

Cambio climático y aerobiología del polen

JORDINA BELMONTE SOLER¹, MIGUEL ÁNGEL CANELA CAMPOS²

¹ Unitat de Botànica i Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA), Edifici C, Universitat Autònoma de Barcelona

² Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi. Universitat de Barcelona

INTRODUCCIÓN

Un tema muy tratado hoy en día es el del cambio climático y lo que puede conllevar en todos los ámbitos. La repercusión de la nueva tendencia que parece tomar el clima sobre las plantas y su fenología preocupa a diversas disciplinas, las más notables son la dinámica de la vegetación (riesgo de desertificación), la agricultura y la salud pública (alergias respiratorias).

Algunos estudios basados en las observaciones de determinadas especies mantenidas en estaciones fenológicas y de las que se van registrando periódicamente determinados estados de desarrollo (fases fenológicas) han mostrado¹ que algunas plantas tienden a adelantar algunos de estos parámetros, como por ejemplo el desplegar las nuevas hojas, que ocurre 16 días antes, y la floración, que ocurre de promedio 6 días antes en el año 2000 que en el año 1952. La caída de las hojas, por el contrario, se retrasa en 13 días para este mismo período y la fructificación ocurre, en el año 2000, 9 días antes que en 1974. No hay, sin embargo, relaciones significativas entre los cambios en las fenofases y la fecha promedio para cada fenofase y especie¹.

En el campo de la aerobiología, diversos autores²⁻⁸ han tratado ya este tema, analizando las series de datos de contenido de polen en la atmósfera para diversos períodos de tiempo y observando, con distinto grado de significación, las respuestas de los diferentes taxones a las situaciones particulares de cada área de estudio. Son más abundantes, hasta el momento, los estudios que corresponden al norte y al centro de Europa²⁻⁵ que los que se refieren al área mediterránea⁶⁻⁸.

Presentamos una revisión de resultados obtenidos analizando la base de datos de la Xarxa Aerobiològica de Catalunya (XAC)⁹ con la finalidad de ver si hay tendencias en la dinámica atmosférica de los pólenes más significativos desde el punto de vista de las alergias respiratorias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Selección de los taxones

Hemos seleccionado como taxones de estudio los 5 responsables de más alergias en Catalunya, tres de ellos corresponden a plantas de polen arbóreo (Cupresáceas, *Platanus* y *Olea*) y dos a plantas herbáceas (Urticáceas y Gramíneas). Estos taxones tienen también la particularidad de polinizar en diversas épocas del año (figura 1): Cupresáceas empieza a finales de año y presenta las mayores concentraciones polínicas durante invierno y parte

de la primavera; *Platanus* poliniza explosivamente durante sólo 4 semanas entre los meses de marzo y abril, dependiendo de la meteorología; *Olea* emite su polen de forma bastante explosiva entre los meses de mayo y junio, dependiendo también de la meteorología; Urticáceas (mayoritariamente *Parietaria*) está presente de forma perenne en el aire pero las concentraciones aumentan notablemente desde marzo hasta julio y se mantienen también bastante importantes en verano y hasta otoño; Gramíneas presenta su cuerpo de polinización más notable centrado en los meses de mayo a julio. Estos períodos que se citan corresponden a la mayor parte del territorio de Catalunya y pueden variar ligeramente con la situación latitudinal y altitudinal de las localidades y especialmente en otras regiones. La figura 1 muestra gráficos resumen de la dinámica polínica de cada taxón, en los que se representan las concentraciones medias semanales promedio (color intenso) y máximas absolutas (área al fondo) para el período que se especifica.

Selección de las localidades

Una vez seleccionados los taxones, se ha procedido a analizar los espectros polínicos atmosféricos de las localidades catalanas para ver en qué localidades estos taxones presentaban los valores más importantes. Se ha escogido una zona de estudio distinta para tratar cada taxón, normalmente aquella en que el taxón presenta valores máximos a no ser que coincidiera con una zona ya seleccionada para otro taxón, caso en que se ha optado por la segunda localidad en importancia numérica. También se ha tenido en cuenta elegir entre las localidades de las que se disponía de series de datos superiores a 10 años. El interés era extender el estudio a la mayor parte del territorio.

Así, se trabaja con Cupresáceas de Manresa, *Platanus* de Barcelona, *Olea* de Tarragona, Urticáceas de Girona y Gramíneas de Lleida. La figura 1 muestra la situación geográfica de estas localidades y los respectivos períodos y métodos de estudio, junto con un gráfico resumen de la dinámica polínica de cada taxón.

Métodos de muestreo aerobiológico

La XAC inició su andadura en el año 1983 utilizando dos métodos de muestreo, Durham-modificado¹⁰ y Cour¹¹, que proporcionaban datos de concentración polínica media semanal. El método Durham-modificado se utilizó sólo durante una etapa inicial de puesta en marcha de la XAC. El método Cour siguió en activo hasta el año 1993 (Barcelona y Bellaterra) y hasta 1995 (Girona, Lleida, y Tarragona). Se sustituyó este tipo de captadores por los captadores Hirst¹², acordados como estándar para los estudios aerobiológicos a nivel estatal y europeo, y que proporcionan datos de concentración polínica media diaria. El volumen I de esta colección de libros cuenta con una presentación bastante exhaustiva¹³ de las metodologías de muestreo Cour y Hirst, motivo por el cual se obvia su presentación aquí.

