

INCIDENCIA DEL POLEN DE *PLANTAGO* EN LA ATMÓSFERA DE MÁLAGA Y SU RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Marta RECIO, M. Mar TRIGO, F. Javier TORO y Baltasar CABEZUDO

RESUMEN. *Incidencia del polen de Plantago en la atmósfera de Málaga y su relación con los parámetros meteorológicos.* En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos para el polen de *Plantago* tras el muestreo realizado durante los últimos años en la atmósfera de Málaga. Dicho muestreo se ha llevado a cabo mediante un captador volumétrico de tipo Hirst, habiéndose analizado las variaciones anuales, estacionales e intradiurnas, así como su relación con los principales parámetros meteorológicos. Las mayores concentraciones se han registrado siempre durante los meses de Abril y Mayo, y entre las 12 y 14 horas locales, habiéndose observado diferencias cuantitativas importantes en los años 1995 y 1996, debidas fundamentalmente a la desigual cantidad de precipitaciones acumuladas durante los meses anteriores al período de polinación. Las correlaciones obtenidas entre los valores diarios de concentración atmosférica de polen y los de los diferentes parámetros meteorológicos demuestran que, en Málaga, este polen se asocia positivamente siempre con la insolación y la temperatura durante el período prepico, con las precipitaciones durante el período postpico y, casi siempre, con la velocidad y dirección noroeste del viento.

Palabras clave. Aerobiología, alergia, polen, *Plantago*, Málaga, fenología, meteorología.

ABSTRACT. *Airborne pollen of Plantago in Malaga (S. Spain) and its relationship with meteorological parameters.* The results obtained by airborne pollen of *Plantago* in Malaga during 1992-1997, sampled by means of a volumetric spore-trap (Burkard seven-days recording), are showed in this work. An analysis about the annual, daily and intradiurnal variations, and an statistical study of correlation (Spearman's correlation) between the daily pollen counts and several meteorological parameters, have been carried out. The maximum values of airborne *Plantago* pollen were always registered during April and May, and between 12:00 and 14:00 Spanish Official Time. We observed important quantitative differences in the pollen counts for 1995 and 1996, because due to the abnormal accumulative rain falls during the three previous months (January-March) at the pollination period (1995 was exceptionally dry while 1996 was very rainy). This genus sometimes reached very high daily concentrations (more than 100 pollen grains per cubic meter of air) in 1996. The patterns of intradiurnal distribution have been very similar in all the years studied, obtaining the maximum peaks at the same hours, although there are little differences in the IDI (intradiurnal distribution index) values for 1995 (0.10) and 1996 (0.19). We believe that intradiurnal pollen distribution of this genus is related with the typical species for each locality, the distance between the sampling site and this species, and the climatic and geographical characteristics for each locality. The correlations obtained between daily airborne *Plantago* pollen and the different meteorological parameters show that, in Malaga, this pollen is always positively correlated with sunshine and temperature during the

pre-peak period of pollination, and with the rainfall during the post-peak period. Wind is another important parameter for the airborne *Plantago* pollen in Malaga. Highly significant and positive correlations were observed with windspeed and NW wind, whereas the correlations with frequency of calms and others wind directions were, generally, negative.

Key words. Aerobiology, allergy, pollen, *Plantago*, Malaga, phenology, meteorology.

INTRODUCCIÓN

El género *Plantago* se encuentra representado en Málaga y sus alrededores por numerosas especies, siendo las más frecuentes: *Plantago coronopus* L., *P. lagopus* L., *P. afra* L., *P. major* L., *P. lanceolata* L., *P. psyllum* L., *P. bellardii* All. y *P. serraria* L. Estas especies, conocidas vulgarmente con el nombre de llantenes, se comportan como plantas ruderales nitrófilas habitando en pastizales degradados, bordes de camino, lugares baldíos y márgenes de cultivos, la mayoría sobre suelos secos y pisoteados, aunque también algunas especies, como *P. major* y *P. lanceolata*, prefieren suelos húmedos y algo encharcados.

Ubera *et al.* (1988) consideraron al género como un grupo estenopalino, aunque pudieron diferenciar varios subgrupos, en un estudio realizado sobre polen acetolizado, en 24 especies de la Península Ibérica, en función de caracteres cualitativos y cuantitativos. Son pólenes polipantoporados, isopolares, radiosimétricos y esferoidales, con 4-14 poros regularmente repartidos y superficie más o menos ondulada y densamente granulosa.

