

PREDICCIÓN DE EVENTOS DE POLEN ALERGÉNICO CON IMPACTO EN LA SALUD HUMANA

José Luis Camacho Ruiz - AEMET

1. INTRODUCCION

«Todo aquel que quiera estudiar medicina correctamente debe conocer las siguientes materias: Primero, debe tener en cuenta los efectos de cada estación del año, y las diferencias que existen entre ellas. En segundo lugar, debe estudiar los vientos fríos y los cálidos, tanto los que son comunes a todos los países, como los que son propios de cada región... »

Hipócrates. Tratado de los aires, las aguas y los lugares.

La relación entre el ambiente térmico, la humedad, el viento, sus cambios estacionales y los estados de bienestar o de proclividad al desarrollo de enfermedades son conocidas desde antiguo. Se hablaba de clima insalubre o de clima o condiciones favorables a la cura de enfermedades y, particularmente a partir del siglo XIX, se recomendaba a los pacientes de dolencias tales como la tuberculosis estancias en determinados lugares famosos por su clima y por la calidad de sus aguas. Sin embargo, es menos conocida la relación entre el polen de ciertas plantas y la salud humana y, en concreto, como las condiciones meteorológicas o climáticas modulan dicha polinización en parámetros tales como las cantidades totales de polen o las fechas de inicio, los máximos o la finalización de la temporada.

La primera relación entre los síntomas de rinitis, dificultades respiratorias (incluso asma), semejantes a un proceso catarral que se desarrollaban en el periodo estival de Inglaterra y el polen de las gramíneas fue publicada por el médico inglés John Bostock en 1819, atribuyéndolo a «efluvios» del heno. Sin embargo fue en 1871 cuando Charles Harrison Blackley, otro médico inglés, en su libro «Naturaleza y causa del catarro estival (fiebre del heno)» el que estableció que el origen de los síntomas no eran dichos efluvios sino el polen, especialmente de las gramíneas (Subiza, J. 2001). A lo largo de los siguientes años, desarrolló la base de los actuales sistemas de captación e identificación de los tipos de polen mediante un tubo insertado en una veleta que aspira un volumen fijo de aire y que lo conduce a través de un filtro que retiene las partículas de polen. Este filtro se estudia al microscopio y se cuentan de manera manual el número de granos de polen atrapados, identificando cada tipo distinto.

También se deben a Blackley las técnicas de provocación de síntomas mediante la administración de dosis de diferentes tipos de polen, pelos de animales o ácaros a los pacientes sospechosos de sufrir de alergia. Esta técnica se ha depurado aplicándose a un brazo o los dos brazos del paciente gotas de solución con diferentes tipos de sustancias alergénicas y esperando la reacción tras un periodo de tiempo fijo. El tamaño y el color de los habones resultantes indican aquellas sustancias a las que reacciona con mayor virulencia el organismo del paciente como bien conocen todos aquellos que hemos visitado a un alergólogo.

Las reacciones alérgicas causadas por el polen consisten fundamentalmente en una rinoconjuntivitis pero según datos médicos, el 40% de los casos puede llevar asma asociado (Pearce et al, 1999). El asma, de manera muy sumaria, es una contracción de los

conductos respiratorios que disminuye el flujo de aire disponible para respirar.

Estudios realizados en Europa muestran un importante aumento de la prevalencia (porcentaje de la población que se ha visto afectada al menos una vez en su vida) de la polinosis pasando desde el 0,8% (1926), 4,8 (1958), 9,6% (1985), hasta el 11,2 (1994) siendo en la actualidad el **trastorno inmunológico mas frecuente en el ser humano**. Los factores que se barajan como causa de este dramático incremento, son principalmente la falta de exposición a gérmenes durante la temprana infancia (hipótesis de la higiene) y el cambio cualitativo de la polución atmosférica en países desarrollados.

Estudios realizados en la Comunidad de Madrid por epidemiólogos (I. Galán y M. Martínez, 2004) mostraron que un 1,7% de la población entre 18 y 44 años habían sufrido una crisis de asma durante el último año en 1993, aumentando a 2,4% en 1997. Estamos hablando de decenas de miles de personas en la etapa más «productiva» de sus vidas. Estos mismos estudios muestran que el 74,9% de las personas asmáticas tienen reactividad positiva a alguno de los alérgenos frente al 22,7% de los no asmáticos. Cerca del 65% de los asmáticos son alérgicos a uno de los tres tipos de polen siguientes: gramíneas, olivo y plantago.

La lista de las plantas cuyo polen provoca alergia en los humanos es muy grande y los tipos principales dependen de en que parte del globo nos encontremos y su clima. En España podemos mencionar a las gramíneas, olivos, plátanos de sombra y cupresáceas, siendo estas cuatro las que tienen mayor impacto en la Comunidad de Madrid (Subiza et al, 1998).

Existen muchos estudios que muestran la relación estadística entre el aumento del número de granos de polen de estas plantas y el aumento de los síntomas de alergia, la venta de antihistamínicos o el aumento de consultas en urgencias o en hospitalizaciones por crisis de asma. En la figura 1 mostramos una gráfica con la relación estadística entre cantidad de polen de gramíneas, casos de rinitis, conjutivitis y asma en España tal y como lo publica el Comité de Aerobiología de la Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica. En cada comunidad autónoma existen diferentes páginas web oficiales de las autoridades sanitarias o de instituciones privadas que dan cuenta de estos efectos y de los pasos adecuados para paliarlos. Por escribirse este trabajo en la Comunidad de Madrid, citaremos la página de la Consejería de Sanidad con información sobre polen www.madrid.org/polen y la de la Clínica de Asma y Alergia Subiza www.clinicasubiza.com.