Como se trata de buscar tendencias de determinados parámetros meteorológicos a lo largo del tiempo, en algunos casos se presentarán resultados en que se utilizarán a la vez series de datos de los dos captadores. Por ejemplo, utilizar conjuntamente datos Cour y Hirst permite disponer de una serie de 24 años para aplicar a *Platanus* de Barcelona.

La figura 1 muestra cuál es el periodo de muestreo en cada localidad y la metodología empleada.

Parámetros polínicos usados

En este estudio hemos considerado la evolución a lo largo de los años de algunos de los parámetros que se usan en aerobiología para caracterizar la distribución anual de la concentración de polen en la atmósfera. Estos parámetros son los siguientes:

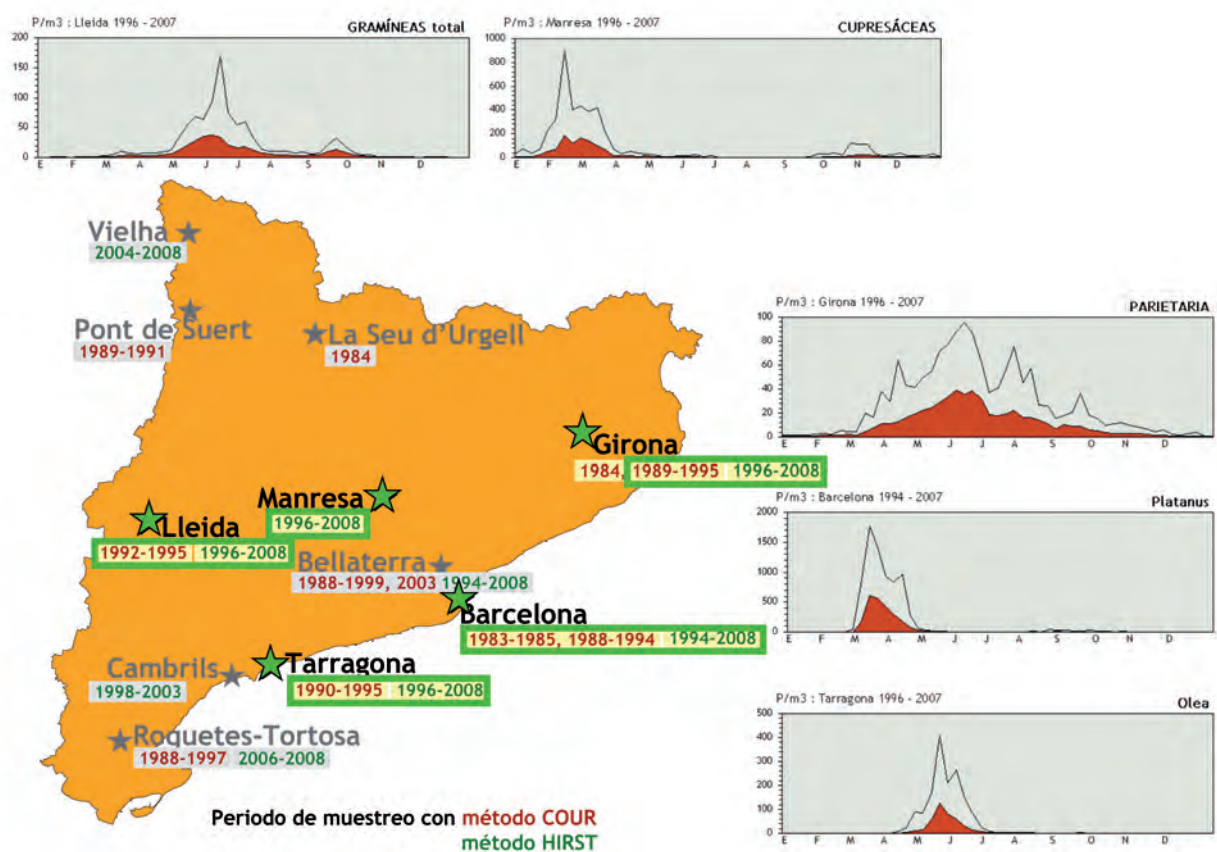


FIGURA 1. Estaciones de muestreo y períodos de estudio de la XAC y dinámica anual de los taxones estudiados (valores promedio en color intenso y máximos absolutos en área de fondo).

- La fecha (día o número de orden de la semana¹⁴) de inicio de la polinización.
- La fecha en que se registra la máxima concentración del año o día del pico.
- La fecha en que se supera por primera vez un cierto nivel, que depende del taxón. En *Platanus*, Cupresáceas y *Olea* es de 100 P/m³, en Urticáceas de 12 P/m³ y en Gramíneas de 10 P/m³.
- El número de días en que se superan cinco niveles que dependen del taxón: 100, 200, 500, 1000 y 2000 para *Platanus*; 20, 50, 100, 200 y 500 para Cupresáceas y *Olea*; 4, 8, 12, 16 y 20 para Urticáceas y 5, 10, 20, 30 y 60 para Gramíneas.

En los gráficos (figuras 3a y 3b) las fechas se expresan en días del calendario juliano (del 1 al 365 ó 366 si es año bisiesto) puesto que si no era imposible hacer coincidir sobre un mismo eje las fechas correspondientes a diferentes años. En cuanto a la numeración de las semanas, se expresan de la forma normalizada¹⁴ (el primer jueves del año corresponde a la primera semana del año).