Desde hace mucho tiempo el polen de diversas especies de *Plantago* ha sido citado como alergógeno por diversos autores (Izco *et al.*, 1972; Stanley & Linskens, 1974; Sáenz, 1978, Lewis *et al.*, 1983; Halse, 1984; Domínguez *et al.*, 1984). Los primeros estudios sobre la alergenicidad del polen de *Plantago* se llevaron a cabo en Estados Unidos durante los años veinte, siendo demostrada clínicamente mediante tests cutáneos utilizando extractos de polen de *P. lanceolata* (Bernton, 1925). Los

estudios clínicos posteriores que se llevaron a cabo en Europa demostraron que existía un porcentaje bajo de pacientes alérgicos al llantén y que, de ellos, la mayoría también eran sensibles al polen de gramíneas, por lo que son raros los casos de monosensibilidad (Watson & Constable, 1991). Sin embargo, Subiza Martín *et al.* (1986) lo consideraron como el tercer polen de importancia alergógena, en Madrid, después de los de las gramíneas y el olivo. En Málaga García González (1995) aplicó pruebas cutáneas (prick-test) a una población de 365 jóvenes estudiantes, con edades comprendidas entre 14 y 18 años, observando un 8% de positividad a los extractos de polen de *P. lanceolata*.

Debido a que el polen de *Plantago* se detecta en Málaga en cantidades importantes, ocupando el sexto lugar en orden de abundancia anual (Cabezudo *et al.*, 1994; Recio *et al.*, 1995), se ha considerado interesante realizar un estudio más profundo de este tipo polínico, para intentar caracterizar tanto su comportamiento estacional como intradiurno, así como la influencia que sobre sus concentraciones tienen los principales parámetros meteorológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo del contenido polínico del aire se ha realizado con la ayuda de un captador de tipo volumétrico (Hirst, 1952), modelo seven-day-recording (Burkard Manufacturing Co. Ltd., Rickmansworth, Hertfordshire, England), situado en la azotea de la Facultad

de Medicina de la Universidad de Málaga, aproximadamente a unos 15 m del nivel del suelo. Dicha facultad se encuentra ubicada a 1 km al oeste del núcleo urbano, en una zona abierta sin edificios colindantes que impidan la libre circulación del aire.

Para el recuento de los granos de polen se ha seguido el método recomendado por la Red Española de Aerobiología, REA (Domínguez *et al.*, 1991). Los datos utilizados siempre corresponden a valores medios diarios, expresados en número de granos de polen por metro cúbico de aire (N° g.p./m³).

El período de polinación principal (PPP) se ha determinado en base al 95% del total del polen anual, utilizando valores acumulados desde el día 1 de Enero (Pathirane, 1975). Con el fin de evitar las colas de la curva, se ha eliminado el 2,5% inicial y final.

Los modelos de variación intradiurna, que se expresan en porcentajes, se han obtenido tomando los días exentos de precipitaciones cuya concentración media diaria era igual o superior a la media del período de polinación principal.

Para establecer la relación entre las concentraciones polínicas y los principales parámetros meteorológicos se ha utilizado la correlación no paramétrica de Spearman, trabajándose con valores diarios. Los parámetros meteorológicos seleccionados como variable han sido: horas de sol, precipitación (en mm), humedad relativa, temperaturas media, máxima y mínima (en °C), velocidad media del viento (en km/h), dirección del viento y calmas (% de cada uno de los cuatro cuadrantes y de calmas). También se han utilizado los valores acumulados de la temperatura media, horas de sol y precipitaciones, a partir del solsticio de invierno (22 de Diciembre). A la hora de establecer la correlación entre las concentraciones de polen y los parámetros meteorológicos, el PPP se ha dividido en dos períodos: pre- y post-pico, ya que la tendencia

de la curva es distinta: ascendente en el prepico y descendente en el postpico. La razón por la que se ha utilizado una correlación no paramétrica es porque previamente hemos comprobado la normalidad de los datos, tanto polínicos como meteorológicos, mediante el test de D'Agostino, y en la mayoría de los casos no ha sido posible obtener una distribución normal, aún aplicando las funciones Log (x+1) y Ln [(x · 1000/p)+1] de Moseholm *et al.* (1987).

Los datos meteorológicos han sido obtenidos por el Centro Meteorológico Territorial de Andalucía Oriental, y corresponden a la Estación del Aeropuerto de Málaga, situada a unos 5 km al sur de la estación de muestreo.

RESULTADOS

Variación estacional

El polen de *Plantago* se detecta en la atmósfera de Málaga fundamentalmente durante los meses de Marzo a Julio, concentrándose entre el 65 y el 80% del total anual en los meses de Abril y Mayo (fig. 1 y tab. 1). La duración de la estación principal de polinación (PPP) ha sido relativamente similar en todos los años estudiados, con una duración media de 106 días y una desviación standard de ± 12 días (tab. 2). Dicho periodo de polinación principal, en general, comienza en la segunda quincena de marzo y termina a finales de Junio o principios de Julio (fig. 1 y tab. 2).

La concentración total anual media de polen de *Plantago* durante los años estudiados, es de 1716 g.p./m³. Sin embargo, los años 1995 y 1996 se alejaron considerablemente de la media, con valores anuales de 400 y 3209 g.p./m³ respectivamente. Con respecto al polen total anual, el polen de *Plantago* representa entre el 2 y el 7,5% anual, extremos que se alcanzaron en esos mismos años señalados anteriormente.