Los trabajos realizados por personal de AEMET sobre la relación entre los eventos de polen con alto impacto en la salud humana y los factores meteorológicos se han llevado a cabo en colaboración con profesionales de ambas instituciones. Además han participado profesionales de la Universidad Complutense de Madrid especializados en botánica. Estos trabajos se han realizado en cumplimiento del desarrollo del convenio firmado entre la Comunidad de Madrid y AEMET. Fundamentalmente han consistido en el desarrollo de un método para la determinación de la fecha de inicio de la temporada de polinización del plátano de sombra y en investigación sobre las características de la temporada de polinización de las gramíneas en Madrid en relación con los factores meteorológicos.

En esta colaboración vamos a describir de manera muy general los avances en el conocimiento de las relaciones entre los eventos de polen y las condiciones meteorológicas y como pueden aportar una ayuda eficaz a los sistemas de alerta en el momento de tomar decisiones que reduzcan el sufrimiento de los pacientes de alergias por polen y las posibilidades de optimizar recursos en el sistema sanitario. Hay que mencionar que existen tratamientos muy eficaces para aliviar los síntomas de la polinosis y para evitar en lo posible las crisis de asma y las hospitalizaciones.

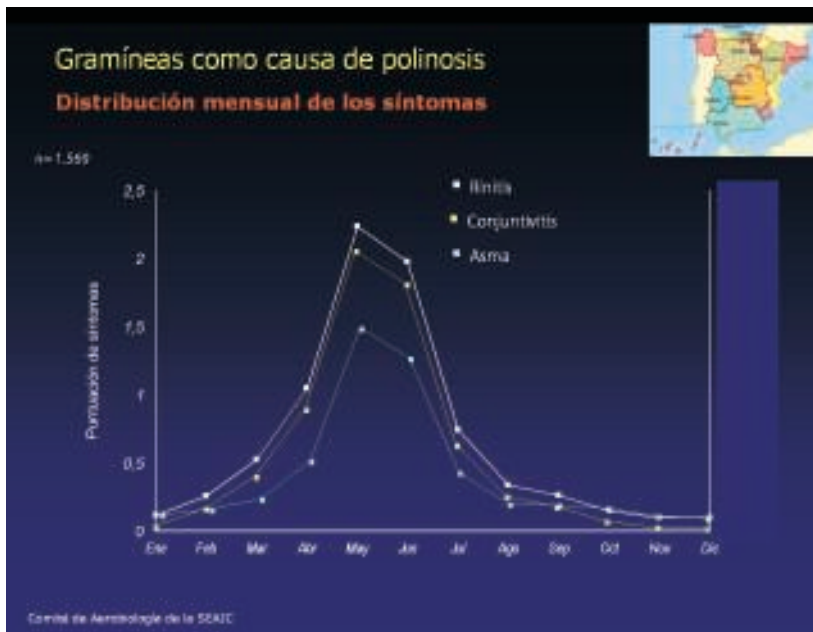


Figura 1. Gramíneas como causa de la polinosis. Fuente Comité de Aerobiología de la SEAIC.

Estos trabajos se han realizado en grupos multidisciplinares. Es necesaria la colaboración y cooperación entre profesionales de la vigilancia y recuento de los niveles de polen, médicos alergólogos, epidemiólogos, expertos en botánica y meteorólogos para lograr avances que puedan derivar en esquemas de pronóstico y en ayudas a la toma de decisiones a las autoridades sanitarias.

La mayor parte de los trabajos se han realizado con los datos de recuentos de polen de las estaciones integradas en la red PalinoCAM de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid y que integra ayuntamientos, clínicas privadas y centros de investigación. Los datos meteorológicos han sido proporcionados por AEMET.

2. PRONOSTICOS DE INICIO DE TEMPORADA DE POLINIZACIÓN EN ÁRBOLES. CASO DEL PLATANO DE SOMBRA

La técnica para la predicción del inicio de la temporada de polinización de los árboles se basa en el hecho de que es precisa una acumulación previa de calor por encima de cierto umbral para que se desarrollen las flores y estas empiecen a emitir polen. Según diferentes fuentes, el inicio de la fecha de polinización en los árboles depende en gran medida de la acumulación de calor a lo largo de las semanas precedentes, (Weryszko-Chmielewska et al, 2006). (García-Mozo et. al, 2002 y 2006). Estos estudios tratan con fresnos, abedules, encinas y robles entre otros árboles.

El árbol objeto de nuestra atención es el plátano de sombra. Esta especie es frecuente en las ciudades españolas, en jardines o en calles, debido a su porte y capacidad para proporcionar sombra, En la comunidad de Madrid está ampliamente extendido destacando sus

alineaciones en las grandes avenidas de la capital, en la Ciudad Universitaria o en la ciudad de Aranjuez. Es un árbol caducifolio muy robusto que puede sobrepasar los 30 m de altura. Más información sobre las características de los plátanos se puede encontrar en la publicación electrónica de AEMET/Consejería de Sanidad: Predicción del inicio de la temporada de polinización del plátano de sombra en la Comunidad de Madrid y en la ciudad de Córdoba. Técnicas y resultados Nota Técnica 1 en Biometeorología (AEMET, 2009). Esta publicación se puede descargar o consultar en el enlace siguiente de la página web de AEMET: http://www.aemet.es/es/divulgacion/publicaciones/detalles/Pred_polin_platano