En cuanto al concepto de inicio de polinización, descrito de diferente manera por diversos autores, nosotros mantenemos la opinión ya expresada en otros trabajos de que concentraciones atmosféricas de tan sólo 1P/m³, siempre que sean sostenidas en el tiempo, ya indican que la polinización ha empezado. Tal vez de momento sólo sean algunas plantas del taxón creciendo en condiciones privilegiadas las que han empezado a liberar el polen, pero pronto le seguirán el grueso de plantas del mismo taxón. Creemos acertar al considerar de esta manera el inicio de la polinización y no esperando a alcanzar determinadas concentraciones o a considerarlo cuando se supere un cierto porcentaje del total de polen anual. Es habitual que algunos pacientes muy sensibles ya sufran molestias cuando las concentraciones polínicas medidas en los captadores (colocados en lo alto de edificios) son aún mínimas. Los niveles de polen alcanzados a pie de calle y en ambientes concretos pueden ser superiores a los del ambiente globalizado que se mide en altura.

Análisis estadístico: tendencia lineal

La evaluación del impacto del cambio climático en la evolución de la concentración de polen en la atmósfera en los distintos trabajos sobre este tema que hallamos en la literatura reciente^{5,8} se basa en la estimación de una tendencia lineal, realizada mediante una regresión lineal simple, en la que como variable independiente se toma el tiempo (un dato para cada año) y como variable dependiente el valor de uno de los parámetros polínicos anuales (los comentados en el apartado anterior) cuya base es temporal. El ajuste entre los datos disponibles y la recta de regresión se evalúa mediante la correlación R o el coeficiente de determinación R² (el cuadrado de la correlación), y se indica el signo de la tendencia.

Nos hemos mantenido en este trabajo dentro de esta línea metodológica, lo que tiene dos ventajas: a) se trata de un análisis estadístico muy sencillo, basado en técnicas con las que mucha gente está familiarizada y b) permite comparar los resultados obtenidos aquí con los que se hallan en la literatura. Por otra parte, en el caso del inicio de polinización, la cuestión se puede plantear de forma muy sencilla como sigue. Esperamos que la influencia del calentamiento dé lugar a un avance del período de polinización, la evidencia de esa influencia puede obtenerse en el signo negativo de la pendiente de la recta de regresión. La comparación entre distintas localidades y taxones puede ayudar a aclarar las ideas.

Es corriente, en las publicaciones científicas, conceder valor únicamente a aquellos resultados que son estadísticamente significativos, en el sentido de que superan el valor crítico establecido para un test de hipótesis que tenga un fundamento matemático sólido. En el caso del valor R² que asociamos a la tendencia lineal, este test se basa en la fórmula

$$F = (N-1)*R^2*(1-R^2),$$

en la que N es el número de datos. Este valor se compara con un valor crítico que se extrae de la distribución F(1,N-1). El valor crítico es aquél para el cual la probabilidad acumulada es del 95%, de forma que si F supera el valor crítico decimos que los resultados son significativos con el 95% de confianza.

TABLA 1.

Cálculo de la significación de R², Distribución función inversa y error aceptado 0,05. El coeficiente de regresión que obtengamos en cada caso debe ser superior al valor de R² mínimo para que sea significativo.

Nº CASOS	F CRÍTICO	R ² MÍNIMO	CORREL MÍNIMA (VAL ABSOLUTO)
11	4,965	0,332	0,576
12	4,844	0,306	0,553
13	4,747	0,283	0,532
14	4,667	0,264	0,514
15	4,600	0,247	0,497
16	4,543	0,232	0,482
17	4,494	0,219	0,468
18	4,451	0,208	0,456
19	4,414	0,197	0,444
20	4,381	0,187	0,433
21	4,351	0,179	0,423
22	4,325	0,171	0,413
23	4,301	0,164	0,404
24	4,279	0,157	0,396

Tomando $N = 18$, que está dentro de la horquilla de tamaños de muestra que manejamos en este estudio, el valor crítico de F es 4,45. Un sencillo cálculo muestra que, según la fórmula anterior, el valor R^2 debe ser superior a 0,207 para ser significativo (equivalentemente, la correlación, en valor absoluto, debe superar 0,455). En la tabla 1 hemos recogido el resultado de cálculos similares, desde $N=11$ a $N=24$, que son los que deberemos aplicar a nuestros resultados.

El marco donde cabe aplicar correctamente estas pruebas es el de una población de la que se extrae una muestra aleatoria, y se desea ver si la correlación obtenida en la muestra es suficiente para concluir que la correlación en la población es diferente de cero. Aunque tal situación no es ni mucho menos la de un estudio como éste, la distinción entre correlaciones significativas y no significativas es habitual en la literatura científica, y el lector podría echarla en falta. Por esta razón hemos mantenido aquí esa distinción. En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que en este estudio, como en otros similares publicados recientemente, se hallan pocas tendencias estadísticamente significativas, debido a que el número de años de los que se dispone de datos es pequeño. Puede sortearse esto rebajando el nivel de confianza al 90%, con lo cual el valor F crítico disminuye, y hay más resultados significativos. No hemos seguido aquí esta idea, manteniendo esta presentación dentro en la línea que es habitual en la literatura científica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2a) muestra la dinámica atmosférica de las concentraciones medias diarias del polen de *Platanus* en Barcelona los años 1994 a 2008. Se observa claramente que hay años en que el inicio de la polinización tiene lugar muy pronto y años en que se da bastante más tarde. En las figuras 2b) y 2c) se presentan conjuntamente la dinámica polínica anual de 1994 y de 2005, respectivamente, con los parámetros meteorológicos precipitación y temperaturas mínima y máxima correspondientes. Resulta claro visualmente que las tardías bajas temperaturas mínimas del año 2005 pueden ser las responsables del retraso en la polinización.