En cuanto a los picos máximos diarios,

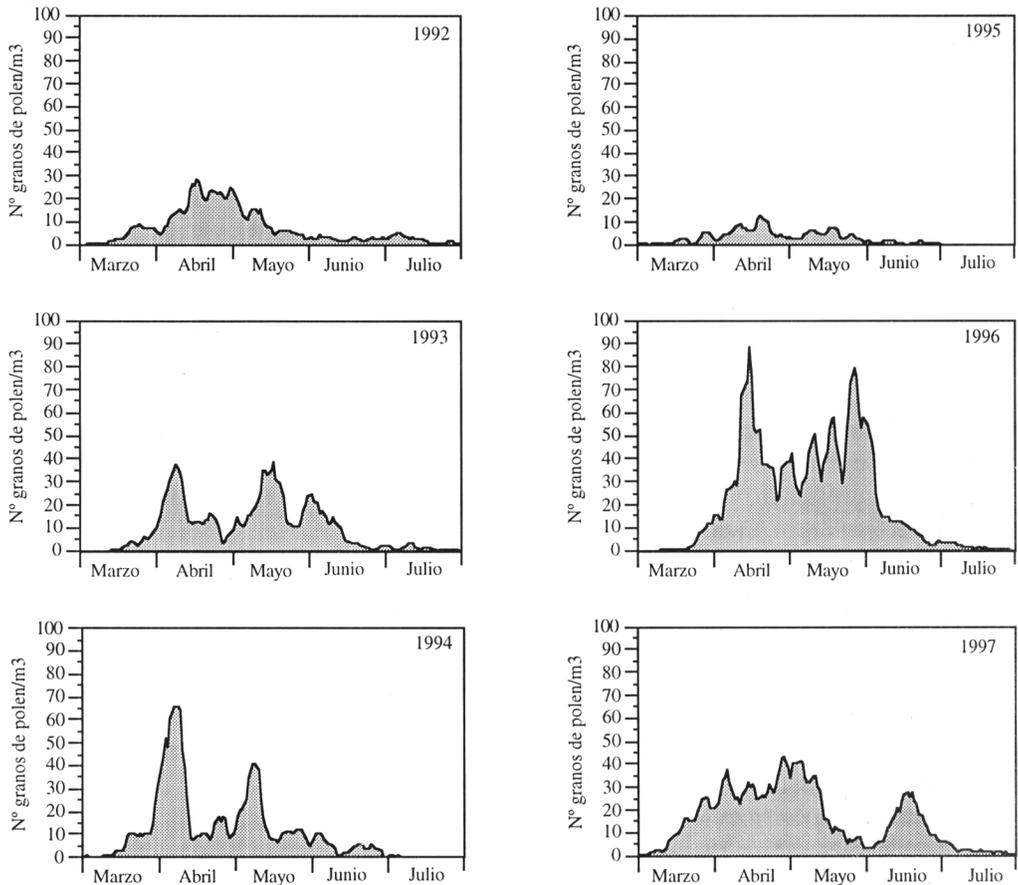


Figura 1. Medias móviles de cinco días de concentración atmosférica de polen de *Plantago* en Málaga. *Five days running means for the concentration of airborne Plantago pollen in Malaga.*

éstos se han obtenido hacia mediados de Abril, exceptuando los años 1993 y 1997, en que se retrasaron hasta el mes de Mayo. Los valores de estos máximos han oscilado entre los 24 g.p./m³ en 1995 y los 154 g.p./m³ en 1997 (tab. 2). Asimismo, también existen diferencias interanuales con respecto a los máximos mensuales, que se produjeron en Abril durante los años 1992, 1994, 1995 y 1997, y en Mayo durante 1993 y 1996 (tab. 1).

Son muy pocos los días en los que superaron los 50 granos/m³ de polen de *Plantago*, siendo 1995 el único año en que

ningún día sobrepasó niveles medios y 1996 el que llegó a alcanzar incluso concentraciones superiores a 100 g.p./m³ (tab. 2).

Variación intradiurna

Durante los años de estudio las curvas de variación intradiurna (fig. 2) presentaron un comportamiento bastante estable, concentrándose la mayor parte del polen entre las 12:00 y las 16:00 horas locales (+1 UT). Las horas en que se alcanzaron los picos máximos fueron también similares en todos los años estudiados (entre las 12:00 y las 14:00 h).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	%
1992	0	0	103	535	302	75	66	10	6	5	1	1	1104	4,9
1993	1	1	57	523	634	250	39	10	4	0	1	0	1520	4,8
1994	1	3	185	818	514	145	6	3	3	1	3	1	1683	6,0
1995	1	2	52	184	127	26	3	3	1	0	1	0	400	2,0
1996	0	0	82	1193	1378	465	49	11	12	10	6	3	3209	7,5
1997	1	8	324	908	638	419	71	9	2	0	-	-	2380	-

Tabla 1. Valores mensuales y anuales de polen atmosférico de *Plantago* (suma de concentraciones medias diarias expresadas en granos/m³ de aire) y porcentajes anuales con respecto al polen total, registrados en Málaga durante los años 1992-97. *Monthly and annual values of Plantago airborne pollen (sum of the daily average concentrations expressed in grains/m³ of air) recorded in Malaga during 1992-97. The last column expresses the annual percentage represented by Plantago pollen of the annual total pollen.*

Estos picos suponen entre el 14 y el 22% del polen total diario. El pico máximo más elevado se obtuvo en 1996 y el más bajo en 1995, años que, curiosamente, coinciden con los valores de polen total anual más altos y más bajos registrados, respectivamente.

