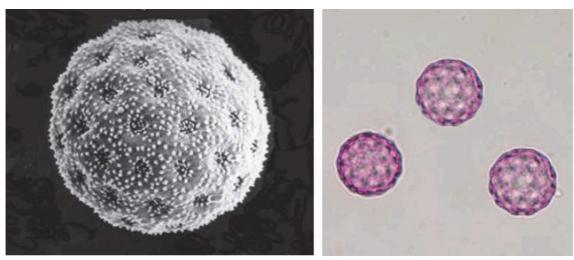


Figura 50. Tipo polínico Chenopodiaceae-Amaranthaceae

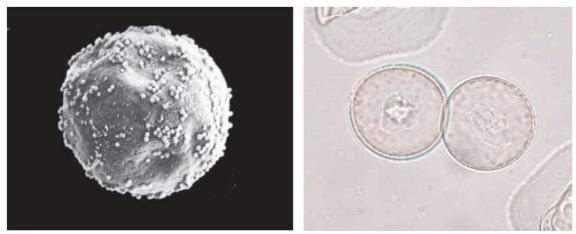


Figura 51. Tipo polínico Cupressaceae

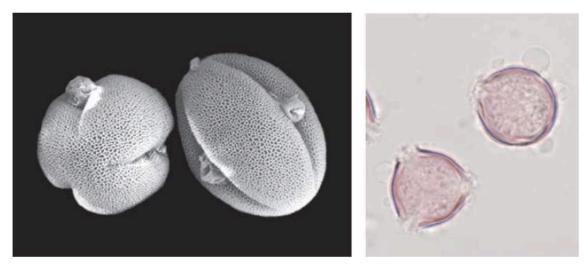


Figura 52 Tipo polínico Mercurialis





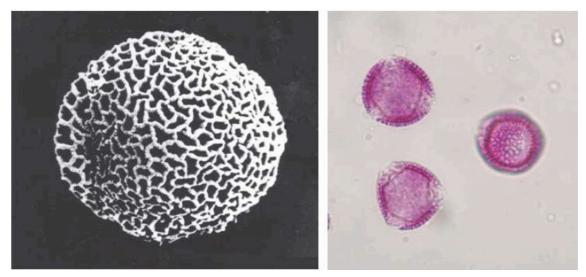


Figura 53. Tipo polínico Olea europaea

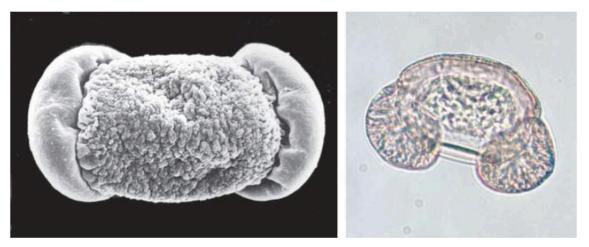


Figura 54. Tipo polínico Pinus

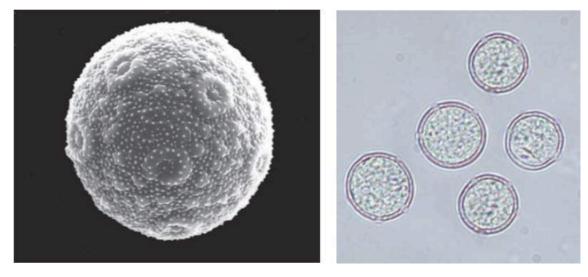


Figura 55. Tipo polínico Plantago





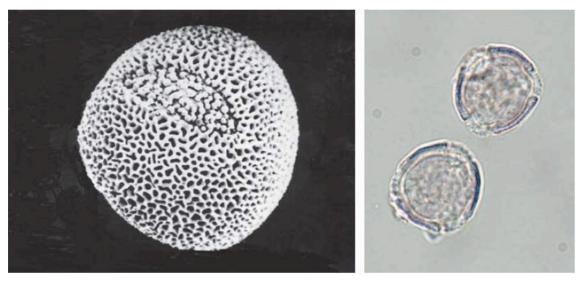


Figura 56. Tipo polínico Platanus

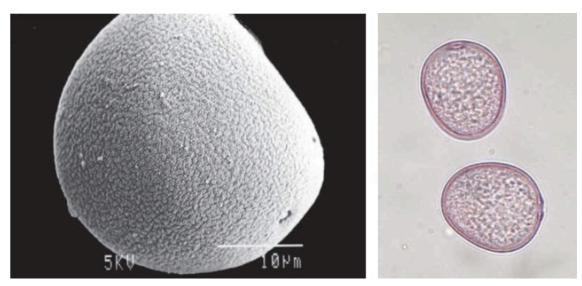


Figura 57. Tipo polínico Poaceae (Gramíneas)

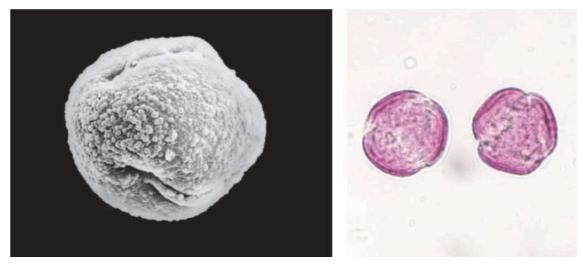


Figura 58. Tipo polínico Quercus





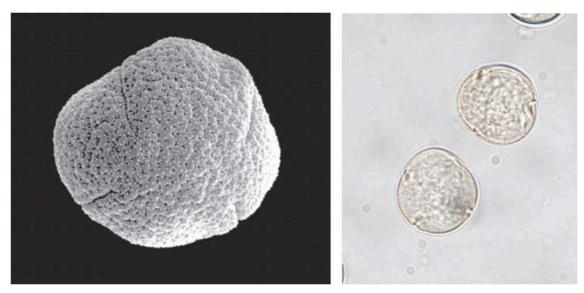


Figura 59. Tipo polínico Rumex

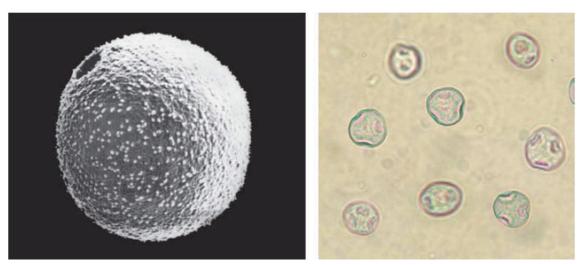


Figura 60. Tipo polínico Urticáceas-Parietaria