Este ejemplo podría sugerir que las polinizaciones de *Platanus* podrían verse claramente afectadas por el cambio climático y tal vez lo serán, pero la cuestión es si el aumento de temperatura que se adjudica al cambio

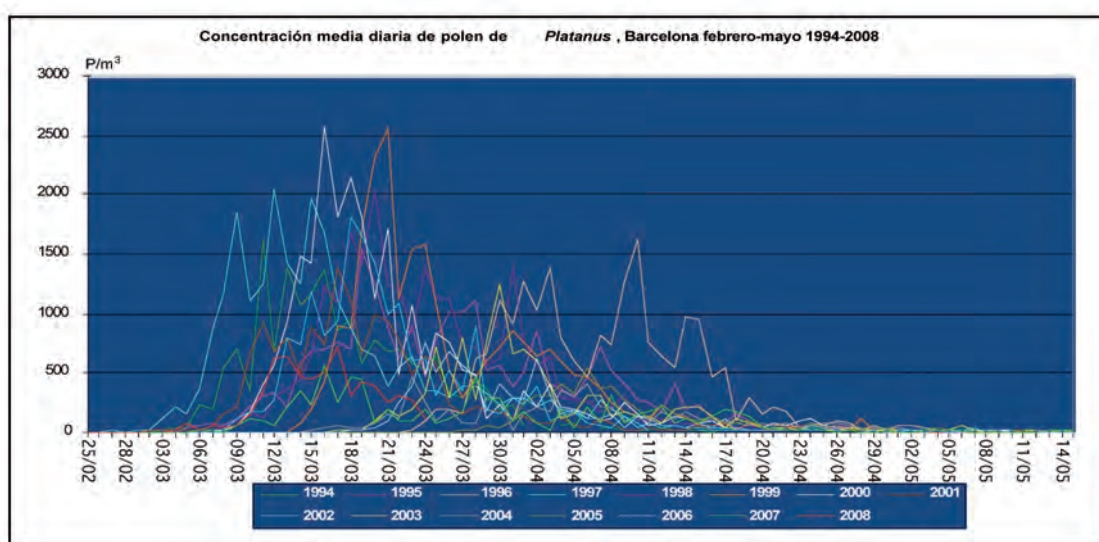
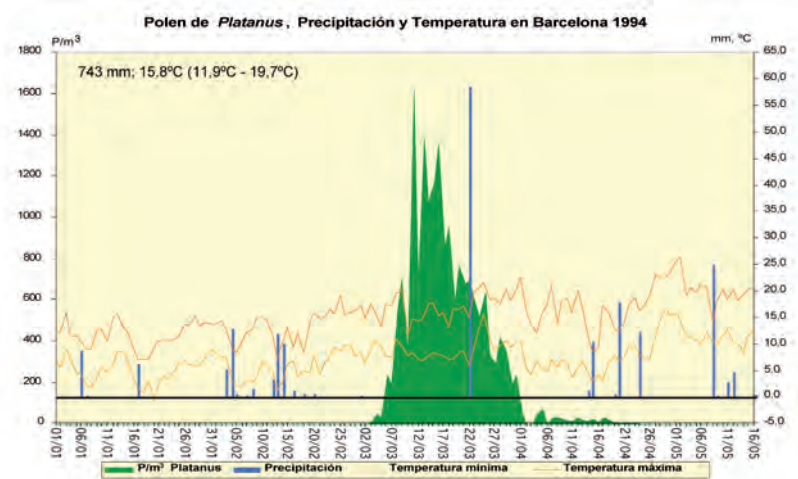


FIGURA 2a) Variabilidad interanual de las concentraciones medias diarias de polen de *Platanus*, en Barcelona, período 1994-2008, datos obtenidos con un captador Hirst

b)



c)