El índice de distribución intradiurna (IDI) medio para este taxon es de $0,14 \pm 0,04$ (Trigo *et al.*, 1997). Su valor osciló entre 0,10 en 1995 y 0,19 en 1996.

Correlación con parámetros meteorológicos

En general, como puede apreciarse en la tabla 3, siempre se han obtenido correlaciones significativas con los parámetros indicadores de calor (temperatura y horas de sol), positivas durante el período prepico y negativas durante el período postpico, tanto para valores diarios como para valores acumulados. Estas correlaciones fueron altamente significativas y positivas con las temperaturas medias y máximas diarias durante el periodo prepico.

Con respecto a las precipitaciones, es sólo durante el período postpico cuando se ha obtenido asociación positiva y significativa en casi todos los años estudiados. La humedad relativa se asocia siempre negativamente con las concentraciones de polen, resultando en muchos años significativas, tanto para el período prepico como para el postpico.

En cuanto a los vientos, tanto en los períodos pre- como post-pico, se han obtenido correlaciones significativas, positivas con la velocidad del viento y negativas con la frecuencia de calmas. El cuadrante de viento que se correlaciona más significativa y positivamente con el polen de *Plantago* es el cuarto, centrado por la dirección NO, donde se encuentra del valle del Guadalhorce. Con el cuadrante contrario, el que se centra al SE (2° cuadrante), las correlaciones que fueron significativas siempre presentaron signo negativo. Con los vientos del 1° y 3° cuadrantes, poco frecuentes en Málaga (ver fig. 1 en Recio *et al.*, 1996), los coeficientes de correlación significativos han resultado siempre negativos. Estas asociaciones con la dirección de viento han resultado del mismo signo para todo el período de polinación, sin haberse apreciado diferencias entre los períodos pre- y post-pico.

DISCUSIÓN

Variación estacional

Los resultados obtenidos para Málaga en cuanto a la duración de la estación, las concentraciones máximas y los porcentajes anuales, son relativamente similares a los aportados por Domínguez *et al.* (1984) para

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Media	SD
Fecha del PPP	22 Mar a 26 Jul	28 Mar a 10 Jul	20 Mar a 23 Jun	16 Mar a 24 Jun	31 Mar a 3 Jul	17 Mar a 4 Jul	23 Mar a 5 Jul	6 - 14
Longitud del PPP (nº días)	127	105	96	101	95	110	106	12
Máximo diario (granos/m ³)	56	68	95	24	143	154	90	50,84
Fecha del máximo diario	16 Abr	15 May	7 Abr	20 Abr	14 Abr	4 May	23 Abr	14
Nº días con <10 granos/m ³	135	105	101	110	108	96	109	14
Nº días con 11-50 granos/m ³	32	46	42	9	56	75	43	22
Nº días con 51-100 granos/m ³	1	4	6	0	16	1	5	6
Nº días con >100 granos/m ³	0	0	0	0	5	0	1	2

Tabla 2. Datos característicos para el polen de *Plantago* en Málaga durante el período de polinación principal (PPP). *Characteristic data for airborne Plantago pollen in Malaga during the principal period of pollination (PPP): Dates of start and end of PPP; length of PPP (No. days); maximum daily pollen count (grains/m³); date of maximum daily pollen count; No. of days with <10, 1-50, 51-100 and >100 grains/m³. SD= standard deviation.*

Córdoba, González Romano *et al.* (1992, 1993) para Sevilla, Fernández *et al.* (1990) para Granada, González Minero & Candau (1995) para Huelva, Munuera *et al.* (1995) para Murcia, Belmonte (1990) para Barcelona y Bellaterra, y Belmonte & Roure (1991) para Almería y Jaén.

Nilsson & Spieksma (1992) afirmaron que, aunque algunas especies de este género son muy comunes como ruderales y arvenses en toda Europa, sus pólenes nunca alcanzan niveles muy altos en la atmósfera, debido a que son especies parcialmente entomófilas. Sin embargo, en Málaga, durante 1996, se registraron concentraciones superiores a 100 g.p./m³, por lo que creemos que se trata de un taxon que en ocasiones puede alcanzar concentraciones muy altas.

Respecto a las diferencias interanuales en cuanto a la cantidad total anual y a los valores máximos mensuales y diarios, se observa que de 1992 a 1994 hay un aumento gradual de todos estos valores, para luego bajar a valores mínimos en 1995 y otra vez subir en 1996 y 1997, años en los que se obtuvieron los máximos valores tanto anuales como mensuales y diarios. Estas diferencias detectadas parecen

indicar que las concentraciones de polen de *Plantago* dependen, en mayor o menor medida, de la cantidad de precipitaciones acumuladas durante los tres meses anteriores al período de polinación (fig. 3). Este fenómeno ha sido observado también en otros pólenes de herbáceas como gramíneas y chenopodiáceas-amarantáceas (Toro *et al.*, 1996), e incluso para uno de los pólenes de mayor incidencia en Málaga, el de olivo (Recio *et al.*, 1996).