El grano de polen es relativamente pequeño, el eje mayor mide de 17 a 22 micras y vuela poco, por lo que las medidas de los captadores son representativas de condiciones muy locales, contando muy poco el transporte por viento a grandes distancias como en otros tipos de polen. Incluimos una fotografía de granos de polen de plátano como ilustración (tomada de la citada nota técnica) tal y como se pueden ver bajo el microscopio. La temporada de polinización del plátano depende de las características geográficas y meteorológicas del lugar. Exceptuando la sierra, en la Comunidad de Madrid, se puede considerar genéricamente marzo como el mes de inicio aunque en algunos años se ha retrasado a abril. En Andalucía se adelanta unos días y en zonas de la meseta norte se puede producir en mayo. El polen de *Platanus* está presente en la atmósfera de toda España durante un periodo muy corto. La información aerobiológica a nivel nacional y regional (Díaz de la Guardia et al., 2000; Gabarra et al., 2002), pone de manifiesto grandes diferencias en la incidencia de este tipo polínico, así en Barcelona, Madrid y Sevilla, es el tipo polínico mayoritario o casi, mientras que en Almería, Cartagena, Cádiz, Málaga, Oviedo, las cantidades son tan bajas, que simplemente nos indican su presencia en la época correspondiente.

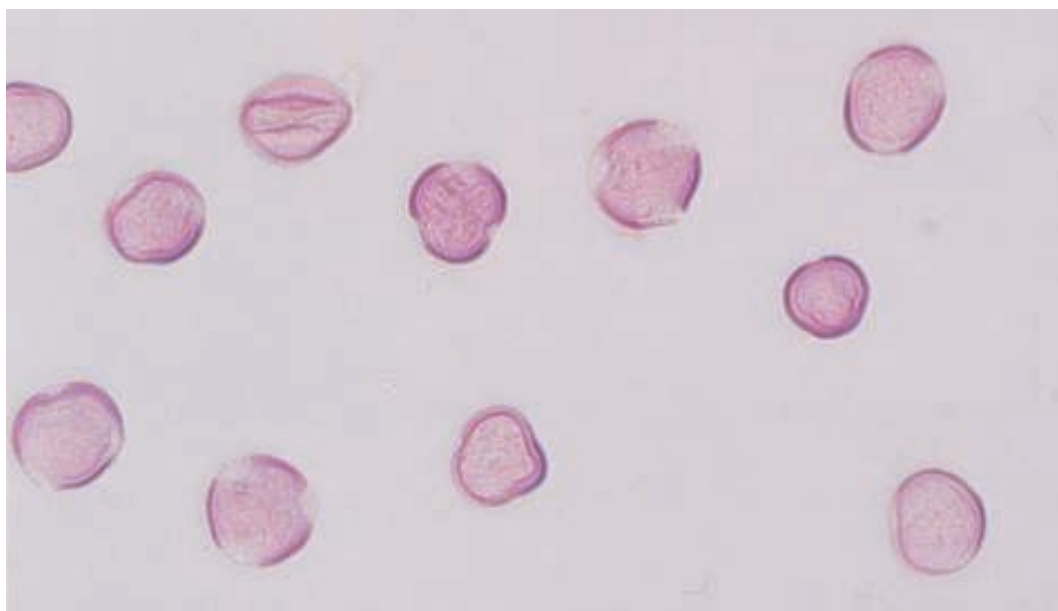


Figura 2.1. Aspecto de una preparación de granos de polen de Platanus, teñida con fucsina, al Microscopio Óptico (Fuente Monserrat Gutiérrez NT1 Biometeorología).

El periodo de máxima incidencia atmosférica del polen de *Platanus* es de unos pocos días, ya que su periodo floración también es corto. Por ello no suele haber más de diez días al año con concentraciones superiores a 100 granos/m³. Las concentraciones medias diarias pueden alcanzar cifras muy elevadas, superándose en muchas ocasiones los 1000 granos de polen/m³ de aire sobre todo en las cercanías de los grandes árboles o en zonas en las que abunden estos.

Si la temporada de polinización es corta, a diferencia de las gramíneas que se alarga varias semanas, nos podemos preguntar cual es el sentido del esfuerzo por modelizar este evento en función de las condiciones meteorológicas. La respuesta está en su elevado impacto en un segmento de población alérgica a este tipo de polen. En el capítulo 3 de la citada Nota Técnica se encuentra una detallada descripción de estos hechos. Para resumir podemos mencionar que la sensibilización a polen de *Platanus* en Madrid ha aumentado de manera importante desde un segmento del 2% del total de los alérgicos que eran sensibles al polen de dicho árbol en 1982 hasta un 52% en 1995. Para comparar, del total de la población sensible a factores alérgicos (no del total de la población), un 95-97% son alérgicos al polen de gramíneas. Por tanto, si nos movemos en un total aproximado del 15% de la población que es sensible a factores alérgicos, tenemos un colectivo estimado de varios miles de personas que son sensibles al polen de plátano y que agradecerían recibir información válida para gestionar o prevenir posibles crisis. Los síntomas mas frecuentes asociados a polinosis por *Platanus* son los debidos a la rinoconjuntivitis y asma que aparecen de forma brusca al comienzo de la primavera. La mayor parte de los pacientes pertenecen al ámbito urbano.

Según estudios del Comité de Aerobiología de la SEAIC (2003) se encontró que la mayor prevalencia de sensibilizaciones a *Platanus* correspondía con las ciudades con mayores concentraciones de estos pólenes como Barcelona, Madrid y Zaragoza. Esto se debe a la mayor concentración de árboles. Como también se produce una concentración de la población, las grandes ciudades son el lugar en el que deben de realizarse los estudios que se describen en este trabajo. En la Comunidad de Madrid, se han realizado estudios para diferentes zonas de la ciudad de Madrid, Getafe, el corredor del Henares y Aranjuez. Se ha realizado también un trabajo preliminar para Córdoba y deberían extenderse los estudios a Barcelona, Zaragoza y Sevilla, al menos.