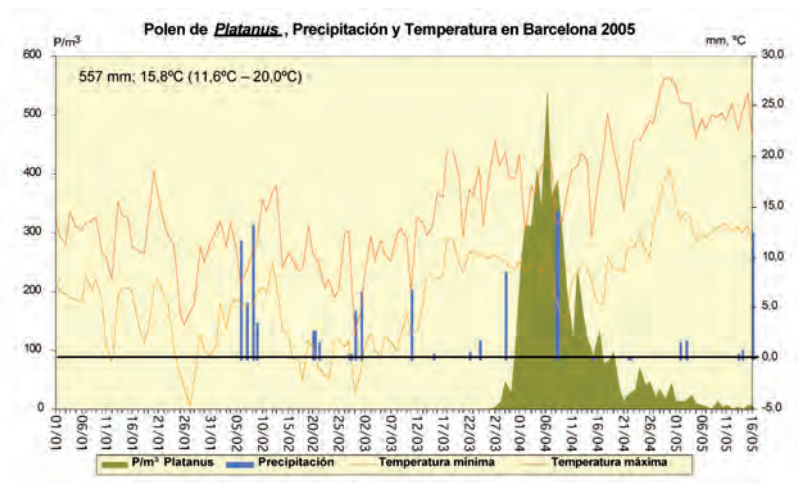


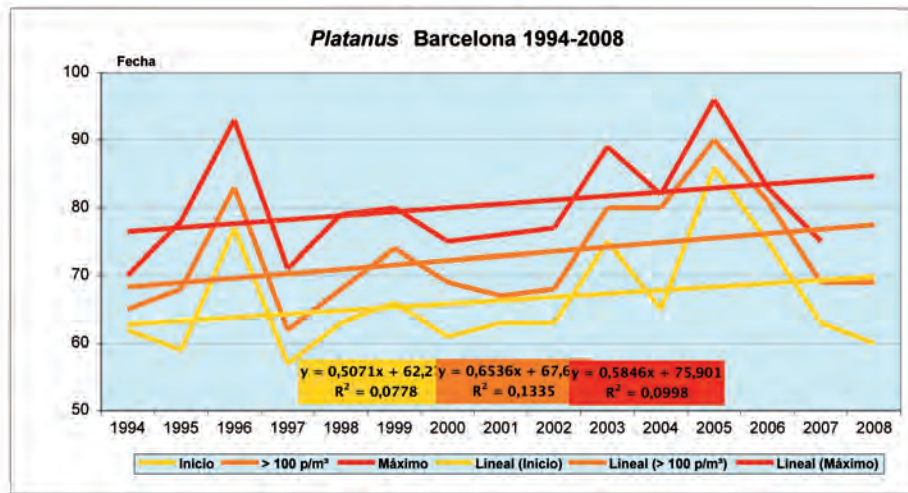
FIGURA 2b) Dinámica de las concentraciones medias diarias de polen de *Platanus* en Barcelona año 1994, datos Hirst, y de la precipitación y temperaturas mínima y máxima. 2c) Dinámica de las concentraciones medias diarias de polen de *Platanus* en Barcelona año 2005, datos Hirst, y de la precipitación y temperaturas mínima y máxima.

climático es un aumento que tiene lugar de manera constante y continua o si este aumento es en los promedios anuales y se consigue a veces promediando mínimas muy bajas y máximas muy elevadas.

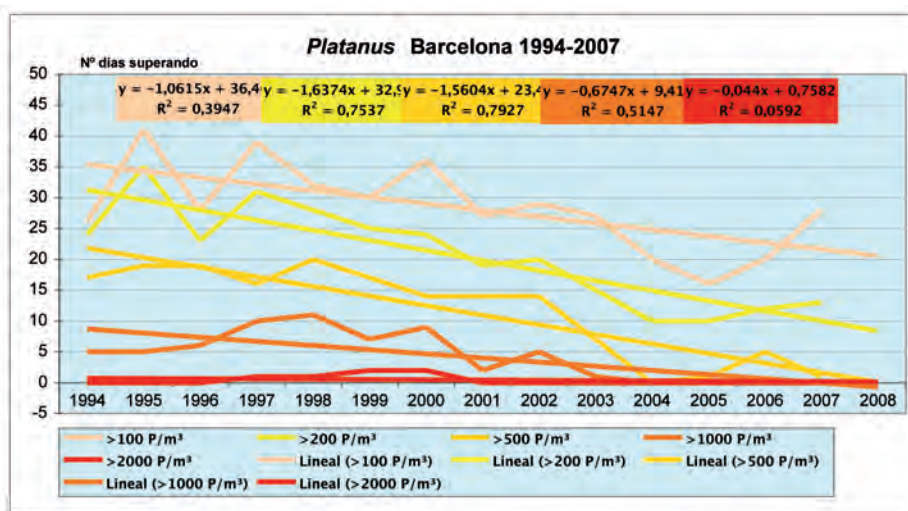
La figura 3 nos presenta la tendencia a lo largo de los años de estudio de los diversos parámetros polínicos que hemos decidido considerar. El apartado 3a) muestra la tendencia (no significativa) a retrasar la fecha de inicio de la polinización. En el apartado 3b) puede verse como se tiende a una reducción en el número de días en que se superan todos los umbrales de concentración que se han estudiado (es decir una tendencia a reducir los períodos de polinización). En todos los casos excepto en uno (concentraciones superiores a 2.000 P/m³) la tendencia a la reducción es significativa. La gráfica 3c), donde los datos se analizan para un período más largo de tiempo, ya que se utilizan los valores semanales y se combina el período de estudio Cour con el Hirst, muestra una tendencia a adelantar la semana de inicio (no significativa) y de concentración máxima (significativa) de la polinización.

Es necesario hacer una reflexión cuando se analizan datos de *Platanus* y se busca una relación entre parámetros polínicos y meteorología: ¿la acción antrópica (podas y sustituciones en el arbolado urbano, por ejemplo)

a)



b)



c)