En relación con el resto de los táxones, el polen de *Plantago* en Málaga pasó de ocupar el sexto lugar en 1992, 1993 y 1994 al décimo en 1995 y al cuarto en 1996. Por tanto, se trata de un polen cuya incidencia en la atmósfera de Málaga es importante, aunque puede bajar en los períodos de sequía, como ocurriera en 1995.

Variación intradiurna

No son muchos los trabajos que presentan curvas de variación intradiurna del polen aerovagante de este taxon. En Córdoba, Galán *et al.* (1991) obtuvieron curvas con valores máximos algo más desplazados hacia las horas de la tarde. Otra diferencia es que los picos registrados en Málaga son más acusados que los obtenidos por estos autores en Córdoba,

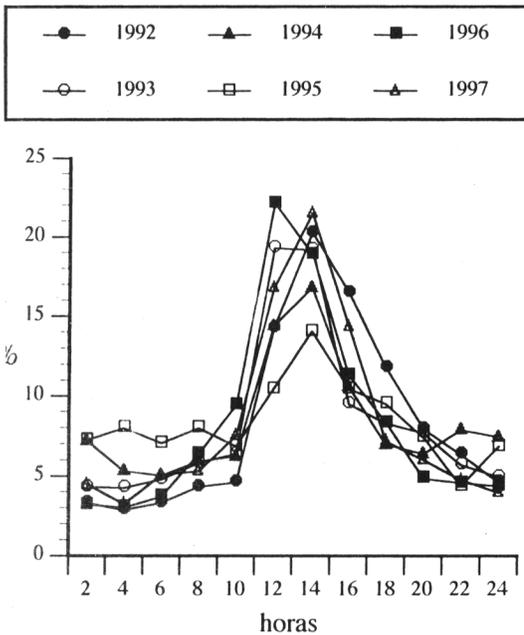


Figura 2. Variación intradiurna de polen atmosférico de *Plantago* en Málaga. *Intradaily variation of airborne Plantago pollen in Malaga (Spanish Official Time)*.

que no llegaron a superar el 15% del total del día. En otras ciudades europeas como Essen (Alemania) Von Wahl & Puls (1991) observaron que las mayores concentraciones de *Plantago lanceolata* se producían entre las diez de la mañana y las dos de la tarde. Por tanto, la distribución intradiurna de este género puede depender de las especies presentes en el área de influencia del captador, así como de las características climatológicas y geográficas de cada localidad.

Aunque las curvas obtenidas en Málaga fueron todas similares en cuanto a distribución en el tiempo (el pico se sitúa siempre entre las 12 y las 14 h), las cantidades máximas variaron, coincidiendo de nuevo el máximo horario más bajo en 1995 y el más alto en 1996. Teniendo en cuenta que se trata de cantidades relativas (en %), el que en 1995 hubiera un pico más bajo no se debe a que haya menos cantidad de polen en ese año. Las causas habrían que

buscarla en otro sitio, y la podemos encontrar en su relación con parámetros meteorológicos. Se podría pensar que en 1995, al ser un año más seco, los plantagos próximos al captador tuvieron un desarrollo más deficiente y que los pólenes detectados durante la madrugada y las primeras horas de la mañana procedieran de zonas más interiores, tal como se vió en el caso del polen olivo en Málaga (Recio *et al.*, 1996). Y en el caso de los años 1996 y 1997, más lluviosos, el que se obtuvieran picos más acusados se debería más bien a la cercanía al captador de los llantenes en flor. Esta hipótesis se ve también apoyada por el hecho de haberse obtenido correlaciones significativas y positivas con los valores diarios de velocidad del viento y dirección NO (tab. 3). Por lo tanto, la distribución intradiurna también dependerá de la distancia al captador de las plantas que liberan sus granos de polen.

Si se compara las curvas y los IDI obtenidos por *Plantago* con el de otros tipos polínicos de Málaga (Trigo *et al.*, 1997), observamos se trata de un taxon que presenta valores del IDI medios (entre 0,10 y 0,20) y curvas con un pico máximo no muy acusado.