Desde el punto estadístico, la predicción de la cantidad total de polen en función de factores meteorológicos es imposible por que esta depende del número de árboles plantados en el área cercana al captador, de las podas o replantaciones que se realicen o de otros factores tales como enfermedades del árbol. Por ello, nos centramos en la predicción del inicio de la temporada, es decir, una fecha. Esta fecha indicaría el día en que se sobrepasara un valor umbral de total de granos de polen en el aire. Este umbral está calibrado para tener significado estadístico y médico indicando a la vez que se produce la «rápida transición» entre producción muy pequeña de producción de polen en los árboles de una zona y la producción muy elevada (solo tarda 1 a 3 días) y, a la vez, que la presencia significativa de polen en el aire activa los síntomas de los alérgicos. Este umbral se fijó en 30 granos de polen/m³.

Una vez obtenida la fecha de inicio de la temporada para cada año, se procedió a evaluar diferentes parámetros relacionados con magnitudes meteorológicas, encontrando que el más válido era el Promedio de Acumulación de Calor (PAC) que no es sino el promedio del total de grados-día acumulados de las temperaturas máximas sobre 15 grados y el total de grados-día acumulados de las temperaturas medias sobre 10 grados. La fecha para el inicio de la acumulación es el 1 de enero y no suele contabilizar valores hasta la segunda quincena de febrero. Para Madrid-Retiro, el valor del PAC fijado esta-

dísticamente para determinar el inicio de la temporada de polinización del plátano en la zona central de Madrid es de 50 grados. El día de San José (19 de marzo) marcaría el valor promedio de este inicio pero la dispersión es grande abarcando desde el 4 de marzo hasta el 10 de abril. Hemos observado que los valores del PAC para otros observatorios son diferentes. Por ejemplo, para Getafe, el valor umbral obtenido está alrededor de 65 grados y para Córdoba este sube hasta los 137 grados. Este efecto de aumento en las zonas más cálidas refleja el hecho de que un árbol aclimatado en zonas donde las temperaturas suben antes está condicionado probablemente por el «calendario». Los plátanos polinizan antes en Córdoba o en Getafe que en Madrid pero no mucho más. Sería interesante trasladar este estudio a Burgos o Soria.

De esta manera, el problema de predecir el inicio de la temporada del polen de plátano en una ciudad se reduce a dos pasos: el primero «calibrar» el modelo estadístico con datos de total de polen y temperaturas máximas y medias obteniendo el valor del PAC teniendo en cuenta que el captador de polen y los termómetros deben de estar en lugares relativamente próximos. El segundo: contabilizar la acumulación de calor mediante el PAC.

Se ha realizado una estimación de la bondad del método mediante la comparación de fechas previstas de inicio de la temporada y las observadas. Se ha permitido un error de dos días de diferencia como máximo. La probabilidad de detección correcta es del 64%, la tasa de falsa alarma (pronóstico adelantado a los hechos) es del 21% y la tasa de pronósticos retrasados respecto a la fecha real es del 12%. Más importante han sido los ejercicios de pronóstico en tiempo real durante las temporadas de 2008, 2009 y 2010 en la parte central de la Comunidad de Madrid.

Estas han consistido en la constitución de una célula de trabajo formada por una especialista en botánica para seguir el proceso de formación y desarrollo de las flores en los plátanos, la responsable de la red PALINOCAM de monitorización del contenido de polen en el aire en la Comunidad de Madrid y expertos de la AEMET. A partir de finales de febrero, se ha procedido al seguimiento de diferentes ejemplares de plátanos con testigos en la Ciudad Universitaria y ocasionales ojeadas a ejemplares en otras zonas. Se ha procedido al cálculo rutinario del valor del PAC en función de las temperaturas máximas y media observadas hasta el día vigente y la acumulación en función de las temperaturas previstas hasta 7 días según el modelo del Centro Europeo de Predicción del Tiempo a Plazo Medio en los observatorios de Madrid-Retiro, Getafe, Madrid-Barajas y de otros, ocasionalmente, para observar la coherencia de la evolución, Se han mantenido contactos y reuniones periódicas para evaluar la evolución de las gráficas de temperatura, la evolución del desarrollo de las flores y para comparar con otros escenarios similares en el periodo 1980-2007 en el que se disponían de datos de polen y temperaturas para Madrid.

Una muestra de las herramientas de trabajo utilizadas se tiene en el capítulo 6 de la Nota Técnica citada y de la que se extraen unas fotos del desarrollo de las flores y un gráfico combinado de evolución de acumulación de calor y polen para Madrid.