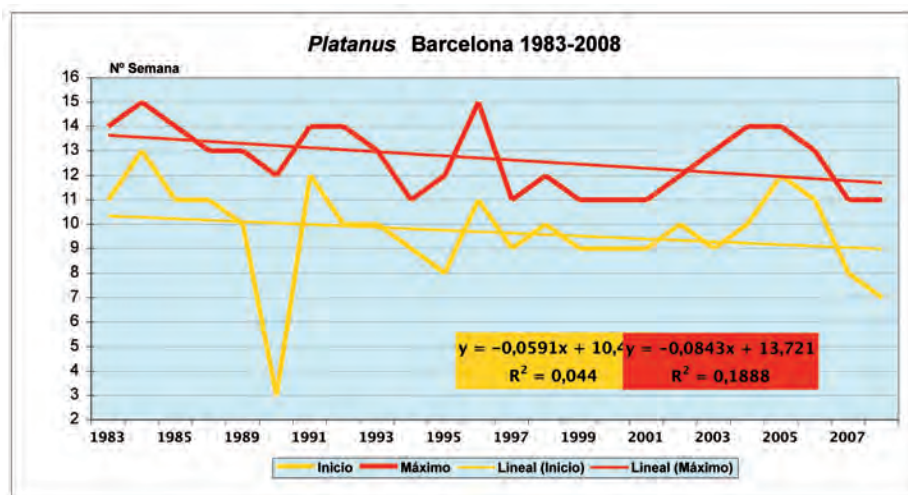


Figura 3a) Fechas de inicio de polinización, superación de 100 P/m³ y concentración máxima anual para el polen de *Platanus*, en Barcelona, período 1994-2008, datos obtenidos con un captador Hirst. Nº casos 15, R² mínimo = 0,247. 3b) Número de días de superación de 100, 200, 500, 1000 y 2000 P/m³ para el polen de *Platanus*, en Barcelona, período 1994-2007, datos obtenidos con un captador Hirst. Nº casos 14, R² mínimo = 0,264. 3c) Número de orden de las semanas de inicio de la polinización y de concentración media semanal máxima para el polen de *Platanus*, en Barcelona, período 1983-2008, datos obtenidos con un Cour (1983-1993) y con un captador Hirst (1994-2008) Nº casos 24, R² mínimo = 0,157.

puede condicionar los resultados que obtenemos? Para los autores la respuesta es muy obvia y afirmativa y por tanto va en el sentido de afirmar que la intervención humana enmascara el efecto de la meteorología y dificulta obtener conclusiones.

En la figura 4 se analiza uno de los taxones herbáceos, el de las gramíneas. La gráfica 4a) refleja la tendencia a adelantar el inicio de la polinización mientras que se retrasa la fecha de superación de 5 y 10 P/m³ y la del máximo. Sólo resulta significativo el retraso correspondiente a superar 10 P/m³. En cuanto al número de días en que se superan los 5, 10, 20, 30 y 60 P/m³ (gráfica 4b) la tendencia es a reducir el número de días de bajas concentraciones (5 y 10 P/m³) y a aumentar los de altas concentraciones. No se da significación en ninguno de los casos. El apartado 4c) nos dice que considerando el número de la semana de inicio de la polinización y de la concentración máxima anual la tendencia (no significativa) es al retraso.

El polen de gramíneas, al contrario que el de *Platanus*, puede considerarse en principio más independiente de la acción antrópica porque reúne muchas especies distintas, la mayor parte de las cuales viven en entorno silvestre. Sin embargo, debe tenerse en cuenta también que la frecuente destrucción de terrenos cercanos al entorno urbano puede influir en los parámetros que estudiamos.