Correlación con parámetros meteorológicos

En base a los resultados obtenidos en la tabla 3, se puede decir que los parámetros meteorológicos que mejor explican las fluctuaciones diarias de polen de *Plantago* a lo largo del período de polinación principal son los indicadores de calor (temperaturas y horas de sol) y la velocidad y dirección del viento. Durante el período prepico el aumento de la insolación y de la temperatura favorece los procesos de anthesis y dehiscencia de las anteras, lo que trae consigo un aumento de las concentraciones polínicas. En el período postpico, cuando las plantas están sometidas a estrés hídrico, es la presencia de precipitaciones, junto con la velocidad y dirección del viento, la que hace aumentar las concentraciones polínicas al prolongar el

	Periodo prepico										Periodo postpico				
	1992 (n=26)	1993 (n=49)	1994 (n=19)	1995 (n=36)	1996 (n=15)	1997 (n=49)	1992 (n=101)	1993 (n=56)	1994 (n=77)	1995 (n=65)	1996 (n=80)	1997 (n=60)			
Horas de sol	0.534**	0.246	0.615**	0.115	0.497	0.389**	-0.007	0.161	0.106	0.116	-0.172	0.284*			
Horas de sol ac.	0.496**	0.067	0.695**	0.651***	0.602*	0.559***	-0.770***	-0.800***	-0.499***	-0.609***	-0.581***	-0.249*			
Precipitaciones	-0.037	0.031	0.246	0.503**	0.327	0.177	0.307**	0.459***	0.171	0.443***	0.286**	0.032			
Precipitaciones ac.	0.535**	0.022	0.494*	0.503**	0.434	0.487***	-0.683***	0.045	-0.447***	-0.393**	-0.110	-0.150			
Temperatura media	0.610**	0.678***	0.769***	0.591***	0.754**	0.501***	-0.523***	-0.512	-0.129	-0.144	-0.375***	0.227			
Temperatura media ac.	0.496*	0.067	0.695**	0.651***	0.592*	0.557***	-0.770***	-0.800***	-0.500***	-0.609***	-0.581***	-0.249*			
Temperatura máxima	0.675***	0.645***	0.749***	0.666***	0.877***	0.548***	-0.371***	-0.348**	-0.029	-0.062	-0.217*	0.221			
Temperatura mínima	0.243	0.518***	0.504*	0.112	0.252	0.337*	-0.568***	-0.604***	-0.235*	-0.256*	-0.502***	0.186			
Velocidad media viento	0.064	0.44**	0.736**	-0.190	0.289	0.180	0.073	0.284*	0.267*	0.372**	0.239*	0.309**			
% viento 1º cuadrante (NE)	0.079	-0.115	-0.497*	0.265	0.085	-0.285*	0.191	-0.028	0.024	-0.171	-0.228*	-0.302*			
% viento 2º cuadrante (SE)	-0.155	-0.229	-0.705**	-0.451**	0.121	-0.158	0.027	-0.293*	-0.267*	-0.437***	-0.225*	-0.166			
% viento 3º cuadrante (SO)	-0.183	-0.352*	-0.576**	0.519**	-0.399	0.114	-0.108	-0.024	-0.276*	-0.271*	-0.136	-0.285*			
% viento 4º cuadrante (NO)	0.222	0.441**	0.888***	0.357*	0.096	0.120	0.073	0.297*	0.361**	0.601***	0.353**	0.222			
% Calmas	-0.096	-0.421**	-0.678**	0.025	-0.146	-0.189	0.032	-0.026	-0.299**	-0.314**	-0.392***	-0.172			
Humedad relativa	-0.304	-0.490***	-0.839***	-0.417**	-0.527*	-0.356**	-0.045	-0.164	-0.308**	-0.522***	-0.146	-0.429***			

(*) $p \leq 0.05$; (**) $p \leq 0.01$; (***) $p \leq 0.001$.

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Spearman obtenidos entre los valores diarios de concentración de polen de *Plantago*, expresados en N° granos de polen/ m^3 , y algunos parámetros meteorológicos durante los periodos pre- y post-pico. Ac.: valores acumulados desde el solsticio de invierno (22 de Diciembre). Spearman's correlation coefficients between the daily values of airborne *Plantago* pollen, expressed in $No.$ pollen grains/ m^3 , and some meteorological parameters during pre- and post-peak periods. Ac.: accumulative values from winter solstice (22 December).

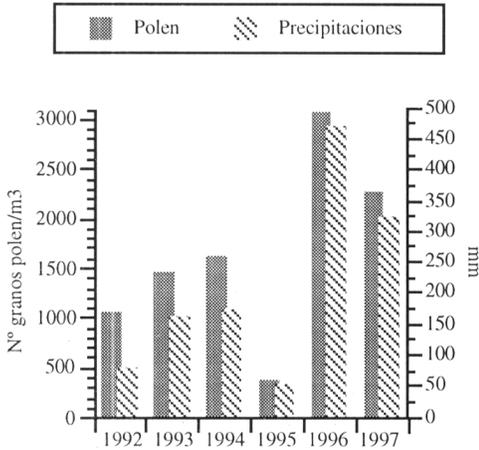


Figura 3. Relación entre la concentración total de polen de *Plantago* durante el PPP (período de polinación principal) y las precipitaciones acumuladas durante el período preestacional (Enero-Marzo). *Relation between the airborne Plantago pollen registered during the PPP (period of principal pollination) and the total rainfall during the pre-season period (January-March).*

período fenológico de estas plantas.