Un hecho comprobado es la importancia de la acumulación de calor en la segunda quincena de febrero. Las temperaturas máximas y medias sobrepasan los umbrales, las flores comienzan pronto su desarrollo adelantando la temporada. Este hecho se da pocas veces. El resultado de los pronósticos se muestra a continuación: tanto en 2008 como en 2009, el día del inicio de la polinización en la zona central de Madrid fue el día juliano 75 que corresponde al 15 de marzo en 2008 y al 16 de marzo en 2009. Estos dos años se caracterizaron por meses de febrero y marzo relativamente cálidos. En 2008 se produjo un parón del calentamiento pero aún así fue posible realizar un pronóstico acertado (con más/menos 1 día de margen con 4 días de antelación. En 2009, la primera quincena de

marzo fue relativamente cálida pero sobre todo fue muy seca, permitiendo una evolución «pura» de la acumulación de calor y sirviendo de validación adicional del método basado en el PAC. En este caso, el pronóstico fue exacto y con 6 días de anticipación. El caso de 2010 fue aún más interesante porque la fecha de inicio fue muy tardía moviéndose en los valores extremos de la distribución. Unos meses de febrero y marzo fríos hicieron que la acumulación de calor fuera muy lenta y esto fue observado en lo tardío de la formación de las flores en los plátanos. Al final, el día 4 de abril (la segunda fecha más tardía en el periodo 1980-2010), se produjo el inicio de la temporada. El modelo numérico lo daba para dos-tres días más tarde pero fue corregido mediante la observación de la evolución del plátano por lo que el pronóstico fue acertado. La evaluación final de esta temporada se publicará en breve.



Figura 3. Desarrollo de las flores de plátano masculinas (izquierda) y femeninas (derecha) el día en que se detectó el inicio de la temporada en Madrid, el 15 de marzo de 2008. Tomada en el paseo de la Reina Cristina. Fuente: Patricia Cervigón.

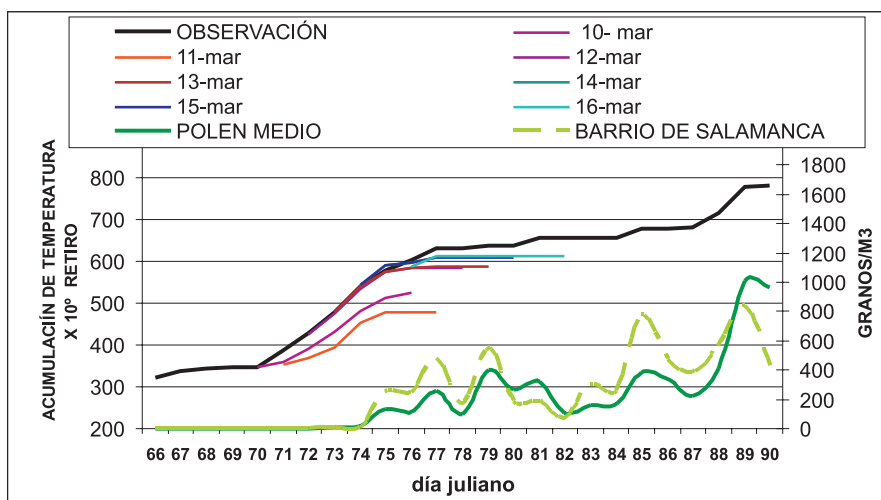


Figura 4. Grafico de evolución de las temperaturas previstas y observadas para Madrid Retiro. Evolución del total de polen diario en la estación General Pardiñas (Barrio de Salamanca). Fuente: Darío Cano. NT1 Biometeorología

3. OTROS TRABAJOS: PREDICCIÓN DEL CARÁCTER DE LA TEMPORADA DE LAS GRAMINEAS

En el caso de las plantas herbáceas la determinación de la fecha del inicio de la temporada de polinización es bastante más complejo ya que en el caso de las gramíneas existen varias especies que polinizan a la vez o separada por pocas fechas, siendo imposible contabilizar el polen de una sola especie y no existiendo un factor meteorológico claro único para modelizar los parámetros que configuran su polinización. Por ello, la temporada del polen de gramíneas tiene un inicio más suave que la del plátano pero se extiende a lo largo de varias semanas. Sin embargo, por ser plantas silvestres y/o estar distribuidas en áreas muy grandes y por tener un polen que se traslada a mayores distancias que el del plátano, en este caso es posible trabajar con los totales de polen ya que suponemos que las fuentes de emisión están muy distribuidas y que su emisión depende en gran medida de variables meteorológicas.

El polen de las gramíneas recogido en zonas urbanas proviene de los jardines y parques, de las zonas semiurbanas o rurales próximas pero también de cualquier pequeño pedazo de tierra capaz de hacer crecer unas pocas hierbas. Por ello, para medir el polen no se tiene en cuenta una especie única y la evolución estacional de los recuentos presenta varios picos tal como se pueden ver en el gráfico de la figura 5. En la zona centro de la Península, la estación principal de polinización de las gramíneas con diferencia abarca un periodo entre mayo y junio.

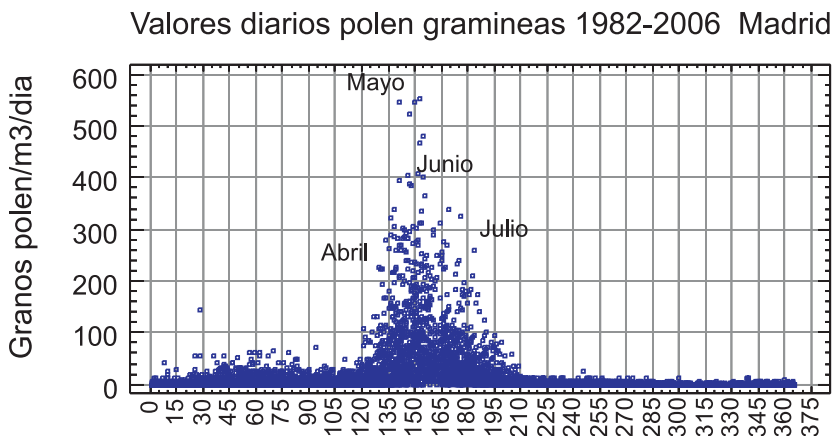


Figura 5. Valores diarios promedio de contenido de polen de gramíneas medidos en el Barrio de Salamanca de Madrid entre 1980 y 2006. Unidades: granos/m³/día. Datos: Clínica de Asma y Alergias del Dr. Subiza.