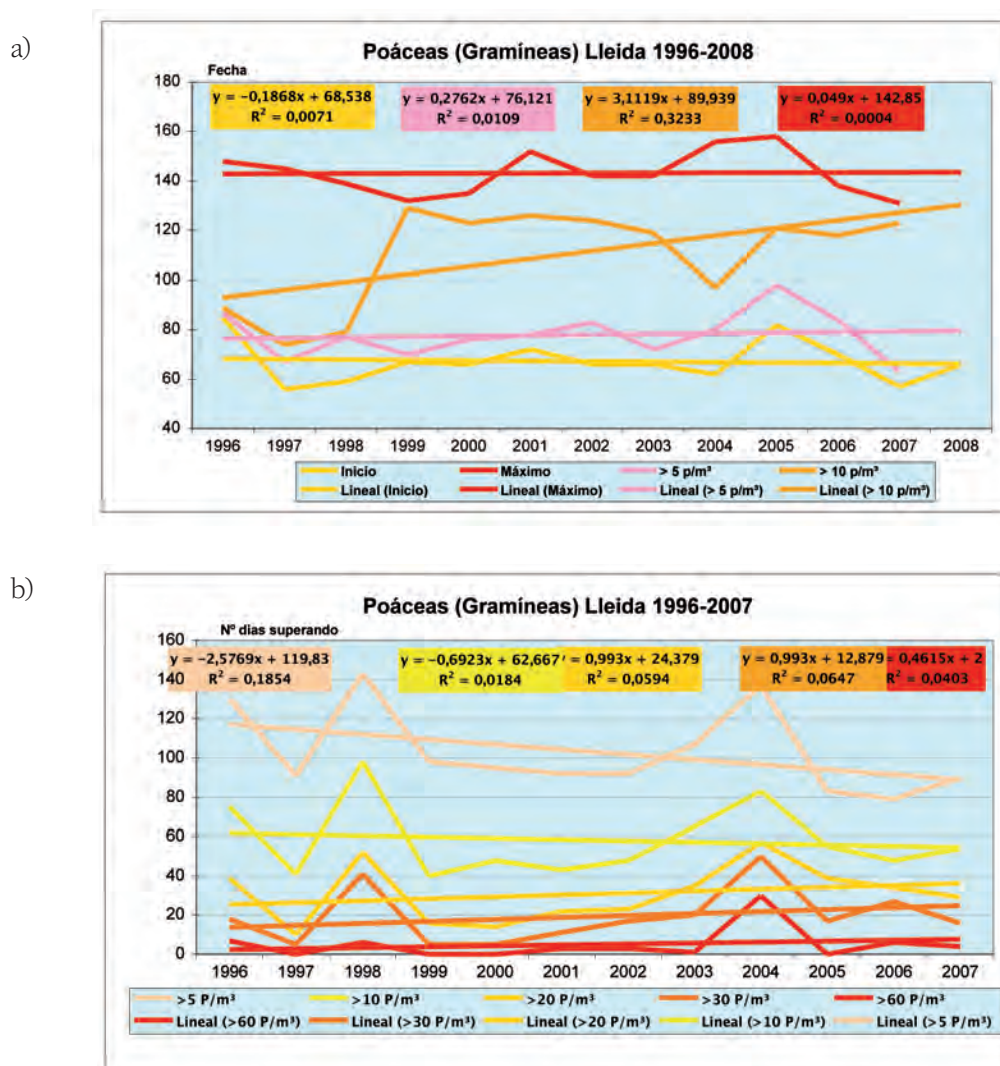


FIGURA 4a) Fechas de inicio de polinización, superación de 5 y 10 P/m³ y concentración máxima anual para el polen de *Gramíneas*, en Lleida, período 1996-2008, datos obtenidos con un captador Hirst. N° casos 13, R² mínimo = 0,283. 4b) Número de días de superación de 5, 10, 20, 30 y 60 P/m³ para el polen de *Gramíneas*, en Lleida, período 1996-2007, datos obtenidos con un captador Hirst. N° casos 12, R² mínimo = 0,306.

c)

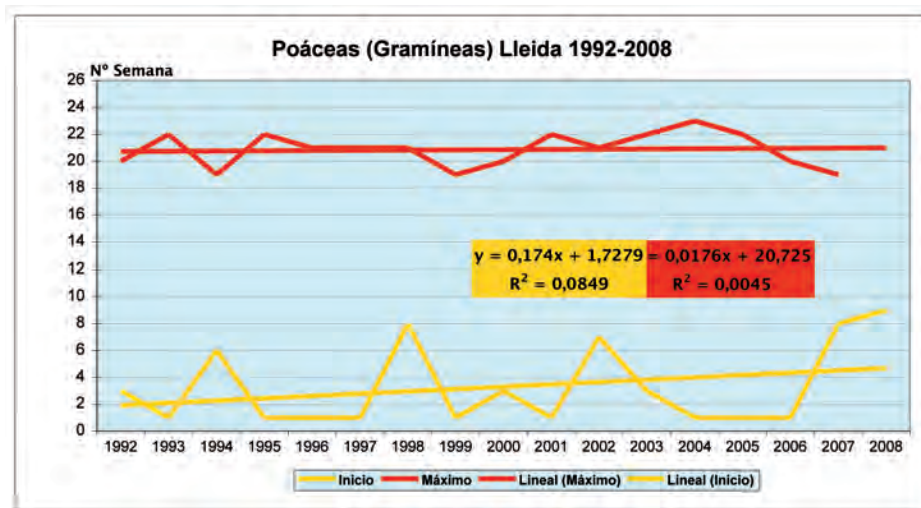


FIGURA 4c) Número de orden de las semanas de inicio de la polinización y de concentración media semanal máxima para el polen de Gramíneas, en Lleida, período 1992-2008, datos obtenidos con un Cour (1992-1995) y con un captador Hirst (1996-2008) N° casos 17, R² mínimo = 0,219.

El conjunto de los resultados obtenidos (tanto los presentados en las figuras 3 y 4 como el resto) se resumen en la tabla 2. La leyenda de la tabla resume la casuística encontrada. De los 24 casos estudiados que hacen referencia a fechas (días y semanas) de inicios, máximos y superaciones, la mayor parte (62,5%) muestran tendencia al retraso, se da un caso (4,2%) de no tendencia y el resto (33,3%) muestran tendencia al adelanto. En la mayor parte de los casos (83,3%) las tendencias no son significativas. Sí resultan significativas las tendencias al adelanto de la semana de inicio de polinización en Cupresáceas (Tarragona 1989-2008) y de *Platanus* en Barcelona (1983-2008), la tendencia al retraso de la semana de inicio de Urticáceas (Girona 1989-2008) y el día en que se alcanza la concentración media diaria máxima del año de Gramíneas (Lleida 1996-2007). En cuanto al estudio del número de días de superación de determinados umbrales, el número de casos estudiados es 26. En la mayor parte de casos (69,2%) hay una disminución en el número de días en que se superan los umbrales frente a aquellos casos en que hay un aumento. Disminuyen de manera significativa el número de días superando los umbrales estudiados *Platanus*, Cupresáceas y Urticáceas.

Platanus y Cupresáceas muestran a la vez tendencias significativas a adelantar la semana de polinización y a disminuir sus concentraciones en el aire. Hará falta ver el nivel de reducción de estas concentraciones para

TABLA 2.
Resultados obtenidos para el conjunto de taxones y parámetros estudiados.