Al igual que sucede con el polen de olivo (Recio *et al.*, 1996), la influencia del viento parece ser importante para el transporte, dispersión y permanencia del polen de *Plantago* en la atmósfera de la ciudad de Málaga, habiéndose obtenido los coeficientes de correlación más significativos con los vientos del 4º cuadrante (NO). Esto se debe a la orografía que presenta Málaga y a sus vientos dominantes (NO y SE). Málaga situada en la línea de costa, está totalmente rodeada de montañas, con el valle del río Guadalhorce en dirección NO, que constituye un pasillo por donde pueden llegar partículas dispersas en el aire (entre ellas pólenes), procedentes de zonas interiores.

En cuanto a los parámetros acumulados (horas de sol ac., precipitaciones ac. y temperatura media ac.), en la tabla 3 se observa que, durante el período prepico se han obtenido valores significativos del coeficiente de

correlación positivos, mientras que en el postpico, por el contrario, han sido negativos. Esto se debe a la diferente tendencia general que presentan las concentraciones de polen, ascendentes durante el período prepico, y descendentes durante el período postpico, mientras que las variables acumuladas siempre presentan valores ascendentes.

Comparando la incidencia de este taxon en el norte y sur de España, González *et al.* (1996) observaron que en regiones lluviosas se detectan mayores concentraciones de este polen en la atmósfera. De hecho, los grandes picos registrados durante el mes de Mayo de 1996 y el pico de Junio de 1997 (fig. 1) están relacionados con las abundantes precipitaciones que acaecieron durante los días anteriores a estos picos. Hemos observado que tras varios días de precipitaciones las diversas especies de *Plantago* desarrollaron nuevos escapos florales, lo que contribuyó a favorecer un aumento de producción polínica y, por tanto, del polen aerovagante.

CONCLUSIONES

El polen de *Plantago* se detecta en la atmósfera de Málaga fundamentalmente durante los meses de Marzo a Julio, registrándose las mayores concentraciones en los meses de Abril y Mayo, y entre las 12 y 14 horas locales.

Las cantidades totales anuales varían de un año a otro en función de las precipitaciones acumuladas, sobre todo durante los meses anteriores al período de polinación.

Las concentraciones diarias de polen de *Plantago* en Málaga no suelen superar los 50 granos por metro cúbico de aire. Sin embargo, en ocasiones alcanza valores superiores a los 100 granos por metro cúbico.

La distribución intradiurna del polen de este género dependerá de las especies presentes en cada localidad, de la distancia al captador de estas especies, así como de las características

climatológicas y geográficas de cada localidad.

Los parámetros meteorológicos que más incidencia tienen en el incremento diario de la concentración atmosférica del polen de *Plantago* durante el período prepico en Málaga son los indicadores de calor (horas de sol y temperaturas) y el viento (velocidad y dirección noroeste); mientras que durante el período postpico lo son las precipitaciones, junto con la velocidad del viento y frecuencia del viento del noroeste.

Debido a su demostrado poder alergénico así como su elevada incidencia, creemos que se trata de un taxon cuyas especies deben de tenerse en cuenta en los tests standarizados de cada localidad, para determinar posibles causas de polinosis.

AGRADECIMIENTOS. Los autores desean agradecer a las Consejerías de Salud y Educación de la Junta de Andalucía la colaboración prestada a la Red Andaluza de Aerobiología (RAA) para el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- BELMONTE, J. -1990- Análisis del contenido polínico atmosférico en Barcelona y Bellaterra, período 1983 a 1987. In: G. BLANCA, C. DÍAZ DE LA GUARDIA, M.C. FERNÁNDEZ, M. GARRIDO, M.I. RODRÍGUEZ GARCÍA & A.T. ROMERO GARCÍA (eds.) *Polen, esporas y sus aplicaciones*, pp. 369-372. VII Simposio de Palinología, A.P.L.E., Septiembre 1988, Granada.
- BELMONTE, J. & J. ROURE -1991- Characteristics of the aeropollen dynamics at several localities in Spain. *Grana* 30: 364-372.
- BERNTON, H.S. -1925- Plantain hay-fever and asthma. *JAMA* 84: 944-946.
- CABEZUDO, B., M.M. TRIGO, M. RECIO y F.J. TORO -1994- Contenido polínico de la atmósfera de Málaga: Años 1992 y 1993. *Acta Bot. Malacitana* 19: 137-144.
- DOMÍNGUEZ VILCHES, E., J.L. UBERA y C. GALÁN -1984- *Polen alergógeno de Córdoba*. Edn. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, Córdoba.
- DOMÍNGUEZ VILCHES, C. GALÁN, F. VILLAMANDOS & F. INFANTE -1991- Handling and evaluation of the data from the aerobiological sampling. *Monografía REA/EAN* 1: 1-18.
- FERNÁNDEZ, P., C. DÍAZ DE LA GUARDIA y F. VALLE -1990- Análisis polínico de la atmósfera de Granada, resultados Febrero-Junio (Años 1989-1990). *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 5: 29-38.
- 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.
- GARCÍA GONZÁLEZ, J.J. -1995- *Calendario polínico de la ciudad de Málaga. Prevalencia de test cutáneos*. Tesis Doctoral. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Medicina. Universidad de Málaga.
- GONZÁLEZ MINERO, F.J. y P. CANDAU -1995- Análisis del contenido polínico de la atmósfera de Huelva (1989-1992). *Acta Bot. Malacitana* 20: 71-81.
- GONZÁLEZ, F.J., I. IGLESIAS, V. JATO, M.J. AIRA, P. CANDAU, J. MORALES y C. TOMAS -1996- Estudio latitudinal de las emisiones polínicas de Poaceae, Plantago y Urticaceae en cinco localidades del oeste de España. In: AIRA, M.J., V. JATO, I. IGLESIAS y C. GALÁN (eds.) *Actas de 1^{er} Simposio Europeo de Aerobiología*, pp. 126-127. 11-13 Septiembre 1996, Santiago de Compostela.
- GONZÁLEZ ROMANO, M.L., P. CANDAU & F.J. GONZÁLEZ MINERO -1992- Pollen calendar of Seville and its relation to allergies. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.* 2(6): 323-328.
- GONZÁLEZ ROMANO, M.L., P. CANDAU y F.J. GONZÁLEZ MINERO -1993- Estudio aeropolínico de Sevilla (1988-1990). *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 6: 39-50.
- HALSE, R.R. -1984- Nomenclature of Allergenic Plants. *Ann. Allergy* 53: 291-307.
- HIRST, J. M. -1952- An automatic volumetric spore trap. *Ann. Appl. Biol.* 39(2): 257-265.
- IZCO, J., M. LADERO y C. SÁENZ DE RIVAS -1972- Flora alergógena de España. Distribución, descripción e interés médico-alergológico de las especies responsables de síndromes