Teniendo en cuenta que un umbral de 50 granos/m³ de polen puede considerarse como un valor en el que se aprecian síntomas de manera generalizada en la población sensible, es fácil constatar que hay un periodo de 2-3 meses en los que existe un alto riesgo de estar expuesto a estos agentes alérgicos en Madrid en la segunda mitad de la primavera y principios del verano. El umbral en el que comienzan a manifestarse los síntomas de la alergia es variable para cada persona pero conforme aumenta dicho

valor, más personas se ven afectadas incluso aquellas que pueden tener sensibilidad solo moderada. El porcentaje mensual promedio de granos de polen sobre el total anual, abril se lleva el 3,0%, mayo el 39,6%, junio el 39,1% y julio el 8,4%, por tanto, una estación de polinización «típica» de gramíneas en Madrid dejaría algunas trazas en abril, se desarrollaría con intensidad parecida en mayo y en junio y tendría un pequeño remate en julio.

En el estudio realizado en Camacho, 2010, se detalla la variabilidad de la distribución de estos porcentajes mensuales y se relaciona con diferentes factores meteorológicos como la cantidad total de precipitación mensual, los valores medios mensuales de temperaturas máximas, medias o mínimas. Realizando un clasificación mediante análisis de «clusters» sobre las cuatro variables %mayo, %junio, cociente entre totales de mayo y de junio y, finalmente, %resto del año (excluyendo mayo y junio), se obtienen tres tipos diferentes de comportamiento para la evolución de la temporada de polinización de las gramíneas.

El grupo más numeroso refleja la evolución más común con cantidades de polen repartidas sobre todo en mayo y junio pero con valores ligeramente superiores en mayo. Un segundo grupo muestra un escenario de retraso en la polinización con valores totales claramente superiores en junio. Finalmente un tercer grupo con solo dos casos muestra el escenario opuesto: un final abrupto de la temporada de polinización durante junio con proporción 7 a 1 de valores entre mayo y junio.

Seleccionando un conjunto de variables meteorológicas pertenecientes a la serie de Madrid-Retiro: total mensual de precipitación de abril, mayo y junio, promedio de temperaturas máximas y medias de mayo y junio y agrupándolas según el criterio anterior, se obtienen los promedios para cada grupo tal y como se expresan en la tabla 1.

Grupo	Abr R	May R	Jun R	May max	May med	Jun max	Jun med
1	49,3	77,7	27,1	19,7	14,7	28,1	21,9
2	42,1	39,9	15,7	22,7	17,2	28,5	22,4
3	38,7	31,9	43,7	24,9	19,1	26,0	20,4

Tabla 1. Promedio de valores de las variables meteorológicas para cada grupo. Total mensual de precipitación de abril y mayo, promedio de temperaturas máximas y medias de mayo y junio. Serie Madrid Retiro. 1982-2006

La extensión de la temporada de polinización abundante a lo largo de mayo y junio conlleva precipitaciones moderadas o ligeramente inferiores a lo normal en mayo y temperaturas similares a la media del periodo de referencia climatológico 1971-2002. Estas condiciones corresponden al grupo 2 que es el más común contando con el mayor número de casos. El escenario representado por el grupo 1 conlleva un mayo lluvioso incluso para el hecho de que mayo presenta un máximo secundario en la precipitación en Madrid, y temperaturas frescas, del orden de 2 grados inferiores a los valores normales. En estas condiciones el auge de la polinización se retrasa, lo que unido a los lavados de la atmósfera por las precipitaciones conlleva probablemente un retraso en la aparición generalizada de casos de alergia hacia el mes de junio... Finalmente, el escenario 3 muestra un mayo muy seco y con temperaturas elevadas (2 o 3 grados por encima de los promedios), lo que probablemente llevaría a un «agostamiento» de las plantas herbáceas y a la reduc-

ción importante de la producción de polen en junio. La temporada de polinización en este caso, sería corta.

En el mencionado trabajo se han elaborado algunos modelos simples de predicción de los totales mensuales de polen de gramíneas para Madrid. Sin embargo, lo importante es resaltar es la posibilidad de evaluar en tiempo real el impacto de los factores meteorológicos y climáticos en la evolución de la temporada de gramíneas. Estos hechos ponen de manifiesto la importancia de las precipitaciones y temperaturas del mes de mayo. Mediante técnicas de predicción estacional ahora o en el futuro, o mediante monitorización de la evolución de temperaturas y precipitaciones combinada con predicción a medio plazo, es posible diagnosticar con cierto adelanto la evolución de la temporada. Se puede observar si se retrasará o si acabará abruptamente. El desarrollo de esquemas de toma de decisiones en planificación de recursos en el sistema sanitario podría contar con esta información.