Taxon	Fechas				Nº días superación concentraciones								Nº orden semanas							
	dia inicio	dia máximo	>100 P/m ³	>100 P/m ³	>100	>200	>500	>1000	>2000	>1000	Sem inicio	Sem máximo								
<i>Platanus</i> (BCN 83-93/94-08)	ret	ns	ret	ns	dism	s	dism	s	dism	s	dism	ns	ade	ns	ade	s				
Cupresáceas (MAN 96-08) (TAU 89-08)	ret	ns	ret	ns	dism	s	dism	s	dism	s	dism	s	dism	s	dism	s	ade	ns	ret	ns
<i>Olea</i> (TAU 89-95/96-08)	ret	ns	ret	ns	incr	ns	incr	ns	incr	ns	incr	ns	incr	ns	sem	ns	ade	ns		
Urticáceas (GIC 89-95/96-07)	ret	ns	ade	ns	dism	s	dism	s	dism	s	dism	s	dism	s	dism	s	ade	ns	ret	s
Gramíneas (LLE 92-95/96-07)	ade	ns	ret	s	dism	ns	dism	ns	incr	ns	incr	ns	incr	ns	incr	ns	sem	ns	ret	ns

ade adelanto 8 casos/24 (6 ns y 2 s, Sem inicio Cupresáceas TAU 89-08 y semana máximo Plátano BCN)
ret retraso 15 casos/24 (13 ns y 2 s, Sem máximo Urticáceas GIC 89-08 y día máximo Gramíneas LLE 96-07)
= tendencia 1 caso/24 (1 ns)
incr nº días con concentraciones superiores a... 8 casos/26 (todos ns)
dism nº días con concentraciones superiores a... 18 casos/26 (3 ns y 15 s, Cupresáceas, Urticáceas, Platanus)

poder prever si la tendencia puede ser a una menor problemática alérgica o si, por el contrario, aunque los niveles sean más bajos, serán suficientes para seguir provocando reacciones adversas. Urticáceas retrasa significativamente la semana en que se alcanza la concentración máxima y disminuye significativamente el número de días superando umbrales. Podría pensarse de nuevo en un futuro esperanzador para los alérgicos, aunque evidentemente hacen falta, también en este caso, más estudios.

CONCLUSIONES

En general no se observa el adelanto esperado en los períodos de polinización, sino que observamos en algunos casos adelanto y en otros retraso, con poca significación. El aumento de la duración del período por encima de los valores umbral que hemos usado para cada taxón tampoco parece claro, con lo que no puede deducirse de los datos disponibles que se esté dando un aumento en el riesgo para los pacientes con alergias respiratorias debidas al polen.

Es necesario analizar el grueso de resultados de los que se dispone en el conjunto del territorio para ver si el mismo taxón muestra las mismas tendencias en diferentes entornos y para encontrarse con nuevos resultados que permitan plantear otros escenarios posibles.

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que en este estudio, como en otros similares publicados recientemente, se hallan pocas tendencias estadísticamente significativas, debido a que el número de años de los que se dispone de datos es pequeño. Puede sortearse esto rebajando el nivel de confianza al 90%, con lo cual el valor F crítico disminuye, y se obtienen más resultados significativos. No hemos seguido aquí esta idea, manteniendo esta presentación dentro en la línea que es habitual en la literatura científica.

BIBLIOGRAFÍA

1. PEÑUELAS J, FILELLA I, COMAS P. *Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region*. *Global Change Biology* 2002; 8: 531–544.
2. JÄGER S, NILSSON S, BERGGREN B, PESSI AM, HELANDER M, RAMEFJORD H. *Trends of some airborne tree pollen in the Nordic countries and Austria, 1980–1993. A comparison between Stockholm, Trondheim, Turku and Vienna*. *Grana* 1996; 35: 171–178
3. LEUSCHNER RM, CHRISTEN H, JORDAN P, VONTHEIN R. *30 years of studies of grass pollen in Basel (Switzerland)*. *Aerobiologia*, 2000; 16: 381–391
4. EMBERLIN J, DETANDT M, GEHRIG R, JÄGER S, NOLARD N, RANTIO-LEHTIMÄKI A. *Responses in the start of Betula (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe*. *International Journal of Biometeorology* 2002; 46: 159–170.
5. CLOT B. *Trends in airborne pollen: An overview of 21 years of data in Neuchâtel (Switzerland)*. *Aerobiologia* 2003; 19: 227–234.
6. ORLANDI F, RUGA L, ROMANO B, FORNACIARI M. *Olive flowering as an indicator of local climatic changes*. *Theoretical and Applied Climatology* 2005; 81:169–176.
7. TEDESCHINI E, RODRÍGUEZ-RAJO FJ, CARAMIELLO R, JATO V, FRENGUELLI G. *The influence in climate changes in Platanus spp. Pollination in Spain and Italy*, *Grana* 2006; 45: 222–229.
8. DAMIALIS A, HALLEY JM, GIOULEKAS D, VOKOU D. *Long-term trends in atmospheric pollen levels in the city of Thessaloniki, Greece*. *Atmospheric Environment* 2007; 41 (33), 7011–7021.
9. BELMONTE J, ROURE JM. *Base de datos esporopolínicos de la Xarxa Aerobiològica de Catalunya*. Proyecto de investigación UAB-CBF-LETI, S.A. No publicado.
10. BELMONTE J. *Identificació, estudi i evolució anual del contingut pol·línic a l'atmosfera de Catalunya i Balears*. Tèsi Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, 1988; 1: 11-14.
11. COUR P. *Nouvelles techniques de detection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol*. *Pollen et spores*, 1974; 16(1): 103-141.
12. HIRST JM. *An automatic volumetric spore trap*. *Ann. Appl. Biol.*, 1952; 39: 257-265.
13. BELMONTE J, ROURE JM. *Introducción*. In Valero AL, Cadahía A. eds. *Polinosis. Polen y Alergia*, Barcelona, MRA ediciones S.L.- Laboratorios Menarini S.A., 2002: 7-16.
14. KUHN, M. 2001. *A summary of the International Standard Date and Time Notation*. <http://cl.cam.ac.uk/~mgk25/iso-time.html>