- alérgicos. *An. Real Acad. Farmacia* 38(3): 521-570.
- LEWIS, W.H., P. VINAY & V.E. ZENGER -1983- *Airborne and allergenic pollen of North America*. Edn. Hopkins, London.
- MOSEHOLM, L., E.R. WEEKE & B.N. PETERSEN -1987- Forecast of pollen concentration of Poaceae (Grasses) in the air by time series analysis. *Pollen et Spores* 29(2-3): 305-322.
- MUNUERA GINER, M., J.S. GARRIÓN GARCÍA & J. GUERRA MONTES -1995- Approaches to airborne pollen in SE Spain. First survey in Murcia: one year of pollen monitoring (1993-94). *Aerobiologia* 11: 189-194.
- NILSSON, S. & F.TH. M. SPIEKSMAN (eds.) -1992- *Traveller's Allergy Service Guide*. Swedish Museum of Natural History and Fisons Sweden AB, Sweden.
- PATHIRANE, L. -1975- Graphical determination of the main pollen season. *Pollen et Spores* 17(4): 609-610.
- RECIO, M., M.M. TRIGO, F.J. TORO y B. CABEZUDO -1995- Contenido polínico de la atmósfera de Málaga: Año 1994. *Acta Bot. Malacitana* 20: 83-90.
- RECIO, M., B. CABEZUDO, M.M. TRIGO & F.J. TORO -1996- Olea europaea pollen in the atmosphere of Málaga (S. Spain) and its relationship with meteorological parameters. *Grana* 35: 308-313.
- SÁENZ DE RIVAS, C. -1978- *Polen y esporas (Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico)*. Edn. Blume, Madrid.
- STANLEY, R.G. & H.F. LINSKENS -1974- *Pollen: Biology, Biochemistry, Management*. Edn. Springer-Verlag, Berlin.
- SUBIZA MARTÍN, E., F.J. SUBIZA GARRIDO-LESTACHE y M. JEREZ LUNA -1986- Palinología. In: A. BASOMBA RIBA *et al.* (eds.) *Tratado de Alergología e Inmunología Clínica* 12: 211-366.
- TORO, F.J., M. RECIO, M.M. TRIGO y B. CABEZUDO -1996- Contenido polínico de la atmósfera de Málaga: Año 1995. *Acta Bot. Malacitana* 21: 57-63.
- TRIGO, M. M., M. RECIO, F.J. TORO & B. CABEZUDO -1997- Intradiurnal fluctuations in airborne pollen in Málaga (S. Spain): a quantitative method. *Grana* 36: 39-43.
- UBERA, J.L., C. GALÁN & F.H. GUERRERO -1988-. Palynological study of the genus *Plantago* in the Iberian Peninsula. *Grana* 27: 1-15.
- VON WAHL, P.-G. & K.E. PULS -1991- Pollenemission und Pollenflug von Kräuterpollen *Artemisia vulgaris*, *Plantago lanceolata* und *Rumex* sp. *Grana* 30: 260-264.
- WATSON, H.K. & D.W. CONSTABLE -1991- Allergenic significance of *Plantago* pollen. In: D'AMATO, G., F.TH.M. SPIEKSMAN & S. BONINI (eds.) *Allergenic pollen and pollinosis in Europe*, pp. 132-134. Edn. Blackwell, Oxford.

Aceptado para su publicación en Octubre 1997

Dirección de los autores. Dpto. Biología Vegetal. Fac. Ciencias. Universidad de Málaga. Apdo. 59. 29080, Málaga. E-mail: aerocx@uma.es