4. UNA APROXIMACIÓN A LA EVALUACION DEL IMPACTO ECONOMICO DE LOS PRONOSTICOS

Una evaluación económica de la rinitis alérgica en Estados Unidos (Malone et al, 1996) utilizando datos médicos de 1987 muestra que aproximadamente 39 millones de personas sufrían de «fiebre del heno» o «rinitis alérgica» en dicho año. El 14% de estos necesitaron tratamiento médico y/o perdieron días de trabajo o de escuela. Hubo aproximadamente 16,7 millones de visitas a médicos, clínicas y hospitales para buscar tratamiento o cura. La estimación del coste directo o indirecto de la rinitis alérgica en 1987 se estimó en 775 millones de dólares USA de esa fecha (1.230 millones de dólares de 1994). El coste médico directo representa el 94% de dichos costes. De estos la componente mayor son el tiempo del personal médico: 68% y segundo son las medicinas: 26%. Los costes indirectos suponen el 6% del presupuesto y se asocian a 811.000 días de colegio perdidos y 4.227.361 días de actividad reducida. Otro estudio realizado en Estados Unidos cifra el coste total directo debido a la rinoconjuntivitis alérgica en una cantidad alrededor de 5,9 mil millones de dólares en 1996 (7,3 miles de millones en dólares de 2002) de acuerdo con Ray et al. El trabajo se basó en los registros realizados según el sistema Internacional de Clasificación de Enfermedades (revisión 9). Los gastos asociados a niños hasta 12 años se llevan el 38% del total. Gran parte del coste se asocia a las visitas a médicos o a clínicas. Otro dato interesante es que cuando este conjunto de síntomas de alergia deriva en asma o en otitis se añade un coste de 4 mil millones de dólares

De estos números, podemos deducir el impacto económico importante en la actividad de un país y justificar aquellos esfuerzos para elaborar herramientas que aminoren su coste social y económico. Un hecho relevante es que el coste económico principal es atribuible a una pequeña proporción de los pacientes que sufren de rinitis alérgica que son aquellos que necesitan tratamiento médico y hospitalización.

Los costes directos de una enfermedad pueden clasificarse dos categorías. La primera son los costes médicos tales como el coste de los medicamentos, visitas a consultorios, asistencia en urgencias, chequeos para realizar el diagnóstico, artilugios para el cuidado de la salud en casa y las hospitalizaciones. La segunda son los costes no médicos tales como transporte especializado al lugar de atención médica y la compra de ayudas para paliar o curar la enfermedad en casa (por ejemplo dietas especiales, muletas, mobiliario especializado)

Con estos datos en la mano, podemos identificar la necesidad de desarrollar un sistema de vigilancia y prevención de las condiciones en las que los casos de alergias debidas al polen se disparan. Como hemos identificado en este trabajo, es preciso contar con datos y pronósticos meteorológicos o climáticos para realizar un sistema de monitorización y vigilancia eficaz. Este sistema tiene dos importantes aspectos que ayudarían a disminuir los costes y el impacto de dichas alergias. El primero es la posibilidad de que los pacientes que conozcan su problema puedan consultar vía internet las condiciones de polen observadas y previstas y programar su toma de medicamentos paliativos. Muchas veces con la toma de antihistamínicos a tiempo se reducen muchísimo las consecuencias y los costes ya que el coste de estos es relativamente pequeño. El segundo es la posibilidad de enviar alertas específicas de eventos para que el sistema sanitario esté preparado para elevar el nivel de atención y para que los pacientes puedan tomar con antelación medidas paliativas que reduzcan de manera importante la posibilidad de necesitar los recursos de los servicios de urgencia o de una hospitalización.

Podemos realizar un simple ejercicio de cuanto cuesta un juego completo de medicamentos para alérgicos a gramíneas y otros factores y ver cual es el coste de no tomar los medicamentos en el momento apropiado y sufrir una crisis de asma que requiera urgencia u hospitalización.

En el primer caso, el coste de los nebulizadores de broncodilatadores, antihistamínicos y otras medidas paliativas para la rinoconjuntivitis es de alrededor de 80 Euros. Si se cuenta con seguro una parte de este coste va al paciente y otra parte va al sistema sanitario.

En el segundo caso, según los datos proporcionados por el Hospital Moncloa de Madrid, una atención a urgencias con necesidad de atención por parte de personal médico y administrativo, administración de antihistamínicos y oxígeno puede ser estimado en alrededor de 240 Euros (es decir tres veces más). Si se precisa hospitalización simple los costes alcanzan alrededor de 520 Euros (6 veces más que los antihistamínicos). En el caso de evitar una urgencia la relación coste/beneficio sería de 1 a 3. Si evitamos una hospitalización llegamos al 1 a 6.

Suponiendo una población de 100 personas con especial sensibilidad a un evento de polen y que pueden necesitar asistencia médica y suponiendo que todos ellos conocen su problema y son capaces de tomar medidas preventivas con su medicación. Si la tasa de pacientes que, mediante un aviso previo vía correo electrónico o SMS, puede evitar el paso por urgencia o la hospitalización es de un 10% (dejo a los médicos profesionales estimar este dato de manera precisa) el ahorro por paciente oscilaría entre los 160 Euros y los 440 Euros. Si son 10 pacientes que se evitan la actuación hospitalaria llegamos a 1600 o 4400 Euros.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Existe una relación entre la salud y los factores meteorológicos ya conocida desde antigua. Desde el siglo XIX se ha estudiado la relación entre la alergia y el polen de ciertas plantas. El ciclo biológico de estas plantas, en especial la polinización, está afectado por magnitudes como la precipitación, las temperaturas extremas y el viento.

En el caso de los árboles se conoce que estos dependen sobre todo de la acumulación previa de calor. Se ha desarrollado en AEMET en cooperación con otras instituciones un método bastante eficaz para pronosticar el inicio de la temporada de polinización del plátano de sombra en Madrid que es extensible a otras ciudades españolas.

En el caso de las gramíneas, se han realizado estudios para determinar la intensidad potencial de la temporada de polinización y su evolución en términos de duración y movilidad temporal. Dichos estudios están aún por ser validados operacionalmente.

Una de las principales lecciones aprendidas en el transcurso de estos trabajos es la necesidad de trabajar en grupos pluridisciplinares y contar con el apoyo de las instituciones responsables de la salud pública.

Con los datos aportados sobre costes económicos y beneficios se puede observar que el impacto económico de las alergias debidas al polen es muy elevado y que se pueden tomar acciones preventivas que reduzcan costes mediante el desarrollo de un sistema de vigilancia sanitaria que englobe la monitorización del polen, el pronóstico de su evolución y el de los eventos de alto impacto. Dicho sistema permitiría un aviso personalizado a los pacientes aliviando el coste económico y el sufrimiento de aquellas personas que, como el autor de este texto, padecen de alergia a ciertos tipos comunes de polen de plantas.

Agradecimientos:

A los coautores de la nota técnica 1 de Biometeorología que han proporcionado material para la elaboración de este trabajo.

A los observadores y técnicos que toman los datos meteorológicos y de polen de calidad que son la base fundamental para la investigación y el desarrollo de herramientas de toma de decisiones.

Al personal de la Unidad de Facturación del Hospital Moncloa de Madrid y a la farmacéutica que me proporcionó los datos de costes que se citan en este trabajo.

Bibliografía y referencias

- AEMET, 2009. «Predicción del inicio de la temporada de polinización del plátano de sombra en la Comunidad de Madrid y en la ciudad de Córdoba. Técnicas y resultados» Nota Técnica 1 en Biometeorología. Disponible en <http://www.aemet.es/es/divulgacion/publicaciones>
- Coste del asma y rinitis. William F. Schoenwetter,¹ Leon Dupclay, Jr,² Sireesh Appajosyula,² Marc F. Botteman ³ and Chris L. Pashos ³ Economic Impact and Quality-of-Life Burden of Allergic Rhinitis: Health Economics of Allergic Rhinitis and Asthma
- CAMACHO, J.L. El polen de plátano y de gramíneas como indicadores de la variabilidad climática en escalas de tiempo pequeñas. XXXI JORNADAS DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DE METEOROLOGIA. Sevilla, 1 - 3 marzo de 2010
- DÍAZ DE LA GUARDIA C., SABARIEGO S., ALBA F., RUIZ L., GARCÍA MOZO H., TORO F. J., VALENCIA R., RODRÍGUEZ RAJO F. J., GUÁRDIA A. & CERVIGÓN P -2000-Aeropalynological study of the genus Platanus L. in the Iberian Península. *Polen* 10: 93-101.
- GABARRA E., BELMONTE J. & CANELA, M. 2002-Aerobiological behaviour of Platanus L. pollen in Catalonia (North-East Spain). *Aerobiologia* 18:185-193.
- GALÁN, I. y M. MARTÍNEZ. «Aspectos epidemiológicos del asma y la enfermedad alérgica en la Comunidad de Madrid». Cap 3. Polen Atmosférico en la Comunidad de Madrid. Documentos Técnicos de Salud Pública 70. Consejería de Sanidad. 2004.
- GARCÍA-MOZO H, GALÁN C, JATO V, BELMONTE J, DÍAZ DE LA GUARDIA C, FERNÁNDEZ D, GUTIÉRREZ M, AIRA MJ, ROURE JM, RUIZ L, TRIGO MM, DOMÍNGUEZ-VILCHES E. *Quercus pollen season dynamics in the Iberian Peninsula. Response to meteorological parameters and possible consequences of climate change.* Ann Agric Environ Med 2006, 13, 209–224

- GARCÍA-MOZO, H., C. GALÁN, M.J. AIRA, J. BELMONTE, C. DÍAZ DE LA GUARDIA, D. FERNÁNDEZ, A.M. GUTIERREZ, F.J. RODRIGUEZ, M.M. TRIGO, E. DOMINGUEZ-VILCHES. «*Modelling start of oak pollen season in different climatic zones in Spain*» *Agricultural and Forest Meteorology* 110 (2002) 247–257
- MALONE DC, LAWSON KA, SMITH D, ARRIGHI HM. An economic evaluation of allergic rhinitis in the U.S. *AHSR FHSA Annu Meet Abstr Book*. 1996; 13: 95-6.
- PEARCE N, PEKKANEN J, BEASLEY R. How much asthma is really attributable to atopy? *Thorax* 1999; 54:268–72.
- RAY NF, BARANIUK JN, THAMER M, RINEHART CS, GERGEN PJ, KALINER M, et al. Direct expenditures for the treatment of allergic rhinoconjunctivitis in 1996, including the contributions of related airway illnesses. *J Allergy Clin Immunol* 1999; 103: 401-407.
- SUBIZA J, JEREZ M, GAVILÁN M, et al. ¿Cuáles son los pólenes que producen polinosis epidémica en el medio urbano de Madrid? *Rev Esp Alergol Inmunol Clin*.1998; 13: 107-119.
- SUBIZA, J. «Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid. Cap. 5: Polinosis en Madrid». Documentos técnicos de Salud Pública. Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid. 2001.
- TOBIÁS, A.,I. GALÁN and J. R. BANEGAS. Non-linear short-term effects of airborne pollen levels with allergenic capacity on asthma emergency room admissions in Madrid, Spain. *Clin Exp Allergy* 2004; 34:871–878
- UCB, 1997. *European allergy white paper*. The UCB Institute of Allergy, Brussels. [<http://www.theucbinstituteofallergy.ucb.be/WhitePaper/>]
- WERYSZKO-CHMIELEWSKA, E., M. PUC, K. PIOTROWSKA. *Effect of Meteorological Factors on Betula, Fraxinus and Quercus Pollen Concentrations in the Atmosphere of Lublin and Szczecin, Poland*. *Ann Agric Environ Med* 2006, 13, 243–249.